

**КОМПЛЕКТНОЕ РЕЛЕ  
ЗАЩИТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ 6-10 кВ  
ТОР 100-ДВГ 23 (ТОР 100-ДВГ 63)**  
(асинхронные и синхронные двигатели до 5 МВт)

Руководство по эксплуатации

АИПБ.656122.006-05 РЭ

14.06.2011

ПО v.04С

ИЦ «Бреслер»

## **ВНИМАНИЕ!**

*До изучения инструкции изделие не включать!*

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЙ.....	7
1.1 Общие сведения о серии устройств TOP 100.....	7
1.2 Общие технические данные и характеристики устройств серии TOP 100 .....	8
1.2.1 Состав изделия и конструктивное исполнение.....	8
1.2.2 Технические данные и характеристики.....	9
1.2.3 Система связи с верхним уровнем АСУ ТП и переносным компьютером.....	13
1.2.4 Регистрация событий.....	17
1.2.5 Осциллографирование.....	18
1.2.6 Измерения величин.....	18
1.2.7 Самодиагностика .....	19
1.3 Назначение, устройство и работа терминалов серии TOP 100-ДВГ 23 .....	20
1.3.1 Функциональная и структурная схема устройства .....	20
1.3.2 Описание работы защит .....	21
1.3.3 Входные сигналы устройств.....	36
1.3.4 Выходные реле.....	38
1.3.5 Цепи сигнализации .....	41
1.3.6 Перечень уставок .....	43
1.3.7 Перечень измеряемых величин. ....	50
1.3.8 Перечень регистрируемых параметров .....	51
2. РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	53
2.1 Общие указания .....	53
2.2 Меры безопасности .....	53
2.3 Размещение и монтаж .....	53
2.4 Измерение параметров, регулировка и настройка .....	53
2.4.1 Изменяемые параметры.....	55
2.4.2 Зарегистрированные параметры.....	55
2.4.3 Настройка уставок .....	56
2.4.4 Тестирование.....	58
2.4.5 Параметры последовательной связи.....	58
2.4.6 Информация об устройствах .....	58
2.5 Рекомендации по установке параметров связи.....	58
2.6 Рекомендации по установке конфигурации устройств.....	59
2.7 Рекомендации по установке параметров аварийного осциллографа и режима регистрации событий.....	59

2.8 Рекомендации по выбору уставок.....	62
2.8.1 Выбор уставок тепловой защиты.....	62
2.8.2 Выбор уставок токовой отсечки.....	62
2.8.3 Выбор уставок защиты от несимметричной работы нагрузки.....	62
2.8.4 Выбор уставок УРОВ.....	63
3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ.....	64
3.1 Общие указания.....	64
3.2 Меры безопасности.....	64
3.3 Рекомендации по техническому обслуживанию изделий.....	64
3.3.1 Периодичность проведения технического обслуживания.....	64
3.3.2 Рекомендуемые объемы работ при ТО.....	65
3.3.3 Методика проверки уставок и характеристик.....	66
3.4 Проверка работоспособности изделий, находящихся в работе.....	67
3.5 Перечень неисправностей и методы их устранения.....	68
Приложение А.....	69
Приложение Б.....	71
Приложение В.....	73
Приложение Г.....	74
Приложение Д.....	75
Приложение Е.....	76
Приложение Ж.....	79
Приложение З.....	80
Приложение И.....	85
Приложение К.....	87

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с основными параметрами, принципом действия, конструкцией, правилами эксплуатации и обслуживания комплектного реле защиты синхронных и асинхронных двигателей 6-10 КВ типа ТОР-ДВГ 23, именуемых в дальнейшем «устройства» или «терминалы». Терминалы принадлежат к серии устройств ТОР 100, которая имеет различные типоразмеры.

Данный документ включает в себя разделы:

- раздел «Техническое описание и работа изделий», в котором приводятся *особенности данного типоразмера*, основные технические данные и конструктивное исполнение устройств серии ТОР 100;

- раздел «Руководство по эксплуатации», где приводятся рекомендации и инструкции по регулированию и настройке, установке уставок и параметров;

- раздел «Техническое обслуживание и ремонт», в котором приводятся рекомендации по периодичности и объёму технического обслуживания, а также ремонту устройств.

Раздел «Техническое описание и работа изделий» состоит из нескольких частей, в одной из которых приводятся данные, свойственные *данному конкретному* типоразмеру, а в остальных приводятся общие технические данные на серию устройств ТОР 100 в целом.

Таким образом, характерные особенности данного типоразмера приведены в подразделе 1.3, в то время как остальные подразделы и разделы (в т.ч. «Руководство по эксплуатации», «Техническое обслуживание и ремонт») являются общими документами на всю серию устройств и повторяются от исполнения к исполнению.

Устройства ТОР 100 соответствуют требованиям технических условий ТУ 3433-010-54080722–2006 и ГОСТ Р 51321.1. Устройства разработаны в соответствии с «Общими техническими требованиями к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем» РД 34.35.310-01 с соблюдением необходимых требований для применения их на энергообъектах с переменным, выпрямленным переменным или постоянным оперативным током.

Необходимые параметры и надежность работы устройств в течение срока службы обеспечиваются не только качеством их разработки и изготовления, но и соблюдением условий транспортирования, хранения, монтажа, наладки и обслуживания, поэтому выполнение всех требований настоящего РЭ является обязательным.

В связи с систематическим проведением работ по усовершенствованию устройств в дальнейшем могут быть внесены изменения, не ухудшающие параметры и качество изготовления.

Сокращения, используемые в тексте:

АВР	- автоматическое включение резерва,
АВ ШП	- автомат шинки питания,
АД	- асинхронный двигатель,
АПВ	- автоматическое повторное включение,
АСУ ТП	- автоматизированная система управления технологическим процессом,
АЦП	- аналого-цифровой преобразователь,
АЧР	- автоматическая частотная разгрузка,
БСК	- батарея статических конденсаторов,
ВЛ	- воздушная линия электропередачи,
В/М	- вольтметровая (блокировка по напряжению),
ВНР	- восстановление нормального режима,
ДЗ	- дистанционная защита,
ДЗЛ	- продольная дифференциальная защита,
ДЗТ	- дифференциальная защита с торможением,
ДО	- дифференциальная отсечка,
EEPROM	- микросхема с энергонезависимой памятью,
ЖКИ	- жидкокристаллический индикатор,

ЗИП	- запасные части и принадлежности,
ЗМН	- защита минимального напряжения,
ЗОФ	- защита от обрыва фаз,
ЗПП	- защита от потери питания,
ИО	- измерительный орган,
ИЧМ	- интерфейс человек-машина,
КЗ	- короткое замыкание,
КЛ	- кабельная линия,
КРУ (Н)	- комплектное распределительное устройство (наружной установки),
КС	- контрольная сумма,
КСО	- камера стационарная одностороннего обслуживания,
КТП СН	- комплектная трансформаторная подстанция собственных нужд,
КЧР	- комплект частотной разгрузки,
ЛЗШ	- логическая защита шин,
МТЗ	- максимальная токовая защита,
МЭК	- международная электротехническая комиссия
ННП	- напряжение нулевой последовательности,
НОП	- напряжение обратной последовательности,
ОЗЗ	- однофазное замыкание на землю,
ОЗУ	- оперативное запоминающее устройство,
ОМП	- определение места повреждения
ПЗУ	- постоянное запоминающее устройство,
ПК	- персональный компьютер,
ПО	- программное обеспечение,
ПС	- подстанция,
РЗА	- релейная защита и автоматика,
РБМВ	- реле блокировки многократных включений выключателя,
РНОП	- реле напряжения обратной последовательности,
РПВ	- реле положения включено,
РПО	- реле положения отключено,
РПН	- регулятор под нагрузкой,
РФК	- реле фиксации команд,
СВ	- секционный выключатель,
СД	- синхронный двигатель,
СРЗА	- служба релейной защиты и автоматики,
ТЗОП	- токовая защита обратной последовательности,
ТЗНП	- токовая защита нулевой последовательности,
ТН	- трансформатор напряжения,
ТСН	- трансформатор собственных нужд 6/0,4 кВ, 10/6 кВ,
ТТ	- трансформатор тока,
ТТНП	- трансформатор тока нулевой последовательности,
УМЧ	- угол максимальной чувствительности,
УП	- указатель положения,
УРОВ	- устройство резервирования при отказе выключателя,
УСО	- устройство сбора данных и согласования с объектом,
ЧАПВ	- частотное автоматическое повторное включение,
ШМН	- шинка минимального напряжения,
± ШД	- шинки дуговой защиты,
ШМ	- шинка мигания,
ШП	- шинка питания,
ШУ	- шинка управления,
GPS	- глобальная система навигации и определения положения,

- SGC - программный переключатель входных дискретных цепей,
- SGR - программный переключатель выходных цепей,
- SGF - программный переключатель функциональных блоков,
- SGB - программный переключатель цепей блокирования,
- SGS - программный переключатель цепей сигнализации.

Консультации по применению устройств, рекомендации по выбору уставок, проектным решениям, а также программное обеспечение для работы с устройствами TOP 100 можно получить, позвонив по тел. +7 (8352) 57-43-20, 57-43-23...57-43-29.

# 1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЙ

## 1.1 Общие сведения о серии устройств TOP 100

Устройства TOP 100 имеют единую аппаратную платформу и выполнены с использованием унифицированных блоков, что позволяет потребителю минимизировать количество ЗИП, а также облегчить процесс наладки и обслуживания новой техники. Типы блоков в большинстве типоразмеров совпадают, это даёт возможность на месте произвести их замену.

Выбор производится исходя из требуемой функциональности в части выполнения защит (направленные или ненаправленные защиты), схем выполнения цепей вторичной коммутации, а также с учётом ценовых показателей оборудования.

В Табл. 1.1.1 приведены основные типоразмеры устройств TOP 100, количество которых постоянно пополняется. Возможно выполнение устройств по индивидуальным требованиям заказчика (см. информацию для заказа).

Табл. 1.1.1

Назначение устройств	Код заказа устройств	Количество измерительных ТТ и ТН				Примечание
		ТТ 1/5 А	ТТНП 0,2/1 А	ТТНП 1/5 А	ТН	
Реле максимальной токовой защиты	TOP 100- MT3 31 1x02	3	1	-	-	3 ступени ненаправленных МТЗ, УРОВ, ЗОФ по I2 и Id, ДГЗ
	TOP 100- HT3 23 2x02	3	1	-	4	Ступени ненаправленных /направленных МТЗ, ДГЗ, УРОВ, ЗОФ по I2 и Id
	TOP 100- HT3 25 2x02					Версия для распределителей, используется в совместно с TOP 100-ЗМН 95
Реле суммарной токовой защиты	TOP 100- СТЗ 82 1x02	8	-	-	-	Две суммарные МТЗ стороны ВН-НН1 и стороны ВН-НН2
	TOP 100- СТЗ 83 1x02					Суммарная МТЗ трёх сторон ВН-НН1-НН2
Реле защиты двигателя	TOP 100- ДВГ 23 2x02	3	1	-	4	Комплект защит двигателя
Реле дифференциальной защиты	TOP 100- ДЗТ 52 1x02	6	1	-	-	ДЗТ, диф. отсечка, 3 ступени МТЗ
Реле напряжения	TOP 100- ЗМН 95 2x02	-	-	-	8	Версия для распределителей, используется в совместно с TOP 100-HT3 25
	TOP 100- ЗМН 42 2x02	-	-	-	7	4 ст. мин. напряжения 1 ст. макс. напряжения ступень 3U <sub>0</sub> , РКН
Реле частоты	TOP 100- АЧР 42 2x02					4 ст. изменения частоты, ЧАПВ, df/dt
Реле автоматической разгрузки трансформатора	TOP 100- АРТ 32 2x02	3	1	-	-	5 очередей разгрузки, 2 набора уставок
Локатор	TOP 100- ЛОК 61 1x02	3	-	1	4	Определитель места повреждения на линии электропередач 35-750 КВ

Структура условного обозначения типоразмеров комплектных реле защиты TOP 100 приводится в приложении Е. Выбор типоразмеров производится исходя из требуемой функциональности в части выполнения защит (направленные или ненаправленные защиты), схем выполнения цепей вторичной коммутации, а также дополнительных показателей (типы интерфейсов и протоколов связи и пр.). Выбор исполнения измерительных цепей (блока трансформатора) производится исходя из необходимости наличия одновременного замера и цепей тока и цепей напряжения. Если предполагается использование направленных защит, тогда необходимо в карте заказа указать тип 2 или 6. Это означает наличие в устройстве по четыре промежуточных ТТ и ТН для измерения токов трёх фаз, тока нулевой последовательности, а также междуфазных напряжений и напряжения «разомкнутого» треугольника. Тип 2 блока имеет промежуточные ТТ цепей замыкания на землю с меньшим номинальным током 1/0,2 А, что обеспечивает большую чувствительность при ОЗЗ, особенно при использовании кабельных ТТНП. Для присоединений, не имеющих ТТНП, рекомендуется использовать тип блока 6 с промежуточными ТТ с номинальным током 5/1 А.

Вариант функционального исполнения (цифра от 1 до 9) рекомендуется выбирать в соответствии с таблицей типоразмеров, приведённой в информации для заказа или таблицей выше. Вариант исполнения определяет алгоритм работы данного устройства (версию программного обеспечения).

*Рекомендуемые типоразмеры реле приведены выше в таблице.*

Выбор исполнения порта связи производится из необходимости построения системы АСУ ТП на объекте (для выставления уставок имеется передний порт связи).

Общие технические данные на серию устройств приведены в п. 1.2.

Конструктивные особенности, аппаратное выполнение различных узлов устройств, а также краткое описание функционирования составных частей приведено в п. 1.3

Подробное описание функций защит, автоматики приведено в п. 1.3.2.

Информация для заказа устройств приведена в приложении Е.

## **1.2 Общие технические данные и характеристики устройств серии TOP 100**

### **1.2.1 Состав изделия и конструктивное исполнение**

1.2.1.1 Устройства предназначены для установки в КСО, КРУ, КРУН, КТП СН электрических станций и подстанций, а также на панелях, в шкафах управления, расположенных в релейных залах и пультах управления.

Устройства обеспечивают взаимодействие с маломасляными, вакуумными, элегазовыми выключателями, оснащенными различными типами приводных механизмов.

Устройства предназначены для применения в качестве основной или резервной защиты различных присоединений, в виде самостоятельных устройств или совместно с другими устройствами РЗА, выполненными на различной элементной базе (в т.ч. и на электромеханической элементной базе).

1.2.1.2 Устройства TOP 100 выполнены с применением микропроцессорной элементной базы. Использование микропроцессорной элементной базы обеспечивает постоянство характеристик, высокую точность измерений, а также возможность реализации различных алгоритмов автоматики, управления, защитных функций (в т.ч. и по требованию Заказчика).

Устройства представляют собой набор блоков, конструктивно объединенных в 1/2 19-дюймовой cassette европейского стандарта. В верхней части лицевой плиты расположены 16 светодиодов сигнализации действия защит. В нижней части лицевой плиты расположены элементы индикации и управления, а также жидкокристаллический дисплей с четырьмя кнопками управления и порт связи с переносным компьютером. Светодиоды «Неиспр.» и «Упит» расположены над дисплеем.

Блоки устанавливаются с тыльной стороны устройств (после удаления задней плиты) в разъемы на объединительной плате. На блоках располагаются выходные разъемы

блоков для подключения внешних цепей (цепей питания, цепей тока, сигнальных и выходных цепей), а также разъёмы портов связи с АСУ ТП. Угольник заземления располагается тоже с тыльной стороны устройства и имеет маркировку.

В состав устройства входят следующие блоки:

- блок питания с цепями входных дискретных сигналов и выходных реле;
- блок аналоговых входных сигналов;
- блоки входных дискретных сигналов и выходных реле (в некоторых исполнениях раздельно входа и реле);
- блок центрального процессора;
- блок интерфейсный.

## 1.2.2 Технические данные и характеристики

1.2.2.1 Основные технические данные устройств приведены в Табл. 1.2.1.

1.2.2.2 Устройства изготавливаются в климатическом исполнении УХЛЗ.1 и предназначены для эксплуатации при следующих значениях климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543.1:

- верхнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха плюс 55°С;
- нижнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха минус 25 (по заказу минус 40) °С;
- верхнее рабочее значение относительной влажности - не более 80% при плюс 25°С;

1.2.2.3 Устройства предназначены для работы в следующих условиях:

- высота над уровнем моря не должна быть более 2000 м, при больших значениях должен вводиться поправочный коэффициент, учитывающий снижение электрической прочности изоляции;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих изоляцию и металлы;
- место установки устройств должно быть защищено от попадания брызг воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации;
- атмосфера типа 2 (промышленная) по ГОСТ 15150;
- рабочее положение устройств в пространстве - вертикальное с отклонением от рабочего положения до 5° в любую сторону.

Табл. 1.2.1

Основные технические данные	Параметр
Номинальная частота переменного тока	50 Гц
Номинальный переменный ток - цепей защиты от междуфазных замыканий - защиты от однофазных замыканий на землю	5 и 1 А 1 и 0,2 А (5 А по заказу)
Номинальное переменное напряжение	100 В (110 В - по заказу)
Номинальное напряжение оперативного постоянного, выпрямленного переменного или переменного тока	220 В
Рабочий диапазон напряжения оперативного тока	от 88 до 242 В
Потребление: - цепей переменного тока и напряжения - цепей оперативного тока в состоянии покоя/ срабатывания	не более 0,2 ВА/фазу; не более 9/15 Вт;
Габаритные размеры (ширина, высота, глубина)	270x266x225 мм
Масса устройства	не более 7 кг

Табл. 1.2.2

Вид испытаний	Показатель
Сопротивление изоляции всех независимых цепей ГОСТ 30328 (МЭК 255-5-77)	Не менее 10 МОм
Электрическая прочность изоляции всех независимых цепей испытания по ГОСТ 30328 (МЭК 255-5-77)	2000 В, 1 мин, 50 Гц
Электрическая прочность изоляции всех независимых цепей испытания по ГОСТ Р 50514-93 (МЭК 255-5-77)	5 кВ
Испытания по ГОСТ Р 51317.4.12 степень жесткости 3 (МЭК 255-22-1)	2,5 кВ - общая схема подключения 1,0 кВ – дифф. схема включения
Наносекундные импульсные помехи (быстрые переходные процессы) по ГОСТ Р 51317.4.4 степень жесткости 4 (МЭК 255-22-4, класс 4) - цепи переменного и оперативного тока - приемные и выходные цепи	4 кВ; 2 кВ;
Электростатический разряд по ГОСТ Р 51317.4.2 степень жесткости 3 (МЭК 801-2, класс 3) - контактный разряд - воздушный разряд	6 кВ, 150 пФ; 8 кВ, 150 пФ
Магнитные поля промышленной частоты по ГОСТ Р 50648 степень жесткости 4 (МЭК 1000-4-8-93)	30 А/м
Радиочастотные электромагнитные поля по ГОСТ Р 51317.4.3 степень жесткости 3 (МЭК 801-3-84)	10 В/м
Микросекундные импульсные помехи большой энергии (импульсы напряжения/тока длительностью 1/50 и 6,4/16 мкс соответственно) по ГОСТ Р 51317.4.5 степень жесткости 4 (МЭК 255-22-1-88)	4 кВ
Кондуктивные низкочастотные помехи (провалы напряжения питания, кратковременные перерывы и несимметрии питающего напряжения) по ГОСТ Р 51317.4.11	0,5 с
Импульсные магнитные поля по ГОСТ Р 50649 степень жесткости 4 (МЭК 1000-4-9-93).	300 А/м

1.2.2.4 Устройства соответствуют группе условий эксплуатации М 7 по ГОСТ 17516.1, при этом допускают вибрационные нагрузки с максимальным ускорением до 1 g в диапазоне частот от 10 до 100 Гц.

Устройства выдерживают многократные ударные нагрузки длительностью (2 - 20) мс с максимальным ускорением 3 g.

1.2.2.5 Степень защиты оболочки устройств по лицевой части - IP 40, по остальным - IP 20 по ГОСТ 14254.

1.2.2.6 Требования к электрической прочности, сопротивлению изоляции, помехоустойчивости устройств приведены в Табл. 1.2.2.

По требованиям защиты человека от поражения электрическим током устройства соответствуют классу 01 по ГОСТ 12.2.007.0.

*Примечание.* Характеристики, приведенные в дальнейшем без специальных оговорок, соответствуют нормальным условиям:

- температуре окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 30 °С;
- относительной влажности от 45 до 75 %;
- атмосферному давлению от 86 до 106 кПа;
- номинальному значению напряжения оперативного тока;
- номинальной частоте переменного тока.

1.2.2.7 Требования к характеристикам функций защит

Устройства сохраняют работоспособность при искажении формы вторичного тока трансформатора тока, соответствующей токовой погрешности до 70 % включительно в

установившемся режиме, при этом должна быть обеспечена кратность параметров срабатывания по отношению к уставкам не менее 2.

Устройства правильно функционируют при изменении частоты входных сигналов тока в диапазоне  $(0,9 - 1,1) F_N$ . Дополнительная погрешность параметров срабатывания измерительных органов устройств при этом не превышает  $\pm 3\%$  относительно значений параметров срабатывания, измеренных при номинальной частоте.

#### 1.2.2.8 Требования к входным и выходным цепям устройств.

Клеммные колодки токовых цепей предназначены для присоединения под винт одного или двух одинаковых проводников общим сечением до  $6 \text{ мм}^2$  включительно и сечением не менее  $1 \text{ мм}^2$  каждый. Клеммные колодки цепей питания, входных и выходных цепей предназначены для подсоединения под винт одного или двух одинаковых проводников общим сечением до  $2,5 \text{ мм}^2$  включительно и сечением не менее  $0,5 \text{ мм}^2$  каждый. Контактные соединения устройств соответствуют классу 2 по ГОСТ 10434.

Токовые цепи защит от междуфазных замыканий выдерживают ток без повреждений: при номинальном входном токе 1 и 5 А соответственно:

3 и 15 А	длительно;
75 и 400 А	в течение 1 с.

Токовые цепи защит от замыканий на землю выдерживают ток без повреждений: при номинальном входном токе 0,2 и 1А:

1 и 3 А	длительно;
20 и 75 А	в течение 1 с.

Цепи переменного напряжения выдерживают без повреждений напряжение 200 В длительно.

#### 1.2.2.9 Цепи оперативного питания

Устройства сохраняют работоспособность без изменения параметров и характеристик срабатывания при наличии в напряжении оперативного тока пульсаций до 12 % от среднего значения.

Устройства сохраняют работоспособность и функционирование при длительных отклонениях напряжения оперативного питания в диапазоне  $+10\%$ ,  $-20\%$  от номинальных параметров. Допустимые кратковременные отклонения напряжения (предельный диапазон) -  $+20\%$ ,  $-50\%$ .

Время готовности устройств к действию после подачи напряжения оперативного питания не более 0,25 с. Минимальное время отключения повреждения при одновременной подаче тока повреждения (полуторакратного по отношению к уставке) и напряжения оперативного питания не превышает 0,3 с.

Устройства сохраняют заданные функции (в т.ч. с действием выходных реле) без изменения параметров и характеристик срабатывания при кратковременных перерывах питания длительностью до 0,5 с.

Устройства не повреждаются и не срабатывают ложно при включении и (или) отключении источника питания, после перерывов питания любой длительности с последующим восстановлением, при подаче напряжения оперативного постоянного тока обратной полярности, а также при замыканиях на землю в сети оперативного постоянного (выпрямленного переменного) тока.

#### 1.2.2.10 Входные дискретные сигналы

Уровень изоляции входной цепи относительно корпуса и между остальными цепями - 2000 В. Входные дискретные цепи выполнены с применением оптоэлектрических преобразователей и обеспечивают гальваническое разделение внутренних цепей устройств с внешними цепями.

Номинальное значение напряжения входных сигналов – 220 В (110 В или иное по заказу).

Для защиты входных цепей от повреждения при кратковременных или длительных перенапряжениях в устройствах предусмотрены ограничители перенапряжений (варисторы), уровень среза которых составляет 330...350 В.

Уровень напряжения надёжного срабатывания входных цепей управления устройства с номинальным напряжением 110 В составляет не более 80 В постоянного тока; 75 В переменного тока. Уровень напряжения надёжного срабатывания входных цепей управления устройства с номинальным напряжением 220 В должен быть не более 160 В постоянного тока; 140 В переменного тока. Уровень напряжения надёжного несрабатывания входных цепей управления устройства с номинальным напряжением 110 В должен быть не менее 66 В постоянного тока, 60 В переменного тока. Уровень напряжения надёжного несрабатывания входных цепей управления устройства с номинальным напряжением 220 В должен быть не менее 130 В постоянного тока, 120 В переменного тока.

Потребление входных дискретных цепей – не более 0,8 Вт (при номинальном напряжении 220 В).

Входной ток дискретных цепей в момент срабатывания не более 25 мА.

Длительность входного сигнала, достаточного для срабатывания входной цепи – не менее 30 мс.

Количество дискретных входных цепей в зависимости от аппаратного исполнения – 6, 12, 13, 18 или 34.

#### 1.2.2.11 Выходные цепи устройств

Уровень изоляции каждой выходной цепи относительно корпуса и между остальными цепями – 2000 В. Выходные цепи устройств TOP 100 выполнены с использованием малогабаритных реле и обеспечивают гальваническое разделение внутренних цепей устройств с внешними цепями.

Контакты выходных реле, действующих на цепи управления коммутационными аппаратами, имеют коммутационную способность 5/1,5/0,5 А при коммутации цепи постоянного тока напряжением 48/110/220 В с активно-индуктивной нагрузкой и постоянной времени до 0,04 с.

**Допускается отключение токов до 1,0 А напряжением до 230 В постоянного тока, но не более 5 раз с интервалом не менее 1 мин. между отключениями.**

Контакты выходных реле допускают включение цепи переменного тока до 15 А в течение 0,5 с и тока до 10 А в течение 3 с. Длительно допустимый ток – 5 А.

Коммутационная износостойкость контактов не менее 50 000 циклов при резистивной нагрузке.

Максимальное рабочее напряжение контактов реле 250 В.

Коммутационная способность контактов двухпозиционного реле 1,0/0,3/0,2 А при коммутации цепи постоянного тока напряжением 48/110/220 В с активно-индуктивной нагрузкой и постоянной времени до 0,04 с. Длительно допустимый ток 5 А, коммутационная износостойкость – не менее 50 000 циклов при резистивной нагрузке.

Контакты выходных сигнальных реле, действующих во внешние цепи блокировок, сигнализации, имеют коммутационную способность 2,5/0,4/0,2 А при коммутации цепи постоянного тока напряжением 48/110/220 В с активно-индуктивной нагрузкой и постоянной времени до 0,04 с. Длительно допустимый ток равен 5 А. Контакты допускают включение цепи переменного тока до 10 А в течение 0,5 с и тока до 8 А в течение 3 с.

Коммутационная износостойкость контактов не менее 50 000 циклов при резистивной нагрузке.

Количество выходных реле в зависимости от аппаратного исполнения – 5, 11, 12, 17 или 33, из которых одно реле может быть двухпозиционным.

Для повышения коммутационной способности выходных реле рекомендуется использовать промежуточные реле с малым временем переключения. При этом необходимо использовать искрогасящий контур, состоящий из резистора и диода, включенный параллельно катушке прореле – см. Рис. 1.2.1.

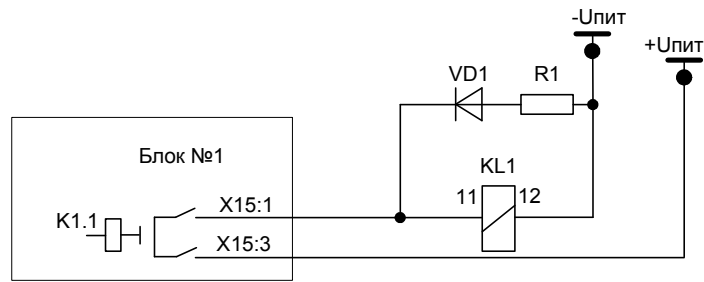


Рис. 1.2.1

Сопротивление R1 подбирается из условия:

$$R1 = 0,1 * R_{KL1}.$$

Мощность берется с учетом кратковременного протекания тока. Как показывает практика, мощности 2 Вт вполне достаточно.

Диод VD1 должен иметь параметры с тройным запасом по току и обратному напряжению:

$$I_{VD1} = 3 * U_{пит} / R1; \quad U_{VD1 \text{ обр}} = 3 * U_{пит}.$$

*Пример.* Пусть в качестве промежуточного реле KL1 выступает РП-23 с сопротивлением катушки в 8200 Ом, напряжение оперативного питания 220 В. Тогда с учетом рекомендаций R1: С2-23 820 Ом, 2 Вт; VD1: 1N4937  $I_{пр} = 1$  А,  $U_{обр} = 600$  В.

#### 1.2.2.12 Требование к цепям заземления

Устройства имеют винт для подключения защитного заземления к общему контуру заземления. Для нормального функционирования устройства должна быть обеспечена непрерывная цепь (медный провод) между элементом контура заземления и заземляющим угольником минимально возможной длины, сечением не менее 4 мм<sup>2</sup>.

#### 1.2.2.13 Требования по надежности

Устройства TOP 100 в части требований по надежности соответствуют ГОСТ 4.148 и ГОСТ 27.003.

Полный средний срок службы устройств не менее 20 лет при условии проведения требуемых технических мероприятий по обслуживанию.

Средняя наработка на отказ не менее 100 000 ч.

Среднее время восстановления работоспособного состояния устройств при наличии запасных блоков – не более 2 ч. с учетом времени нахождения неисправности.

### 1.2.3 Система связи с верхним уровнем АСУ ТП и переносным компьютером

#### 1.2.3.1 Интерфейсы связи

Устройства TOP 100 могут иметь до трех портов связи. На лицевой панели расположен порт связи с интерфейсом RS232 (изолированный) для подключения переносного компьютера через нуль-модемный кабель. На задней панели устройства предусмотрено до 2-х портов связи, предназначенных для подключения устройств TOP 100 к АСУ ТП. В Табл. 1.2.3 показаны варианты выполнения интерфейса в зависимости от исполнения портов связи.

Табл. 1.2.3

Порт	Исполнение
Порт 1	TTL /RS485/оптика/ИРПС (по заказу)
Порт 2	TTL /RS485/оптика/ИРПС (по заказу)

Передний порт предназначен для управления, контроля и задания параметров устройств TOP 100 от переносного компьютера во время проведения пусконаладочных работ и работ при техническом обслуживании. Для связи с терминалами через передний порт связи необходим переносной (или стационарный) компьютер с установленным специали-

зированным программным обеспечением (поставляется по запросу) и стандартный нуль-модемный кабель связи. Схема кабеля приведена на Рис. 1.2.2. Для возможности «горячего» подключения компьютера к терминалу рекомендуется разорвать цепь экранирования в одном из разъемов кабеля.

В части объема информации, получаемой через порты связи, они равнозначны. В диалоговом режиме «ведущий-ведомый» доступны для чтения и записи практически все параметры устройств. Кроме того, через все порты производится считывание осциллограмм и буфера событий.

Передний порт и порт 2 – переключаемые, порт 1 – непереключаемый. Передний порт связи имеет приоритет: при подключении компьютера к переднему порту устройства – задний порт 2 становится недоступным.

Рекомендуется использовать для связи с АСУ ТП порт 1 – непереключаемый.

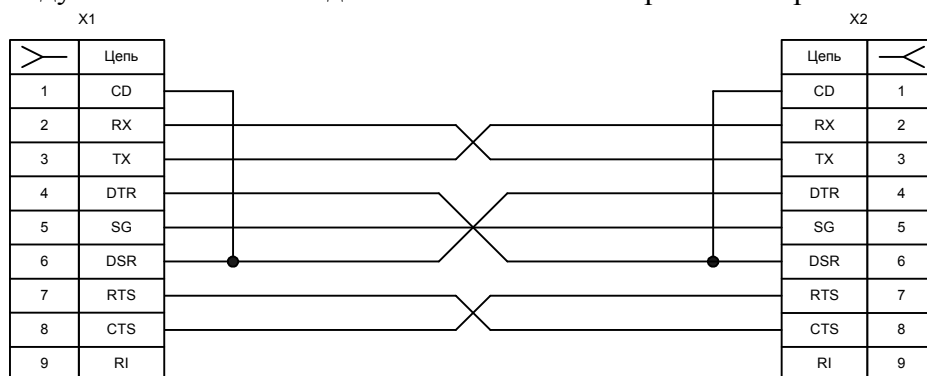


Рис. 1.2.2

Исполнение порта 1 и порта 2 должно оговариваться при заказе устройств TOP 100 исходя из нижеописанных вариантов.

#### 1.2.3.1.1 Встроенный оптический порт

Для организации связи с АСУ ТП в условиях сложной электромагнитной обстановки рекомендуется использовать исполнение порта, работающего по оптоволоконному кабелю. Данное исполнение порта обеспечивает гальваническую изоляцию и наибольшую помехоустойчивость канала связи. Исполнение содержит два коннектора для подключения пачкордов оптоволоконного кабеля, назначение которых приведено в Табл. 1.2.4.

Табл. 1.2.4

Коннектор	Цвет	Назначение
Верхний	Темный	RX - прием сигнала устройством TOP 100
Нижний	Светлый	TX - передача сигнала устройством TOP 100

Технические данные порта приведены в Табл. 1.2.5.

Табл. 1.2.5

Параметр	Значение
Коннекторы	Тип ST, для стеклянного оптоволоконна
Диаметр оптоволоконна	62.5 / 125 мкм
Длина волны излучения	820...900 нм
Мощность передатчика	-13 дБм
Чувствительность приемника	-24 дБм
Дальность связи	До 1000 м

Схема порта обеспечивает ретрансляцию принимаемого сигнала в линию передачи, поэтому несколько устройств TOP 100 могут включаться в одну оптическую петлю. Однако для обеспечения связи при отключении питания одного из устройств, необходимо при-

менение радиальной схемы связи с системой верхнего уровня. Для этого, в качестве преобразователей верхнего уровня рекомендуется использовать многопортовые преобразователи, например, преобразователи типа МС-9, МС-5 или аналогичные.

#### 1.2.3.1.2 Порт SPA-TTL

Исполнение порта SPA-TTL используется для подключения к устройству TOP 100 внешних преобразователей различных типов, например, оптоэлектрических преобразователей серии МС. Внешний преобразователь может монтироваться непосредственно на девятиконтактном разъеме порта, либо располагаться вблизи от TOP 100 и подключаться к нему с помощью экранированного кабеля. Назначение контактов разъема порта приведено в Табл. 1.2.6.

Табл. 1.2.6

Контакт	Сигнал	Назначение
2	TX	Передача данных устройством TOP 100
3	RX	Прием данных устройством TOP 100
7	GND	Сигнальная земля
8	+5 V	Питание для внешнего преобразователя
9	+8 V	Питание для внешнего преобразователя (опция)

Технические данные порта приведены в Табл. 1.2.7.

Табл. 1.2.7

Параметр	Значение
Тип разъема	Розетка DB-9F (DIN 41652)
Уровни сигналов	TTL-совместимые
Потребление внешнего преобразователя по цепям питания	до 100 мА
Длина кабеля связи	до 2 м

Ответная часть разъема порта или кабель связи в комплект поставки устройства TOP 100 не входят и могут поставляться совместно с внешним преобразователем.

К применению рекомендуются преобразователи, имеющие встроенный источник питания, например преобразователи типа МС-1 или аналогичные. Это позволяет использовать петлевую схему соединения преобразователей и обеспечить непрерывность связи при отключении питания одного из устройств TOP 100 в петле.

#### 1.2.3.1.3 Порт с интерфейсом RS-485

Исполнение порта с интерфейсом RS-485 используется для организации полудуплексного обмена информацией с устройствами TOP 100 по двухпроводной линии связи на основе витой пары. Данный способ связи рекомендуется применять при сравнительно небольшом количестве устройств на простых объектах, когда использование оптоволоконного кабеля экономически не целесообразно. Назначение контактов разъема порта с интерфейсом RS-485 приведено в Табл. 1.2.8.

Табл. 1.2.8

Контакт	Сигнал	Назначение
1	DATA A	Отрицательный вход / выход данных
4	DATA B	Положительный вход / выход данных
6	SHIELD	Сигнальный общий

Технические данные порта приведены в Табл. 1.2.9.

Ответная часть разъема порта представляет собой 6-ти контактную розетку с винтовым зажимом проводников, аналогичную применяемым в блоках входных дискретных

сигналов и выходных реле. Розетка входит в комплект ЗИП устройства TOP 100 при заказе данного исполнения порта.

Типовая схема соединения предусматривает параллельное подключение устройств TOP 100 к линии связи произвольной топологии с учетом ограничений, указанных в Табл. 1.2.9.

Работа порта обеспечивается двухпроводной схемой соединения одноименных контактов, однако при больших длинах линии связи для обеспечения выравнивания потенциалов сигнальной земли рекомендуется использовать защитный экран кабеля в качестве третьего проводника. Кроме того, для уменьшения отражений сигнала в длинной линии и повышения помехоустойчивости, по концам линии связи должны устанавливаться терминирующие резисторы. Номинал терминирующего резистора должен равняться волновому сопротивлению используемого кабеля, типовое значение для витой пары – 120 Ом.

Табл. 1.2.9

Параметр	Значение
Тип разъема	Вилка MSTB 2,5/6 (PHOENIX)
Тип интерфейса	Изолированный RS-485
Прочность изоляции	1500 В RMS (1 мин)
Количество устройств в линии	До 32
Полная длина линии связи	До 1200 м

#### 1.2.3.1.4 Порт с интерфейсом “токовая петля”

Данный вид интерфейса предназначен для подключения устройств по четырехпроводным линиям и обеспечивает достаточно высокую помехоустойчивость канала связи за счет токового принципа передачи сигналов. Линия связи содержит две петли передачи данных в противоположных направлениях, содержащие источник тока, токовый ключ передатчика и токовый детектор приемника. Назначение контактов разъема порта приведено в Табл. 1.2.10.

Табл. 1.2.10

Контакт	Сигнал	Назначение
1	+TXD	Положительный выход передатчика TOP 100
2	-TXD	Отрицательный выход передатчика TOP 100
4	+RXD	Положительный вход приемника TOP 100
5	-RXD	Отрицательный вход приемника TOP 100

Технические данные порта приведены в Табл. 1.2.11.

Табл. 1.2.11

Параметр	Значение
Тип разъема	Вилка MSTB 2,5/6 (PHOENIX)
Тип интерфейса	Две пассивных изолированных токовых петли
Прочность изоляции	2000 В
Номинальный ток петель	20 / 10 мА
Падение напряжения на цепях приема / передачи	Не более 2,0 В при 20 мА
Длина линии связи	До 600 м (при 20 мА, 19200 бит/с)

Ответная часть разъема порта такая же, как и в исполнении порта с интерфейсом RS-485, и при заказе данного порта входит в комплект ЗИП устройства TOP 100.

В состоянии отсутствия обмена по линии связи токовые петли обтекаются номинальным током за счет преобразователя верхнего уровня (ведущего), т.е. порт устройства TOP 100 является пассивным интерфейсом без источников питания петель. Соответствен-

но максимальная длина линии связи определяется в первую очередь типом преобразователя верхнего уровня и погонным сопротивлением используемого кабеля.

*Примечание:*

*В связи с особенностями организации опроса устройств РЗА системами АСУ ТП, для обеспечения удовлетворительного времени реакции системы, не рекомендуется подключение к одной линии связи (одному ведущему преобразователю) более 8...10 (при скорости обмена 19200 бит/с) ведомых устройств РЗА. Для сохранения времени реакции при меньших скоростях обмена количество устройств соответственно уменьшается. Данное примечание справедливо для всех вышеописанных исполнений портов последовательной связи.*

### 1.2.3.2 Параметры портов последовательной связи

Протокол обмена для порта 1 – стандартный международный протокол IEC 60870-5-103 либо SPA, переднего порта и порта 2 – SPA.

Скорость обмена, адрес, пароль доступа к параметрам терминалов по последовательному каналу для каждого порта связи задается отдельно в соответствующих пунктах меню или по последовательной связи. Диапазоны этих параметров приведены в Табл. 1.2.12.

Табл. 1.2.12

Параметр	Диапазон	Значение по умолчанию
Скорость обмена, бит/с	1200, 2400, 4800, 9600, 19200	9600
Адрес	от 1 до 255	1 (нечётные цифры)
Пароль	от 1 до 999	001
Счетчик-монитор	от 0 до 255	-

Скорость обмена, SPA-адрес для каждого порта связи устанавливаются независимо и имеют индивидуальные SPA-параметры. Пароль для каждого порта – индивидуальный, однако пароли могут иметь одинаковое значение для разных портов.

Параметры, передаваемые по последовательному каналу

Перечень параметров, доступных для обращения к устройствам через порты связи, представляется фирмой – изготовителем при реализации проектов АСУ. Часть параметров доступны при положении ключа выбора режимов «дистанционное» и могут быть записаны только при этом положении ключа. В положении ключа «Местное» они доступны только для чтения.

Любое изменение уставок, конфигурации терминалов (групп программных переключателей) или изменение группы уставок по последовательному каналу или через ИЧМ, приводит к формированию события для АСУ ТП о начале и завершении записи измененных параметров в EEPROM.

Для определения состояния линии связи активного последовательного порта связи, на дисплее отображается счетчик, отсчитывающий время с момента последней посылки приема или передачи.

### 1.2.4 Регистрация событий

В разделе 1.3 приведен перечень регистрируемых параметров для конкретного типа исполнения устройства TOP 100. Все эти данные хранятся в энергонезависимой памяти устройств и сохраняются сколь угодно долго, даже при потере питания.

Устройства TOP 100 регистрируют с индивидуальным кодом и меткой времени следующие события:

- запуск/возврат пусковых органов ступеней защит;
- срабатывание/возврат ступеней защит (с выдержками времени);

- изменение состояния входных дискретных сигналов;
- изменение состояния выходных реле;
- срабатывание/возврат функций автоматики и сигнализации;
- пуск/останов регистратора аварийных режимов;
- начало и завершение изменения уставок и конфигурации устройств.

Под событием понимается зафиксированный во времени переход любого из вышеперечисленных параметров из одного, заранее определенного состояния, в другое.

Перечень регистрируемых событий задается специальными параметрами – масками, которые доступны только по последовательному каналу. Часть событий располагается в ОЗУ, параметры событий в энергонезависимой памяти хранятся с полной меткой времени.

Обновление параметров последних десяти аварийных ситуаций производится с момента включения устройств или последней очистки регистров. Аварийная ситуация начинается с момента пуска любой из введенных в работу ступеней и заканчивается в момент возврата всех ступеней защит. При заполнении регистров всех десяти событий с появлением новой аварийной ситуации зарегистрированные значения сдвигаются на одно событие, при этом параметры самого старого события теряются.

### 1.2.5 Осциллографирование

Осциллографирование производится с частотой 800 или 1600 Гц, в отдельных исполнениях – 200 Гц. Использование режима осциллографирования задается вручную посредством кнопок управления и ЖКИ или с помощью программы конфигурации терминала. Количество осциллографируемых аналоговых сигналов (от 1 до 8) определяется при настройке осциллографа, количество дискретных сигналов для осциллографирования постоянно и равно 64.

Пуск осциллографа может производиться от дискретных сигналов:

- пуск защит;
- срабатывание защит;
- изменение состояния дискретного сигнала;
- срабатывание функций автоматики и пр.

Имеется возможность дистанционного (принудительного) пуска осциллографа от АСУ или с программы конфигурации.

Установка событий, пускающих осциллограф, задается специальными параметрами – масками, которые доступны только по последовательному каналу.

Рекомендуется производить пуск осциллографа от сигналов срабатывания защит.

Длительность осциллограммы задаётся в блоках, один блок соответствует 0,1 с для режима 800 Гц и 0,05 с – для 1600 Гц). Длительность доаварийной части фиксирована и составляет 0,1 с, длительность послеаварийной части регулируется до 100 блоков. Количество осциллограмм, хранящихся в памяти, зависит от их длительности. При переполнении памяти самая старая осциллограмма стирается (если используется режим «перезапись»). Алгоритм работы исключает наличие «мёртвой зоны».

Хранение осциллограмм производится в энергонезависимой памяти, чтение и просмотр их производится специальным ПО.

### 1.2.6 Измерения величин

Перечень измеряемых величин, диапазоны измерения приведены в разделе 1.3.

Измерения производятся с учётом коэффициентов трансформации измерительных ТТ и ТН. Измерения токов производятся пофазно, измерения напряжений производятся в зависимости от схемы включения. Рекомендуемая схема включения – измерения линейных напряжений с вторичным номинальным напряжением 100 В. Индикация измеренных фазных токов и междуфазных напряжений осуществляется в первичных или во вторичных значениях (не в относительных!). Для достоверной индикации токов, напряжений в первичных величинах необходимо правильно задать коэффициент трансформации фазных

токов, тока нулевой последовательности, междуфазных напряжений и напряжения нулевой последовательности. Коэффициенты фазных ТТ и ТН определяются стандартным путем. Коэффициент трансформации ТТНП зависит от нагрузки в токовых цепях. К примеру, на основании опыта известно, что ТТНП типа ТЗЛ имеют коэффициент примерно 28/1 при включении в токовых цепях одного устройства TOP 100.

### 1.2.7 Самодиагностика

#### 1.2.7.1 Общие принципы выполнения

Устройства TOP 100 предусматривают встроенные программно-аппаратные средства, которые обеспечивают непрерывный контроль правильности функционирования основных частей устройств в целом, повышая степень готовности оборудования к действию и надежность функционирования.

При включении устройств и при работе в штатном режиме производятся тесты самодиагностики, обеспечивающие проверку исправности терминала. В случае отказа микросхемы ПЗУ и «зависании» программы происходит сброс и перезапуск микропроцессора с выполнением начальных тестов самодиагностики устройств. При перезапуске устройств без потери питания выполнение полного цикла тестов самодиагностики осуществляется за время не более 550 мс (исключая тест часов).

При обнаружении неисправности системой самодиагностики загорается красный светодиод «Неиспр.» на лицевой панели устройств, а на дисплее появляется надпись, сообщающая о внутренней неисправности с указанием кода. Указанные надписи могут быть сброшены нажатием кнопки 'С'. Одновременно сигнальное выходное реле системы самодиагностики, находившееся в подтянутом состоянии, обесточивается.

#### 1.2.7.2 Коды неисправности

Перечень кодов внутренних неисправностей устройств TOP 100 и рекомендуемые действия персонала приведены в п.3.5. При самоликвидации неисправности система самодиагностики автоматически перезапускает микропроцессор, и устройство продолжает работу в штатном режиме.

Появление неисправностей в области уставок (коды 51, 52, 53, 56) микросхемы энергонезависимой памяти (EEPROM) не всегда означает неустранимую неисправность самой микросхемы, а может быть вызвано пропаданием оперативного питания устройств в момент записи уставок и конфигурации. При этом автоматически выставляются следующие параметры:

- скорость обмена по последовательному каналу – 9600 бит/с;
- адрес устройств – 001 (по всем портам связи);
- пароль доступа к устройствам по последовательному порту – 001 (по всем портам связи).

Имеется возможность восстановления исправности устройств путем форматирования области уставок и ключей EEPROM, т.е. установке «заводских» значений всех параметров устройств. Форматирование проводится открытием пароля V160=1 с последующей записью параметра V167=2 по последовательному каналу от АСУ или переносного компьютера, либо одновременным нажатием на 5 с кнопок "С" и "Е" на лицевой панели, во время отображения на дисплее кода неисправности микросхемы энергонезависимой памяти. Процесс форматирования продолжается в течение нескольких секунд. После выполнения вышеперечисленных операций необходимо произвести отключение устройств на время не менее 10 с и последующее включение напряжения питания. Процедура форматирования приводит к записи в EEPROM значений уставок по умолчанию (заводских уставок) и необходимых для диагностики кодов-ключей, поэтому **после процедуры форматирования необходимо заново установить имевшиеся ранее уставки и параметры.**

### 1.3 Назначение, устройство и работа терминалов серии TOP 100-ДВГ 23

В данном разделе представлены характерные особенности типоразмера устройств TOP 100-ДВГ 23, описание выполняемых функций, функциональных узлов, особенности применения устройств.

Устройства TOP-ДВГ выполняют следующие функции:

*в части защит:*

- защита от перегрузки («псевдотепловая» модель);
- защита асинхронного хода;
- защита пусковых режимов;
- одноступенчатая ненаправленная токовая защита от междуфазных замыканий;
- одноступенчатая ненаправленная токовая защита от замыканий на землю;
- одноступенчатая защита от замыканий на землю (на высших гармониках);
- защита от несимметричных режимов работы по току обратной последовательности

(I2) и по току несимметрии (Id);

- УРОВ с отдельным токовым органом;
- организация цепей блокировки ЛЗШ;

*в части измерения, осциллографирования, регистрации*

- индикация аналоговых величин тока в первичных /вторичных величинах;
- встроенный аварийный осциллограф (режим записи 800 или 1600 Гц);
- регистрация аварийных параметров;
- календарь и часы реального времени;
- энергонезависимая память событий и осциллограмм;

*в части связи с АСУ ТП:*

- реализация функций телеуправления, телеизмерений и телесигнализации;
- чтение/запись всех параметров нормального и аварийного режимов;
- порт для связи с АСУ (RS485, оптический интерфейс, TTL или ИРПС «токовая петля» по заказу)<sup>1</sup>;

- протоколы обмена данными с устройствами: международный МЭК 60870-5-103 и SPA;

- программное обеспечение для конфигурирования и задания уставок устройства;

*дополнительные возможности:*

- назначение выходных реле и светодиодных индикаторов, задаваемые пользователем из имеющегося списка;
- разъем для связи с ПК (на лицевой плите);
- интерфейс «человек-машина» (ИЧМ) с жидкокристаллическим 4-х строчным индикатором (ЖКИ), светодиодами и кнопками управления.

#### 1.3.1 Функциональная и структурная схема устройства

Функциональная схема приведена в приложении А, где показана взаимосвязь между блоками, входящими в состав устройства TOP-ДВГ 23. Там же показано назначение входных и выходных сигналов для связи с внешними устройствами. Структурная схема устройства приведена в приложении Б.

#### **ВНИМАНИЕ!**

На функциональной схеме приведены номера и группы программных переключателей, которые позволяют наглядно показать их функциональное назначение. При конфигурировании устройства через ИЧМ (с использованием ЖКИ и кнопок управления) на дисплей выводятся только текстовые наименования функции программного ключа, а не обозначения ключей - SGC, SGS, SGF, SGR, SGB. При конфигурировании устройств с помощью ноутбука доступна полная информация - наименования и обозначения программных ключей, а также контрольные суммы групп ключей.

<sup>1</sup> Функция определяется при заказе

В настоящем документе будут даваться ссылки на обозначения ключей по функциональной схеме.

### 1.3.2 Описание работы защит

Взаимосвязь работы измерительных органов защит с цепями сигнализации, отключения, автоматики показана на функциональной схеме в приложении А. Использование защит определяется проектными требованиями и условиями защищаемого объекта.

Набор защит в составе устройства ТОР-ДВГ 23 приведен ниже.

#### 1.3.2.1 Защита от перегрузки двигателя («псевдотепловая» защита)

Защита от перегрузки (вводится программным переключателем SGF 18/1, через ИЧМ: *Уставки/ Перегрузка/ Защита: введена*) выполнена на интегральном принципе с использованием модели нагрева/остывания двигателя с учётом предварительного нагрева двигателя током нагрузки. В качестве входной величины используются фазные токи статора, а уставки характеризуют параметры двигателя по нагреву и остыванию.

В Табл. 1.3.1 показано назначение программных переключателей для защиты от перегрузки.

Предварительный нагрев двигателя рассчитывается периодически и определяет текущий нагрев обмоток статора. Начальный нагрев двигателя при включении питания устройства устанавливается на уровне 45% от уровня отключения, что соответствует примерно нагреву при номинальном токе двигателя. При остановленном двигателе этот уровень быстро понижается до минимального значения. В режиме кратковременной потери питания устройства это позволяет быстро отключить двигатель, если после восстановления питания двигатель перегружается.

Защита действует эффективно при кратковременных или длительных перегрузках двигателя, предотвращая перегрев изоляции обмоток и последующее снижение сопротивления изоляции. Кроме того, защита препятствует повторному включению двигателя после перегрузки и отключения до тех пор, пока расчётная температура обмоток статора не снизится до безопасного уровня.

Табл. 1.3.1

№ ключа в SGF 18	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Работа ступени	0	выведена
		1	введена
2...8	Не используется		

Выходные цепи защиты (см.Рис. 1.3.1) действуют на отключение («Перегрузка откл»), сигнализацию («Перегрузка сигн.»), а также на запрет включения двигателя до остывания («Запрет вкл.») и матрицу выходных реле. Сигнализация действия ступени перегрузки производится на светодиодах (SGS3, SGS4).

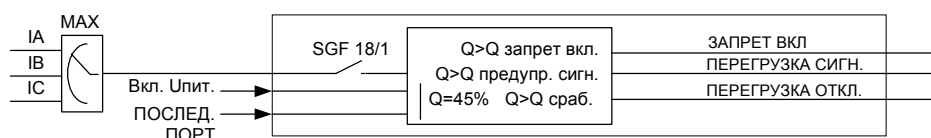


Рис. 1.3.1

Параметры и характеристики защиты приведены в Табл. 1.3.2.

Табл. 1.3.2

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон уставок по номинальному току двигателя, о.е.	от 0,2 до 4,0 $\times I_N$
Безопасное время заклинивания ротора, с	от 2 до 120,0 с
Коэффициент тепловой защиты, %	от 20 до 100
Уровень предупредительной сигнализации, %	от 50 до 100
Уровень запрета включения двигателя, %	от 20 до 80
Коэффициент охлаждения	от 1 до 64

Графики срабатывания тепловой защиты приведены в Приложении И.

Рекомендуется использовать в качестве защиты от перегрузки асинхронных двигателей с действием на отключение и сигнализацию.

### 1.3.2.2 Защита от асинхронного хода (ЗАХ)

В Табл. 1.3.3 показано назначение программных переключателей для ступени ЗАХ.

Табл. 1.3.3

№ ключа в SGF 19	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Работа ступени	0	выведена
		1	введена
2...6	Не используется		
7	Блокировка ступени	0	выведена
		1	введена
8	Выдержка времени на отключение	0	выведена
		1	введена

Принцип действия защиты (Рис. 1.3.2) основан на контроле повышенного значения тока статора двигателя и периода качаний, возникающих при асинхронном режиме двигателя. Возникающие в режиме асинхронного хода биения тока статора фиксируются токовым органом. Защита выполнена с независимой характеристикой, уставка по току пуска ЗАХ выбирается больше номинального тока нагрузки ( $1,3 \dots 1,4 I_N$ ), а уставка по времени отстраивается от пускового режима. Контроль периода качаний производится с использованием выдержки времени на возврат, уставка которой задаётся обычно около 2с.

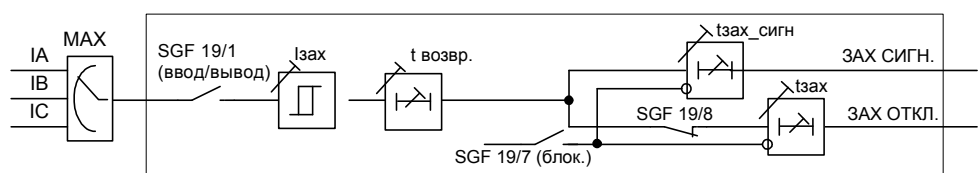


Рис. 1.3.2

Выходные цепи защиты действуют на отключение (вводится программным переключателем SGF 19/8), на светодиодную сигнализацию (вводится программным переключателем SGS 7/x), а также на матрицу выходных реле (вводится программным переключателем SGR 3/x). Вторая выдержка времени действует на отключение (вводится программным переключателем SGF 19/8=1).

Возможно выполнение блокирования защиты установкой программного переключателя SGF19/7=1 (в ИЧМ: Уставки/ ЗАХ/ Блокировка: введена).

Действие на ресинхронизацию может быть обеспечено выходным реле матрицы, подключенным на выходной сигнал «ЗАХ откл.».

Рекомендуется использование для синхронных двигателей с действием на отключение.

Параметры и характеристики защиты приведены в Табл. 1.3.4.

Табл. 1.3.4

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон уставок по току срабатывания, о.е.	от 0,1 до $40 \times I_N$
Уставка по выдержке времени на возврат, с	от 0,05 до 20,0 с
Уставка по времени срабатывания, с	от 0,05 до 300,0
Основная погрешность по времени срабатывания, % от уставки при уставках менее 0,5 с при уставках более 0,5 с	$\pm 25$ мс $\pm 3$
Основная погрешность по току срабатывания, % от уставки, при уставках менее $0,50 \times I_N$ при уставках более $0,50 \times I_N$	$\pm 5$ $\pm 3$

### 1.3.2.1 Защита пусковых режимов

Защита предназначена для контроля режима пуска двигателя, предотвращая перегрев обмоток в результате длительного протекания пусковых токов, значительно превышающих номинальные величины. Кроме того, защита может использоваться для выявления заклинивания ротора во время работы двигателя. В Табл. 1.3.5 показано назначение программных переключателей для ступени. Параметры и характеристики защиты приведены в Табл. 1.3.6.

Табл. 1.3.5

№ ключа в SGF 20	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Работа ступени	0	выведена
		1	введена
2	Режим работы	0	токовая
		1	от теплового воздействия
3...6	Не используется		
7	Блокировка ступени	0	выведена
		1	введена
8	Защита от заклинивания ротора	0	выведена
		1	введена

Ввод/вывод защиты производится программным переключателем SGF 20/1 (в ИЧМ: *Уставки/Защ.пущ.реж./Защита: введена*). Возможно выполнение блокирования защиты установкой программного переключателя SGF20/7=1 (в ИЧМ: *Уставки/Защ.пущ.реж./Блок.пущ.реж.: введена*). В этом случае защита вводится только на время пуска двигателя после включения выключателя или во время самозапуска после восстановления напряжения на шинах. После окончания пуска двигателя вводится выдержка времени  $ts2 \gg$  для контроля заклинивания ротора. Защита от заклинивания ротора может вводиться или выводиться переключателем SGF20/8 (в ИЧМ: *Уставки/Защ.пущ.реж./Защ.закл.ротор: введена*).

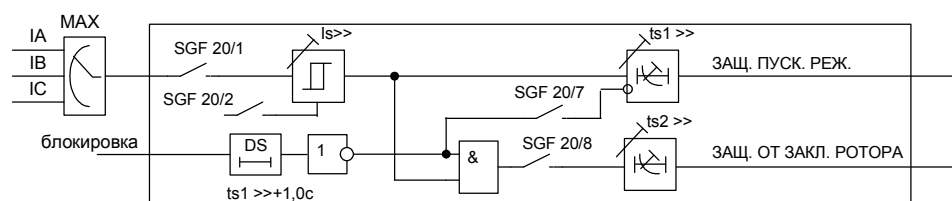


Рис. 1.3.3

Защита (Рис. 1.3.3) выполнена с независимой или обратозависимой от тока характеристикой (выбор производится программным переключателем SGF 20/2, расчет времени срабатывания при обратозависимой характеристике производится по выражению:

$$T_{cp} = \frac{I_s^2 \cdot t_s}{I_{cp}^2},$$

где  $I_s$  – уставка по току;

$t_s$  – уставка по времени;

$I_{cp}$  – ток фактически протекающий в измерительных цепях.

При использовании независимой характеристики уставка по току срабатывания защиты выбирается равной примерно половине пускового тока, а время срабатывания – больше времени пуска двигателя при пониженном напряжении на секции. При применении обратозависимой характеристики учитывается реальная величина пускового тока (в т.ч. и при пониженном напряжении в момент пуска), что позволяет точнее учитывать нагрев обмоток при пуске двигателя. В качестве уставки по току  $I_{пуск}$  и времени  $t_{пуск}$  в этом режиме рекомендуется использовать паспортные данные пускового тока и времени пуска двигателя с небольшим запасом.

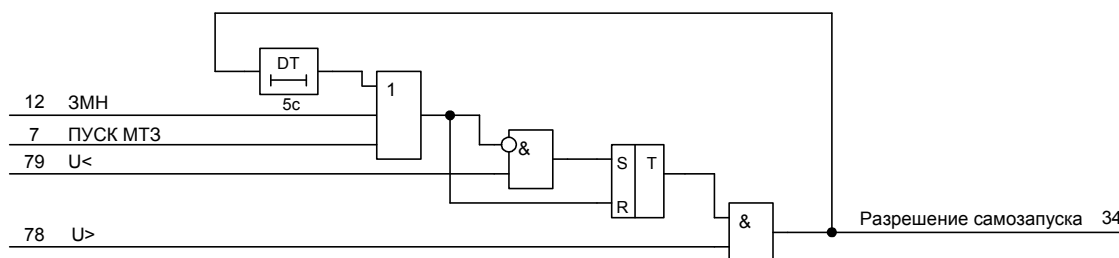


Рис. 1.3.4

Для выявления режима самозапуска используется схема, приведенная на Рис. 1.3.4. При снижении напряжения на шинах срабатывает пусковой орган ЗМН ( $U<$ , марка цепи 79). Если провал напряжения был кратковременный, т.е. ступень  $U>$  срабатывает раньше чем ЗМН (марка цепи 12), то формируется сигнал на разрешение самозапуска. Таким образом, выдержка времени ступени ЗМН позволяет ограничить время, в течение которого возможно выполнить самозапуск двигателя. При превышении этого времени выполняется отключение двигателя. Как было указано выше, на время самозапуска вводится защита пусковых режимов с более длительной выдержкой  $t_{s1} \gg$ , а защита от заклинивания ротора выводится. Сигнал на разрешение самозапуска снимается после увеличения тока выше уставки защиты пускового режима либо по истечении 5с после восстановления напряжения.

Табл. 1.3.6

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон уставок по току, о.е.	от 0,1 до 10,0 $\times I_N$
Диапазон уставок по времени, с	от 0,05 до 100,0 с
Коэффициент возврата	не менее 0,9
Время срабатывания минимальное, мс	65
Основная погрешность по времени срабатывания, % от уставки	
при уставках менее 0,5 с	$\pm 25$ мс
при уставках более 0,5 с	$\pm 3$
Основная погрешность по току срабатывания, % от уставки, при уставках менее 0,50 $\times I_N$	$\pm 5$
при уставках более 0,50 $\times I_N$	$\pm 3$

Выходной сигнал защиты действует на отключение выключателя, на светодиодную сигнализацию, а также на матрицу выходных реле.

### 1.3.2.2 Трёхфазная ненаправленная максимальная токовая защита.

Ступень МТЗ имеет одну регулируемую выдержку времени и выполнена в виде трёх однофазных реле тока, которые пускаются, когда ток одной или нескольких фаз превышает величину уставки соответствующей ступени. В ТОР 100-ДВГ 23 действие ступени защиты ненаправленное.

В Табл. 1.3.7 показано назначение программных переключателей. Структурная схема МТЗ от междуфазных замыканий изображена на Рис. 1.3.5. Технические характеристики ступеней защит приведены в Табл. 1.3.8.

Табл. 1.3.7

№ ключа в SGF 3	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Работа ступени	0	выведена
		1	введена
2...6	Не используется		
7	Блокировка ступени	0	выведена
		1	введена
8	Не используется		

Ввод в работу МТЗ осуществляется с помощью программных переключателей SGF3/1=1, через ИЧМ выбрать: *Уставки/ МТЗ 1 ступень/ Защита: введена.*

Для выполнения «вольтметровой» блокировки ступеней МТЗ предусмотрен дискретный вход 1.6 «Пуск защит». Действие блокировки на ступень можно ввести или вывести с помощью ключа SGF 3/7, через меню необходимо установить: *Уставки/ МТЗ 1 ступень/ Блокировка: введена.*

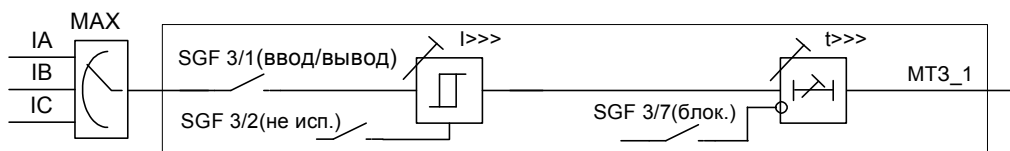


Рис. 1.3.5

Выходные цепи ступеней защит действуют на цепи сигнализации, выходных реле и регистрации. Пуск и срабатывание ступеней защит сопровождается срабатыванием определённых выходных реле, соответствующими сообщениями на дисплее и формированием событий для АСУ.

Табл. 1.3.8

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальный входной ток защиты, А	1; 5
Диапазон уставок по току, $I_N$	от 0,25 до 40,0 x $I_N$
Диапазон уставок по времени, с $T_1$	0,05 до 300 с
Время срабатывания при кратности входного тока не менее 1,5 к уставке, мс	65
Время возврата, не более, мс	65
Коэффициент возврата, типовой	0,95

Наименование параметра	Значение параметра
Основная погрешность по времени срабатывания, % от уставки, при уставках менее 0,5 с при уставках более 0,5 с	$\pm 25$ мс $\pm 3$
Основная погрешность по току срабатывания, % от уставки, при уставках менее $0,50 \times I_N$ при уставках более $0,50 \times I_N$	$\pm 5$ $\pm 2,5$

Сигналы пуска защиты пускового режима или первой ступени МТЗ, используются для построения «логической защиты шин». Они вводятся/выводятся с помощью переключателей SGF8/2 и SGF8/1 соответственно.

### 1.3.2.3 Ненаправленная МТЗ от замыканий на землю

Данное исполнение устройства имеет одну ступень токовой ненаправленной защиты от замыканий на землю, которая выполнена с реагированием на ток основной частоты.

Токовые цепи защиты подключаются к ТТНП или на ток нулевой последовательности фазных ТТ.

В Табл. 1.3.9 показано положение программных переключателей и соответствующий им тип характеристики. Ненаправленная МТЗ от замыканий на землю имеет две выдержки времени, одна из которых выполнена с независимой, а другая – с обратнoзависимой характеристикой срабатывания. Ввод/вывод защиты от замыканий на землю из работы осуществляется с помощью программного переключателя SGF4/1, через ИЧМ выбрать: *Уставка/ ТЗНП/ Защита: введена*. Действие выдержки времени  $to\_1$  (сигнал ТЗНП\_1) на сигнал вводится программным переключателем SGF4/3. Возможно блокирование действия защиты от замыканий на землю сигналом «пуск защит» при установке программного переключателя SGF4/7=1.

Кроме независимой характеристики, ступень токовой защиты от замыканий на землю имеет набор обратнoзависимых времятоковых характеристик (см. приложение 3), которые задаются с помощью программных переключателей SGF4/4...6. Действие защиты осуществляется через выход ТЗНП\_2.

Табл. 1.3.9

№ ключа в SGF 4	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Работа ступени	0	выведена
		1	введена
2	Принцип работы	0	по основной гармонике
		1	по высшим гармоникам
3	Первая выдержка времени	0	выведена
		1	введена
4,5,6	Выбор характеристики срабатывания второй выдержки времени	000	независимая
		100	чрезвычайно инверсная
		010	сильно инверсная
		110	инверсная
		001	длительно инверсная
		101	RI типа
		011	RXIDG типа
		111	независимая
7	Блокировка ступени	0	выведена
		1	введена
8	Не используется		

Структурная схема МТЗ от замыканий на землю изображена на Рис. 1.3.6.

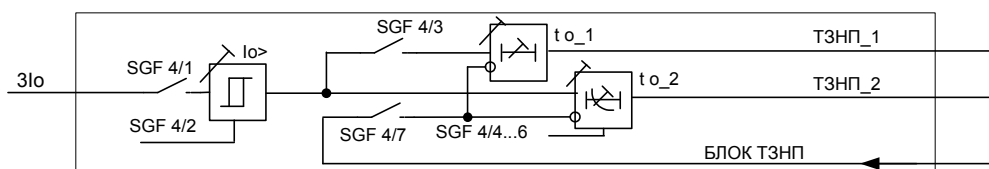


Рис. 1.3.6

Выходные сигналы ступеней защит используются в цепях сигнализации, отключения, автоматики, выходных реле и регистрации (определяется исполнением устройств).

Работа защиты сопровождается регистрацией событий для АСУ.

Параметры и характеристики ступени МТЗ от замыканий на землю с независимой характеристикой соответствуют приведенным в Табл. 1.3.10.

Табл. 1.3.10

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальный входной ток защиты, А	1,0 (0,2)
Диапазон уставок по току, $I_N$	от 0,01 до 10,0
Диапазон уставок по первичному току, А (тип ТТНП – ТЗЛ)	от 1,5 (0,3) до 300,0 (60,0)
Диапазон уставок по времени, с T1 T2	от 0,05 до 300 от 0,05 до 300
Время срабатывания при кратности входного тока не менее 2,5 к уставке, мс	65
Время возврата, не более, мс	65
Коэффициент возврата, типовой	0,95
Основная погрешность по времени срабатывания, % от уставки, при уставках менее 0,5 с при уставках более 0,5 с	$\pm 25$ мс $\pm 3$
Основная погрешность по току срабатывания, % от уставки, при уставках менее $0,50 \times I_N$ при уставках более $0,50 \times I_N$	$\pm 5$ $\pm 2,5$

Чувствительность защиты от замыканий на землю, которую обеспечивают устройства при различном соединении трансформаторов ТТНП (на примере ТТНП типа ТЗЛ), приведена в Табл. 1.3.11.

Табл. 1.3.11

Входной номинальный ток, А	Первичный ток срабатывания, А				
	Один трансформатор	Два последовательно соединенных трансформатора	Три последовательно соединенных трансформатора	Два параллельно соединенных трансформатора	Три параллельно соединенных трансформатора
1	1,3	1,95	2,61	1,45	1,47
0,2	0,3	0,41	0,59	0,5	0,65

Параметры зависимых от тока характеристик срабатывания соответствуют приведенным в п.1.3.2.2.

*Защита от замыканий на землю на высших гармониках (аналог УСЗ-3М)*

При выборе такого режима работы защиты устройство выделяет в токе нулевой последовательности (НП) ток высших гармонических составляющих с подавлением тока основной гармоники.

Определение поврежденного присоединения может производиться с использованием принципа *абсолютного* или *относительного* замера уровня высших гармоник в токе НП.

Принцип *абсолютного* замера основан на том, что при внутреннем ОЗЗ содержание высших гармоник в защищаемом присоединении должно быть больше, чем при внешнем замыкании на землю. Содержание высших гармоник в токе ОЗЗ в зависимости от особенностей электрической сети (количества и характера источников высших гармоник, режимов их работы, режимов работы сети и др.), как показывают исследования различных авторов, может изменяться от единиц до десятков процентов. Поэтому достаточно точный выбор уставок срабатывания затруднителен. Учитывая вышеизложенное, уставки для данного принципа работы определяют приближенно по значению суммарного емкостного тока сети и уточняют в процессе эксплуатации защиты, как это делается, например, для устройства УСЗ-2/2. К примеру, в суммарном емкостном токе сети 25 А по характеристике заложено содержание тока частотой 350 Гц порядка 0,42 А. При подаче тока такой величины через ТТНП типа ТЗЛ срабатывание устройства будет происходить при уставке ТЗНП = 0,25 А (с учетом коэффициента передачи ТТНП примерно 27:1).

Принцип *относительного* замера основан на сравнении уровней высших гармоник в токах ОЗЗ всех присоединений защищаемого объекта. При внутреннем ОЗЗ содержание высших гармоник в поврежденном присоединении всегда больше, чем в любом из неповрежденных присоединений. Сравнивая показания измеряемой величины тока при ОЗЗ, полученные от каждого из устройств, находят максимальное значение и определяют поврежденное присоединение. Проводить измерение по всем присоединениям рекомендуется за короткое время, чтобы исключить изменение во времени параметров сети, и, как следствие, величин токов высших гармоник.

Проведение замеров по всем присоединениям за короткое время в ручном режиме не всегда возможно, поэтому автоматизация этого процесса повысит достоверность результата в определении поврежденного присоединения. Процесс определения поврежденного присоединения с использованием АСУ выглядит следующим образом:

1. При появлении ОЗЗ срабатывает реле напряжения нулевой последовательности (РННП), которое своим контактом (или по приходу события от микропроцессорного реле) запускает алгоритм подпрограммы определения поврежденного фидера;
2. Через выдержку времени система в автоматическом режиме поочередно запрашивает все устройства на присоединениях о величине тока повреждения (3I<sub>о</sub>). Опрос длится по времени до 1 с, что позволяет исключить погрешности, описанные выше;
3. Выделяется максимальное значение тока, а значит и поврежденное присоединение;
4. На экран диспетчера выходит сообщение о поврежденном присоединении;
5. Отключение присоединения возможно либо по команде диспетчера, либо в автоматическом режиме. При наличии примерно равных значений на двух присоединениях возможно поочередное отключение присоединений;
6. После отключения проверяется возврат РННП, что свидетельствует о достоверности результата.

В настоящее время для выполнения централизованной сигнализации ОЗЗ на принципе относительного замера высших гармоник в токе ОЗЗ, как правило, применяют устройства типа УСЗ-3М, основным недостатком которых является необходимость участия оперативного персонала в работах по определению поврежденного присоединения, что увеличивает время поиска и ликвидации замыкания на землю.

Определение поврежденного присоединения можно обеспечить также без использования АСУ. Основу предлагаемой групповой защиты составляют измерительные органы (ИО) с *обратнозависимой от тока временной характеристикой*, подключенные к ТТНП различных присоединений. Логика защиты предусматривает одновременный пуск нескольких ИО при возникновении ОЗЗ и последующий запрет набора выдержки времени ИО по факту срабатывания первого из них. Первым, как следует из приведенного выше, сработает ИО, подключенный к ТТНП поврежденного присоединения, таким образом, обеспечивая селективность защиты.

Для реализации защиты необходимо вывести действие измерительного органа на отдельное реле (с переключающим контактом) и реализовать следующую схему (Рис. 1.3.7).

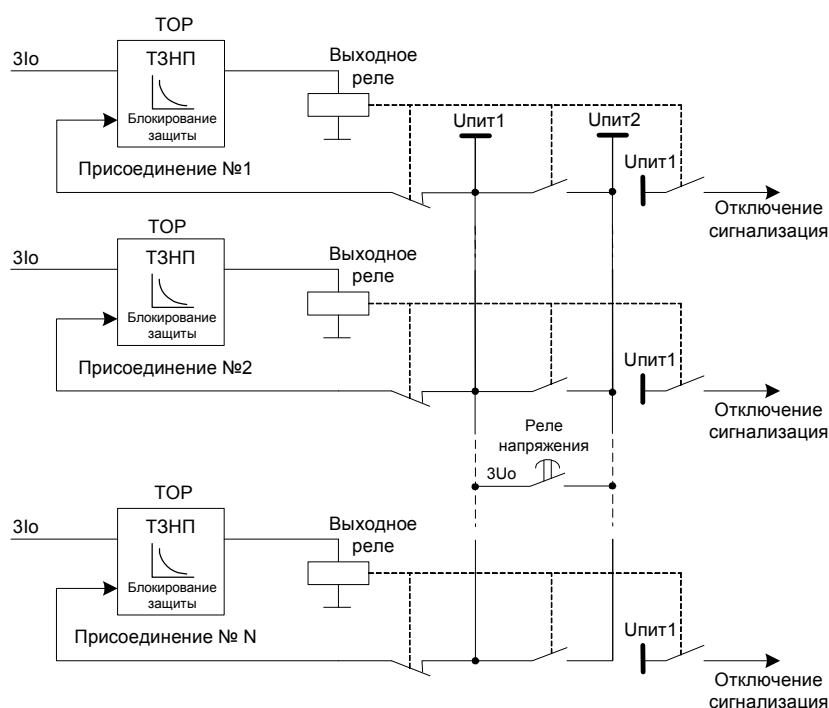


Рис. 1.3.7

Реле напряжения необходимо для блокирования схемы при ОЗЗ на шинах (отключение шин – со второй выдержкой времени).

Для достижения эффективности работы защиты от ОЗЗ и минимизации погрешности важно, чтобы все подключенные устройства на секции (или ПС) были настроены одинаково. Для этого при настройке защиты на каждое из устройств через кабельный ТТНП подается ток одной и той же величины частотой **350 Гц** и в экране измерений в первичных величинах считывают значения тока  $3I_o$ . Рекомендуется подстройкой коэффициента трансформации ТТНП (см. меню) добиться одинаковых измерений на всех устройствах.

При использовании принципа абсолютного замера необходимо обеспечить одинаковый первичный ток срабатывания защиты каждого устройства, в этом случае рекомендуется пользоваться следующей методикой. Через кабельный ТТНП подается ток частотой **350 Гц**, равный величине первичного тока срабатывания в соответствии с Табл. 1.3.12, в экране измерений считывается значение вторичного тока  $3I_o$ , которое необходимо использовать как уставку ТЗНП.

Технические параметры защиты.

В Табл. 1.3.12 приведены значения первичного тока срабатывания защиты с трансформаторами тока типа ТЗЛ, ТЗЛМ при частоте 350 Гц в зависимости от значений суммарного емкостного тока сети.

Табл. 1.3.12

Суммарный емкостный ток сети, А	15	25	35	50	75	100	150	250
Первичный ток срабатывания, А	0,25	0,42	0,6	0,84	1,26	1,67	2,50	4,2
Уставка ТЗНП, А	0,15	0,25	0,35	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5

Минимальный/максимальный первичный ток срабатывания частотой **350 Гц** с учётом диапазона уставок защиты составляет 0,16 А/16,7 А.

Рекомендуется использовать ненаправленную и направленную МТЗ по основной гармонике с действием на сигнал при работе в сети с изолированной нейтралью. При ре-

зонально-заземлённой нейтрали рекомендуется использовать защиту с реагированием на ток высших гармонических составляющих.

#### 1.3.2.4 Токовая защита обратной последовательности (ЗОФ I2).

Токовая защита обратной последовательности (Рис. 1.3.8) реагирует на ток обратной последовательности, который возникает при обрывах фаз. В Табл. 1.3.13 приведено назначение переключателей группы программных ключей ступени защиты.

Табл. 1.3.13

№ ключа в SGF 5	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Ступень защиты	0	выведена
		1	введена
2	Режим работы	0	по трем фазам
		1	по фазам А и С
3...8	Не используется		

Ввод/вывод защиты производится переключателем SGF5/1. Имеется возможность выбора принципа работы защиты: двухфазный или трехфазный.

Ток обратной последовательности вычисляется по формуле  $I_2 = 1/3 * (I_a + a^2 I_b + a I_c)$  на основании замера токов трёх фаз. Вычисления производятся в векторных величинах. Характеристика защиты – независимая. При установке ТТ в двух фазах защита реагирует на обрыв фаз А и С (первичная или вторичная цепь). При этом необходимо установить программный переключатель SGF5/2 в положение «двухфазный режим».

Для работы в трехфазном режиме необходимо выбрать программным переключателем SGF5/2 режим трёхфазной работы. При этом возможно создать «мнимую» фазу В (суммируя токовые цепи ф. А и ф. С) и выбрать программным переключателем SGF5/2 режим трёхфазной работы. Также в трехфазном режиме возможно работать при установке ТТ в трёх фазах – защита реагирует на обрыв всех фаз.

Работа защиты сопровождается регистрацией событий для АСУ.

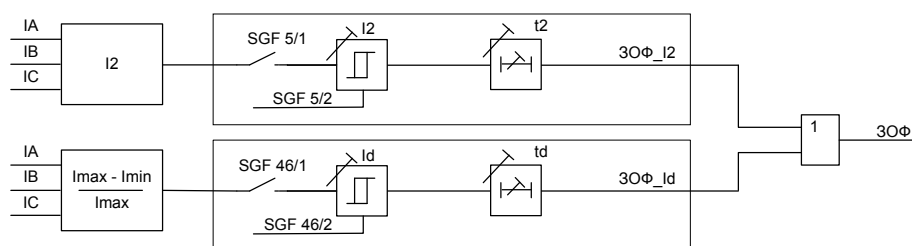


Рис. 1.3.8

Параметры и характеристики защиты приведены в Табл. 1.3.14.

Табл. 1.3.14

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон уставок по току обратной последовательности, А	от 0,03 до 2,5 x I <sub>N</sub>
Диапазон уставок по времени, с	от 0,06 до 300
Время срабатывания, мс	65
Время возврата, не более, мс	65
Коэффициент возврата, не менее	0,9
Основная погрешность по времени срабатывания, %	± 2
Основная погрешность по току срабатывания, %	± 3

### 1.3.2.5 Защита от несимметричного режима работы нагрузки (ЗОФ Id)

Защита от несимметричного режима работы нагрузки (Рис. 1.3.8) реализуется путем определения максимального и минимального токов в трёх фазах и вычисления тока небаланса по формуле  $\Delta I = (I_{max} - I_{min}) / I_{max} \cdot 100\%$ . Защита от обрыва фаз не работает при значениях фазных токов меньших  $0,1 \cdot I_N$ . В Табл. 1.3.15 приведено назначение переключателей группы программных ключей ступени защиты. Параметры и характеристики защиты приведены в Табл. 1.3.16.

Табл. 1.3.15

№ ключа в SGF 46	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Ступень защиты	0	выведена
		1	введена
2	Режим работы	0	по трем фазам
		1	по фазам А и С
3...8	Не используется		

При установке ТТ в двух фазах защита реагирует на обрыв фаз А и С (первичная или вторичная цепь). При этом необходимо установить программный переключатель SGF46/2 в положение «двухфазный режим».

При установке ТТ в трёх фазах защита реагирует на обрыв всех фаз. При этом необходимо выбрать программным переключателем SGF46/2 режим трёхфазной работы. Так же можно создать «мнимую» фазу В (суммируя токовые цепи ф. А и ф. С) и выбрать программным переключателем SGF46/2 режим трёхфазной работы.

Работа защиты сопровождается регистрацией событий для АСУ.

Табл. 1.3.16

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон уставок по току несимметрии, % от тока фазы	от 10 до 100
Минимальный фазный ток работы защиты	$0,1 \times I_N$
Диапазон уставок по времени, с	от 1,0 до 300
Время срабатывания при 100 % несимметрии, минимальное, с	1,0
Время возврата, не более, мс	65
Коэффициент возврата, типовой	0,8
Основная погрешность по времени срабатывания, %	$\pm 3$
Основная погрешность по току срабатывания, %	$\pm 5$

#### Использование защит

Терминал TOP 100-ДВГ 23 имеет возможность определения несимметричного режима по току обратной последовательности  $I_2$  или по току небаланса  $I_d$ . Эти критерии можно использовать как по отдельности, так и вместе. Для ввода в действие ступени ТЗОП необходимо установить программный ключ SGF 5/1=1 (в ИЧМ: *Уставки/ ЗОФ I2/ Защита: введена*). Чтобы задействовать защиту по  $I_d$  необходимо установить SGF 46/1=1 (в ИЧМ: *Уставки/ ЗОФ Id/ Защита: введена*). Сигнал срабатывания обеих защит объединяется по схеме «или». Полученный сигнал «ЗОФ» выведен на матрицу светодиодной сигнализации и, по умолчанию, действует на пятый индикатор, далее по цепочке – на выходное реле К1.4 «Вызов». Сигнал «ЗОФ» также выведен на матрицу выходных реле и может действовать на отключение.

### 1.3.2.6 Защита минимального напряжения

В составе терминала реализована ступень минимального напряжения.

Входные измерительные цепи ступени включаются на междуфазное напряжение. Назначение переключателей в группе программных ключей приведены в Табл. 1.3.17. Параметры и характеристики всех ступеней защит идентичны и приведены в Табл. 1.3.18. Структурные схемы ступеней защиты приведены на Рис. 1.3.9.

Табл. 1.3.17

№ ключа в группе SGF22	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Ступень защиты	0	выведена
		1	введена
2	Принцип работы	0	при снижении напряжения в одной фазе
		1	при снижении напряжения в трех фазах
3...8	Не используется		

Ввод/вывод ступени производится переключателем SGF22/1 – при установке ключа в состояние «1» ступень введена, через меню терминала: *Уставки/ Орган мин.напр./ Защита: введена..* Ступень минимального напряжения имеет два режима работы: в качестве однофазных реле (срабатывает при снижении напряжения в любой из трех фаз) или трёх-фазного реле (срабатывает при снижении напряжения во всех трёх фазах). Выбор режима работы производится переключателем SGF22/2.

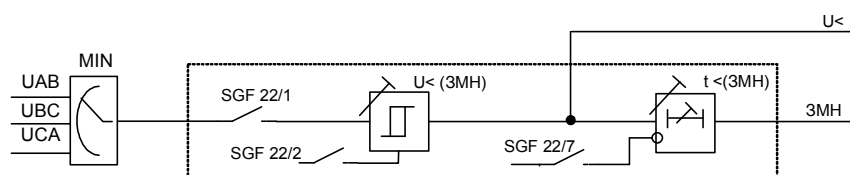


Рис. 1.3.9

Ступень используется в схеме разрешения самозапуска – см.п.1.3.2.1 на стр.23.

Табл. 1.3.18

Наименование параметра	Значение параметра	
Диапазон уставок по напряжению, В	от 10 до 100	
Диапазон уставок по времени, с	от 0,05 до 300	
Время срабатывания ступени защиты, минимальное, мс	65	
Время возврата, не более, мс	65	
Коэффициент возврата, типовой	1,05	
Основная погрешность по времени срабатывания, % от уставки	при уставках менее 0,5 с	± 25 мс
	при уставках более 0,5 с	± 3
Основная погрешность по напряжению срабатывания, % от уставки,	при уставках менее 0,50 x U <sub>N</sub>	± 3
	при уставках более 0,50x U <sub>N</sub>	± 1,5

### 1.3.2.7 Защита максимального напряжения

Структурная схема защиты приведена на Рис. 1.3.10. Назначение переключателей в группе программных ключей приведено в Табл. 1.3.19. Параметры и характеристики защиты максимального напряжения идентичны и приведены в Табл. 1.3.20.

Табл. 1.3.19

№ ключа в группе	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Ступень защиты	0	выведена
		1	введена
2	Принцип работы	0	при снижении напряжения в одной фазе
		1	при снижении напряжения в трех фазах
3...8	Не используется		

Ступень вводится установкой ключа  $SGF9/1=1$ , через ИЧМ: *Уставки/ Орган макс.напр/ Защита: введена*. Ступень имеет два режима работы: в качестве однофазных реле (срабатывает при повышении напряжения в любой из трех фаз) или трёхфазного реле (срабатывает при повышении напряжения во всех трёх фазах). Выбор режима работы производится переключателем  $SGF9/2$ .

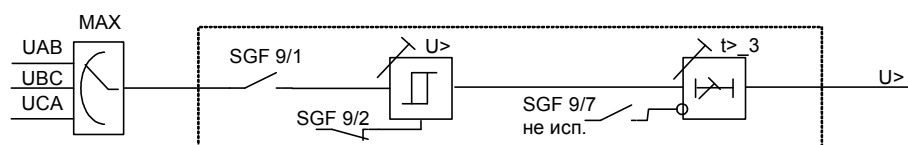


Рис. 1.3.10

Ступень защиты  $U>$  выполнена с одной независимой выдержкой времени.

Табл. 1.3.20

Наименование параметра	Значение параметра	
Диапазон уставок по напряжению, В	от 50 до 150	
Диапазон уставок по времени, с	от 0,05 до 300	
Время срабатывания, минимальное, мс	65	
Время возврата, не более, мс	65	
Коэффициент возврата, типовой	не менее 0,93	
Основная погрешность по времени срабатывания, % от уставки	при уставках менее 0,5 с	$\pm 25$ мс
	при уставках более 0,5 с	$\pm 3$
Основная погрешность по напряжению срабатывания, % от уставки	$\pm 3$	

### 1.3.2.8 Защита по напряжению нулевой последовательности

Устройства имеют ступень напряжения нулевой последовательности. Структурная схема защиты максимального напряжения нулевой последовательности приведена на Рис. 1.3.11. Назначение переключателей в группе программных ключей приведено в Табл. 1.3.21. Параметры и характеристики ступени защиты приведены в Табл. 1.3.22.

Табл. 1.3.21

№ ключа в группе	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Ступень защиты	0	выведена
		1	введена
2...8	Не используется		

Ступень  $U_{0>}$  вводится установкой программного ключа  $SGF 7/1=1$ , через ИЧМ: *Уставки/ Орган  $3U_{0>}$  Защита: введена*.



Рис. 1.3.11

Защита по напряжению нулевой последовательности использует в качестве входной величины напряжение, получаемое от обмотки «разомкнутого» треугольника трансформатора напряжения. Ступень используется в качестве защиты от замыканий на землю ( $U_{0>}$ ). Используется для сигнализации “Земля в сети” с действием на светодиодную сигнализацию и матрицу выходные реле.

Табл. 1.3.22

Наименование параметра	Значение параметра	
Диапазон уставок по напряжению, В	от 1,0 до 200	
Диапазон уставок по времени, с	от 0,05 до 300	
Время срабатывания при кратности входного напряжения 1,3 к уставке, мс	65	
Время возврата, не более, мс	65	
Коэффициент возврата, типовой	0,95	
Основная погрешность по времени срабатывания, % от уставки	при уставках менее 0,5 с	$\pm 25$ мс
	при уставках более 0,5 с	$\pm 3$
Основная погрешность по напряжению срабатывания, % от уставки,	при уставках менее $0,50 \times U_N$	$\pm 5$
	при уставках более $0,50 \times U_N$	$\pm 3$

### 1.3.2.9 УРОВ

Структурная схема УРОВ на подстанции и взаимосвязь между устройствами отходящих присоединений и ввода показана на Рис. 1.3.12. Схема УРОВ действует на отключение вышестоящего выключателя с выдержкой времени после действия ступеней защит на отключение с контролем отдельным трёхфазным токовым органом. Ввод/вывод схемы УРОВ производится программным переключателем SGF10/1.

Возможен пуск УРОВ защитой от замыканий на землю при действии её на отключение без контроля токовым органом. Ввод/вывод пуска УРОВ от ТЗНП производится программным переключателем SGF 10/2, в ИЧМ: *Уставки/ УРОВ/ От ТЗНП: действует..*

Схема УРОВ по истечении выдержки времени от 0,1с до 1с формирует сигнал на срабатывание выходного реле с последующим отключением вышестоящего выключателя или для действия на вторую катушку отключения. Схема УРОВ воздействует на внешние цепи через матрицу реле.

Реле тока УРОВ работает правильно при искажении формы вторичного тока трансформатора тока, соответствующей токовой погрешности до 50% включительно в установленном режиме при значении вторичного тока от  $4 \times I_N$  до  $40 \times I_N$ .

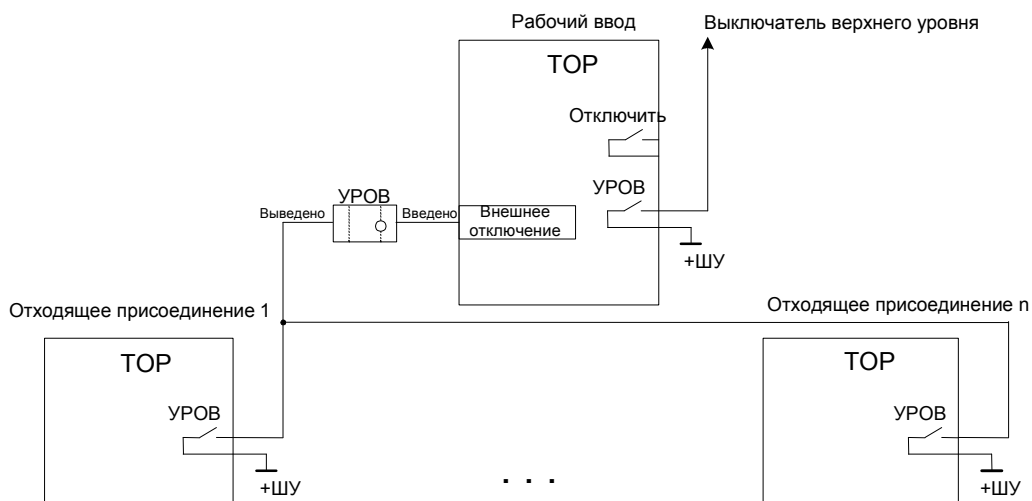


Рис. 1.3.12

Параметры и характеристики защиты приведены в Табл. 1.3.23.

Табл. 1.3.23

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон уставок по току срабатывания	от 0,05 до 0,5 $I_N$
Диапазон уставок по времени, с	от 0,1 до 1,0
Время пуска токового измерительного органа при входном токе не менее 2,5 $I_{ср}$ не более, мс	65
Время возврата при сбросе входного тока 20 $I_{ср}$ , не более, мс	30
Коэффициент возврата, типовой	0,85
Основная погрешность по времени срабатывания, % от уставки, при уставках менее 0,5 с	$\pm 25$ мс
при уставках более 0,5 с	$\pm 3$
Основная погрешность по току срабатывания, не более %	$\pm 10$

Структурная схема УРОВ изображена на Рис. 1.3.13.

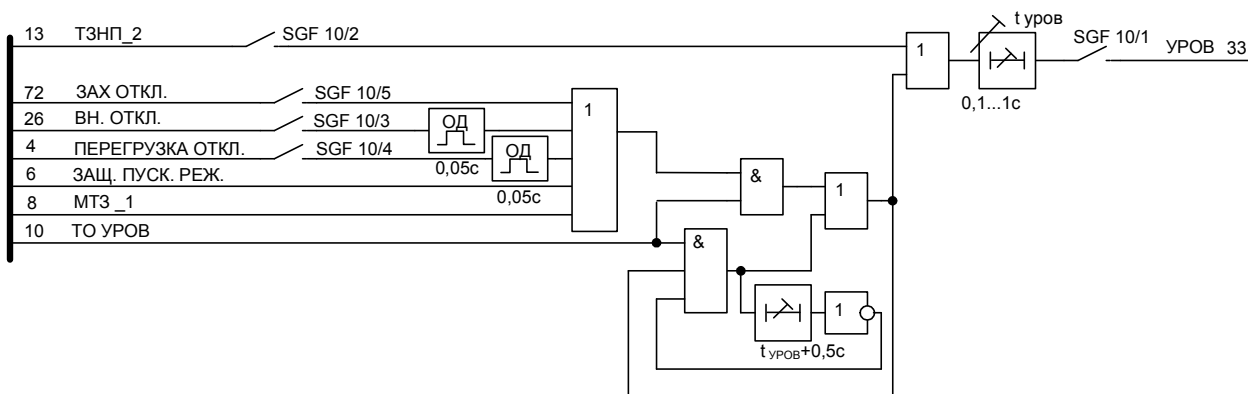


Рис. 1.3.13

В Табл. 1.3.24 показано назначение программных переключателей для УРОВ.

Табл. 1.3.24

№ ключа в SGF 10	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	УРОВ	0	выведено
		1	введено
2	Выдержка на отключение от ТЗНП на УРОВ	0	не действует
		1	действует
3	Внешнее отключение на УРОВ	0	не действует
		1	действует
4	Перегрузка отключение	0	не действует
		1	действует
5	ЗАХ отключение	0	не действует
		1	действует
6...8	Не используется		

Предусмотрена возможность пуска УРОВ сигналом «Внешнее отключение», ввод/вывод производится программным переключателем SGF10/3, в ИЧМ: *Уставки/УРОВ/От внеш.откл.: действует.*

Сигнал срабатывания выведен на матрицы светодиодной сигнализации и выходных реле.

### 1.3.3 Входные сигналы устройств

Устройства TOP 100-ДВГ 23 имеют 8 измерительных и 6 дискретных входных цепей.

1.3.3.1 Назначение контактов разъема измерительных входных цепей приведено в Табл. 1.3.25.

Переменный ток от измерительных трансформаторов тока (ТТ) подается через клеммные колодки X0:1...X0:20 на блок входных трансформаторов. Преобразованные до необходимых уровней сигналы из блока трансформаторов поступают в блок центрального процессора, где производится их обработка.

Табл. 1.3.25

Клемма	Назначение
X0:1	Общий вход тока фазы А
X0:2	Измерительный вход тока фазы А (I <sub>ном</sub> = 5 А)
X0:3	Измерительный вход тока фазы А (I <sub>ном</sub> = 1 А)
X0:4	Общий вход тока фазы В
X0:5	Измерительный вход тока фазы В (I <sub>ном</sub> = 5 А)
X0:6	Измерительный вход тока фазы В (I <sub>ном</sub> = 1 А)
X0:7	Общий вход тока фазы С
X0:8	Измерительный вход тока фазы С (I <sub>ном</sub> = 5 А)
X0:9	Измерительный вход тока фазы С (I <sub>ном</sub> = 1 А)
X0:10	Общий вход тока 3I <sub>0</sub>
X0:11	Измерительный вход тока 3I <sub>0</sub> (I <sub>ном</sub> = 1 А)*
X0:12	Измерительный вход тока 3I <sub>0</sub> (I <sub>ном</sub> = 0,2 А)**
X0:13	Измерительный вход напряжения фазы А - U <sub>a</sub>
X0:14	Измерительный вход напряжения фазы В -U <sub>b</sub>
X0:15	Измерительный вход напряжения фазы В -U <sub>b</sub>
X0:16	Измерительный вход напряжения фазы С - U <sub>c</sub>
X0:17	Измерительный вход напряжения фазы С - U <sub>c</sub>
X0:18	Измерительный вход напряжения фазы А - U <sub>a</sub>
X0:19	Общий вход напряжения 3U <sub>0</sub>
X0:20	Измерительный вход напряжения 3U <sub>0</sub>

Примечание: измерительные входы, отмеченные \* и \*\* в исполнении ТОР-ДВГ 63 будут на 5А и 1А соответственно.

Промежуточные трансформаторы тока выполняются на номинальный ток 5 А с отпайкой, позволяющей подключать их на номинальный ток 1 А. Промежуточные трансформаторы токовой защиты нулевой последовательности выполняются на номинальный ток 1 А с отпайкой, позволяющей подключать их на номинальный ток 0,2 А. Предусмотрен вариант установки трансформатора ТЗНП с номинальными токами 5А и 1А (см. приложение Е).

В терминалах серии ТОР предусмотрены уставки коэффициентов трансформации для удобства отображения и регистрации измеряемых первичных величин. Уставки задаются через меню в пункте *Уставки/ Трансформаторы/*. Подробное описание уставок приводится в п. 1.3.6 Перечень уставок.

1.3.3.2 Устройства ТОР 100-ДВГ 23 содержат два блока входов/выходов, в котором 12 выходных реле и 6 входных дискретных цепей для приема сигналов от внешних устройств с уровнем 110 В или 220 В переменного или постоянного оперативного тока. Часть входных цепей является изолированными по отношению друг к другу, что позволяет подключать цепи от различных источников оперативного питания. Часть входных цепей объединена общими клеммами питания.

Предусмотрены меры, исключающие ложное срабатывание входных цепей при замыканиях на землю в сети постоянного оперативного тока. Напряжение активного уровня сигнала, необходимого для срабатывания входа, составляет около 0,65 номинального напряжения питания устройства.

В сработанном состоянии входной ток приёмных цепей составляет не более 4 мА. Обеспечивается повышенное значение входного тока (до 20...25 мА) в момент подачи напряжения для надёжного пробоя оксидной плёнки на контактах реле.

В Табл. 1.3.26 приведено назначение контактов разъемов для приема дискретных входных цепей, выполняемые функции и рекомендации по использованию.

Табл. 1.3.26

Вход	Клемма	Назначение входной цепи, выполняемая функция (при поданном напряжении)
1.1	X18:5	«РПО» - вход контроля положения выключателя РПО, используется в схеме защиты пусковых режимов.
1.2	X18:7	«Сброс сигнализации» - вход сброса индикации на лицевой панели и фиксации выходных реле.
1.3	X18:8	«Пуск реле времени» - входной сигнал пуска реле времени, которое через регулируемую выдержку времени выдаёт команду на выходное реле «РВ сработало».
1.4	X18:11	«Внешнее откл.» - действие на отключение выключателя. Может использоваться для приема сигнала от датчика дуговой защиты. Возможна активизация УРОВ через ключ SGF 10/5.
	X18:9	- ШУ источника питания (для цепей X18:5, X18:7, X18:8, X18:11)
1.5	X18:14	«Блок ТЗНП» - блокирование действия токовой защиты нулевой последовательности внешним сигналом.
1.6	X18:15	«Пуск защит» - разрешение действия защит. Выбор блокирования/пуска ступеней защит производится при выборе уставок защит.
	X18:18	+ШУ источника питания (для цепей X18:14, X18:15)

К дискретному входу 1.3 «Пуск реле времени» может быть подключен сигнал, при активации которого встроенный таймер начинает отсчитывать заданную выдержку времени. Величину уставки выдержки времени таймера можно задать через ИЧМ: *Уставки/ Реле времени/ Выдержка РВ: xx.x с*. Выход таймера подключен к матрицам сигнализации и выходных реле.

Дискретные входные цепи имеют возможность инвертировать входной сигнал. В Табл. 1.3.27 приведено назначение программных переключателей для выполнения инверсии. При установке программных переключателей SGC1/1...6 в положение «0» соответствующие входы считаются прямыми (напряжение подано – состояние «логической 1»), при установке в «1» – инверсными (напряжение подано – состояние «логического 0»).

Заводская установка – все входы «прямые» - переключатели установлены в положение «0».

Табл. 1.3.27

Клемма	Вход	Программный переключатель
X18:5 X18:9	Вход 1.1	SGC1/1=0 прямой вход SGC1/1=1 инверсный вход
X18:7 X18:9	Вход 1.2	SGC1/2=0 прямой вход SGC1/2=1 инверсный вход
X18:8 X18:9	Вход 1.3	SGC1/3=0 прямой вход SGC1/3=1 инверсный вход
X18:11 X18:9	Вход 1.4	SGC1/4=0 прямой вход SGC1/4=1 инверсный вход
X18:14 X18:18	Вход 1.5	SGC1/5=0 прямой вход SGC1/5=1 инверсный вход
X18:15 X18:18	Вход 1.6	SGC1/6=0 прямой вход SGC1/6=1 инверсный вход

Состояние входных дискретных сигналов (контрольную сумму группы сигналов или каждый сигнал по отдельности) можно проконтролировать на дисплее в соответствующем пункте меню.

Входные сигналы для матрицы программных переключателей приведены на Рис. 1.3.14

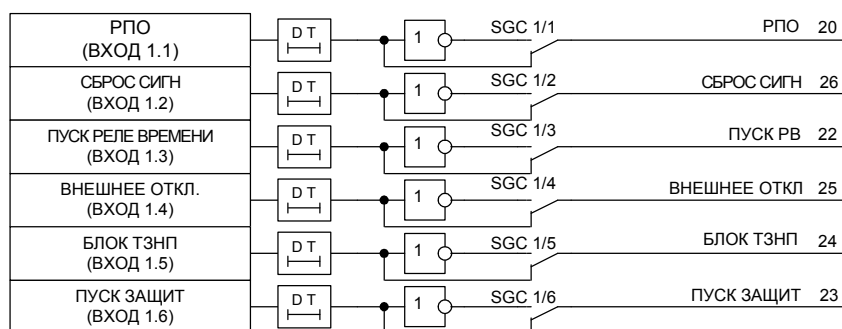


Рис. 1.3.14

### 1.3.4 Выходные реле

Устройства ТОР 100-ДВГ 23 содержат 12 выходных реле. Применены малогабаритные электромеханические реле с малым временем действия. Реле делятся на выходные силовые реле и сигнальные реле в зависимости от коммутационной способности. Выходные силовые реле имеют два последовательно соединенных контакта и обозначены К1.1 и К1.2, остальные реле – менее мощные. Выходное реле К1.4 используется для вызывной сигнализации, выходное реле К1.5 для сигнализации внутренней неисправности. Выходные реле К1.1...К1.3, К2.1 ... К2.7 подключаются через матрицу сигналов, что позволяет оптимально использовать возможности устройства. На матрицу выводятся сигналы действия ступеней защит с выдержками времени, а также сигналы пуска ступеней защит. Это позволяет более гибко использовать возможности выходных реле: увеличить, при необхо-

димости, количество контактов какого-либо реле, организовать необходимые выходные сигналы в зависимости от схемы подключения и т.д.

Реле K1.1...K1.3, K2.1 ... K2.7 имеют схемы самоподхвата. При использовании данного режима сработавшее реле будет находиться в подтянутом состоянии до тех пор, пока не будет выполнен сброс сигнализации и защелок выходных реле от кнопки на лицевой панели, внешним ключом через дискретный вход 1.2 или командой АСУ.

Для перевода в режим самоподхвата, например, реле K1.3 от сигнала «Внешнее отключение» достаточно установить программные ключи SGR 9/3 в состояние «1» (подключение сигнала к реле) и SGR 21/6 в состояние «1» (непосредственно режим самоподхвата не реле K1.3). То же самое через меню терминала выполняется следующим образом: зайти в *Уставки/ Выходные реле/ Внешнее откл./* и выбрать *На реле K1.3: действует*, затем выбрать *Вых.сиг.1 бл./Подхват K1.3: введен*. Аналогичным путем устанавливается или снимается самоподхват остальных реле от действия сигналов.

Первый блок выходных реле может быть выведен из работы установкой программного переключателя SGR1/1 в «0», второй – соответственно, SGR1/2 = 0.

Табл. 1.3.28 показывает функции, по умолчанию выполняемые выходными реле, соответствующие им номера клемм разъемов, количество и тип контактов.

Табл. 1.3.28

Реле	Клеммы	Назначение
Блок 1		
K1.1	X15:1 X15:3	Выходное сигнальное реле (2 н. о.) Возможно переназначение функции (см.Табл. 1.3.29).
K1.2	X15:2 X15:4	Выходное сигнальное реле (2 н. о.) Возможно переназначение функции (см.Табл. 1.3.29).
K1.3	X15:16,12,13 X15:11, 15, 14	Выходное сигнальное реле (2 перекл.) Возможно переназначение функции (см.Табл. 1.3.29).
K1.4	X15:6, X15:9 X15:7, X15:10	Реле «Вызов» (сигнализация без самовозврата, 2 н.о.) Выходное сигнальное реле.
K1.5	X15:8	Реле «Неисправность» (2 н.з.) Выходное сигнальное реле.
Блок 2		
K2.1	X16:1 X16:2	Выходное сигнальное реле (2 н. о.) Возможно переназначение функции (см.Табл. 1.3.29).
K2.2	X16:3 X16:4	Выходное сигнальное реле (2 н. о.) Возможно переназначение функции (см.Табл. 1.3.29).
K2.3	X16:5 X16:6	Выходное сигнальное реле (2 н. о.) Возможно переназначение функции (см.Табл. 1.3.29).
K2.4	X16:7, X16:8 X16:10, X16:9	Выходное сигнальное реле (2 н. о.) Возможно переназначение функции (см.Табл. 1.3.29).
K2.5	X16:11,12,13 X16:16,15,14	Выходное сигнальное реле (2 перекл.) Возможно переназначение функции (см.Табл. 1.3.29).
K2.6	X19:1,2,3 X19:6,5,4	Выходное сигнальное реле (2 перекл.) Возможно переназначение функции (см.Табл. 1.3.29).
K2.7	X19:7, X19:8 X19:10, X19:9	Выходное сигнальное реле (2 н. о.) Возможно переназначение функции (см.Табл. 1.3.29).

Для подключения какого-либо логического сигнала, выведенного на матрицу реле, к выходному реле используется пункт меню *Уставки/ Выходные реле*. Например, чтобы подключить сигнал срабатывания ЗОФ к выходному реле K1.3 необходимо выполнить следующее: *Уставки/ Выходные реле/ ЗОФ/ На реле K1.3: действует* (SGR 8/3=1). Если схемой подключения не подразумевается работа других реле от сигнала УРОВ, необходимо убедиться, что сигнал УРОВ к ним не подключен: *Уставки/ Выходные реле/ ЗОФ/ На реле K1.1: не действует* (SGR 8/1=0) и т.д. Иначе, например, для размножения контактов,

возможно использование большего количества реле, подключить к сигналу реле К1.2: *Уставки/ Выходные реле/ ЗОФ/ На реле К1.2: действует* (SGR 8/2=1).

Перечень входных сигналов для групп программных переключателей SGR2 ... SGR14 матрицы выходных реле приведён в Табл. 1.3.29 и на Рис. 1.3.15.

**ВНИМАНИЕ!** Для работы выходных реле программные переключатели SGR1/1 и SGR1/2 (в меню *Уставки/ Блоки вх.\вых. / Блок 1, Блок 2*) должны быть установлен в 1 (Блок введен).

Табл. 1.3.29

Ключ	Сигнал	Функция
SGR1/1		Разрешение работы выходных реле К1.1...К1.4
SGR1/2		Разрешение работы выходных реле К2.1...К2.7
SGR2/х	Перегрузка откл.	Действие защиты от перегрузки на отключение на выходные реле К1.1...К1.3, К2.1...К2.5
SGR3/х	ЗАХ откл.	Действие ЗАХ ступени на выходные реле К1.1...К1.3, К2.1...К2.5
SGR4/х	Защ.пуск.реж.	Действие защиты пусковых режимов на выходные реле К1.1...К1.3, К2.1...К2.5
SGR5/х	МТЗ_1	Действие МТЗ_1 на выходные реле К1.1...К1.3, К2.1...К2.5
SGR6/х	ТЗНП_1	Действие ТЗНП_1 на выходные реле К1.1...К1.3, К2.1...К2.5
SGR7/х	ТЗНП_2	Действие ТЗНП_2 на выходные реле К1.1...К1.3, К2.1...К2.5
SGR8/х	ЗОФ	Действие ЗОФ на выходные реле К1.1...К1.3, К2.1...К2.5
SGR9/х	Внешнее откл.	Действие Внеш.отключения на выходные реле К1.1...К1.3, К2.1...К2.5
SGR10/х	Защ.от закл. ротора	Действие сигнала «Защ.от закл. ротора» на выходные реле К1.1...К1.3, К2.1...К2.5
SGR11/х	РВ сраб	Действие сигнала «РВ сраб.» на выходные реле К1.3, К2.1...К2.7
SGR12/х	УРОВ	Действие УРОВ на выходные реле К1.3, К2.1...К2.7
SGR13/х	Запрет вкл.	Действие сигнала «Запрет вкл.» на выходные реле К1.3, К2.1...К2.7
SGR14/х	Пуск МТЗ	Действие сигнала «Пуск МТЗ 1» на выходные реле К1.3, К2.1...К2.7
SGR15/х	Uo	Действие сигнала «Uo» на выходные реле К1.3, К2.1...К2.7

Допускается подключение на одно выходное реле нескольких сигналов от действия защит. Допускается подключение нескольких выходных реле (конфигурируемых через матрицу) параллельно для размножения контактов.

Реле «Неисправность» при поданном напряжении оперативного питания находится в подтянутом (разомкнутом) состоянии и возвращается (замыкается) в обесточенное состояние при обнаружении системой самодиагностики неисправности в устройствах или при потере оперативного питания.

Исправность выходных реле контролируется системой самодиагностики, и в случае обнаружения обрыва или ложного срабатывания подается сигнал «неисправность» с указанием кода неисправности.

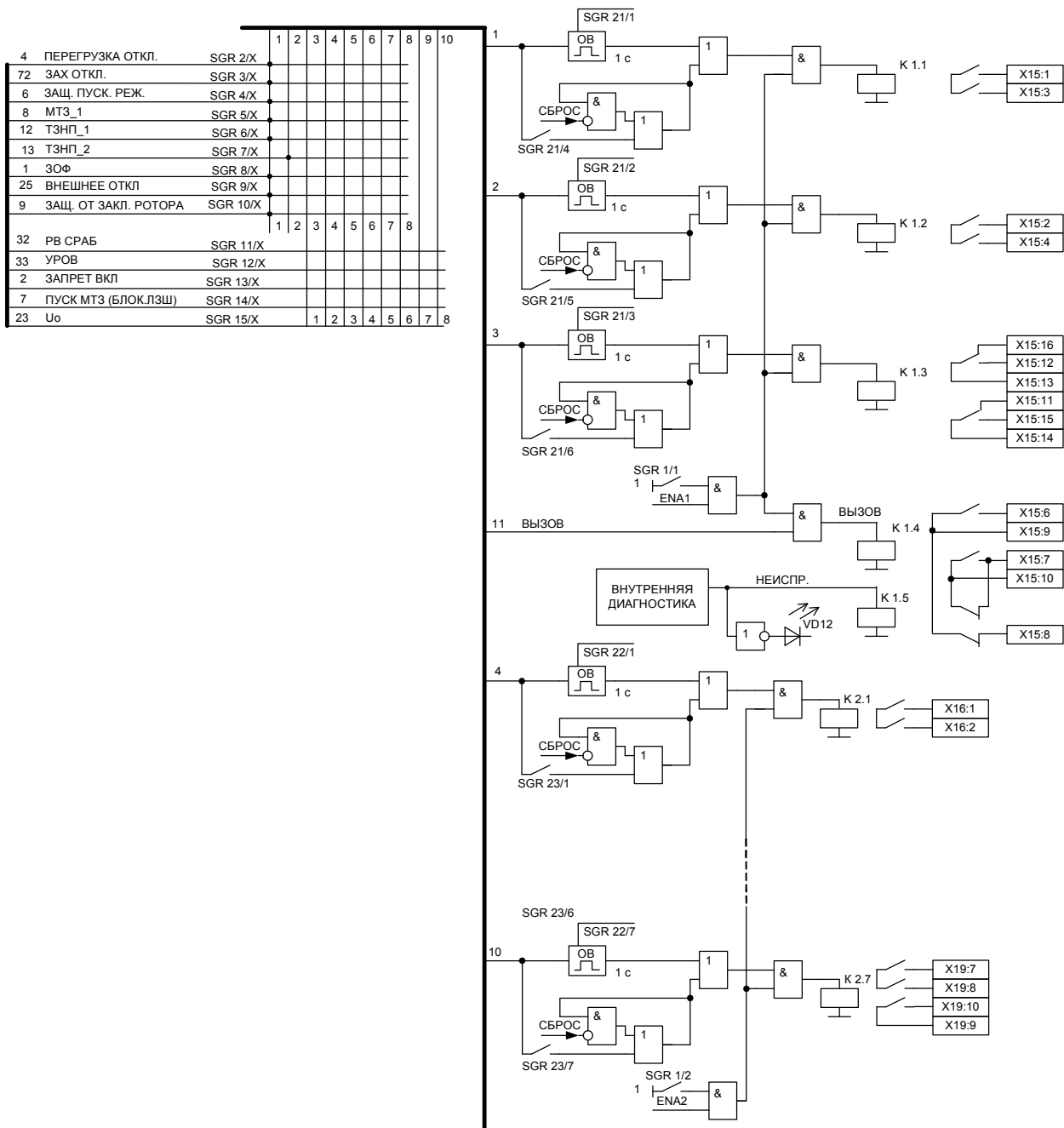


Рис. 1.3.15

### 1.3.5 Цепи сигнализации

Рис. 1.3.16 показывает организацию светодиодной сигнализации с использованием матрицы ключей и входные сигналы для матрицы. На лицевой панели реле имеется 8 светодиодов, которые сигнализируют действия защит. Предусмотрен сброс сигнализации внешним сигналом или кнопкой «С» на лицевой панели.

Для примера, подключение логического сигнала срабатывания МТЗ\_1 к первому индикатору выполняется установкой ключа  $SGS1/1=1$ , или через меню: *Уставки/ Индикация/ МТЗ 1 ступень/ VD1: активизирует*. Если проектной схемой не предусмотрено действие сигнала на другие индикаторы, необходимо их отключить от активации: *Уставки/ Индикация/ МТЗ 1 ступень/ VD2: не активизирует* ( $SGS1/2=0$ ) и т.д.

Предусмотрено действие сигналов на светодиодную сигнализацию с фиксацией и без фиксации. Выбор осуществляется группой программных переключателей SGS29. Например, работа первого светодиода с фиксацией задается установкой ключа  $SGS29/1=1$ , или через ИЧМ: *Уставки/ Индикация/ Самоподхват/ VD1: введен*. При светодиодной сиг-

нализации с фиксацией, одновременно происходит действие на выходное реле К1.4 «Вызов».

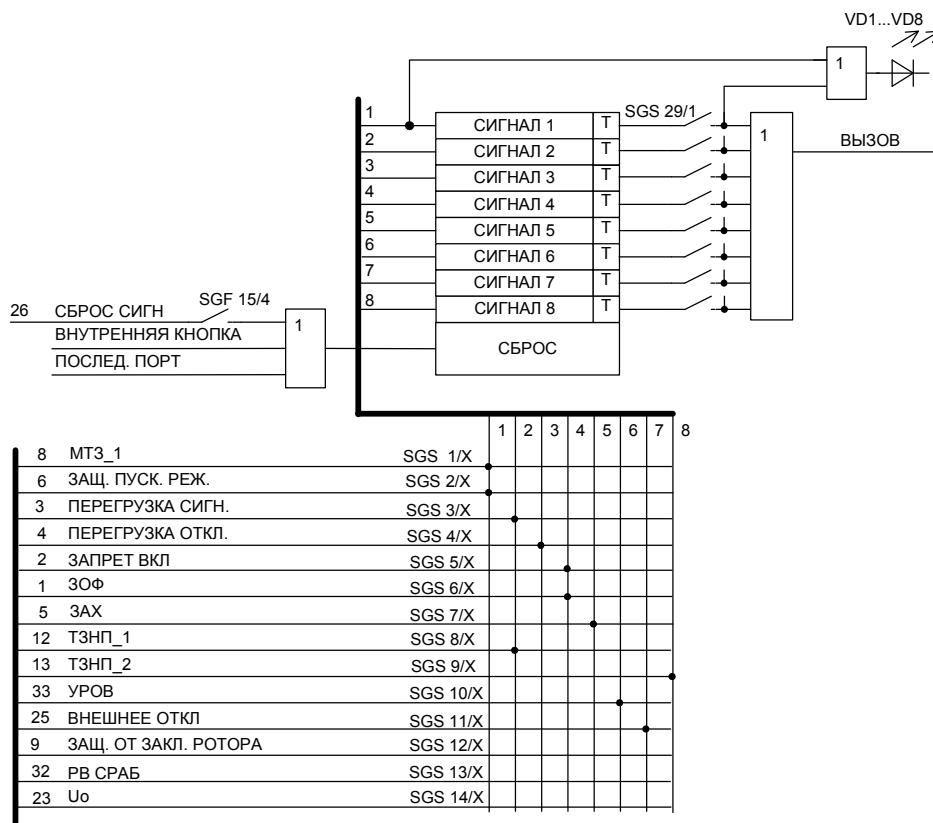


Рис. 1.3.16

В Табл. 1.3.30 приведены надписи, появляющиеся на ЖКИ при авариях. Надписи расположены в порядке убывания приоритета.

Табл. 1.3.30

Надписи на дисплее (расположены по приоритету)	Причина появления
УРОВ	Срабатывание УРОВ
Отсечка с Сраб. Ia, Ib, Ic	Срабатывание МТЗ 1 степени
Защ. пуск. режим Сраб. Ia, Ib, Ic	Срабатывание защиты пускового режима
Защ. закл. ротора Сраб. Ia, Ib, Ic	Срабатывание защиты от заклинивания ротора
Внешнее откл.	Отключение от внешних устройств
ТЗНП Сраб.	Срабатывание ТЗНП
ЗАХ сигнализация Сраб.	Срабатывание ЗАХ на сигнализацию
ЗАХ отключение Сраб.	Срабатывание ЗАХ на отключение
ЗОФ Сраб.	Срабатывание защиты от обрыва фаз
Перегрузка Сраб.	Срабатывание защиты от перегрузки
Земля в сети Сраб.	Срабатывание защиты по 3U <sub>o</sub>
Отсечка Пуск Ia, Ib, Ic	Пуск МТЗ 1 степени

Надписи на дисплее (расположены по приоритету)	Причина появления
Защ.пуск.режим Пуск Ia,Ib,Ic	Пуск защиты пускового режима
ТЗНП Пуск	Пуск ТЗНП
Защ.асинх.хода Пуск Ia,Ib,Ic	Пуск защиты асинхронного хода
ЗОФ Пуск	Пуск защиты от обрыва фаз
Перегрузка Пуск	Пуск защиты от перегрузки
Земля в сети Пуск	Пуск защиты по 3U <sub>0</sub>

### 1.3.6 Перечень уставок

Название, диапазоны и обозначения уставок устройства приведены в Табл. 1.3.31. В колонке «Надпись на дисплее» приведено название уставки по меню ИЧМ терминала и указано значение уставки по умолчанию. В колонке «Связанный ключ» дано обозначение уставки по функциональной схеме (см. Приложение А). В колонке «Диапазон» приведены возможные значения уставок. Если уставке соответствует программный ключ, то даны так же возможные значения данного ключа.

Табл. 1.3.31

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки Перегрузка	Уставки защиты от перегрузки		
Уставки Перегрузка Защита: введена	Ввод в действие защиты от перегрузки	SGF 18/1	1 - введена 0 - выведена
Уставки Перегрузка Номин. ток: 1.00 А	Уставка по номинальному току нагрузки двигателя во вторичных значениях, в амперах		0,2...4,0 x I <sub>N</sub>
Уставки Перегрузка Время t <sub>бх</sub> : 12 с	Уставка максимально допустимого времени перегрузки двигателя при заклинивании ротора, в секундах		2...120
Уставки Перегрузка Кoeff. тепл. защ: 50 %	Уставка по уровню коэффициента тепловой защиты, в процентах		20...100
Уставки Перегрузка Предупр. сигн. : 80 %	Уставка по уровню срабатывания защиты на сигнализацию, в процентах		50...100
Уставки Перегрузка Запрет включ. : 50 %	Уставка по уровню запрета на включение при перегрузке, в процентах		20...80
Уставки Перегрузка Кoeff. охлажд. : 3	Уставка по коэффициенту уменьшения постоянной охлаждения в режиме покоя		1...64
Уставки Защ. асинх. хода	Уставки защиты асинхронного хода		
Уставки Защ. асинх. хода Защита: выведена	Ввод в действие защиты асинхронного хода	SGF 19/1	1 - введена 0 - выведена

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки Защ.асинх.хода Ток сраб.: 1.25 А	Уставка по току срабатывания защиты асинхронного хода во вторичных значениях, в амперах		0,1...40,0 x I <sub>N</sub>
Уставки Защ.асинх.хода Выдержка сигн: 1.00 с	Уставка выдержки T1 по времени срабатывания защиты асинхронного хода, в секундах		0,05...300
Уставки Защ.асинх.хода Выдержка откл: выведена	Действие защиты асинхронного хода на отключение с выдержкой T1	SGF 19/8	1 - введена 0 - выведена
Уставки Защ.асинх.хода Выдержка откл: 1.00 с	Уставка выдержки T1 на отключение защиты асинхронного хода, в секундах		0,05...300
Уставки Защ.асинх.хода Выдержка возв: 5.00 с	Уставка выдержки T2 по времени возврата защиты асинхронного хода, в секундах		0,05...20
Уставки Защ.асинх.хода Блокировка: выведена	Блокировка защиты асинхронного хода	SGF 19/7	1 - введена 0 - выведена
Уставки Защ.пуск.реж.	<b>Уставки защиты пускового режима</b>		
Уставки Защ.пуск.реж. Степень: введена	Ввод в действие ступени защиты пускового режима	SGF 20/1	1 - введена 0 - выведена
Уставки Защ.пуск.реж. Ток сраб.: 6.00 А	Уставка по току срабатывания защиты пускового режима во вторичных значениях, в амперах		0,1...10,0 x I <sub>N</sub>
Уставки Защ.пуск.реж. Принцип раб.: токовая	Принцип (алгоритм) работы защиты пускового режима	SGF 20/2	1 – токовая 0–тепл.импульс
Уставки Защ.пуск.реж. t пуск.режима: 10.0 с	Уставка выдержки T по времени срабатывания защиты пускового режима, в секундах		0,05...100
Уставки Защ.пуск.реж. Блок.пуск.реж: выведена	Блокировка защиты пускового режима	SGF 20/7	1 - введена 0 - выведена
Уставки Защ.пуск.реж. Защ.закл.ротор: введена	Ввод в действие защиты от заклинивания ротора	SGF 20/8	1 - введена 0 - выведена
Уставки Защ.пуск.реж. t закл.ротора: 10.0 с	Уставка выдержки T по времени срабатывания защиты от заклинивания ротора, в секундах		0,05...100
Уставки МТЗ 1 ступень	<b>Уставки МТЗ первой ступени</b>		
Уставки МТЗ 1 ступень Защита: введена	Ввод в действие первой ступени МТЗ	SGF 3/1	1 - введена 0 - выведена
Уставки МТЗ 1 ступень Ток сраб.: 7.50 А	Уставка по току срабатывания первой ступени МТЗ во вторичных значениях, в амперах		0,25...40,0 x I <sub>N</sub>

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки МТЗ 1 ступень Выдержка: 0.05 с	Уставка выдержки T1 по времени срабатывания первой ступени МТЗ, в секундах		0,05...300
Уставки МТЗ 1 ступень Блокировка: выведена	Блокировка первой ступени МТЗ	SGF 3/7	1 - введена 0 - выведена
Уставки ТЗНП	Уставки ступени защиты от замыканий на землю		
Уставки ТЗНП Защита: введена	Ввод в действие ТЗНП	SGF 4/1	1 - введена 0 - выведена
Уставки ТЗНП Ток сраб.: 0.20 А	Уставка по току срабатывания ТЗНП во вторичных значениях, в амперах		0,01...10,0 x I <sub>N</sub>
Уставки ТЗНП Выдержка T1: выведена	Ввод выдержки T1 ТЗНП с действием на сигнализацию	SGF 4/3	1 - введена 0 - выведена
Уставки ТЗНП Выдержка T1: 2.00 с	Уставка выдержки T1 по времени срабатывания ТЗНП, в секундах		0,05...300
Уставки ТЗНП Выдержка T2: длит. инверс.	Выбор характеристики срабатывания защиты от замыканий на землю, см. Приложение 3	SGF 4/4 SGF 4/5 SGF 4/6	000-независимая 100-чрезвыч. инв. 010-сильно инв. 110-инверсная 001-длит.инверс. 101-RI-типа 011-RXIDG-типа 111-независимая
Уставки ТЗНП Выдержка T2: 2.00 с	Уставка выдержки T2 по времени срабатывания ТЗНП, в секундах		0,05...300
Уставки ТЗНП Коеф. времени: 0.05	Коеффициент времени ТЗНП (при обратно-зависимых характеристиках)		0,05...1,00
Уставки ТЗНП Блокировка: введена	Блокировка ТЗНП	SGF 4/7	1 - введена 0 - выведена
Уставки ТЗНП Принцип раб.: по осн.гарм.	Выбор принципа работы защиты от замыканий на землю – по основной гармонике, или по высшим гармоникам	SGF 4/2	1-по высш.гарм. 0-по осн.гарм.
Уставки ОНМ	Уставка органа направления мощности		
Уставки ОНМ Действие: ненаправлен.	Настройка органа направления мощности защиты от замыканий на землю	SGF 26/7	1 – направленное 0 – ненаправлен.
Уставки ОНМ ТЗНП, угол мс: 0	Уставка по углу максимальной чувствительности ТЗНП. Шаг изменения 1°		0...359°
Уставки ЗОФ I2	Уставки ступени защиты от обрыва фаз (по току обратной последовательности)		
Уставки ЗОФ I2 Защита: выведена	Ввод в действие ЗОФ с контролем по току обратной последовательности I2	SGF 5/1	1 - введена 0 - выведена

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки 30Ф I2 I2 сраб. : 0.15 А	Уставка по току срабатывания 30Ф во вторичных значениях, в амперах		0,03...2,5 x I <sub>N</sub>
Уставки 30Ф I2 Выдержка: 0.06 с	Уставка Т по времени срабатывания 30Ф, в секундах		0,06...300
Уставки 30Ф I2 Принцип раб.: контр.3 фаз	Выбор принципа работы	SGF 5/2	1 - контр.2 фаз 0 - контр.3 фаз
Уставки 30Ф Id	Уставки ступени защиты от обрыва фаз (по току небаланса)		
Уставки 30Ф Id Защита: введена	Ввод в действие 30Ф с контролем по небалансу (Id)	SGF 46/1	1 - введена 0 - выведена
Уставки 30Ф Id Небаланс: 25 %	Уставка по небалансу срабатывания 30Ф, в процентах		10...100%
Уставки 30Ф Id Выдержка: 9.00 с	Уставка Т по времени срабатывания 30Ф, в секундах		1,0 ...300
Уставки 30Ф Id Принцип раб.: контр.2 фаз	Выбор принципа работы	SGF 46/2	1 - контр.2 фаз 0 - контр.3 фаз
Уставки Орган мин.напр	Уставки органа минимального напряжения		
Уставки Орган мин.напр Защита: введена	Ввод в действие защиты минимального напряжения	SGF 22/1	1 - введена 0 - выведена
Уставки Орган мин.напр Напряж.сраб.: 70.0 В	Уставка по напряжению срабатывания защиты минимального напряжения, в вольтах		10...100 В
Уставки Орган мин.напр Выдержка: 1.00 с	Уставка по времени срабатывания защиты минимального напряжения второй секции, в секундах		0,05...300 с
Уставки Орган мин.напр Режим работы: контр. 3 фаз	Выбор режима работы защиты минимального напряжения	SGF 22/2	0 - контр. 1 фазы 1 - контр. 3 фаз.
Уставки Орган макс.напр	Уставки органа максимального напряжения		
Уставки Орган макс.напр Защита: введена	Ввод в действие органа максимального напряжения	SGF 9/1	1 - введена 0 - выведена
Уставки Орган макс.напр Напряж.сраб.: 80.0 В	Уставка по напряжению срабатывания защиты максимального напряжения, в вольтах		50...160 В
Уставки Орган макс.напр Выдержка: 0.05 с	Уставка по времени срабатывания защиты максимального напряжения, в секундах		0,05...300 с
Уставки Орган макс.напр Режим работы: контр.1 фазы	Выбор режима работы защиты максимального напряжения	SGF 9/2	0 - контр. 1 фазы 1 - контр. 3 фаз.

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки Орган ЗУо	Уставки защиты по напряжению нулевой последовательности		
Уставки Орган ЗУо Защита: введена	Ввод в действие защиты по напряжению нулевой последовательности	SGF 7/1	1 - введена 0 - выведена
Уставки Орган ЗУо Напряж.сраб.: 10.0 В	Уставка по напряжению срабатывания защиты по напряжению нулевой последовательности, в вольтах		1...200 В
Уставки Орган ЗУо Выдержка: 10.0 с	Уставка по времени срабатывания защиты по напряжению нулевой последовательности, в секундах		0,05...300 с
Уставки УРОВ	Уставки УРОВ		
Уставки УРОВ УРОВ: введено	Ввод в действие УРОВ	SGF 10/1	1 - введено 0 - выведено
Уставки УРОВ Туров: 0.25 с	Уставка выдержки по времени срабатывания УРОВ, в секундах		0,1...1,0 с
Уставки УРОВ Токовый орган: 0.25 А	Уставка по току срабатывания измерительного органа УРОВ, в амперах		0,05...0,5 x I <sub>N</sub>
Уставки УРОВ От ТЗНП: не действует	Действие УРОВ при отключении от ТЗНП	SGF 10/2	1 - действует 0 – не действует
Уставки УРОВ От внеш.откл.: не действует	Действие УРОВ при отключении от сигнала «Внешнее отключение»	SGF 10/3	1 - действует 0 – не действует
Уставки УРОВ От перег.откл: не действует	Контроль включенного положения выключателя для действия УРОВ	SGF 10/4	1 - действует 0 – не действует
Уставки УРОВ От ЗАХ: не действует	Действие УРОВ при отключении от защиты асинхронного хода	SGF 10/5	1 - действует 0 – не действует
Уставки Блокировка ЛЗШ	Уставки блокирования ЛЗШ		
Уставки Блокировка ЛЗШ От з.пуск.реж: введена	Использование пуска МТЗ третьей ступени на блокирование ЛЗШ	SGF 8/1	1 - введена 0 - выведена
Уставки Блокировка ЛЗШ От МТЗ 1 ст.: введена	Использование пуска МТЗ второй ступени на блокирование ЛЗШ	SGF 8/2	1 - введен 0 - выведен
Уставки Сигнализация	Уставки сигнализации		
Уставки Сигнализация Сброс от вх.: выведен	Разрешение сброса светодиодной сигнализации, подхваченных реле и событий на дисплее от внешнего сигнала через дискретный вход	SGF 15/4	1 - введен 0 - выведен
Уставки Дискр. входы	Настройка дискретных входов		
Уставки/Входы Входы 1.1-1.6 Вход 1.1: прямой	Установка программной инверсии на дискретный вход 1.1	SGC 1/1	1 - инверсный 0 - прямой

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки/Входы Входы 1.1-1.6 Вход 1.2: прямой	Установка программной инверсии на дискретный вход 1.2	SGC 1/2	1 - инверсный 0 - прямой
Уставки/Входы Входы 1.1-1.6 ...	Для остальных входов с программной инверсией предусмотрены аналогичные пункты меню. Подробнее см. п.1.3.3.2	SGC 1	
Уставки Выходные реле	Настройка выходных реле		
Уставки/Вых.реле Перегруз.откл На реле K1.1 действует	Подключение сигнала срабатывания МТЗ первой ступени к выходному реле 1.1	SGR 2/1	1 - действует 0 - не действует
Уставки/Вых.реле Перегруз.откл На реле K1.2 не действует	Подключение сигнала срабатывания МТЗ первой ступени к выходному реле 1.2	SGR 2/2	1 - действует 0 - не действует
Уставки/Вых.реле Перегруз.откл ...	Подключение сигнала срабатывания МТЗ первой ступени к остальным выходным реле выполняется аналогично. Подробнее см. п.1.3.4	SGR 2	
Уставки/Вых.реле ЗАХ На реле K1.1 действует	Подключение сигнала срабатывания МТЗ второй ступени к выходному реле 1.1	SGR 3/1	1 - действует 0 - не действует
Уставки/Вых.реле ... ...	Подключение остальных сигналов к выходным реле выполняется аналогично. Подробнее см. п. 1.3.4	SGR 3 ... SGR 15	
Уставки Индикация	Настройка светодиодной индикации (сигнализации)		
Уставки/Индикац. МТЗ 1 ступень VD1: активизирует	Подключение сигнала срабатывания МТЗ первой ступени на первый светодиод	SGS 1/1	1 - активизирует 0 - не активизир.
Уставки/Индикац. МТЗ 1 ступень VD2: не активизир.	Подключение сигнала срабатывания МТЗ первой ступени на второй светодиод	SGS 1/2	1 - активизирует 0 - не активизир.
Уставки/Индикац. МТЗ 1 ступень ...	Подключение сигнала срабатывания МТЗ первой ступени на остальные светодиоды. Подробнее см. п.1.3.5	SGS 1	
Уставки/Индикац. Защ.пущ.реж. VD1: не активизир.	Подключение сигнала срабатывания МТЗ второй ступени на первый светодиод. Как видно, на VD1 действуют срабатывания от МТЗ первой и второй ступеней	SGS 2/1	1 - активизирует 0 - не активизир.
Уставки/Индикац. ... ...	Подключение других сигналов на остальные светодиоды производится аналогично. Подробнее см. п.1.3.5	SGS 3 ... SGS 14	
Уставки/Индикац. Самоподхват VD1: выведен	Установка защелки на первый светодиод. С включенной защелкой индикация будет активна до сброса.	SGS 29/1	1 - введен 0 - выведен
Уставки/Индикац. Самоподхват VD2: выведен	Установка защелки на второй светодиод. Без защелки индикатор погаснет при возврате сигнала.	SGS 29/2	1 - введен 0 - выведен
Уставки/Индикац. Самоподхват ...	Установка защелки на остальные светодиоды аналогична. Подробнее см. п.1.3.5	SGS 29	

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки Трансформаторы	Уставки трансформаторов		
Уставки Трансформаторы Ктт фазн.: 60	Значение коэффициента трансформации фазных токов		1...8000
Уставки Трансформаторы Ктнп: 28.0	Значение коэффициента трансформации тока нулевой последовательности		0,1...999
Уставки Трансформаторы Ном. фазн. ток: 5 А	Значение номинальных входных токов максимальной токовой защиты. Должно совпадать с использованной обмоткой ТТ фаз терминала, в амперах		1...5А
Уставки Трансформаторы Ном. ток ТЗНП: 1 А	Значение номинального входного тока защиты от замыканий на землю. Должно совпадать с использованной обмоткой ТТ 3I <sub>0</sub> терминала, в амперах		0,2...5А
Уставки Трансформаторы Ктн: 63	Значение коэффициента трансформации трансформатора напряжения шин		1...2200
Уставки Трансформаторы Ктно: 63	Значение коэффициента трансформации трансформатора напряжения нулевой последовательности шин		1...2200
Уставки Осциллограф	Уставки встроенного осциллографа		
Уставки Осциллограф Режим: включен	Включение/выключение встроенного осциллографа. Для полной настройки необходимо использовать персональный компьютер и программу «Теком». См.п. «Рекомендации по установке параметров аварийного осциллографа и режима регистрации событий»		включен выключен
Уставки Метод измерений	Выбор метода измерений входных аналоговых величин		
Уставки Метод измерений Метод: Фурье	Выбор метода измерения аналоговых величин. Подробнее см.п. «Рекомендации по выбору метода измерений» ниже		Амплитудный Среднеквадр-й Фурье
Уставки Блоки вх./вых.	Выбор используемых блоков дискретных входов и выходных реле		
Уставки Блоки вх./вых. Блок 1: введен	Ввод в работу первого блока входов/выходов (разъемы X15 и X18)	SGR 1/1	1 - введен 0 - выведен
Уставки Блоки вх./вых. Блок 2: выведен	Ввод в работу второго блока входов/выходов (разъемы X16 и X19)	SGR 1/2	1 - введен 0 - выведен
Уставки Реле времени	Уставки реле времени		
Уставки Реле времени Выдержка РВ: 0.50 с	Уставка выдержки по времени срабатывания внутреннего таймера в секундах		0...60 с
Уставки Програм. ключи	Перечень всех программных переключателей с контрольными суммами		

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки Програм. ключи SGF 3: 1	Установка контрольной суммы программного ключа SGF 3. Сумма рассчитывается методом преобразования двоичного числа в десятичное. Контрольная сумма взаимосвязана с уставками МТЗ первой ступени в меню	SGF 3	0...255
Уставки Програм. ключи SGF 4: 97	Установка контрольной суммы программного ключа SGF 4. Контрольная сумма взаимосвязана с уставками МТЗ второй ступени в меню	SGF 4	0...255
Уставки Програм. ключи ...	Установка контрольной суммы групп программных ключей SGF, SGR, SGS, SGC и SGB производится аналогично. Сумма рассчитывается методом преобразования двоичного числа в десятичное. Все контрольные суммы взаимосвязаны с уставками в меню	SGF SGR SGS SGC SGB	0...255

### 1.3.7 Перечень измеряемых величин.

Параметры измеряемых величин приведены в Табл. 1.3.32. Измеряемые величины доступны для просмотра через ИМЧ в пункте меню Измерения.

Табл. 1.3.32

Надпись на дисплее	Измеряемый параметр	Диапазон
Измерения Первичные	Измеряемые токи и напряжения в первичных величинах	
Ток фазы А:	Первичное значение тока фазы А, в амперах	$0...50 \times I_N$
Ток фазы В:	Первичное значение тока фазы В, в амперах	$0...50 \times I_N$
Ток фазы С:	Первичное значение тока фазы С, в амперах	$0...50 \times I_N$
Ток I2:	Первичное значение тока I2, в амперах	$0...50 \times I_N$
Небаланс:	Величина небаланса в сети, в процентах	0...100%
Ток 3Iо:	Ток нулевой последовательности, в амперах	$0...25 \times I_N$
Напряж. Uab:	Первичное значение напряжения Uab, в киловольтах	$0...2,0 \times U_N$
Напряж. Ubc:	Первичное значение напряжения Ubc, в киловольтах	$0...2,0 \times U_N$
Напряж. Uca:	Первичное значение напряжения Uca, в киловольтах	$0...2,0 \times U_N$
Напряж. 3Uо:	Первичное значение напряжения нулевой последовательности, в киловольтах	$0...2,0 \times U_N$
Измерения Вторичные	Измеряемые токи и напряжения во вторичных величинах	
Ток фазы А:	Вторичное значение тока фазы А, в амперах	$0...50 \times I_N$
Ток фазы В:	Вторичное значение тока фазы В, в амперах	$0...50 \times I_N$
Ток фазы С:	Вторичное значение тока фазы С, в амперах	$0...50 \times I_N$
Ток I2:	Вторичное значение тока I2, в амперах	$0...50 \times I_N$
Небаланс:	Величина небаланса в сети, в процентах	0...100%
Ток 3Iо:	Ток нулевой последовательности, в амперах	$0...25 \times I_N$
Напряж. Uab:	Вторичное значение напряжения Uab, в вольтах	$0...2,0 \times U_N$
Напряж. Ubc:	Вторичное значение напряжения Ubc, в вольтах	$0...2,0 \times U_N$
Напряж. Uca:	Вторичное значение напряжения Uca, в вольтах	$0...2,0 \times U_N$
Напряж. 3Uо:	Вторичное значение напряжения нулевой последовательности, в вольтах	$0...2,0 \times U_N$

Надпись на дисплее	Измеряемый параметр	Диапазон
Измерения Углы/Направлен.	Измеряемые углы между токами и напряжениями в системе, направления	
Угол ( $I_0, U_0$ ):	Величина угла между током нулевой последовательности относительно напряжения нулевой последовательности	0...360°
Направл. $I_0$ :	Направление тока нулевой последовательности относительно напряжения нулевой последовательности	в зоне вне зоны
Измерения Дискрет. входы	Состояние сигналов на дискретных входах	
Входы 1.1-1.6:	Состояние дискретных сигналов входов 1.1-1.6	000000...111111
РПО:	Состояние входного дискретного сигнала входа «РПО»	0 или 1
Сброс сигн.:	Состояние входного дискретного сигнала входа «Сброс сигнализации»	0 или 1
Пуск РВ 2:	Состояние входного дискретного сигнала входа «Пуск реле времени 2»	0 или 1
Внешнее откл.:	Состояние входного дискретного сигнала входа внешнего отключения	0 или 1
Блок ТЗНП:	Состояние входного дискретного сигнала входа «Блок ТЗНП»	0 или 1
Пуск защит:	Состояние входного дискретного сигнала входа «Пуск защит»	0 или 1
Измерения Выходные реле	Состояние сигналов, поданных на выходные реле	
Реле К1.1-К1.5:	Состояние сигналов, поданных на выходные реле К1.1-К1.5	00000...11111
Реле К2.1-К2.7:	Состояние сигналов, поданных на выходные реле К2.1-К2.6	0000000...111111 11
Вызов:	Состояние сигнала, поданного на реле К1.4	0 или 1
Неисправность:	Состояние сигнала, поданного на реле К1.5	0 или 1
Измерения Тепл.уров: 1%	Тепловой уровень нагрева двигателя, в процентах	

### 1.3.8 Перечень регистрируемых параметров

В Табл. 1.3.33 приведен перечень регистрируемых параметров. Просмотреть зарегистрированные параметры можно через ИМЧ в пункте меню Регистрация.

Табл. 1.3.33

Надпись на дисплее	Зарегистрированный параметр	Диапазон
Регистрация Аналог.знач.: 0	Данные десяти последних аварийных событий с аналоговыми величинами	
Регистрация Аналог.значений 1.День-мес-год чч:мм:сс.мс	Дата начала аварийного события №1 Время начала аварийного события (до миллисекунд)	01-01-00...31-12-99 00:00:00.000... 23:59:59.999
Регистрация Аналог.значений Ток фазы А:	Ток фазы А в первичных величинах в момент аварии (в момент отключения, а если не было отключения – в момент пуска ступени защит)	0...50 x $I_N$
Регистрация Аналог.значений Ток фазы В:	Ток фазы В в первичных значениях в момент пуска/срабатывания защит (аналогично току фазы А)	0...50 x $I_N$
Регистрация Аналог.значений Ток фазы С:	Ток фазы С в первичных значениях, в момент пуска/срабатывания защит (аналогично току фазы А)	0...50 x $I_N$

Надпись на дисплее	Зарегистрированный параметр	Диапазон
Регистрация Аналог. значений Ток 3Iо:	Ток нулевой последовательности в первичных значениях, в момент пуска/срабатывания защит (аналогично току фазы А)	0...25 x I <sub>N</sub>
Регистрация Аналог. значений Ток I2:	Величина тока I2 в первичных значениях, в момент пуска/срабатывания защит	0...50 x I <sub>N</sub>
Регистрация Аналог. значений Небаланс: 10 %	Величина тока небаланса в процентах в момент пуска/срабатывания защит	0...100 %
Регистрация Аналог. значений Напряж. Uab	Междуфазное напряжение Uab в первичных значениях, в момент пуска/срабатывания защит	0...2,0 x I <sub>N</sub>
Регистрация Аналог. значений Напряж. Ubc	Междуфазное напряжение Ubc в первичных значениях, в момент пуска/срабатывания защит (аналогично Uab)	0...2,0 x I <sub>N</sub>
Регистрация Аналог. значений Напряж. Uca	Междуфазное напряжение Uca в первичных значениях, в момент пуска/срабатывания защит (аналогично Uab)	0...2,0 x I <sub>N</sub>
Регистрация Аналог. значений Напряж. 3Uо	Напряжение нулевой последовательности в первичных значениях, в момент пуска/срабатывания защит	0...2,0 x I <sub>N</sub>
Регистрация Аналог. значений 1. День-мес-год чч:мм:сс.мс	Дата начала аварийного события №1 Время начала аварийного события (до миллисекунд)	01-01-00...31-12-99 00:00:00.000... 23:59:59.999
Регистрация Событий: 0	<b>Данные 100 последних дискретных событий (пример)</b>	
Регистрация Событий 1. День-мес-год чч:мм:сс.мс	Дата начала дискретного события №1 Время начала дискретного события (до миллисекунд)	01-01-00...31-12-99 00:00:00.000... 24:59:59.999
Регистрация Событий Срабатывание защ. пуск реж.	Текстовое название события, вызвавшего регистрацию	
Регистрация Осциллогр.: 0	<b>Данные 10 последних осциллограмм</b>	
Регистрация Осциллограмм 1. День-мес-год чч:мм:сс.мс	Дата начала записи №1 встроенного осциллографа Время начала записи (до миллисекунд)	01-01-00...31-12-99 00:00:00.000... 23:59:59.999
Регистрация Сброс регистр.	<b>Очистка регистратора</b>	
Регистрация Сброс регистр. выполнить	Очистка всех записей аналогового и дискретного регистраторов, осциллографа. После очистки в дискретных событиях остается одна запись с указанием времени очистки регистраторов.	
Регистрация Сб. тепл. уровня	<b>Сброс теплового уровня</b>	
Регистрация Сб. тепл. уровня выполнить	Сброс теплового уровня. После сброса защита разрешает повторный пуск, двигатель может быть запущен снова	

## 2. РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 2.1 Общие указания

Эксплуатация и обслуживание устройств должны производиться в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей» и настоящим «Руководством по эксплуатации» на устройства при значениях климатических факторов, указанных в настоящем документе.

Возможность работы устройств в условиях, отличных от указанных, должна согласовываться с предприятием-изготовителем.

### 2.2 Меры безопасности

При эксплуатации и испытаниях устройств ТОР необходимо руководствоваться «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок», а также требованиями настоящего «Руководства по эксплуатации».

Монтаж, обслуживание и эксплуатацию устройств разрешается производить лицам, прошедшим соответствующую подготовку.

Выемку блоков из устройств и их установку, а также работы на зажимах устройств следует производить при обесточенном состоянии.

Перед включением и во время работы устройства должны быть надежно заземлены через заземляющий угольник с контуром заземления (корпусом ячейки, шкафа) медным проводником сечением **не менее 4 мм<sup>2</sup>** наикратчайшим путём.

### 2.3 Размещение и монтаж

Внешний вид, габаритные, установочные размеры и масса устройства приведены в приложении В.

Схема подключения входных дискретных сигналов и выходных релейных контактов зависит от типоисполнения (внутренней конфигурации) устройств. Внешние электрические цепи подключаются при помощи клеммных колодок и разъемов на задней стенке устройств. Расположение клемм на устройстве показано в приложении Г.

### 2.4 Измерение параметров, регулировка и настройка

Регулировка, просмотр и настройка параметров устройств осуществляется с помощью блока индикации и управления или по последовательному каналу с использованием переносного компьютера с программным обеспечением.

Существует три режима работы блока индикации и управления с ЖКИ дисплеем:

- дисплей погашен;
- индикация измерений для дежурного персонала при нажатии любой кнопки (при погашен дисплее);
- индикация полноценного меню для работы обслуживающего персонала СРЗА (нажатие кнопки «Е» на 2 с).

Измерение, настройка параметров и уставок с помощью переносного компьютера с соответствующим программным обеспечением сводится к вызову параметров, подлежащих изменению, и последующей корректировке их на экране дисплея. Удобство заключается в установке параметров и уставок в табличной форме с соответствующими комментариями и подсказками, исключающими внесение ошибочных данных.

При измерении и регулировке параметров устройств вручную с помощью блока управления и индикации связь оператора с устройствами осуществляется с помощью четырёх кнопок ("↑", "↓", "E", "C") управления и ЖКИ дисплея.

Табл. 2.4.1

Операция	Кнопка	Действие
Включение дисплея (при погашенном состоянии)	любая	Кратковременное нажатие
Гашение дисплея	С	Нажать на 2 с
Вход в меню	Е	Нажатие на 2 с
Выход из меню	С	- " -
Вход в подменю	Е	Кратковременное нажатие
Выход из подменю	С	- " -
Перемещение по меню на 1 пункт вверх	↑	Кратковременное нажатие
Перемещение по меню на 1 пункт вниз	↓	- " -
Быстрое перемещение вверх по меню	↑	Длительное нажатие
Быстрое перемещение вниз по меню	↓	- " -

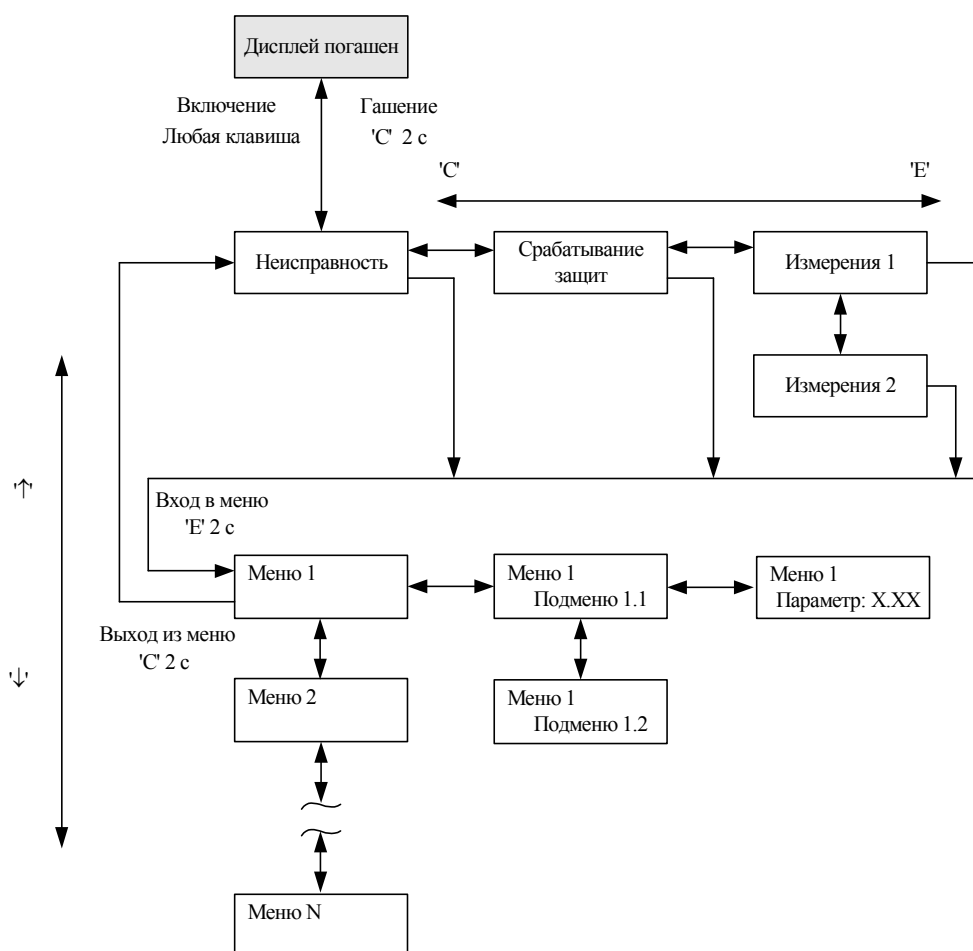


Рис. 2.4.1. Действия, осуществляемые кнопками, при движении по меню

Нажатием на кнопки осуществляется передвижение по меню и настройка параметров устройств, которые отображаются на дисплее. В соответствующих пунктах меню отображается следующая информация:

- измеренные значения токов, напряжений и состояния дискретных входов и выходных реле;
  - зарегистрированные величины аварийных режимов;
  - содержание буфера событий,
- а также производится настройка параметров устройств:
- уставок и конфигурации терминала;
  - параметров трансформаторов (коэффициенты трансформации);
  - параметров регистратора;

- параметров связи;
- параметров режима тестирования;
- времени и даты;
- информации об устройствах.

Назначение кнопок управления при передвижении по меню устройств отражены на Рис. 2.4.1 и в Табл. 2.4.1.

Гашение ЖКИ осуществляется автоматически через 10 мин после последнего нажатия любой из кнопок или вывода последнего сообщения. ЖКИ можно погасить принудительно нажатием на 2с кнопки «С», находясь в экране индикации измерений, сигнализации срабатывания защит или сигнализации неисправности при условии, что сигнализацию можно сбросить. В противном случае текст сообщения о неисправности или срабатывании защиты останется на дисплее в течение 10 мин.

#### 2.4.1 Измеряемые параметры

В основном меню «Измерения» можно посмотреть значения текущих аналоговых величин тока и напряжения, состояние дискретных входных и выходных сигналов.

В штатном режиме (нет аварийных ситуаций, пусков, неисправностей) ЖКИ дисплей погашен. Для получения информации о токах и напряжениях присоединения дежурному персоналу необходимо просто нажать любую кнопку под дисплеем, после чего загорается подсветка дисплея, и появляются значения. На экран будут выведены только текущие значения величин, но доступ в основное меню запрещён. Вначале происходит индикация четырёх значений токов, для получения информации о напряжениях (если имеются цепи напряжения в устройстве) необходимо нажать кнопку «вверх» или «вниз».

При появлении неисправности устройств или регистрации какого-либо события на дисплей выводится соответственно код неисправности или расшифровка события и включается подсветка. Она выключается через 10 мин после нажатия кнопки или появления события на дисплее. Нажатием любой кнопки через 10 мин и более можно вызвать вновь данное сообщение. Они имеют наивысший приоритет по сравнению с измерениями. Поэтому при наличии события или неисправности для получения текущих измерений необходимо сначала нажать любую кнопку (появляется событие или код неисправности, которые дежурному необходимо записать в журнал вместе со светодиодами), а затем кнопку «Е» для перехода от экрана индикации неисправности в экран индикации сигнализации срабатывания защит или экран измерений.

Доступ в основное меню – нажатием на 2 с кнопки «Е».

Во время наладочных работ, испытаний и т. п. рекомендуется применять более информационный режим, войдя в основное меню. В меню «Измерения» отображаются значения измеренных фазных токов, тока нулевой последовательности, вычисленное значение тока небаланса, линейные напряжения, напряжение нулевой последовательности, состояние дискретных входных сигналов и выходных реле устройств.

Состояние входных сигналов отображается следующим образом: 0 - напряжение на вход не подано, 1 – напряжение на вход подано, не зависимо от того, как сконфигурирован вход (с инверсией или без).

Состояние выходных реле отображается как 1- когда выходное реле сработано, 0 – когда выходное реле обесточено.

Параметры измеряемых величин приведены в разделе 1.3.

#### 2.4.2 Зарегистрированные параметры

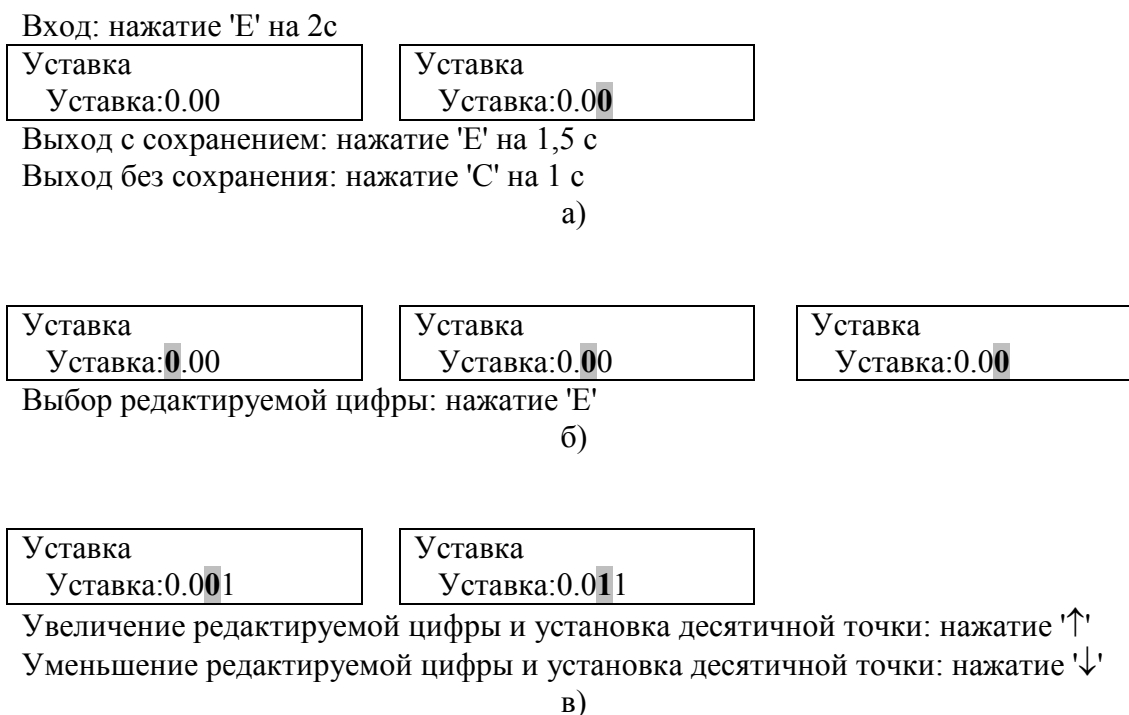
В меню «Регистрация» отображаются зарегистрированные аналоговые и дискретные события, перечень которых приведён в разделе 1.3. Очистка регистратора аналоговых и дискретных событий и сброс времени включения/отключения выключателя осуществляется путем входа в подменю пункта «Сброс событий», в котором появляется подтверждающий запрос. Подтверждение производится нажатием кнопки 'Е'.

### 2.4.3 Настройка уставок

Названия, диапазон и другие параметры уставок приведены в разделе 1.3 для конкретного типоразмера устройств.

Выставление уставок ступеней защит по току и времени, функций автоматики, производится в основном меню в окне «Уставки». Все уставки и параметры устройств доступны для просмотра в соответствующих пунктах меню. В режиме изменения уставок редактируемая цифра или десятичная точка находится в режиме мерцания курсора. Назначение кнопок управления при изменении параметров и уставок устройств отражены на Рис. 2.4.2 и в Табл. 2.4.2. Редактирование и ввод новых значений уставок и некоторых параметров возможно только при открытии пароля (значение по умолчанию 001).

Запрос на открытие пароля производится при входе первый раз в режим изменения уставок, после включения устройств или после включения дисплея (пароль ИЧМ). Процедура открытия пароля аналогична редактированию и вводу уставки. При неправильном вводе значения пароля при открытии, его значение сбрасывается в 000, после чего необходимо ввести правильное значения пароля. Закрытие пароля происходит автоматически, по истечении 3 мин после последнего редактирования уставки или при выключении дисплея кнопкой 'С'. Изменение пароля доступа к редактированию уставок производится в соответствующем пункте меню «Связь», просмотр старого значения пароля возможен только при открытом пароле.



- а) – вход/выход в режим изменения уставок,
- б) – выбор редактируемой цифры или десятичной точки,
- в) – изменение редактируемой цифры и установка десятичной точки

Рис. 2.4.2. Действия, осуществляемые кнопками при редактировании уставок/параметров устройств

Попытка ввести значение уставки, выходящее за границы диапазона, приводит к сохранению значения уставки до редактирования (аналогично выходу из режима изменения уставок без сохранения).

Параметры ступеней защит задаются в соответствующих пунктах подменю. Ток и напряжение срабатывания ступеней защит задается во вторичных значениях, за исключением защиты от обрыва фаз, где уставка задается в процентах. Вход в подменю осуществляется кратковременным нажатием (<1 с) кнопки 'Е'.

Табл. 2.4.2

Операция	Кнопка	Действие
Изменение уставок ступеней защит		
Вход/Выход из режима изменения уставки с сохранением отредактированного значения	Е	Нажатие на 2 с
Выход из режима изменения уставки без сохранения отредактированного значения	С	Нажатие на 1 с
Выбор цифры для редактирования (поочередно)	Е	Нажатие на время <0,5 с
Увеличение редактируемой цифры/параметра	↑	– " –
Уменьшение редактируемой цифры/параметра	↓	– " –
Быстрое увеличение редактируемой цифры/параметра	↑	Длительное нажатие
Быстрое уменьшение редактируемой цифры/параметра	↓	– " –

Конфигурация входных дискретных сигналов (Входы 2.1-2.6, входы 3.1-3.6) производится при помощи меню следующим образом (Рис. 2.4.3 и Рис. 2.4.4):

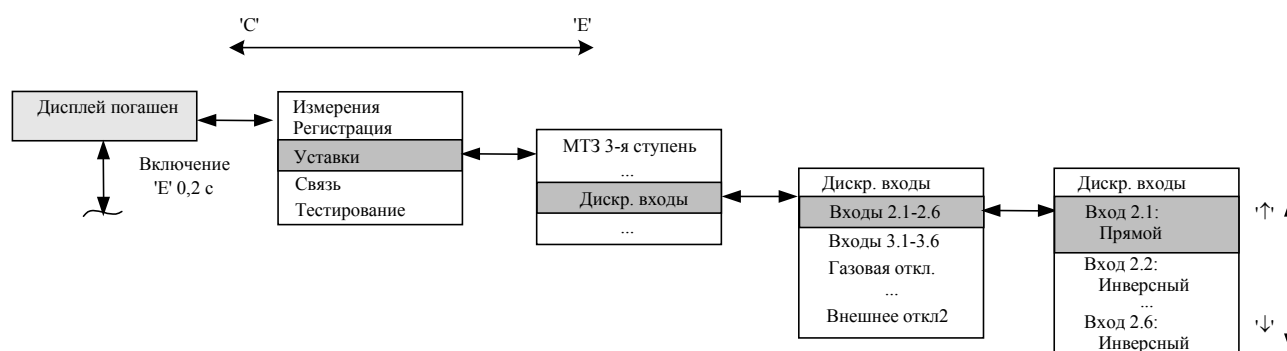


Рис. 2.4.3

*Примечание к Рис. 2.4.3 - Номер входа и назначение входа («прямой» или «инверсный») выбирается путем установки курсора на нужную позицию с помощью клавиш со стрелками.*

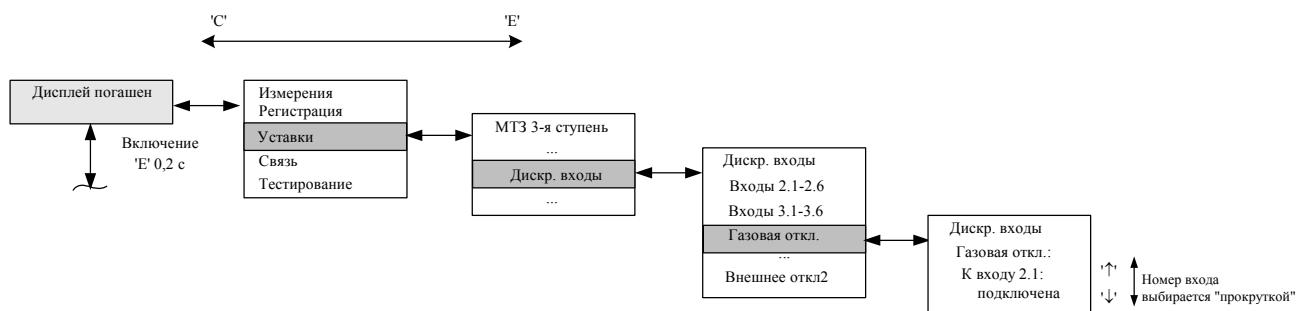


Рис. 2.4.4

*Примечание к Рис. 2.4.4 - Назначение каждого конфигурируемого входа определяется установкой курсора на нужную позицию (в примере – это «Газовая откл.»), а затем, выбором опции «подключено», «не подключено» (в примере «Газовая откл.» подключена к Входу 2.1).*

Конфигурация выходных реле К2.5, К2.6, К3.1-К3.6 производится пользователем аналогично вышеприведенному. Кроме того, имеется возможность ввести в действие (вывести из действия) каждый из блоков выходных реле по отдельности, см. Рис. 2.4.5.

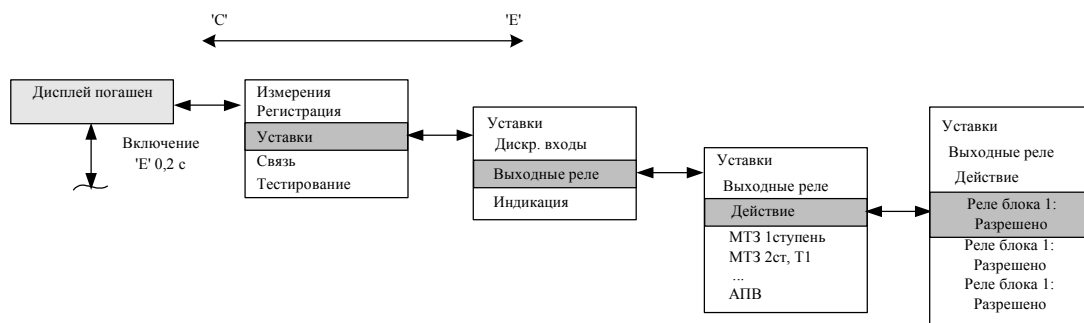


Рис. 2.4.5

#### 2.4.4 Тестирование

Режим тестирования предназначен для проверки подачи токов и напряжений уставок измерительных органов и каналов отключений во время проведения мероприятий по обслуживанию. Для входа в режим тестирования необходимо войти в главное меню и выбрать вид тестирования «Тесты ИО» или «Тесты логики». Затем выбрать режим «тесты разрешены».

В режиме тестирования «Тесты ИО» на лицевой панели устройства мигает светодиод «Тест». По окончании тестирования необходимо выйти из режима.

Подробнее работа с режимом тестирования описана в п.3.3.3.

#### 2.4.5 Параметры последовательной связи

В меню «Связь» определяются параметры переднего и задних портов последовательной связи:

- Адрес (от 1 до 255),
- Скорость передачи данных (от 1,2 до 19,2 Кбит/с),
- Пароль (от 1 до 999).

Значения паролей доступа к изменению уставок через интерфейс лицевой панели устройства, передний и задние порты последовательной связи отображаются только при открытом пароле местной связи, в противном случае вместо их значений на дисплее отображается «\*\*\*».

Индикация активизации переднего порта последовательной связи отображается только при подключении к нему ПК с соответствующим программным обеспечением. Задний порт SPA-TTL считается активным по умолчанию.

#### 2.4.6 Информация об устройствах

В меню «Информация» отображаются основные сведения об устройствах:

- дата в формате дд-мм-гг (от 01-01-00 до 31-12-99),
- время в формате чч:мм:сс (от 00:00:00 до 23:59:59),
- номер ячейки, в которой установлено данное устройство (3 символа),
- название устройства (например, TOP 100-МТЗ 31 или TOP 200-L 02),
- версия программного обеспечения (например, 01A).

Изменение параметров часов - календаря производится путем входа в режим изменения уставок (в соответствующих подменю) и увеличением или уменьшением на единицу изменяемого параметра даты или времени. Запись измененного значения параметров даты или времени аналогична вводу уставок.

### 2.5 Рекомендации по установке параметров связи

Для корректной работы портов последовательной связи необходимо задать их параметры (для каждого порта в отдельности!):

- скорость обмена по последовательному каналу (заводская уставка – 9,6 Кбит/с);
- SPA-адрес устройства (заводская уставка адреса - 001);

- пароль порта (заводской пароль - 001).

Для работы с клавиатурой необходимо задать в меню пароль ИЧМ.

При подключении ноутбука или системы АСУ к порту связи необходимо в программе задать пароль именно данного порта связи («активного» порта связи).

Значения параметров связи должны быть установлены одинаковыми как в устройствах, так и в программе, с помощью которой осуществляется связь по последовательному каналу.

Наличие связи можно проконтролировать в меню «Связь» по счетчику монитора активного порта, отсчитывающего время с момента последней принятой посылки по последовательному каналу.

## **2.6 Рекомендации по установке конфигурации устройств**

Конфигурацию устройств, установленных на конкретном присоединении, рекомендуется выполнять в определенной последовательности:

- подать питание на устройство защиты;
- установить коэффициенты трансформации трансформаторов напряжения, трансформаторов фазных токов, тока нулевой последовательности, задав их в меню «Уставки»/«Трансформаторы»;
- установить уставки защит (по току/напряжению срабатывания, времени срабатывания, вид характеристик и др., записав их с паролем;
- установить режим работы дискретных входных цепей, включая матрицу входных сигналов и их инверсию;
- установить режимы работы выключателем, сигнализации, автоматики, выходных реле программными ключами.

После установки уставок, программных ключей необходимо подачей тока проверить уставки, а в режиме опробования или «тест логики» убедиться в правильности выбранного алгоритма работы.

*Примечание - Устройства поставляются с завода-изготовителя в определённой конфигурации (заводские уставки), которая ориентирована на традиционное применение устройств защиты и автоматики. В такой конфигурации устройства выполняют свои основные функции по защитам, управлению выключателями, сигнализации, автоматике. Однако, для каждого конкретного объекта требуется установить такой режим функционирования устройств, который соответствует действующему проекту и заданным уставкам.*

После выполнения вышеперечисленных действий устройство готово к выполнению заданных функций.

## **2.7 Рекомендации по установке параметров аварийного осциллографа и режима регистрации событий**

Для ввода в работу осциллографа необходимо задать в меню терминала Уставки/Осциллограф режим работы «включен».

Конфигурирование осциллографа осуществляется только при помощи компьютера с установленным программным обеспечением ТЕСОМ. Описание работы, подключение терминала и настройка связи с ПК находится в файле помощи программы.

После запуска программы и выбора из списка типа терминала, необходимо зайти в меню программы и выбрать Режим/ Параметры. Затем считать существующую конфигурацию, если необходимо ее изменить, или начать создавать новую. Для настройки осциллографа вызвать окошко «Параметры осциллографа» через меню Дополнительно/ Параметры осциллографа (см. Рис. 2.7.1). Окошко разделено на Зоны.

Зона 1 – это переключатель разрешения работы осциллографа. Этот параметр доступен также для изменения через меню терминала.

Зона 2 выбирает режим записи осциллограмм – с насыщением или перезаписью. При заполнении памяти осциллографа в режиме Перезаписи новая осциллограмма стирает самую старую, а в режиме Насыщения – запись новых осциллограмм не ведется до тех пор пока не будет произведена очистка памяти.

В Зоне 3 выбираются аналоговые каналы, которые должны отображаться на осциллограмме. От количества выбранных каналов зависит расход памяти. Общая длительность осциллограмм, т.е. суммарная емкость осциллографа, отображается в Зоне 5в.

В Зоне 4 устанавливается частота дискретизации аналогового сигнала. Чем выше частота, тем больше выборок за период записывается в память и соответственно выше качество отображения кривых. Однако при высокой частоте выборок уменьшается суммарная емкость осциллографа. Для большинства применений рекомендуется использовать частоту 800 Гц, за исключением некоторых исполнений терминалов. Частота выборок 1600 Гц может быть полезна для анализа коротких процессов, например, при работе диф. защиты. Частоту выборок 200 Гц используют для анализа работы РПН или устройств частотной разгрузки.

Зона 5 состоит из трех участков. Участки 5а и 5б взаимосвязаны и позволяют задать длительность записи аварийного процесса в блоках или в секундах соответственно. Длительности записей при пусках от аналоговых и дискретных сигналов могут быть различными. Участок 5в динамически отображает суммарную емкость осциллографа в зависимости от настроек.

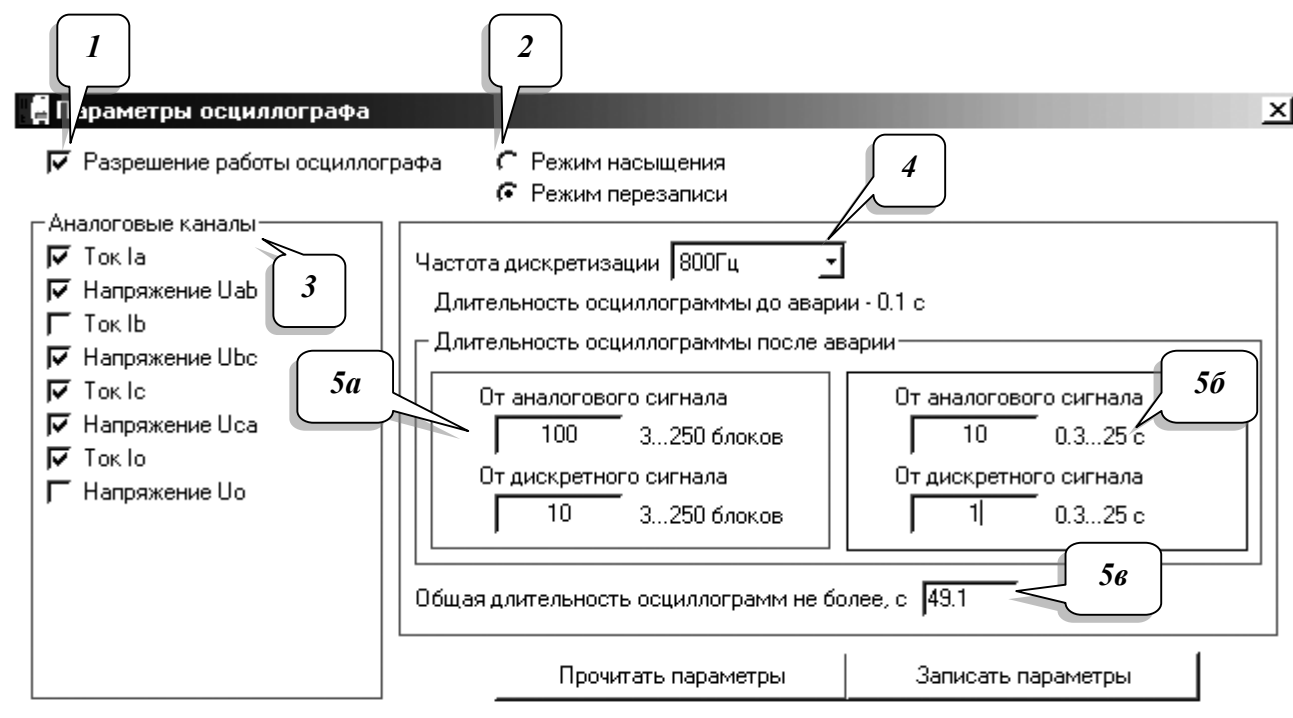


Рис. 2.7.1

Осциллограф может пускаться от всех ступеней защит и от всех дискретных входов.

В свою очередь для пуска осциллографа могут использоваться сигналы срабатывания или пуска защит. Для дискретных сигналов необходимо выбрать когда будет начинаться запись - при появлении сигнала (по фронту) или при исчезновении (по спаду).

В Табл. 2.7.1 приведены параметры осциллографа, позволяющие настроить пуск осциллографа при различных событиях.

Табл. 2.7.1

Параметры осциллографа	Заводская установка	Диапазон
Окно параметров (см.Рис. 2.7.1)		
Разрешение работы осциллографа	Введен	введен/ выведен
Режим записи	Перезапись	Перезапись/ Насыщение
Выбор регистрируемых аналоговых каналов	Все анало- говые ка- налы	до 10 анало- говых кана- лов
Частота дискретизации аналоговых сигналов	800	200/800/1600
Количество послеаварийных блоков от аналог. сигнала	125	3...250
Количество послеаварийных блоков от дискр. сигнала	3	3...250
Маска сигналов пуска осциллографа от тепловой защиты...		
Пуск при действии тепловой защиты на сигнал	Запрещен	Запр./Разреш.
Пуск при действии тепловой защиты на запрет включения	Запрещен	Запр./Разреш
Пуск при действии тепловой защиты на отключение	Запрещен	Запр./Разреш
Маска сигналов пуска осциллографа от ЗАХ...		
Пуск при запуске ЗАХ	Запрещен	Запр./Разреш
Пуск при срабатывании ЗАХ на сигнализацию	Запрещен	Запр./Разреш
Пуск при срабатывании ЗАХ на отключение	Запрещен	Запр./Разреш
Маска сигналов пуска осциллографа от защиты пускового режима...		
Пуск при запуске защиты пускового режима	Запрещен	Запр./Разреш
Пуск при срабатывании защиты пускового режима	Запрещен	Запр./Разреш
Маска сигналов пуска осциллографа от МТЗ 1 ступени...		
Пуск при запуске МТЗ 1 ступени	Запрещен	Запр./Разреш
Пуск при срабатывании МТЗ 1 ступени	Запрещен	Запр./Разреш
Маска сигналов пуска осциллографа от ТЗНП...		
Пуск при запуске ТЗНП	Запрещен	Запр./Разреш
Пуск при срабатывании выдержки времени t1	Запрещен	Запр./Разреш
Пуск при срабатывании выдержки времени t2	Запрещен	Запр./Разреш
Маска сигналов пуска осциллографа от ЗОФ...		
Пуск при запуске ЗОФ	Запрещен	Запр./Разреш
Пуск при срабатывании ЗОФ	Запрещен	Запр./Разреш
Маска сигналов пуска осциллографа от входов 1.1..1.6...		
Пуск от входа 1.1	Запрещен	Запр./Разреш
Пуск от входа 1.2	Запрещен	Запр./Разреш
Пуск от входа 1.3	Запрещен	Запр./Разреш
Пуск от входа 1.4	Запрещен	Запр./Разреш
Пуск от входа 1.5	Запрещен	Запр./Разреш
Пуск от входа 1.6	Разрешен	Запр./Разреш
Выбор пуска от входов 1.1..1.6...		
Пуск от входа 1.1	По фронту	По фронту/ По срезу
Пуск от входа 1.2	По фронту	По фронту/ По срезу
Пуск от входа 1.3	По фронту	По фронту/ По срезу
Пуск от входа 1.4	По фронту	По фронту/ По срезу
Пуск от входа 1.5	По фронту	По фронту/ По срезу
Пуск от входа 1.6	По фронту	По фронту/ По срезу

Примерный расчет зависимости длительности записи осциллограмм в секундах от количества задействованных аналоговых каналов приведен в Табл. 2.7.2. В этой же таблице приводится уставка по длительности записи в блоках, соответствующая длительности в секундах. Из таблицы видно, что при установленной частоте дискретизации 800 Гц выбор уставки в 10 блоков будет означать длительность записи в 1 секунду. Для частоты в 1600 Гц длительности записи в 1 с соответствует уставка в 20 блоков.

Табл. 2.7.2

Частота дискретизации	Аналоговые каналы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
200Гц (блоков)	3184	1584	1056	784	624	512	432	384
800Гц (блоков)	3184	1584	1056	784	624	512	432	384
1600Гц (блоков)	3168	1568	1040	768	608	496	416	
200Гц (сек)	1274	633,6	422,4	313,6	249,6	204,8	172,8	153,6
800Гц (сек)	318,4	158,4	105,6	78,4	62,4	51,2	43,2	38,4
1600Гц (сек)	158,4	78,4	52	38,4	30,4	24,8	20,8	

В ТОР 100-ДВГ 23 рекомендуется использовать частоту дискретизации в 800 Гц.

## 2.8 Рекомендации по выбору уставок

### 2.8.1 Выбор уставок тепловой защиты.

Рекомендации по выбору уставок псевдотепловой защиты с примерами приведены в Приложении К.

### 2.8.2 Выбор уставок токовой отсечки

Токовая отсечка устройств выполнена быстродействующей (от 40 до 55 мс – учитывает время действия измерительного органа и выходного реле), поэтому при выборе уставок следует учитывать эту особенность. Как правило, в цепях отключения устройств дополнительно устанавливаются промежуточные выходные реле, поэтому суммарное время может достигать 65...85 мс.

Ток срабатывания защиты определяется по условию отстройки от КЗ в расчетной точке по выражению:

$$I_{с.о.} > K_n * I_{к.макс.}, \quad (2.8.2.1)$$

где рекомендуется принимать коэффициент надёжности равным  $K_n = 1,1$ .

Для отстройки отсечки от бросков токов намагничивания трансформаторов при включении рекомендуется использовать автоматическое удвоение уставки на момент включения.

При использовании устройств для защиты двигателей рекомендуется применять удвоение уставки по току на момент включения (с учетом уставки по току равной 0,7 пускового тока) только для двигателей, не подверженных самозапуску!!!

Кроме того, рекомендуется вводить незначительное замедление действия отсечки для более надёжной отстройки защит от БНТ, при этом суммарное время действия отсечки должно составить не более 0,1 с.

### 2.8.3 Выбор уставок защиты от несимметричной работы нагрузки.

Защита полезна для контроля целостности фаз первичных и вторичных цепей присоединений ПС, имеющих двигательную нагрузку. Это предотвращает перегрузку двигателей (с дальнейшим выходом из строя) при обрыве фазы со стороны питания ПС. В этом случае может быть применено отключение ввода с дальнейшим действием АВР.

Рекомендуемая уставка по току - 25 % номинального тока присоединения (по условию допустимой по ГОСТ несимметрии питающей сети).

Уставка по времени срабатывания защиты должна быть отстроена от максимального времени действия защит при междуфазных КЗ. Так, при времени действия резервных защит питающей сети 3,5 с, рекомендуемая уставка по времени принимается на 0,5...1,0 с больше.

Выбор уставки по току и времени при применении терминалов для защиты двигателей производится аналогично.

Применение защиты на присоединениях ПС с отсутствием двигательной нагрузки оправдано с точки зрения контроля токовых цепей защит.

#### 2.8.4 Выбор уставок УРОВ

Выбор уставок УРОВ сводится к выбору выдержки времени и уставки по току срабатывания.

Уставка по току регулируется от 0,1 до 1,0 номинального тока устройства ТОР. Рекомендуемая уставка по току - (0,1...0,2) номинального тока присоединения.

### 3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

#### 3.1 Общие указания

Техническое обслуживание и ремонт устройств должны производиться в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей», «Руководством по эксплуатации» на устройства и руководящими документами и инструкциями.

#### 3.2 Меры безопасности

Конструкция устройств обеспечивает безопасность обслуживания в соответствии с ГОСТ Р51321.1. При техническом обслуживании и ремонте устройств ТОР необходимо руководствоваться «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок», а также требованиями настоящего «Руководства по эксплуатации».

Обслуживание и эксплуатацию устройств разрешается производить персоналу, прошедшему соответствующую подготовку.

Не рекомендуется производить выемку блоков из устройств и их установку. Работы на зажимах устройств, снятие отдельных частей устройств, монтаж, следует производить при обесточенном состоянии и принятии мер по предотвращению поражения обслуживающего персонала электрическим током.

На металлоконструкции устройств предусмотрен заземляющий винт с соответствующей маркировкой, который необходимо соединить проводником сечением не менее 4 мм<sup>2</sup> с заземляющим контуром (металлоконструкцией шкафа).

#### 3.3 Рекомендации по техническому обслуживанию изделий

##### **ВНИМАНИЕ!**

**Устройства могут содержать цепи, действующие на отключение выключателя ввода рабочего или резервного питания (цепи ЛЗШ, УРОВ и др.), поэтому перед началом работ по техническому обслуживанию и проверке защит необходимо выполнить мероприятия, исключающие отключение секции.**

##### 3.3.1 Периодичность проведения технического обслуживания

Периодичность проведения технического обслуживания устройств ТОР указана в Табл. 3.3.1.

Табл. 3.3.1

Цикл техобслуживания, лет	Количество лет эксплуатации														
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12	Н	К1	-	-	О	-	К	-	О	-	К	-	В	-	О

*Примечания:*

1. Н- проверка (наладка) при новом включении; К1 - первый профилактический контроль; К - профилактический контроль; В - профилактическое восстановление; О - опробование.

2. В таблице указаны обязательные опробования. Кроме того, опробования рекомендуется производить в годы, когда не выполняются другие виды обслуживания. Если при проведении опробования или профилактического контроля выявлен отказ устройства или его элементов, то производится устранение причины, вызвавшей отказ, и при необходимости в зависимости от характера отказа - профилактическое восстановление.

Допускается в целях совмещения проведения технического обслуживания устройств РЗА с ремонтом основного оборудования перенос запланированного вида технического

обслуживания на срок до одного года. В отдельных обоснованных случаях продолжительность цикла технического обслуживания устройств РЗА может быть сокращена.

### 3.3.2 Рекомендуемые объемы работ при ТО

Рекомендуемые предприятием-изготовителем объемы работ при техническом обслуживании устройств указаны в Табл. 3.3.2

Табл. 3.3.2

№	Производимые работы при техническом обслуживании	Вид техобслуживания	Трудовые затраты (на 1 терминал)
1	Внешний осмотр: отсутствие внешних следов ударов, потеков воды, в том числе высохших, отсутствие налета окислов на металлических поверхностях, отсутствие запыленности, осмотр рядов зажимов входных и выходных сигналов, разъемов интерфейса связи в части состояния их контактных поверхностей, осмотр элементов управления на отсутствие их механических повреждений;	Н, К1, В	10 мин
2	Внутренний осмотр (чистка от пыли; осмотр элементов цепей и дорожек с точки зрения наличия следов перегревов, ослабления паяных соединений из-за появления трещин, наличия окисления; контроль сочленения разъемов и механического крепления элементов, затяжка винтовых соединений);	В	30 мин
3	Измерение сопротивления изоляции независимых цепей (кроме порта последовательной передачи данных) по отношению к корпусу и между собой: - входных цепей тока; - цепей питания оперативным током; - входных цепей дискретных сигналов; - выходных цепей дискретных сигналов от контактов выходных реле. - измерения производятся на 500 В, сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм;	Н, К1, В, К	2 часа
4	Испытания электрической прочности изоляции независимых цепей (кроме порта последовательной передачи данных) по отношению к корпусу и между собой. Изоляция цепей устройства защиты испытывается переменным напряжением 2000 В, частоты 50 Гц в течение 1 мин;	Н	2 часа
5	Программное задание (или проверка) требуемой конфигурации устройства защиты в соответствии с принятыми проектными решениями и техническими характеристиками (функциями) устройства;	Н, К1, В	4 часа
6	Программное задание (или проверка) уставок устройства защиты в соответствии с заданной конфигурацией;	Н, К1, В	4 часа
7	Проверка отображения значений токов, поданных от постороннего источника;	Н, К1, В, О	1 час
8	Проверка параметров (уставок) срабатывания и коэффициентов возврата каждого измерительного органа при подаче на входы устройства тока (напряжения) от постороннего источника; контроль состояния светодиодов при срабатывании;	Н, К1, В	4 часа
9	Проверка времени срабатывания защит и автоматики на соответствие заданным выдержкам времени;	Н, К1, В	2 часа
10	Проверка взаимодействия измерительных органов и логических цепей защиты с контролем состояния всех контактов выходных реле (и состояния светодиодов). Проверка производится при создании условий для срабатывания каждого измерительного органа и поочередной до-	Н, В, О	1 час

№	Производимые работы при техническом обслуживании	Вид техобслуживания	Трудозатраты (на 1 терминал)
11	Проверка управляющих функций устройства защиты с воздействием контактов выходного реле на модель коммутационного аппарата (например, управление двухпозиционным реле) при управлении по месту установки защиты и дистанционно через порт последовательной связи;	Н, К1, К, В	2 часа
12	Проверка функции регистрации входных параметров защиты;	Н, В	20 мин
13	Проверка функции самодиагностики;	Н, К1, В, К	3 мин
14	Проверка функционирования тестового контроля;	Н, К1, В, К	20 мин
15	Проверка управления по месту установки защиты коммутационным аппаратом присоединения (включить/отключить);	Н, В, К1	20 мин
16	Проверка взаимодействия с другими устройствами защиты, электроавтоматики, управления и сигнализации с воздействием на коммутационный аппарат;	Н, К1, В	1 час
17	Проверка рабочим током: проверка правильности подключения цепей тока и напряжения к устройству защиты; контроль конфигурации и значений уставок;	Н, К1, К, В	1 час

Проверка сопротивления изоляции устройств, установленных в ячейках КРУ, шкафах и подключенных к цепям вторичной коммутации, производится для групп цепей тока, напряжения, управления и сигнализации в обесточенном состоянии (автоматом ШУ, ШП, мостиковыми переключателями и т.п.).

### 3.3.3 Методика проверки уставок и характеристик

#### 3.3.3.1 Общие рекомендации

Проверка уставок срабатывания и коэффициентов возврата измерительных органов должна производиться при плавном изменении тока, напряжения на входах устройств.

Рекомендуется производить проверку подачей тока на обмотки 1 А, при этом необходимо помнить, что входной ток для проверки уставки (задаётся во вторичных величинах) должен быть снижен в 5 раз. Рекомендуется проводить проверку для каждой фазы отдельно.

Проверяемые параметры должны определяться как среднеарифметические по результатам трёх проведенных измерений.

#### **ВНИМАНИЕ!**

Не допускается длительное обтекание током более  $3 \times I_N$ !

Допустимое время подачи тока от величины тока определяется из выражения

$$t = \frac{I_{доп}^2 \cdot 1с}{I^2} \quad (3.3.1)$$

где  $I_{доп} = 60 \times I_N$  - допустимый ток в течение 1 с.

#### 3.3.3.2 Проверка тока срабатывания и возврата ступеней защит

Проверка производится в следующей последовательности:

1. Установить необходимые уставки ступеней защит по току, напряжению и времени (или проверить на соответствие ранее установленным);

2. Подключить регулируемый источник тока и напряжения к входным клеммам ф.А - X0:2, ф.В - X0:5, ф.С - X0:8, 0 - X0:1, X0:4, X0:7, а цепи останова миллисекундомера - к выходному реле К1.1;

Источник регулируемого напряжения подключить к клеммам ф.А - X0:13 и X0:18, ф.В - X0:14 и X0:15, ф.С - X0:16 и X0:17, 3U<sub>0</sub> - X0:19 и X0:20 (предварительно откинув цепи напряжения), см. Приложение Б – расположение клемм может отличаться в зависимости от типоразмера терминала!;

3. С помощью программных ключей SGR x/1 установить действие проверяемой ступени защиты на реле К1.1, где  $x = 2 \dots 18$  (см. Функциональную схему в приложении А);

4. Плавно повышая ток (снижая напряжение), добиться пуска ступени защиты, определяемому по срабатыванию выходного реле К1.1;

5. Проверка тока, напряжения возврата производится при плавном снижении входного тока (увеличении напряжения), с фиксацией величины в момент возврата реле.

В качестве источника тока можно использовать РЕТОМ-51, РЕТОМ-41, РЕТОМ-11 (для ненаправленных защит), ЭУ5000, УРАН.

3.3.3.3 Снятие времятоковой характеристики МТЗ.

1. Выполнить предыдущие мероприятия с 1 по 3 пункта 3.3.3.2;

2. На испытательной установке выставить ток (от 0,8 до 1,2  $I_{уст}$ )

3. Скачком подать ток и зафиксировать время срабатывания. Повторить опыт для 3...5 точек)

4. Дать заключение о соответствии полученной характеристики.

3.3.3.4 Проверка органа направления мощности.

Проверка «фазировки» (полярности подключения) измерительных цепей.

1. Выполнить мероприятия с 2 по 3 пункта 3.3.3.2 с соблюдением полярности;

2. Выставить уставку угла максимальной чувствительности равной  $45^\circ$  (в ИЧМ: «Уставка/ Направл.защиты/ ТЗНП, угол МЧ:  $45^\circ$ »);

2. Подать ток и напряжение с помощью испытательной установки с углом между фазами токов и напряжений =  $30^\circ$ ;

3. Посмотреть в меню терминала измеренные значения углов: «Измерения/ Углы/ Направл./ Угол ( $I_0, U_0$ ):  $30^\circ$ »).

4. Посмотреть в меню терминала измеренные значения направления мощности: «Измерения/ Углы/ Направл./ Направл.  $I_0$ : вне зоны».

5. При несовпадении показаний терминала с вышеприведенными перепроверить подключение измерительных цепей к терминалу.

3.3.3.5 Проверка тока срабатывания и возврата защиты от замыкания на землю

Рекомендуется производить проверку и настройку ТЗНП с подключенным ТТНП к клеммам устройств X0:10 – X0:11 (1 А). Учитывая изменение коэффициента трансформации существующих типов ТТНП от нагрузки, уставку срабатывания защиты рекомендуется выставлять по первичному току. Для этого рекомендуется вначале произвести замер коэффициента трансформации ТТНП с подключённой нагрузкой: подать в первичную цепь переменный ток промышленной частоты величиной 3 А и посмотреть на дисплее (в режиме измерения тока нулевой последовательности) величину вторичного тока в амперах. Искомое значение  $K_{тт}$  находится делением подаваемого тока (3,0) на замеренную величину в относительных величинах (примерно 0,09 – 0,095 для ТТНП типа ТЗЛ).

Методика проверки аналогична проверке МТЗ от междуфазных замыканий.

3.3.3.6 Для проверки времени срабатывания ступеней защит, действующих на отключение, цепи останова миллисекундомера подключаются к контактам выходного реле К1.1. Проверяемую ступень защиты предварительно необходимо подключить к реле К1.1 через матрицу выходных реле.

3.3.3.7 Проверка времён возврата защит производится при сбросе тока (повышении напряжения) на 30 % больше уставки тока (меньше уставки по напряжению) к параметрам срабатывания. Времена срабатывания и возврата определяются как максимальные по результатам проведенных измерений.

Интервал времени между двумя последовательными измерениями - не менее 3 с.

### 3.4 Проверка работоспособности изделий, находящихся в работе

Проверка работоспособности изделий, находящихся в работе, производится визуально. При нормальной работе устройств на передней лицевой панели устройств светится зеленый светодиод «Упит». Если дисплей устройства находился в погашенном состоянии,

то при нажатии любой кнопки он включается и переходит в режим индикации измерений. Рекомендуется периодически сравнивать показания токов и напряжений на ЖКИ (в режиме измерения) с другими приборами, косвенно оценивая работоспособность измерительной части устройств. Проверка величин уставок и параметров может быть произведена как по месту, так и удаленно, через систему АСУ.

### 3.5 Перечень неисправностей и методы их устранения

Если устройство не включается при подаче напряжения питания, то это возможно из-за перегорания предохранителя (1А) в цепях питания, который располагается в блоке питания устройств. Для его замены необходимо снять заднюю панель, вынуть при обесточенном питании блок питания (располагается напротив ЖКИ) и заменить предохранитель из имеющихся в ЗИП, предварительно выпаяв неисправный.

При неисправности устройств, выявленной системой самодиагностики, реле «неисправность» обесточивается и своими контактами действует на систему вызывной сигнализации, а также на загорание лампы на двери шкафа. На ЖКИ устройств появляется код неисправности и расшифровка.

Ряд неисправностей, связанных с областью памяти уставок, не всегда означает выход из строя устройств целиком, а может быть устранен процедурой форматирования.

При появлении неисправностей следует записать код неисправности и передать представителям фирмы-изготовителя для принятия мер по замене или устранению.

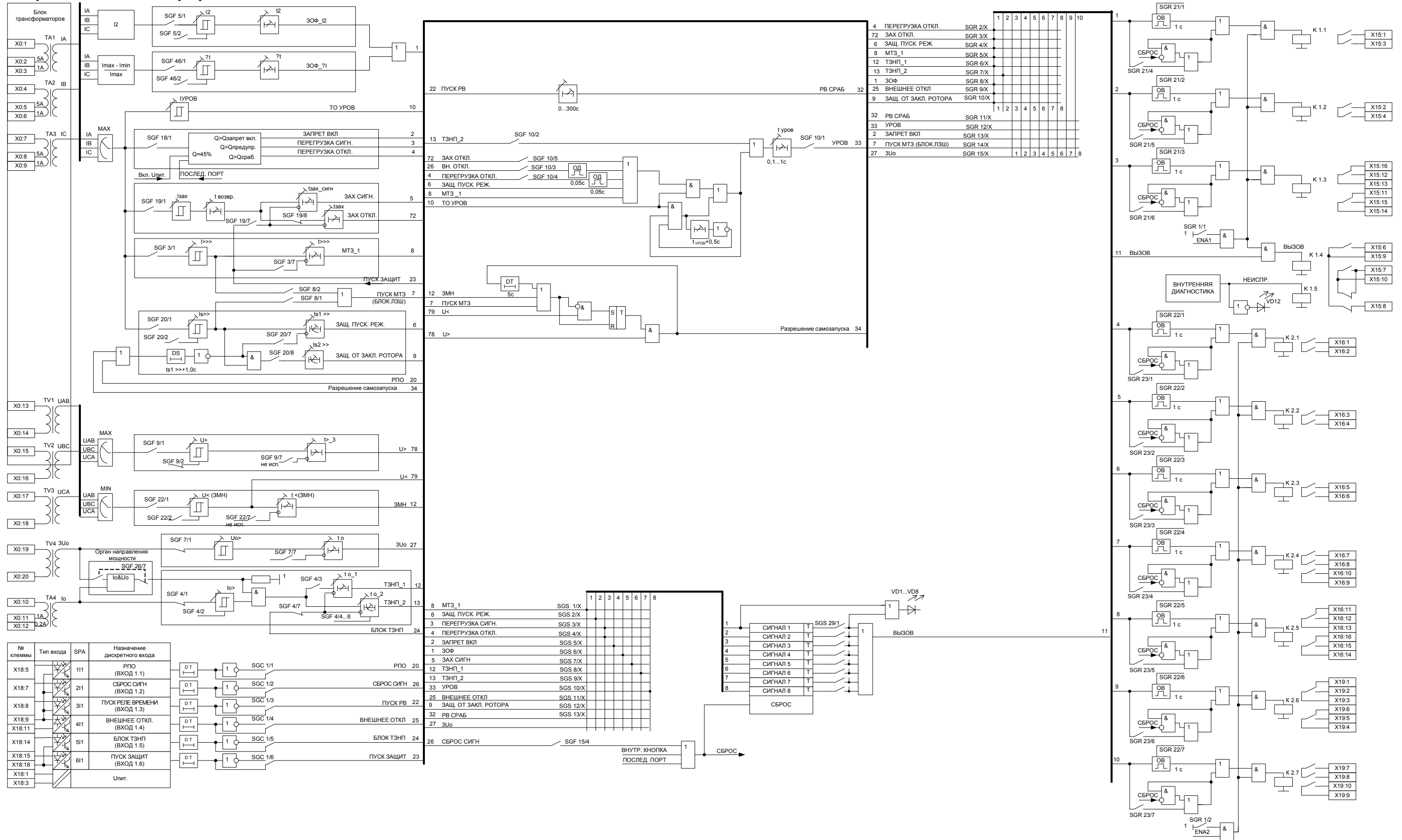
В Табл. 3.5.1 приведен перечень кодов неисправностей с указанием принятия необходимых мер по дальнейшей эксплуатации.

Табл. 3.5.1

Код неисправности	Характер неисправности	Меры по устранению неисправности
20, 21, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 221, 223	Неисправность устройства	1. Вывод устройства из работы 2. Замена неисправного блока
30, 50, 58, 60	Неисправность памяти программ	
71, 72, 73, 74, 75, 110, 111, 112, 113, 114,	Неисправность выходных цепей отключения	
51, 52, 53, 56	Неисправность памяти уставок	1. Вывод устройства из работы 2. Форматирование уставок 3. Переключение питания устройства 4. Если выполнение п.п.1-3 не привело к устранению неисправности - заменить неисправный блок. 5. Если работоспособность восстановилась –выставить ранее установленные уставки и конфигурацию.
77...88, 115...126	Неисправность выходных цепей сигнализации	Необходим вывод цепей УРОВ, ЛЗШ. Не требуется немедленного вывода устройства из работы.
131...133	Неисправность входных цепей	Ремонт - при выводе оборудования.
91	Неисправность системных часов	Продолжение эксплуатации. Ремонт - при ближайшем техническом обслуживании.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

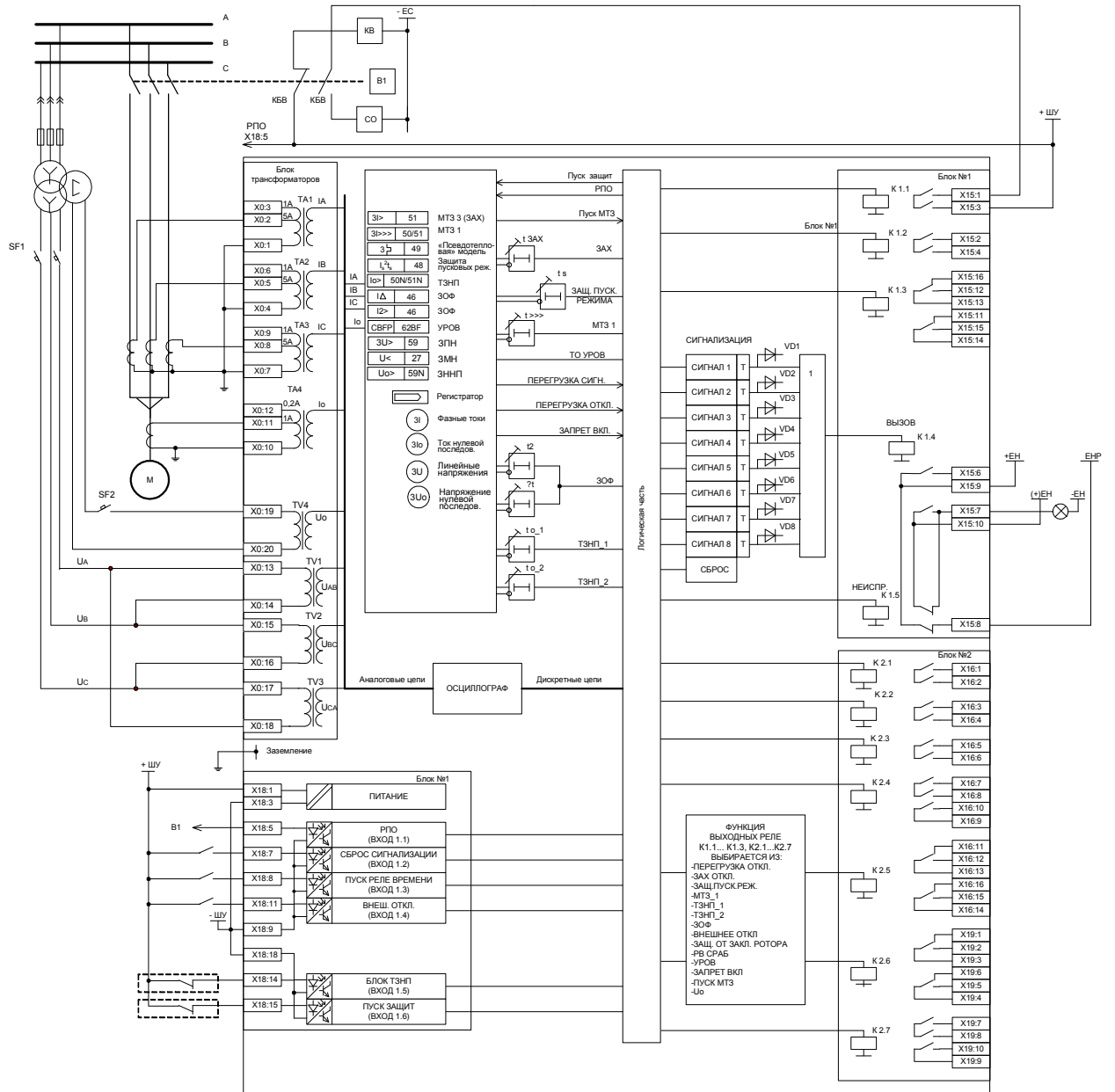
## Функциональная схема устройства





# ПРИЛОЖЕНИЕ Б

## Структурная схема устройства



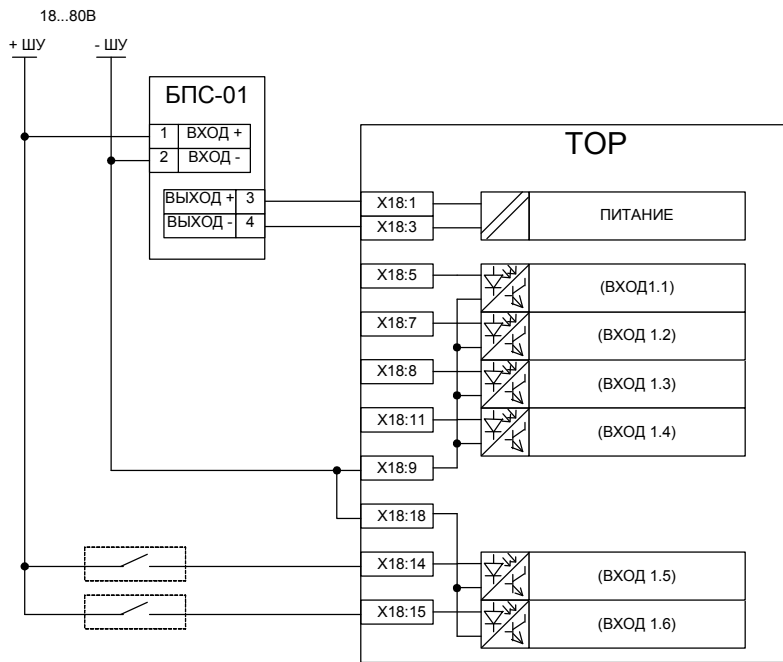
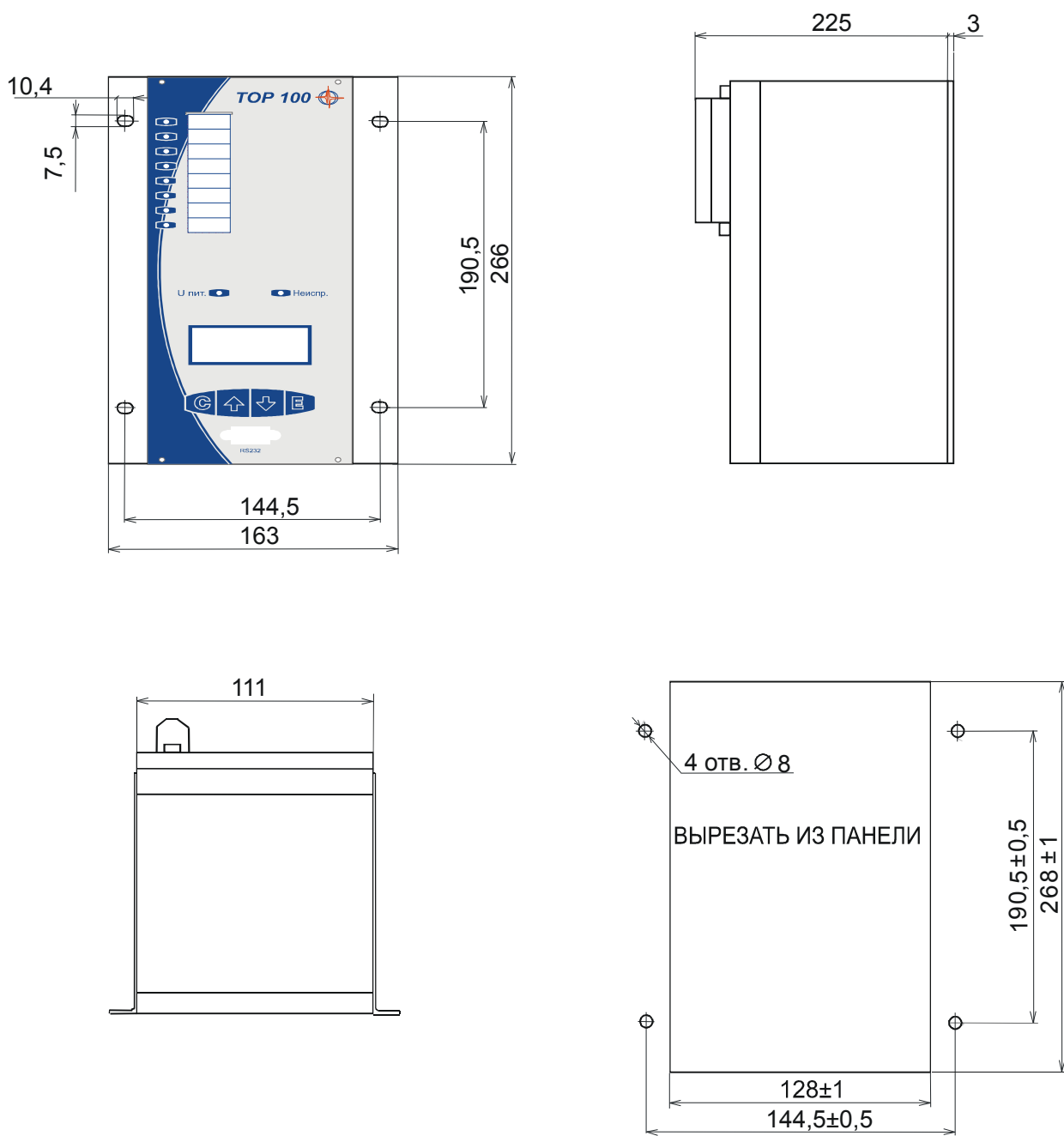


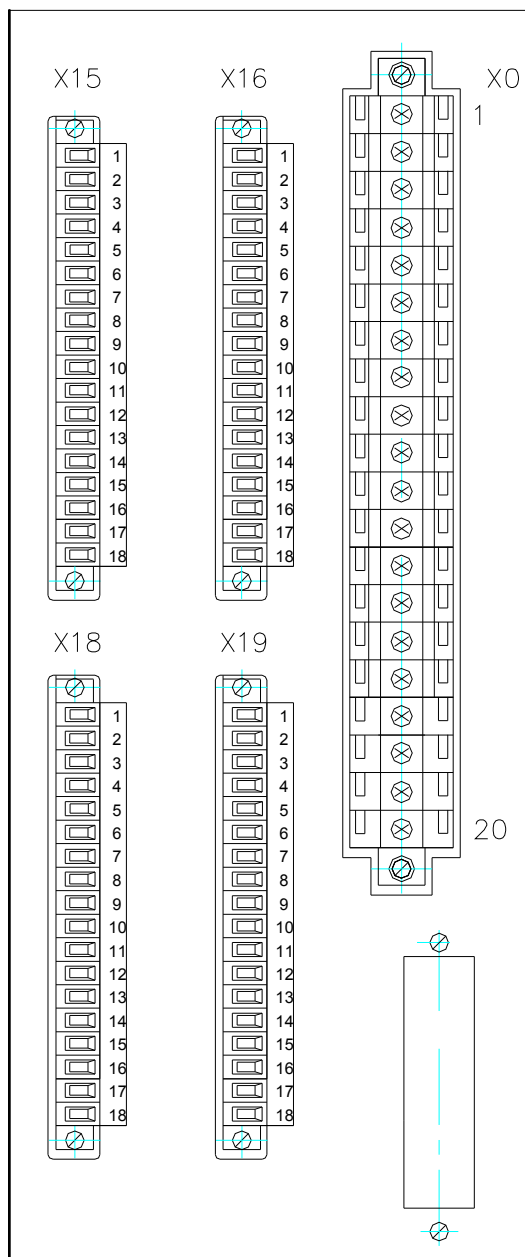
Схема включения терминала при использовании на ПС оперативного напряжения +24В, +48В.

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Габаритные и установочные размеры TOP 100

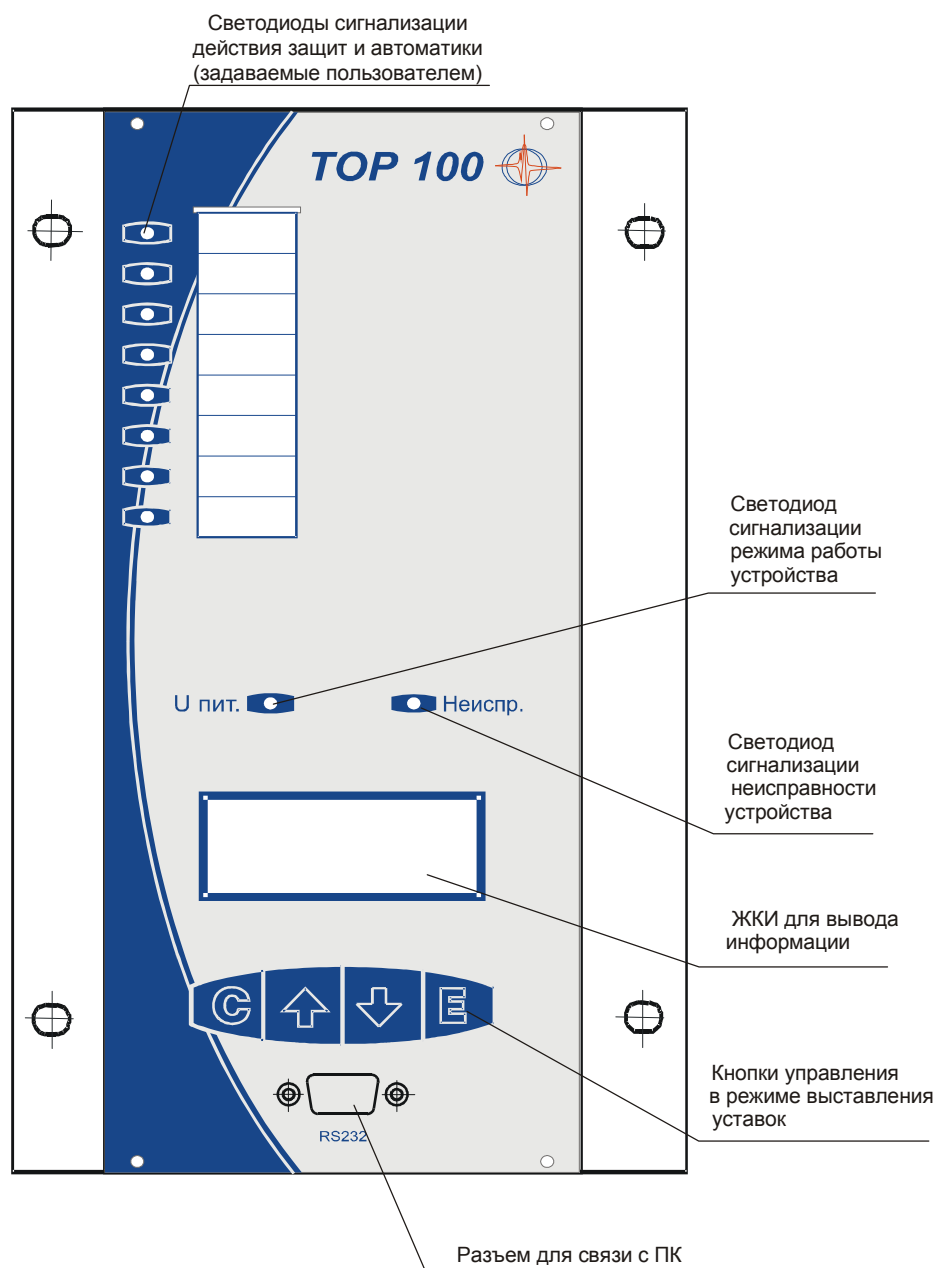


**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**  
Расположение клемм на устройстве TOP 100



## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Расположение элементов управления и индикации на устройстве TOP 100

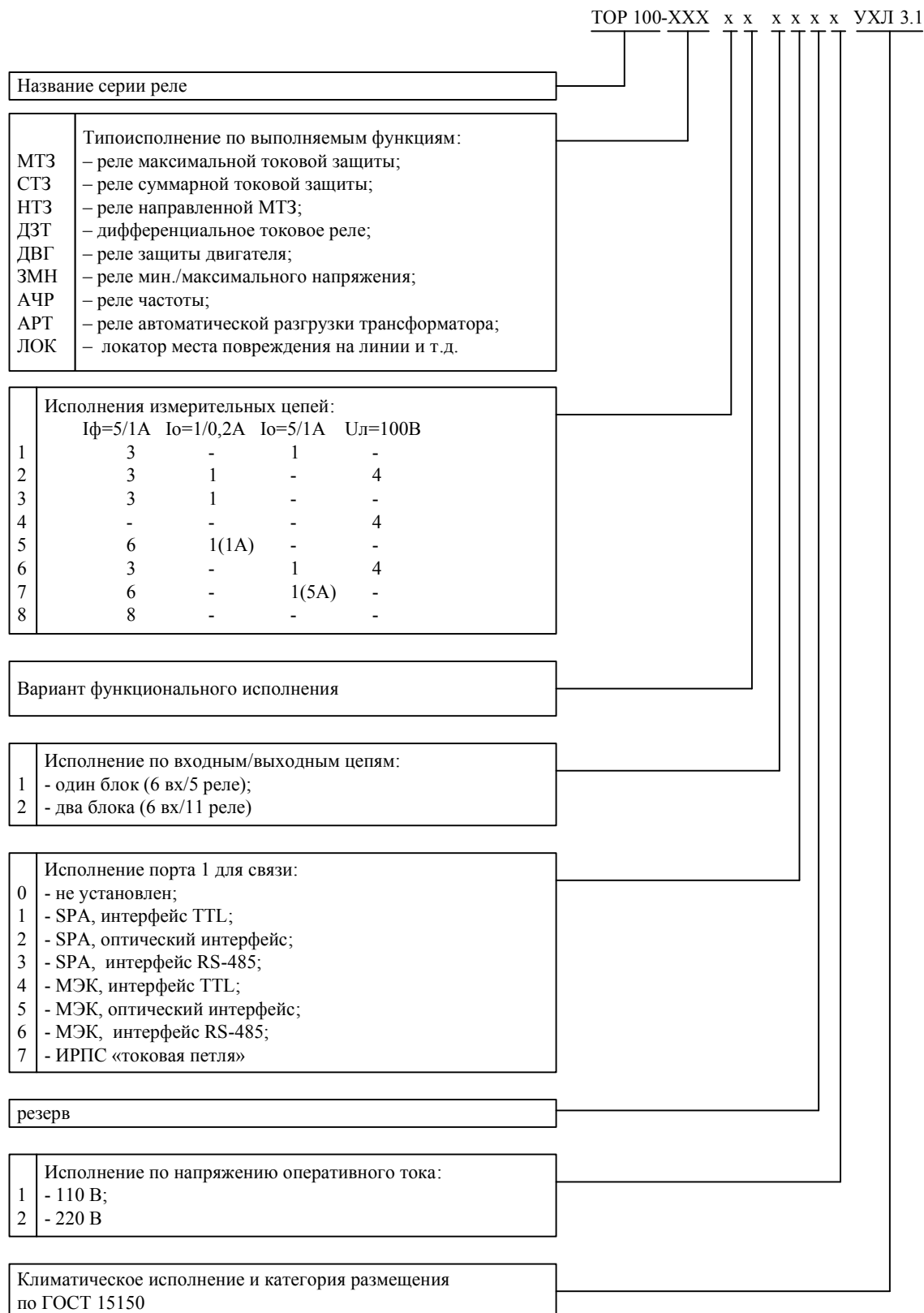


## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

### Информация для заказа изделий

Заказ комплектных устройств защиты и автоматики TOP 100 производится путем выбора требуемого варианта аппаратного и функционального исполнения устройств.

Пример выбора кода заказа устройств приводится ниже.



В таблице ниже приводятся коды заказа для различных вариантов аппаратной и функциональной части устройств TOP 100.

Назначение устройств	Код заказа устройств	Количество измерительных ТТ и ТН				Примечание
		ТТ 1/5 А	ТТНП 0,2/1 А	ТТНП 1/5 А	ТН	
Реле максимальной токовой защиты	<b>TOP 100-МТЗ 31 1x02</b>	3	1	-	-	3 ступени ненаправленных МТЗ, УРОВ, ЗОФ по I2 и Id, ДГЗ
	<b>TOP 100-НТЗ 23 2x02</b>	3	1	-	4	Ступени ненаправленных /направленных МТЗ, ДГЗ, УРОВ, ЗОФ по I2 и Id
	<b>TOP 100-НТЗ 25 2x02</b>					Версия для распределителей, используется в совместно с TOP 100-ЗМН 95
Реле суммарной токовой защиты	<b>TOP 100-СТЗ 82 1x02</b>	8	-	-	-	Две суммарные МТЗ стороны ВН-НН1 и стороны ВН-НН2
	<b>TOP 100-СТЗ 83 1x02</b>					Суммарная МТЗ трёх сторон ВН-НН1-НН2
Реле защиты двигателя	<b>TOP 100-ДВГ 23 2x02</b>	3	1	-	4	Комплект защит двигателя
Реле дифференциальной защиты	<b>TOP 100-ДЗТ 52 1x02</b>	6	1	-	-	ДЗТ, диф. отсечка, 3 ступени МТЗ
Реле напряжения	<b>TOP 100-ЗМН 95 2x02</b>	-	-	-	8	Версия для распределителей, используется в совместно с TOP 100-НТЗ 25
	<b>TOP 100-ЗМН 42 2x02</b>	-	-	-	7	4 ст. мин. напряжения 1 ст. макс.напряжения ступень 3U <sub>0</sub> , РКТН
Реле частоты	<b>TOP 100-АЧР 42 2x02</b>	-	-	-	-	4 ст. изменения частоты, ЧАПВ, df/dt
Реле автоматической разгрузки трансформатора	<b>TOP 100-АРТ 32 2x02</b>	3	1	-	-	5 очередей разгрузки, 2 набора уставок
Локаатор	<b>TOP 100-ЛОК 61 1x02</b>	3	-	1	4	Определитель места повреждения на линии электропередач 35-750 КВ

Примечание.

x – тип порта связи в соответствии с требованиями АСУ. Если на момент заказа не определены тип порта связи и протокол обмена с верхним уровнем АСУ, в коде заказа рекомендуется использовать вместо x - код 3 (устанавливается порт с интерфейсом RS-485 и протоколом SPA-bus).

**Карта заказа**  
**терминалов микропроцессорных «ТОР 100-ДВГ»**  
Защита асинхронных и синхронных двигателей до 5 МВт

Наименование предприятия \_\_\_\_\_

Адрес \_\_\_\_\_

Контактное лицо/должность \_\_\_\_\_

Телефон/факс \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) \_\_\_\_\_ E-mail \_\_\_\_\_

○ **Терминал микропроцессорный**

ТОР 100 - ДВГ  $\frac{\quad}{1}$  3  $\frac{2}{2}$   $\frac{0}{3}$  Количество терминалов: \_\_\_\_\_ шт.

**1. Исполнение измерительных цепей**

Код

4 ТТ + 4 ТН три фазных ТТ и один  $3I_0$ , три линейных ТН и один  $3U_0$   $3I_{0\text{ ном}} = 1\text{А и } 0,2\text{А}$   2  
 $3I_{0\text{ ном}} = 5\text{А и } 1\text{А}$   6

**2. Исполнение Порта 1 для связи с АСУ по протоколам МЭК 60870-5-103 и SPA**

интерфейс TTL	<input type="checkbox"/>	4	интерфейс RS-485	<input type="checkbox"/>	6
оптический интерфейс	<input type="checkbox"/>	5	интерфейс «токовая петля»	<input type="checkbox"/>	7
отсутствует	<input type="checkbox"/>	0			

**3. Номинальное значение оперативного напряжения**

= 110 В <input type="checkbox"/>	≈ 110 В <input type="checkbox"/>	1	= 48 В с БПС-01 <input type="checkbox"/>	3
= 220 В <input type="checkbox"/>	≈ 220 В <input type="checkbox"/>	2	= 24 В с БПС-01 <input type="checkbox"/>	4

**4. Программное обеспечение с кабелем связи для работы с терминалом, комплектов:**

для USB-порта (конвертер + кабель) \_\_\_\_\_; для СОМ-порта (кабель) \_\_\_\_\_.

**5. Устройство адаптации для навесного монтажа, комплектов: \_\_\_\_\_**

○ **Блок питания комбинированный для ПС на переменном оперативном токе**

**6. Для ПС с оперативным питанием от одного ТСН (или ТН):**

БПК - 001 Количество: \_\_\_\_\_ шт.

**7. Для ПС с оперативным питанием от двух ТСН (или ТН):**

БПК - 02 - 1  $\frac{\quad}{8}$  Количество: \_\_\_\_\_ шт.

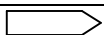
**8. Электромагнит отключения ЭДВ-01 к БПК-02 (для приводов типа ПП-67):**

не требуется	<input type="checkbox"/>	0	требуется	<input type="checkbox"/>	1
--------------	--------------------------	---	-----------	--------------------------	---

Пример: ТОР 100-ДВГ 23 2 30 1 – терминал с ТТ  $3I_0$  на 1А или 0,2А, с поддержкой протокола SPA, Порт с интерфейсом RS-485, на номинальное оперативное напряжение 110 В.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Таблица обозначения функций в кодах ANSI и МЭК

Обозначение функций	Код ANSI	Код МЭК	Описание функций	Обозначение в TOP
<b>Защиты</b>				
Максимальная токовая защита от междоузельных замыканий	51	3I>	Ненаправленная трехфазная МТЗ, третья ступень	МТЗ 3_1, МТЗ 3_2
	50 / 51	3I>>	Ненаправленная трехфазная МТЗ, вторая ступень	МТЗ 2_1, МТЗ 2_2, МТЗ 2_3
	50 / 51B	3I>>>	Ненаправленная трехфазная МТЗ, первая ступень (отсечка)	МТЗ 1
	67	3I>→	Направленная трехфазная МТЗ, третья ступень	МТЗ 3_1*, МТЗ 3_2*
	67	3I>>→	Направленная трехфазная МТЗ, вторая ступень	МТЗ 2_1*, МТЗ 2_2*, МТЗ 2_3*
	67	3I>>>→	Направленная трехфазная МТЗ, первая ступень	МТЗ 1*
Дифференциальная токовая защита	87T	3ΔI> 3ΔI>>	Дифференциальная защита с торможением. Дифф. отсечка	ДЗТ, ДО
Максимальная токовая защита от замыканий на землю	50N/51N	I <sub>o</sub> >	Ненаправленная МТЗ от замыканий на землю	ТЗНП_1, ТЗНП_2
	67N	I <sub>o</sub> >→	Направленная МТЗ от замыканий на землю	ТЗНП_1, ТЗНП_2
Защита от несимметрии нагрузки / небаланса	46	I <sub>2</sub> >	Защита от несимметрии нагрузки / небаланса (обрыва фаз)	ЗОФ
Защита минимального / максимального напряжения	27	U<, 3U<	Защита минимального напряжения (однофазная/трехфазная)	ЗМН_1
	59	3U>	Защита максимального напряжения (трехфазная)	U>
Защита по напряжению нулевой последов.	59N	U <sub>o</sub> >	Ступень защиты по напряжению нулевой последовательности	U <sub>o</sub>
Защита по напряж. обратной последовательности	47	U <sub>2</sub>	Ступень защиты по напряжению обратной последовательности	U <sub>2</sub> >
Защита двигателя	49		Защита от перегрузки двигателя («псевдотепловая» модель)	
	48	I <sub>s</sub> <sup>2</sup> t	Защита пусковых режимов двигателя	
Защита от повышения / понижения частоты	81U	f<, f<<, f<<<, f<<<<	Ступени 1 ... 4 защиты от понижения частоты	АЧР_1 ... АЧР_4
		df/dt	Защита по скорости изменения частоты	df/dt
	81O	f>, f>>, f>>>	Ступени 1...3 защиты от повышения частоты	ЧАПВ, f>>, f>>>
<b>Измерения</b>				
		3I	Измерение фазных токов	
		I <sub>o</sub>	Измерение тока нулевой последовательности	
		3U	Измерение линейных напряжений	
		U <sub>o</sub>	Измерение напряжения нулевой последовательности	
		P, Q, E, pf	Измерение активной, реактивной мощности, энергии, коэффициента мощности	
		f	Измерение частоты	
			Аварийный регистратор (осциллограф)	

\* - обозначение такое же, как если используются ненаправленные защиты

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

#### Графики обратнoзависимых времятоковых характеристик

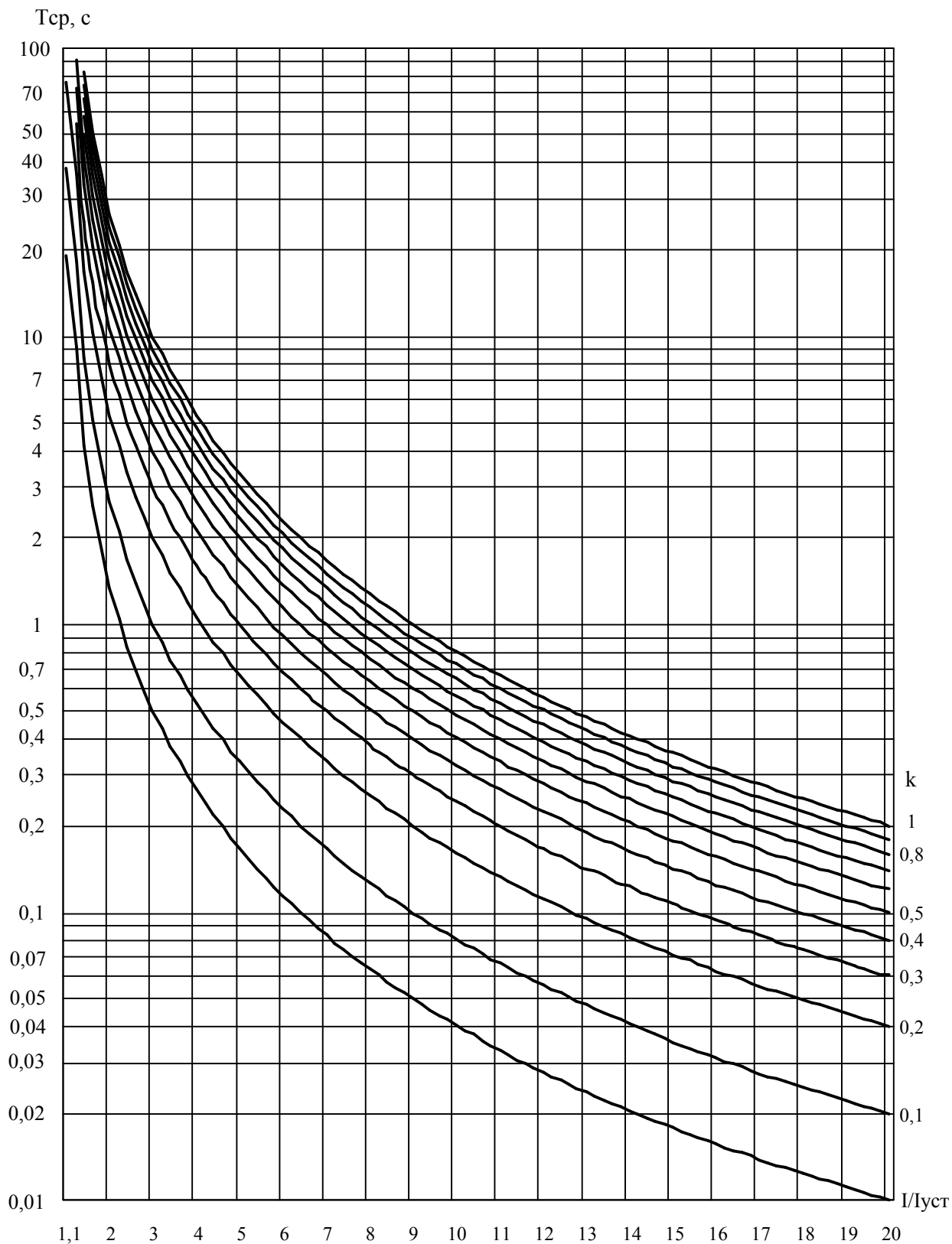


Рис. 3.3.5.1 – Чрезвычайно инверсная характеристика

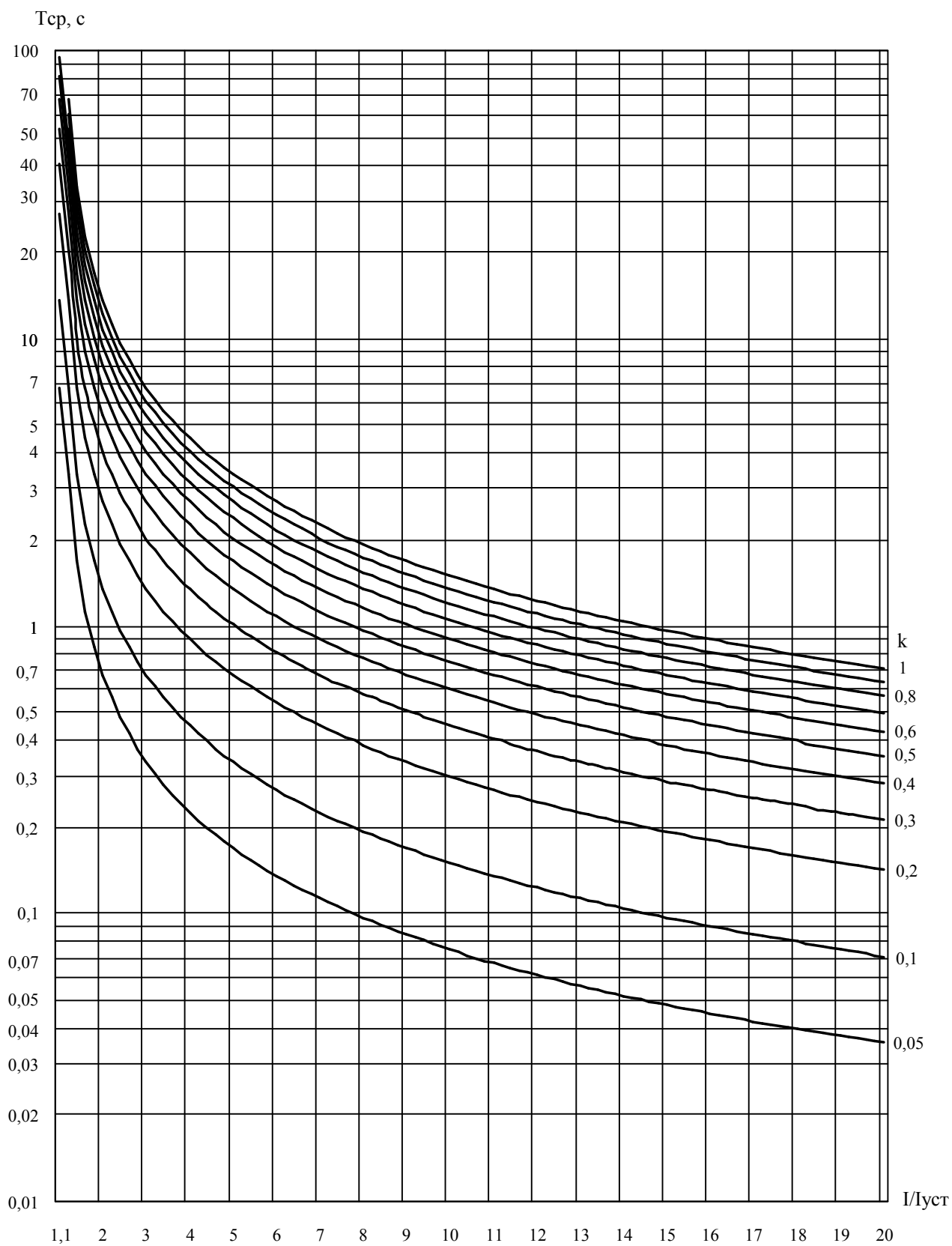


Рис. 3.3.5.2 – Сильно инверсная характеристика

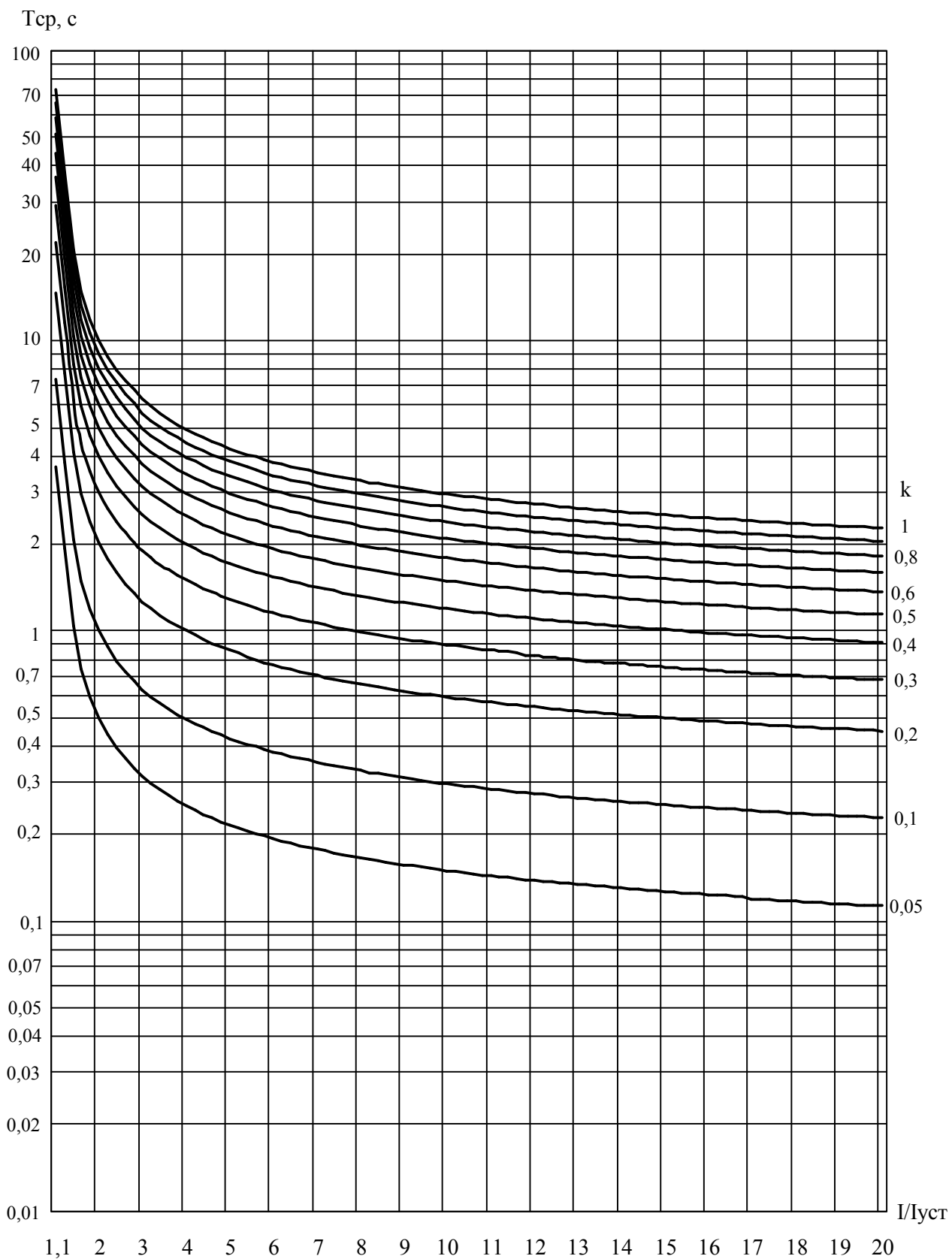


Рис.3.3.5.3 – Нормально инверсная характеристика

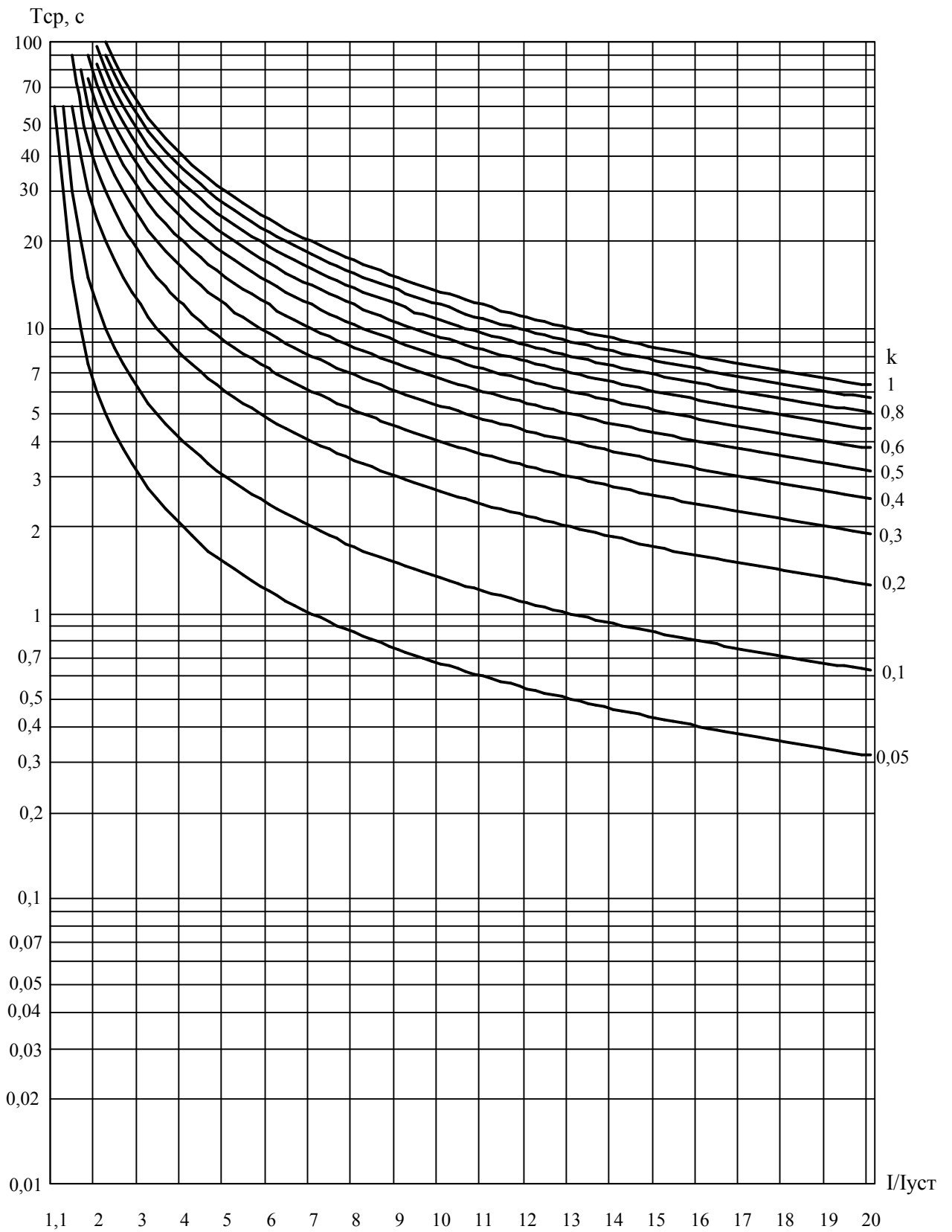


Рис.3.3.5.4 – Длительно инверсная характеристика

Тср, с

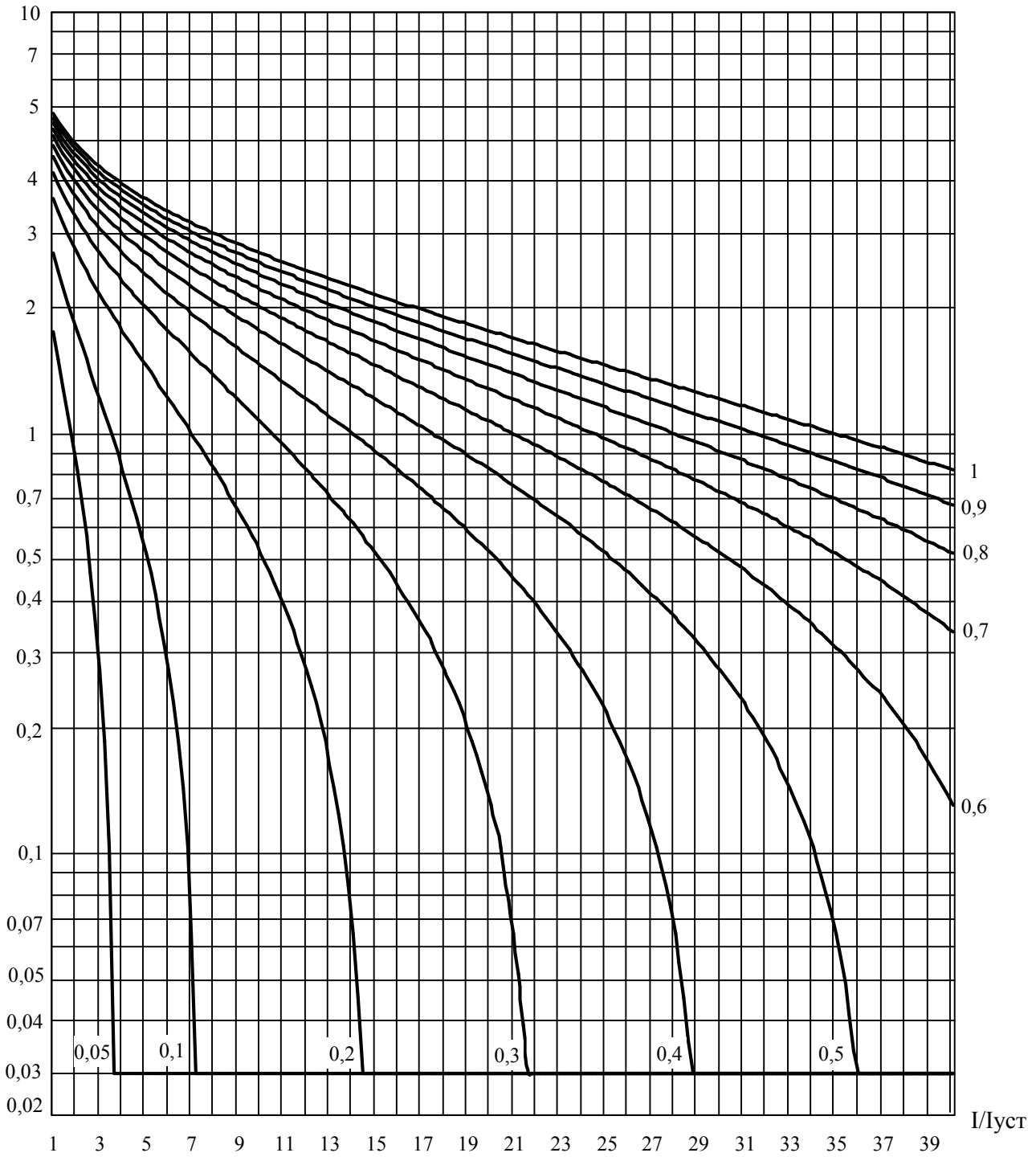


Рис.3.3.5.5 – Характеристика RXIDG-типа

## ПРИЛОЖЕНИЕ И

### Характеристики срабатывания защиты от перегрузки

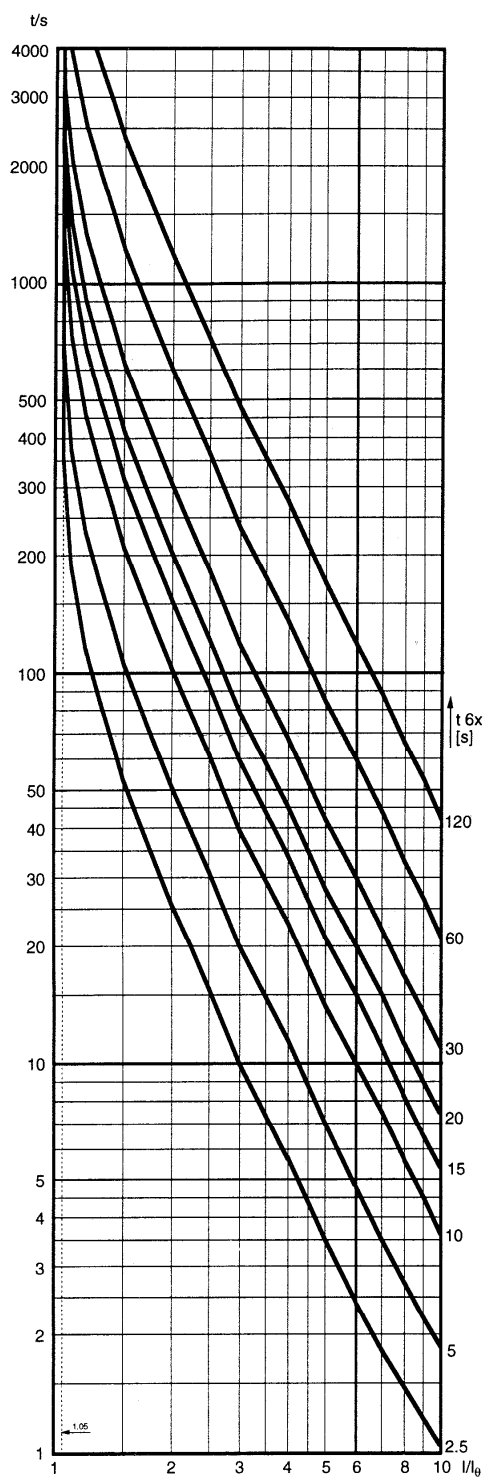


Рис.1

Графики срабатывания тепловой защиты двигателя без предварительной нагрузки ("холодные кривые")  
 $p = 20 \dots 100\%$  .

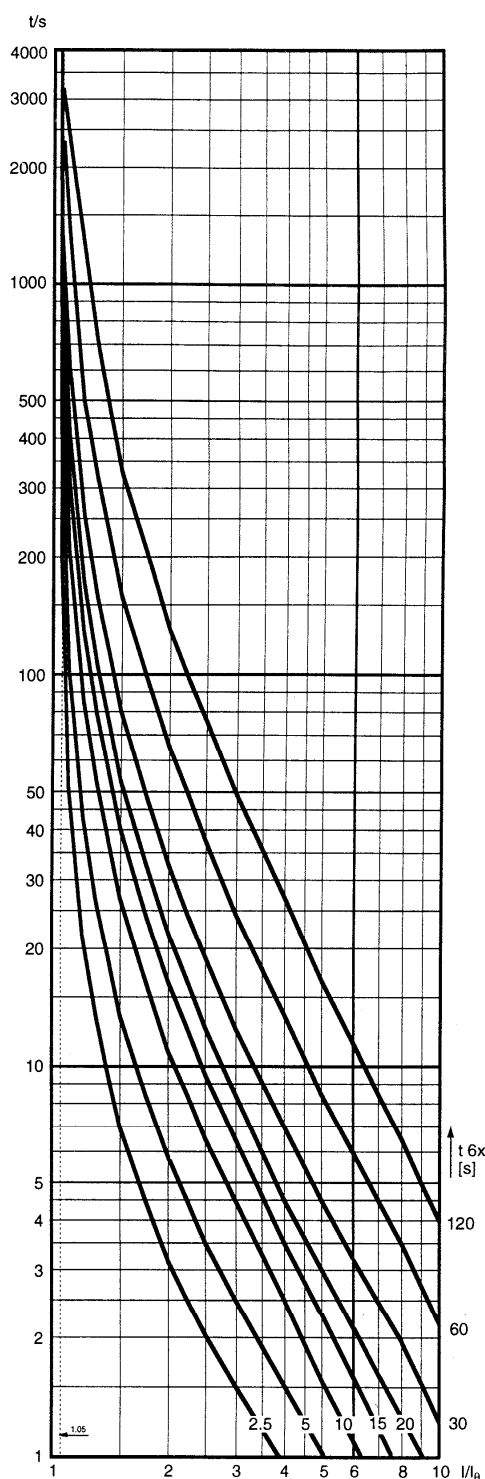


Рис.2

Графики срабатывания тепловой защиты двигателя с предварительной нагрузкой  $1,0 \times I_n$  ("горячие кривые"),  
 $p = 100\%$  .

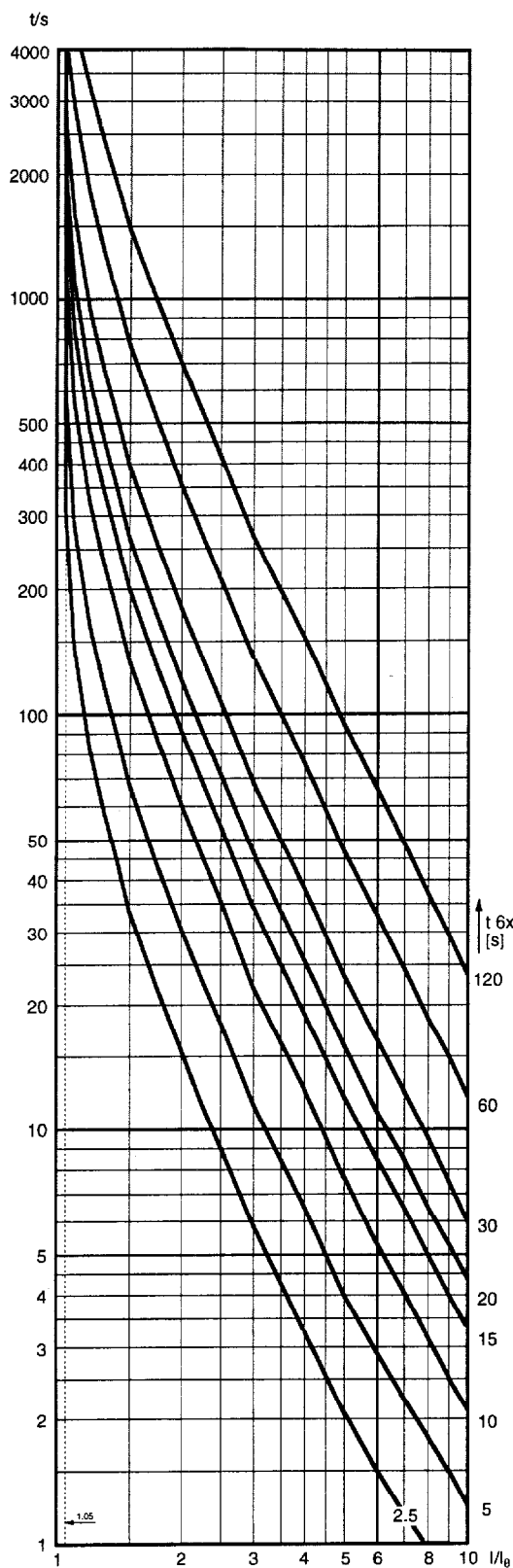


Рис.3

Графики срабатывания тепловой защиты двигателя с предварительной нагрузкой  $1,0 \times I_n$ , ("горячие кривые"),  $I_n$ ,  $p = 50\%$

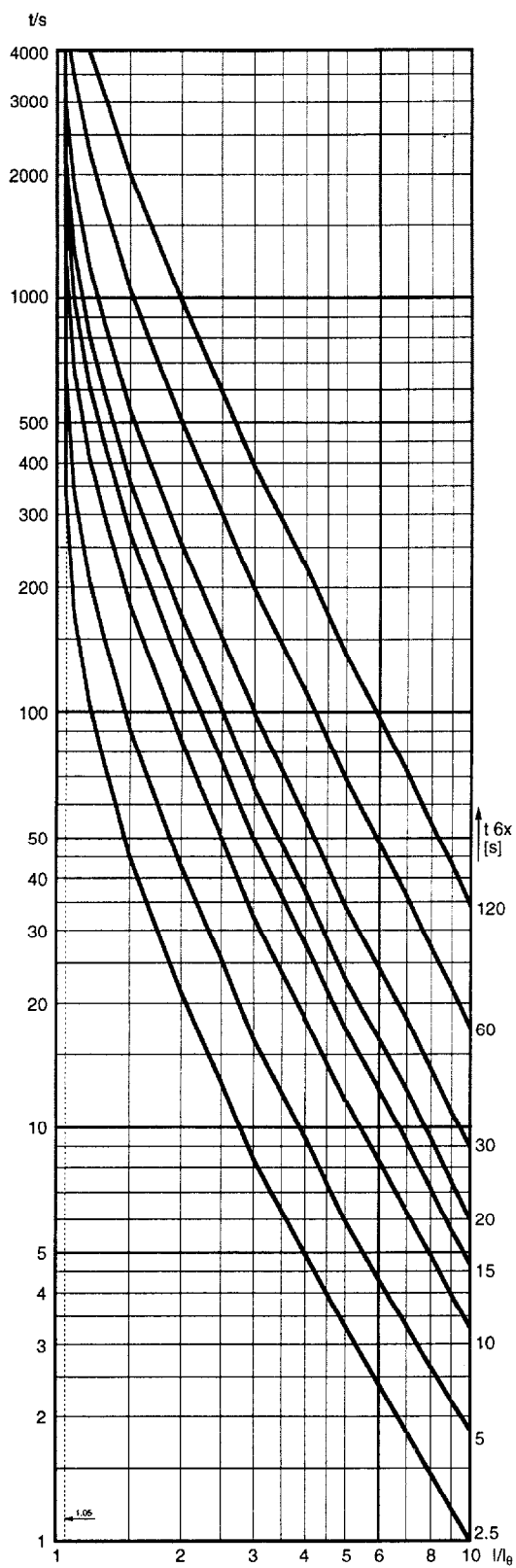


Рис.4

Графики срабатывания тепловой защиты двигателя с предварительной нагрузкой  $1,0 \times I_n$ , ("горячие кривые"),  $p = 20\%$

## ПРИЛОЖЕНИЕ К

### Выбор уставок защиты от тепловых перегрузок

#### 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Защита от тепловых перегрузок защищает двигатель как от кратковременных, так и от длительных перегревов. Наибольшая допустимая длительная нагрузка определяется уставкой по номинальному току нагрузки ( $I_{\Theta}$ ). Обычно эта уставка равна номинальному полному току нагрузки двигателя при  $40^{\circ}\text{C}$  окружающей среды. При вышеупомянутых условиях возрастание тока двигателя на 5% вызовет срабатывание тепловой защиты за время близкое к бесконечности. Если температура окружающей среды постоянно ниже  $40^{\circ}\text{C}$ , уставка  $I_{\Theta}$  может быть выбрана на 5-10% выше полного тока нагрузки двигателя..

Время срабатывания тепловой защиты рассчитывается по формулам приведенным в данном приложении, в которых используется следующие параметры: коэффициент тепловой защиты ( $p$ ) и уставка  $t_{6x}$ .

Перегрузки небольшой продолжительности возникают главным образом во время пуска двигателя. Обычно разрешаются два пуска из холодного состояния и один пуск из горячего состояния. Поэтому допустимое время заклинивания ротора ( $t_{6x}$ ), определяющее характеристику тепловой защиты, выбирается в соответствии с временем пуска двигателя. Уставка может быть легко определена по горячей кривой времятоковой диаграммы. Пользуясь кривой для такого же  $t_{6x}$  по диаграмме «холодных» кривых можно определить общее время пусков, которые можно совершить из холодного состояния двигателя. Как правило, уставка  $t_{6x}$ , равная примерно 1,6...2,0 времени пуска двигателя, обеспечивает проведение желаемых двух «холодных»/ «одного» горячего пусков.

Одной из основных уставок тепловой защиты является коэффициент  $p$ . Уставка  $p=100\%$  выбирается для объектов с чисто одиночной постоянной времени (кабели, трансформаторы и т.п.) Как видно из рис.1 горячая кривая для  $p=100\%$  разрешает время включения из горячего состояния равное примерно 10% допустимого времени включения из холодного состояния. Например, выбрав уставку  $p=100\%$  для двигателя, имеющего  $t_{6x} = 10$  с, время отключения в горячем состоянии составит лишь 1 с, в то время как двигатель может выдержать перегрузку в течение не менее 5 или 6 с. Чтобы использовать полную тепловую емкость двигателя нужно применять более низкие значения  $p$ .

При работе двигателя с номинальной нагрузкой обычно используется около половины его тепловой емкости, это должно быть учтено при выборе уставок тепловой защиты. Так, при уставке  $p=50\%$  и при полной нагрузке тепловая защита зафиксирует использование 45...50% тепловой емкости двигателя.

Значения параметра  $p$ , как правило, следует выбирать в интервале между 50% (для стандартного двигателя с прямым пуском) и 100% (для невращающегося объекта или двигателя с мягким (затяжным) пуском).

Только в особых случаях, где требуется хорошее согласование тепловых характеристик, и очень хорошо известны характеристики защищаемого объекта, допускается выбирать значения между 50 и 100%.

**ВНИМАНИЕ!** Уставка  $p=40\%$  может оказаться удобной для разрешения, например, трех «холодных» пусков. Значения  $p$  значительно ниже 50% следует выбирать осторожно, потому что в таком случае имеется возможность перегрузить защищаемый объект, так как тепловая защита может разрешить слишком много «горячих» пусков или «забыть» многое из предшествовавших тепловых событий. На рис.1 можно увидеть, что горячая кривая для  $p=20\%$  очень близка к холодной кривой. Холодная кривая одинакова для всех значений  $p$ .

Предупреждающий сигнал тепловой защиты может быть использован для предотвращения нежелательного отключения из-за начавшейся тепловой перегрузки. При возникновении предупредительного сигнала, нагрузка двигателя должна быть снижена для

предотвращения отключения. Уровень предупредительной сигнализации ( $\Theta_a$ ) устанавливается в процентах от уровня срабатывания тепловой защиты.

Уровень тепловой защиты, при котором формируется сигнал запрета повторного включения ( $\Theta_i$ ), устанавливается в процентах от уровня сигнала на отключение.

Коэффициент охлаждения ( $k_c$ ) определяет скорость охлаждения двигателя в режиме покоя. Чем больше этот коэффициент, тем медленнее охлаждается двигатель. Рекомендуется устанавливать значение 3.

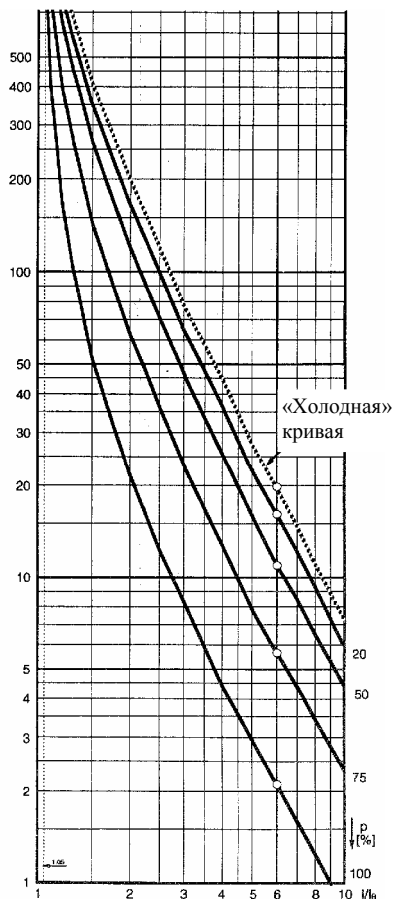


Рис.1. Влияние значения  $p$  на время отключения по горячей кривой при  $t_{6x} = 20c$

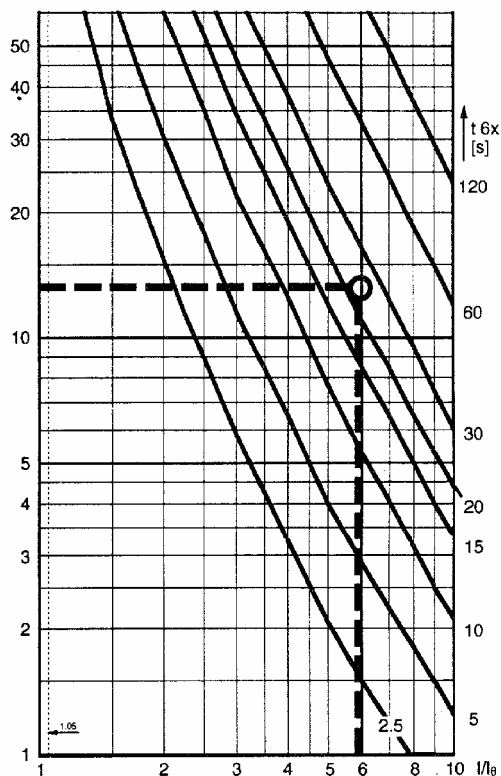


Рис.2. Как определить уставку  $t_{6x}$  по горячей кривой нагрева

## 2. ПРИМЕР РАСЧЕТА УСТАВОК

2.1. Исходные данные защищаемого двигателя с короткозамкнутым ротором:  
 номинальная мощность  $P_{nm} = 4500$  кВт,  
 номинальное напряжение  $U_{nm} = 3300$  В,  
 номинальный ток  $I_{nm} = 930$  А,  
 пусковой ток  $I_s = 6,21 \times I_{nm}$ ,  
 время пуска  $t_s = 11$  с,  
 допустимое время заклинивания ротора - 19 с,  
 температура окружающей среды - 20°C,  
 коэффициент трансформации т.т. 1000/5.

## 2.2. Расчет уставок:

При температуре окружающей среды  $< 40^\circ \text{C}$  ток полной нагрузки двигателя может быть увеличен на 5%. Значит уставка  $I_0$ , составит

$$I_0 = \frac{1.05 \times 930 \text{ A} \times 5}{1000} = 4.88 \text{ A}$$

Двигатель имеет прямой пуск, поэтому  $p = 50\%$ .

Уставка  $t_{6x}$  выбирается по времятоковой характеристике, соответствующей горячему состоянию двигателя. Это позволяет осуществить один «горячий» и два «холодных» пуска.

Сначала определим отношение между пусковым током и полным током нагрузки:

$$I_s/I_0 = I_s / (1.05 \times I_{nm}) = 6.2/1.05 \approx 5.9$$

Откладывая по оси X значение кратности пускового тока (5.9), а по оси Y время пуска двигателя с запасом 10-20%, выбираем уставку  $t_{6x} \approx 25 \text{ c}$  (см. рис.2). Таким образом, при первом пуске из холодного состояния тепловая защита сработает только по истечении 25 секунд, что дольше разрешенных 19 секунд. Поэтому для предотвращения перегрузок во время пусков в устройстве имеется ступень пусковой защиты  $I_s$ .

Значение уставки по пусковому току выбрано следующим:

$$I_s = 6,2 \times 930 \text{ A} \times 5/1000 \approx 28.83 \text{ A}.$$

Для того, чтобы получить некоторый запас надежности, уставку по времени пуска выбирают на 10% выше нормального времени пуска. Поэтому  $t_s = 11 \text{ c} \times 1.1 = 12 \text{ c}$ .

Уставка по предупреждающему сигналу выбирается примерно  $\Theta_a = 80\text{...}90\%$  для оправданно ранней сигнализации. Так как пуск поглощает  $\approx 45\%$  (11с/25с) тепловой емкости, то уровень запрета повторного пуска  $\Theta_i$  выбирается ниже 55%, в нашем случае около 50%.

Коэффициент охлаждения  $k_c$  принимается около 3, потому что двигатель обычный, полностью закрытого исполнения, охлаждаемый вентилятором на валу ротора.

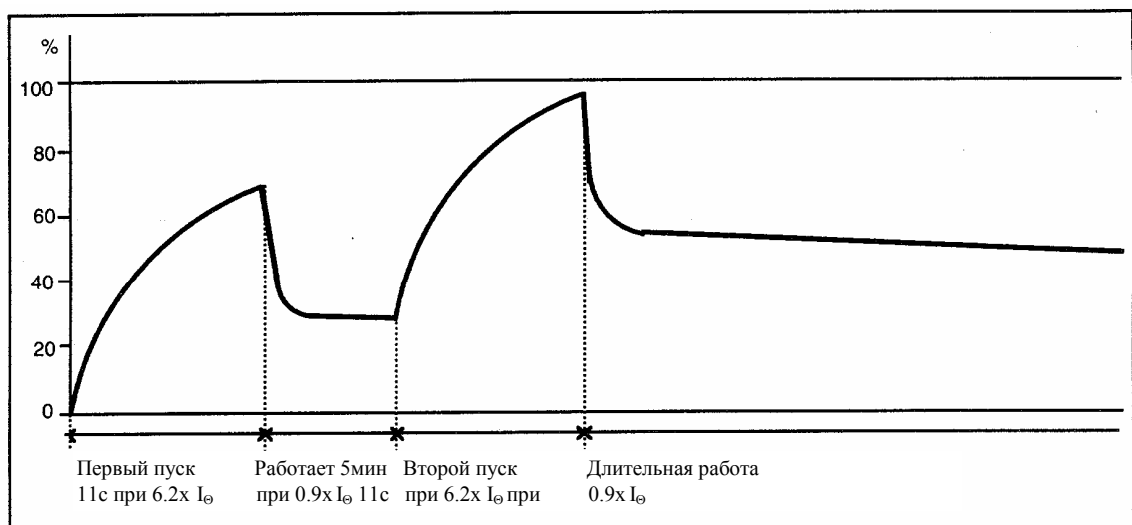


Рис. 3. Кривые нагрева/охлаждения для двух холодных пусков двигателя с нормальной нагрузкой

Поведение тепловой модели в различных ситуациях показано на рис.3 и 4. На рис. 3 показано поведение тепловой модели во время двух последовательных пусков из холодного состояния. Во время первого пуска пусковой ток нагревает двигатель в течение времени пуска и в общей сложности используется около 65% тепловой емкости. После пуска двигатель продолжает вращаться несколько минут с нормальной нагрузкой около 90% тока полной нагрузки.

Так как двигатель вышел из пускового состояния, тепловой уровень ускоренно спадает до уровня установившегося режима. Второй пуск поднимает тепловой уровень до уровня близкого к отключению, но еще разрешающего работу двигателя.

После второго пуска двигатель продолжает вращаться длительно с нормальной нагрузкой, и мы видим, что кривая использования тепловой емкости понижает свой уровень до установившегося значения, когда использовано около 37% тепловой емкости.

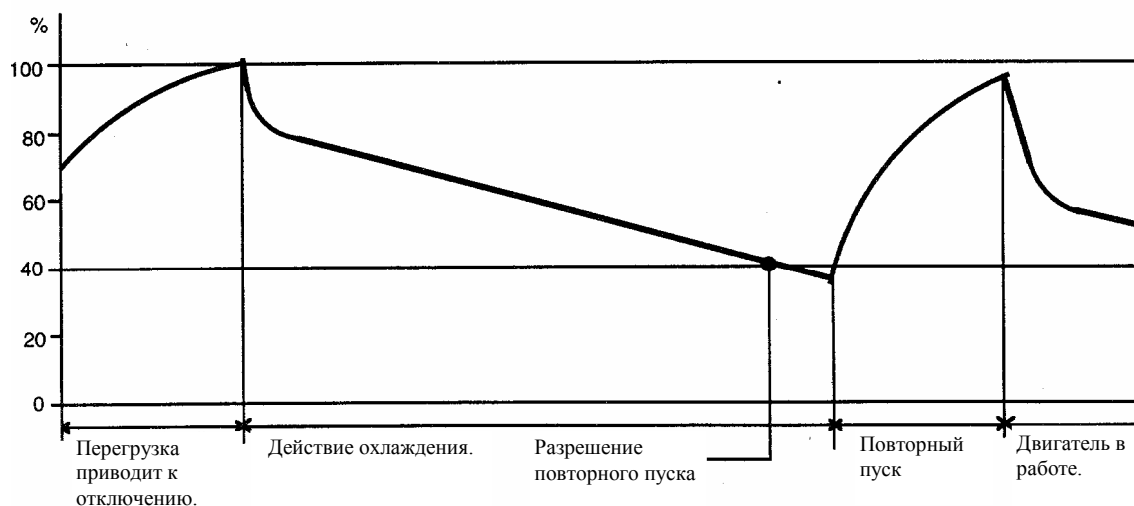


Рис. 4. Кривые нагрева/охлаждения при отключении от перегрузки с последующим повторным пуском двигателя

Рис. 4 отображает ситуацию, когда двигатель вращался в течение длительного срока, а затем перегрузился вплоть до действия защиты на отключение. Защита даст разрешение на повторный пуск, когда тепловой уровень снизится ниже уставки «по уровню запрета на включение при перегрузке»  $\Theta_i$ , которая в данном случае равна 40%. Двигатель начинает остывать. Так как двигатель остановлен, темп остывания снижен вследствие прекращения вращения вентилятора на валу двигателя. Замедленное охлаждение учтено в защите за счет соответствующей уставки коэффициента охлаждения  $k_c$ , принимаемого равным 4...3. Когда тепловой уровень упадет ниже уставки установленной для повторного пуска (40%), защита разрешит повторный пуск, и двигатель можно запустить снова.

### 3. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОГО УСТРОЙСТВА

Нагрев во время условий перегрузки:

$$\Theta_A = (I / (1.05 I_0))^2 \times (1 - e^{-t/\tau}) \times 100\%$$

и

$$\Theta_B = (I / (1.05 I_0))^2 \times (1 - e^{-t/\tau}) \times p\%$$

Когда ток уменьшается ниже  $1.0 \times I_0$  тепловая кривая А (см. рис.5) линейно опускается до уровня, плавно преобразуясь в кривую В, как это видно по кривой в части С. Это соответствует выравниванию горячих точек в двигателе. Пока двигатель вращается с нор-

мальной нагрузкой или работает вхолостую охлаждение следует по спадающей кривой с постоянной времени одинаковой с постоянной нагрева.

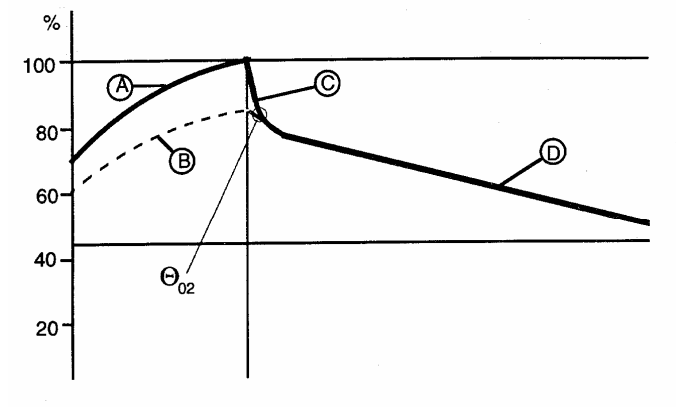


Рис.5.

При остановленном двигателе, то есть когда ток ниже 12% от  $I_0$ , охлаждение может быть выражено как:

$$\Theta = \Theta_{02} \times e^{-t/k_c \times \tau}$$

где  $\Theta_{02}$  - это начальный тепловой уровень и  $k_c$  - это коэффициент охлаждения.

Решая уравнение нагрева относительно времени срабатывания получаем:

$$t = 32xt_{6x} \times \ln \left\{ \frac{(I/I_0)^2 - p/100 \times (I_p/I_0)^2}{(I/I_0)^2 - I_t/I_0^2} \right\}.$$

В этом выражении  $I_t$  - это уровень тока срабатывания (или ток трогания защиты), который равен  $1.05 \times I_0$ , следовательно:

$$t = 32xt_{6x} \times \ln \left\{ \frac{(I/I_0)^2 - p/100 \times (I_p/I_0)^2}{(I/I_0)^2 - 1.1025} \right\},$$

где параметры  $I_0$ ,  $t_{6x}$  и  $p$  - это уставки защиты,

$I_p$  - это ток нагрузки предшествующего режима

$I$  - это ток перегрузки, который привел к срабатыванию.

Оператор  $\ln$  - это натуральный логарифм ( $\log e$ ).