Утвержден
АИПБ.656122.006-05 РЭ-ЛУ

КОМПЛЕКТНОЕ УСТРОЙСТВО 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

Авторские права на данный документ принадлежат ООО «Релематика», 2015.
Данный документ не может быть полностью или частично воспроизведен, скопирован, распространен без разрешения разработчика.

Адрес предприятия-изготовителя:
428020, Чувашская Республика, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, д. 1, ООО «Релематика»
Тел.: (8352) 24-06-50, факс: (8352) 24-02-43
Сайт: www.relematika.ru,
E-mail: service@relematika.ru, rza@relematika.ru

Содержание

1 Описание и работа 6
1.1 Назначение изделия 6
1.2 Технические данные и характеристики 6
1.3 Состав изделия 16
1.4 Устройство и работа 16
1.5 Средства измерения, инструмент и принадлежности 44
1.6 Маркировка и пломбирование 45
1.7 Упаковка 45
2 Использование по назначению 46
2.1 Эксплуатационные ограничения 46
2.2 Подготовка изделия к использованию 46
2.3 Использование изделия 46
2.4 Рекомендации по выбору уставок 54
3 Техническое обслуживание и ремонт 56
3.1 Общие указания 56
3.2 Меры безопасности 56
3.3 Рекомендации по техническому обслуживанию изделий 56
3.4 Проверка работоспособности изделий 60
4 Транспортирование, хранение и утилизация 62
4.1 Условия транспортирования и хранения 62
4.2 Утилизация 62
Приложение А (обязательное) Внешний вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры 63
Приложение Б (справочное) Расположение элементов управления и индикации на устройстве ТОР 100 65
Приложение В (справочное) Расположение клемм на устройстве ТОР 100 66
Приложение Г (обязательное) Функциональная схема устройства 67
Приложение Д (обязательное) Структурная схема и схема включения устройств 68
Приложение Е (обязательное) Графики обратнозависимых времятоковых характеристик 70
Приложение Ж (рекомендуемое) Перечень оборудования и средств измерения 76
Приложение И (рекомендуемое) Параметры измеряемых величин 77
Приложение К (рекомендуемое) Перечень уставок 80
Приложение Л (рекомендуемое) Характеристики срабатывания тепловой защиты двигателя от перегрузки 87
Список сокращений 89

До изучения настоящего руководства по эксплуатации устройство не включать!

Настоящее РЭ предназначено для ознакомления с основными параметрами, принципом действия, конструкцией, правилами эксплуатации и обслуживания комплектных устройств защиты синхронных и асинхронных двигателей 6-10 кВ типа ТОР 100 ДВГ 23 (ТОР 100 ДВГ 63) (именуемые далее «устройства» или «терминалы»). Терминалы принадлежат к серии устройств ТОР 100, которая имеет различные типоисполнения.

Настоящее РЭ распространяется на терминалы **с версией ПО v.06A от 16.10.2014**.

Данный документ включает в себя разделы:

– «Описание и работа», в котором приводятся особенности данного типоисполнения, основные технические данные и конструктивное выполнение устройств серии ТОР 100;

– «Использование по назначению», где приводятся рекомендации и инструкции по регулированию и настройке, установке уставок и параметров;

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

Раздел «Описание и работа» состоит из нескольких частей, в одной из которых приводятся данные, свойственные данному конкретному типоисполнению, а в остальных приводятся общие технические данные на серии устройств ТОР 100 в целом.

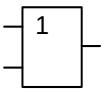
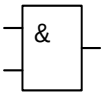
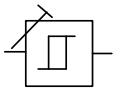
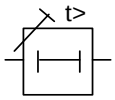
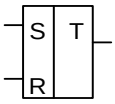
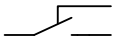
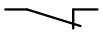
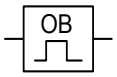
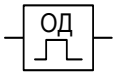
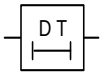
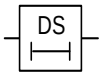
Устройства ТОР 100 соответствуют требованиям технических условий ТУ 3433-010-54080722-2006 и ГОСТ Р 51321.1-2007. Устройства разработаны в соответствии с «Общими техническими требованиями к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем» РД 34.35.310-97 с соблюдением необходимых требований для применения их на энергообъектах с переменным, выпрямленным переменным или постоянным оперативным током.

Для обеспечения интеграции в систему мониторинга подстанций и АСУ ТП в устройстве реализованы различные протоколы связи. В том числе обеспечивается возможность работы по протоколу МЭК 61850 совместно с дополнительным внешним преобразователем (с предустановленным ПО), который может быть включен в комплект поставки устройства.

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.

В функциональных схемах используются следующие условно-графические обозначения:

	Логический элемент «НЕ»
	Логический элемент «ИЛИ»
	Логический элемент «И»
	ИО с изменяемой уставкой
	Выдержка времени с независимой характеристикой
	RS – триггер, положение сохраняется в энергонезависимой памяти
	Переключающий программный ключ
	Нормально разомкнутый программный ключ
	Нормально замкнутый программный ключ
	Одновибратор
	Ограничитель длительности
	Выдержка времени на срабатывание
	Выдержка времени на возврат

1 Описание и работа

1.1 Назначение изделия

1.1.1 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.

1.1.2 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 Технические данные и характеристики

1.2.1 Основные технические данные устройств

Основные технические данные устройств приведены в таблице 1.2.1.

Таблица 1.2.1 – Основные технические данные устройств

Основные технические данные	Значение
Номинальная частота переменного тока	50 Гц
Номинальный переменный ток: - цепей защиты от междуфазных замыканий - защиты от однофазных замыканий на землю	 5 А и 1 А 1 А 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	 0,2 ВА/фазу, не более 5/10 Вт, не более
Габаритные размеры (ширина, высота, глубина)	163х266х225 мм
Масса устройства	3,5 кг, не более

1.2.2 Допустимые условия работы

1.2.2.1 Вид климатического исполнения устройств и категория размещения – УХЛ3.1 по ГОСТ 15150-69.

1.2.2.2 Устройства предназначены для работы в следующих условиях в соответствии с ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89 для климатического исполнения УХЛ3.1:

– 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 воздуха не более 98 % при температуре плюс 25°С;

– высота над уровнем моря не 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 устройства должно быть защищено от попадания брызг воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации;

– атмосфера типа II (промышленная).

1.2.2.3 В части воздействия факторов внешней среды устройства удовлетворяет требованиям группы механического исполнения М7 по ГОСТ 30631-99. При этом уровень вибрационных нагрузок от 0,5 до 100 Гц с ускорением 1 g. Устройства выдерживают многократные ударные нагрузки длительностью от 2 до 20 мс с максимальным ускорением 3 g.

Сейсмостойкость по шкале сейсмической интенсивности MSK-64 устройств соответствует ГОСТ 30546.1-98 при воздействии землетрясений интенсивностью 9 баллов и уровне установки над нулевой отметкой до 10 м.

1.2.2.4 Степень защиты оболочки устройств по лицевой части – IP 40, по остальным – IP 20 по ГОСТ 14254-2015.

1.2.3 Сопротивление и электрическая прочность изоляции

1.2.3.1 Сопротивление изоляции всех независимых цепей устройства, кроме портов последовательной связи, относительно корпуса и всех независимых цепей между собой в холодном состоянии составляет не менее 100 МОм при напряжении 1000 В по ГОСТ IEC 60255-5-2014.

Примечание – Характеристики и параметры устройства, приводимые в тексте без особых оговорок, соответствуют температуре окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 30 °С, относительной влажности от 45 до 75 %, атмосферному давлению от 86 до 106 кПа, номинальной частоте переменного тока 50 Гц и номинальному напряжению оперативного тока.

1.2.3.2 В состоянии поставки электрическая изоляция между всеми независимыми цепями устройства относительно корпуса и всех независимых цепей между собой, кроме портов последовательной связи, выдерживает без пробоя и перекрытия испытательное напряжение 2000 В (эффективное значение) переменного тока частоты 50 Гц в течение 1 мин по ГОСТ IEC 60255-5-2014. Электрическая изоляция цепей цифровых связей относительно корпуса и всех независимых цепей между собой должна выдерживать без пробоя и перекрытия испытательное напряжение 500 В (эффективное значение) переменного тока частоты 50 Гц в течение 1 мин по ГОСТ IEC 60255-5-2014. При повторных испытаниях испытательное напряжение не должно превышать 85 % от вышеуказанного значения.

1.2.3.3 Электрическая изоляция независимых цепей между собой и относительно корпуса выдерживает без повреждений три положительных и три отрицательных импульса испытательного напряжения (при работе источника сигнала на холостом ходу), имеющих в соответствии с ГОСТ IEC 60255-5-2014:

– амплитуду – не менее 5,0 кВ;
– длительность переднего фронта – (1,20 ± 0,36) мкс;
– длительность заднего фронта – (50 ± 10) мкс.

Длительность интервала между импульсами – не менее 5 с.

1.2.3.4 Электрическая изоляция цепей цифровых связей относительно корпуса, соединенного с другими независимыми цепями должна выдерживать без повреждений три положительных и три отрицательных импульса испытательного напряжения (при работе источника сигнала на холостом ходу), имеющих в соответствии с ГОСТ IEC 60255-5-2014:

– амплитуду – не менее 1,0 кВ;
– длительность фронта – (1,20 ± 0,36) мкс;
– длительность полуспада – (50 ± 10) мкс.

Длительность интервала между импульсами – не менее 5 с.

1.2.4 Цепи оперативного питания

1.2.4.1 Номинальное напряжение питания устройств 110 В или 220 В.

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

1.2.4.3 Устройства сохраняют работоспособность и функционирование при длительных отклонениях напряжения оперативного питания в диапазоне от минус 20 до плюс 10 % от

номинального значения. Допустимые кратковременные отклонения напряжения (предельный диапазон) от минус 50 до плюс 20 %.

1.2.4.4 Устройства сохраняют работоспособность и функционирование при длительных отклонениях частоты оперативного переменного тока в диапазоне от минус 5 до плюс 3 Гц от номинального значения.

1.2.4.5 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.

1.2.4.6 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.

1.2.4.7 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.

1.2.5 Цепи переменного тока и напряжения

1.2.5.1 Токовые цепи защит от междуфазных замыканий выдерживают ток без повреждений при номинальном входном токе 1 А и 5 А соответственно 3 А и 15 А длительно, 75 А и 400 А в течение 1 с.

1.2.5.2 Токовые цепи защит от замыканий на землю выдерживают ток без повреждений при номинальном входном токе 0,2 А и 1 А соответственно 1 А и 3 А длительно, 20 А и 75 А в течение 1 с.

Примечание – Не гарантируется правильная работа защиты от замыканий на землю при подключении к токовым цепям трансформаторов тока нулевой последовательности типов CSH120, CSH200 производства Schneider Electric.

1.2.5.3 Цепи переменного напряжения выдерживают без повреждений напряжение 200 В длительно.

1.2.5.4 Устройства сохраняют работоспособность при искажении формы вторичного тока ТТ, соответствующей токовой погрешности до 70 % включительно в установившемся режиме, при этом должна быть обеспечена кратность параметров срабатывания по отношению к уставкам не менее 2.

1.2.5.5 Устройства правильно функционируют при изменении частоты входных сигналов тока в диапазоне от 0,9 до 1,1 F_N. Дополнительная погрешность параметров срабатывания ИО устройств при этом не превышает ± 3 % относительно значений параметров срабатывания, измеренных при номинальной частоте.

1.2.6 Характеристики дискретных входов

1.2.6.1 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.

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

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

1.2.6.4 Входной ток дискретных цепей в момент срабатывания не более 25 мА. Потребление входных дискретных цепей – не более 0,8 Вт (при напряжении 220 В).

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

Количество дискретных входных цепей в зависимости от аппаратного исполнения – 6 или 10.

1.2.6.6 При номинальном напряжении оперативного тока 220 В напряжение срабатывания дискретного входа находится в диапазоне от 158 до 170 В, напряжения возврата в диапазоне от 154 до 132 В.

1.2.6.7 При номинальном напряжении оперативного тока 110 В напряжение срабатывания дискретного входа находится в диапазоне от 79 до 85 В, напряжения возврата в диапазоне от 66 до 77 В.

1.2.7 Характеристики дискретных выходов

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

1.2.7.2 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 пяти раз с интервалом времени не менее 1 мин между отключениями.

Контакты выходных реле допускают включение цепи переменного тока в соответствии с таблицей 1.2.2.

Таблица 1.2.2 – Коммутационные данные реле

Коммутируемый ток, А	**Длительность, с**
10	1,0
15	0,3
30	0,2
40	0,03

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.

1.2.7.3 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.

1.2.7.4 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.

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

1.2.7.6 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 промежуточного реле. Пример подключения приведен на рисунке 1.2.1.

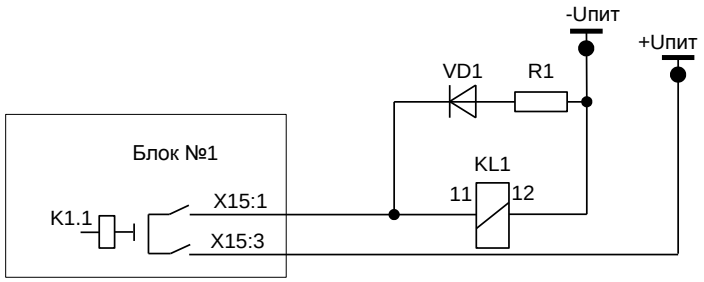


Рисунок 1.2.1 – Схема искрогасящего контура

Сопротивление R_1 подбирается из условия

$$R_1 = 0{,}1\ R_{KL1}, \qquad (1.1)$$

где R_{KL1} – активное сопротивление катушки промежуточного реле, Ом.

Мощность выбирается при условии кратковременного протекания тока (не менее 2 Вт).

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

$$I_{VD1} = 3\ U_{пит.}/R_1;\ U_{VD1\ обр} = 3\ U_{пит}, \qquad (1.2)$$

где I_{VD1} – постоянный ток, протекающий через диод в прямом направлении, А;

$U_{VD1\ обр}$ – постоянное напряжение, приложенное к диоду в обратном направлении, В.

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 R_1: С2-23: 820 Ом, 2 Вт; VD1: 1N4937: $I_{пр}$ = 1 А, $U_{обр.}$ = 600 В.

1.2.8 Интерфейсы связи

1.2.8.1 Устройства ТОР 100 могут иметь до двух портов связи. На лицевой панели расположен порт связи с USB (изолированный) для подключения переносного компьютера через нуль-модемный кабель. На задней панели устройства предусмотрено до двух портов связи, предназначенных для подключения устройств ТОР 100 к АСУ ТП. В таблице 1.2.3 показаны варианты выполнения интерфейса в зависимости от исполнения портов связи.

Таблица 1.2.3 – Варианты исполнения интерфейсов связи

Порт	**Исполнение**
Порт 1	RS-485/оптика/TTL/ИРПС (по заказу)

1.2.8.2 Передний порт предназначен для управления, контроля и задания параметров устройств ТОР 100 от переносного компьютера во время проведения пусконаладочных работ и работ при ТО. Для связи с терминалами через передний порт связи необходим переносной (или стационарный) компьютер с установленным специализированным ПО (поставляется по запросу) и стандартный USB A-B кабель связи. Изображения разъемов кабеля приведены на рисунке 1.2.2.

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.

а) тип А б) тип В

Рисунок 1.2.2 – Разъемы USB

Исполнение порта 1 должно оговариваться при заказе устройств ТОР 100 исходя из нижеописанных вариантов.

1.2.8.3 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 таблице 1.2.4.

Таблица 1.2.4 – Назначение коннекторов оптического порта

Коннектор	**Цвет**	**Назначение**
Верхний	Темный	RX – прием сигнала устройством ТОР 100
Нижний	Светлый	TX – передача сигнала устройством ТОР 100

Технические данные оптического порта приведены в таблице 1.2.5.

Таблица 1.2.5 – Параметры оптического порта

Параметр	**Значение**
Коннекторы	Тип ST, для стеклянного оптоволокна
Диаметр оптоволокна	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 ТОР 100 могут включаться в одну оптическую петлю. Однако для обеспечения связи при отключении питания одного из устройств, необходимо применение 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.

1.2.8.4 Порт с интерфейсом RS-485

Исполнение порта с интерфейсом RS-485 используется для организации полудуплексного обмена информацией с устройствами ТОР 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 таблице 1.2.6.

Таблица 1.2.6 – Назначение контактов разъема порта с интерфейсом RS-485

Контакт	Сигнал	Назначение
1	DATA B (D+)	Положительный вход/выход данных
4	DATA A (D-)	Отрицательный вход/выход данных

Технические данные порта с интерфейсом RS-485 приведены в таблице 1.2.7.

Таблица 1.2.7 – Параметры порта с интерфейсом RS-485

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

Ответная часть разъема порта представляет собой шестиконтактную розетку с винтовым зажимом проводников, аналогичную применяемым в блоках входных дискретных сигналов и выходных реле. Розетка входит в комплект ЗИП устройств ТОР 100 при заказе данного исполнения порта.

Типовая схема соединения предусматривает параллельное подключение устройств ТОР 100 к линии связи произвольной топологии с учетом ограничений, указанных в таблице 1.2.7.

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.

1.2.8.5 Порт TTL

Исполнение порта TTL используется для подключения к устройству ТОР 100 внешних преобразователей различных типов, например, оптоэлектрических преобразователей серии МС. Внешний преобразователь может монтироваться непосредственно на девятиконтактном разъеме порта, либо располагаться вблизи от ТОР 100 и подключаться к нему с помощью экранированного кабеля. Назначение контактов разъема порта TTL приведено в таблице 1.2.8.

Таблица 1.2.8 – Назначение контактов разъема порта TTL

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

Технические данные порта TTL приведены в таблице 1.2.9.

Таблица 1.2.9 – Параметры порта TTL

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 ТОР 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 ТОР 100 в петле.

1.2.8.6 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 с интерфейсом «токовая петля» приведено в таблице 1.2.10.

Таблица 1.2.10 – Назначение контактов разъема порта с интерфейсом «токовая петля»

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

Технические данные порта с интерфейсом «токовая петля» приведены в таблице 1.2.11.

Таблица 1.2.11 – Параметры порта с интерфейсом «токовая петля»

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 ТОР 100.

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

1.2.8.7 Параметры портов последовательной связи

Протокол обмена для порта 1 – стандартный международный протокол ГОСТ Р МЭК 60870-5-103-2005 либо SPA, переднего порта – 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 таблице 1.2.12.

Таблица 1.2.12 – Параметры портов последовательной связи

Параметр	Диапазон	Значение по умолчанию
Скорость обмена, бит/с	2400, 4800, 9600, 19200	9600
Адрес	От 1 до 255 (нечётные цифры)	1
Пароль	От 1 до 999	001
Счетчик-монитор, с	От 0 до 35	–

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.

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 ключей) 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.

1.2.9 Самодиагностика

1.2.9.1 Общие принципы выполнения

Устройства ТОР 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.

1.2.10 Коды неисправности

Перечень кодов внутренних неисправностей устройств ТОР 100 и рекомендуемые действия персонала приведены в 3.4.1. При самоликвидации неисправности система самодиагностики автоматически перезапускает микропроцессор, и устройства продолжают 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).

1.2.11 Электромагнитная совместимость

Устройства сохраняют работоспособность и функционирование без ухудшения качества выполняемых функций (критерий качества функционирования – А) при воздействии следующих видов помех:

1.2.11.1 Магнитного поля промышленной частоты напряженностью (степень жесткости – 5 по ГОСТ Р 50648-94):

– длительно 100 А/м;
– в течении 1 с 1000 А/м.

1.2.11.2 Импульсного магнитного поля напряженностью 1000 А/м (степень жесткости – 5 по ГОСТ Р 50649-94).

1.2.11.3 Электростатические разряды с испытательным напряжением импульса разрядного тока (степень жесткости – 3 по ГОСТ 30804.4.2-2013):

– контактный разряд 6 кВ, 150 пФ;
– воздушный разряд 8 кВ, 150 пФ.

1.2.11.4 Радиочастотного электромагнитного поля напряженностью 10 В/м в полосе частот от 80 до 1000 МГц (степень жесткости – 3 по ГОСТ 30804.4.3-2013).

1.2.11.5 Наносекундные импульсные помехи с заданными амплитудой и длительностью фронта/импульса (степень жесткости – 4 по ГОСТ 30804.4.4-2013):

– цепи переменного и оперативного тока 4 кВ, 5/50 нс;
– приемные и выходные цепи 2 кВ, 5/50 нс.

1.2.11.6 Микросекундные импульсные помехи большой энергии – импульсы напряжения и тока длительностью 1/50 мкс и 6,4/16 мкс соответственно с амплитудой испытательного импульса 4 кВ (степень жесткости – 4 по ГОСТ Р 51317.4.5-99).

1.2.11.7 Повторяющиеся колебательные затухающие помехи частотой (1±0,1) МГц (степень жесткости – 3 по ГОСТ IEC 61000-4-12-2016):

– амплитудное значение первого импульса по схеме подключения источника сигнала «провод-провод» (1,0 ± 0,1) кВ, по схеме «провод-земля» (2,50 ± 0,25) кВ;
– время нарастания первого импульса 75 нс с отклонением ± 20 %;
– модуль огибающей, уменьшающийся после трех-шести периодов на 50 %;
– частота повторения импульсов (400 ± 40) Гц.

Продолжительность воздействия высокочастотного сигнала от 2 до 2,2 с.

Внутреннее сопротивление источника сигнала – (200 ± 20) Ом.

1.2.11.8 Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями в диапазоне частот от 150 кГц до 80 МГц, напряжением 10 В (степень жесткости – 3 по ГОСТ Р 51317.4.6-99).

1.2.11.9 Кондуктивные помехи частотой 50 Гц напряжением (степень жесткости – 4 по ГОСТ Р 51317.4.16-2000):

– длительно 30 В;
– в течении 1 с 100 В.

1.2.11.10 Динамические изменения напряжения питания (степень жесткости – 4 по ГОСТ 30804.4.11-2013):

– провалы напряжения 50 % от U_N 2,0 с;
– прерывания напряжения 100 % от U_N 0,5 с.

1.2.11.11 Затухающего колебательного магнитного поля напряженностью 30 А/м (степень жесткости – 4 по ГОСТ Р 50652-94).

1.2.11.12 Колебания напряжения питания величиной ±0,12 U_N (степень жесткости – 3 по ГОСТ Р 51317.4.14-2000).

1.2.11.13 Пульсации напряжения электропитания постоянным током с размахом 10 % от U_N (степень жесткости – 3 по ГОСТ Р 51317.4.17-2000).

1.2.12 Надежность

1.2.12.1 Устройства ТОР 100 в части требований по надежности соответствуют ГОСТ 4.148-85 и ГОСТ 27.003-2016.

1.2.12.2 Средняя наработка на отказ сменного элемента не менее 125 000 ч.

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

1.2.12.4 Полный средний срок службы устройств не менее 25 лет при условии проведения требуемых технических мероприятий по обслуживанию.

1.3 Состав изделия

1.3.1 Устройства представляют собой набор блоков, конструктивно объединенных в кассете унифицированной конструкции. Габаритные, установочные размеры, внешний вид приведены в приложении А.

1.3.2 Рабочее положение устройства в пространстве – вертикальное с отклонением от рабочего положения до 5° в любую сторону.

1.3.3 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.

1.3.4 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 **Uпит.** расположены над дисплеем. Расположение элементов управления на лицевой плите приведено в приложении Б.

1.3.5 Блоки устанавливаются с тыльной стороны устройств (после удаления задней плиты) в разъёмы 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. Расположение клемм на задней плите приведено в приложении В.

1.3.6 Клеммные соединители обеспечивают присоединение внешних проводников:

1) для подключения измерительных цепей тока и напряжения под винт: одного проводника сечением не менее 1 мм^2. Допускается подключение двух одинаковых проводников сечением не более 2,5 мм^2 каждый. Рабочее сечение проводников составляет 6 мм^2;

2) для подключения дискретных цепей, цепей оперативного питания: одного проводника сечением не менее 0,5 мм^2. Допускается подключение двух одинаковых проводников сечением не более 1,5 мм^2 каждый. Рабочее сечение проводников составляет 2,5 мм^2.

Контактные соединения устройств соответствуют классу 2 по ГОСТ 10434-82.

1.3.7 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^2.

1.4 Устройство и работа

В данном разделе представлены характерные особенности типоисполнения устройств ТОР 100 ДВГ 23, описание выполняемых функций, функциональных узлов, особенности применения устройств.

Устройства ТОР 100 ДВГ 23 выполняют следующие функции:

в части защит (в зависимости от исполнений устройств):

– защита от перегрузки («псевдотепловая» модель);

– защита асинхронного хода;
– защита пусковых режимов;
– защита от заклинивания ротора;
– 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 небаланса (Id);
– УРОВ с отдельным токовым органом;
– организация цепей блокировки ЛЗШ;
– контроль режима самозапуска;

в части измерения, осциллографирования, регистрации:

– индикация аналоговых величин тока в первичных / вторичных величинах;
– встроенный аварийный осциллограф (режим записи 200, 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 (RS-485, оптический интерфейс, TTL или ИРПС «токовая петля» по заказу)[1)];
– протоколы обмена данными с устройствами: ГОСТ Р МЭК 60870-5-103-2005 и SPA;
– ПО для конфигурирования и задания уставок устройства;

дополнительные возможности:

– задаваемое пользователем из имеющегося списка назначение дискретных входных цепей, выходных реле и светодиодных индикаторов;
– разъем для связи с ПК (на лицевой плите);
– интерфейс «человек-машина» (ИЧМ) с жидкокристаллическим четырехстрочным индикатором (ЖКИ), светодиодами и кнопками управления.

1.4.1 Функциональная и структурная схема устройства

Функциональная схема приведена в приложении Г, где показана взаимосвязь между блоками, входящими в состав устройства ТОР 100 ДВГ 23. Там же показано назначение входных и выходных сигналов для связи с внешними устройствами. Структурная схема устройства приведена в приложении Д.

ВНИМАНИЕ! На функциональной схеме приведены номера и группы программных ключей, 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.

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

[1)] Функция определяется при заказе.

1.4.2 Функции релейной защиты

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

Набор защит в составе устройства ТОР 100 ДВГ 23 приведен ниже.

1.4.2.1 Защита от перегрузки двигателя («псевдотепловая» защита)

Защита от перегрузки (вводится программным ключом 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 таблице 1.4.1 показано назначение программных ключей 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.

Таблица 1.4.1 – Назначение программных ключей защиты от перегрузки двигателя

№ ключа в SGF 18	**Назначение ключа**	**Состояние ключа**	**Значение**
1	Ступень защиты	0	Выведена
		1	Введена
2 - 8	Не используются		

Выходные цепи защиты (рисунок 1.4.1) 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 (SGS 3, SGS 4).

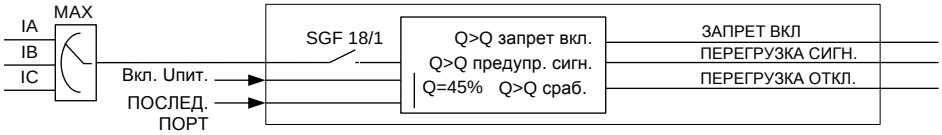


Рисунок 1.4.1 – Структурная схема защиты от перегрузки двигателя

Параметры и характеристики защиты от перегрузки двигателя приведены в таблице 1.4.2.

Таблица 1.4.2 – Параметры и характеристики защиты от перегрузки двигателя

Наименование параметра	**Значение параметра**
Диапазон уставок по номинальному току двигателя, А	От 0,2 до 4 I_N
Безопасное время заклинивания ротора, с	От 2 до 120
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 Л.

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

1.4.2.2 Защита от асинхронного хода (ЗАХ)

Принцип действия защиты (рисунок 1.4.2) 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 (от 1,3 до 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 2 с.

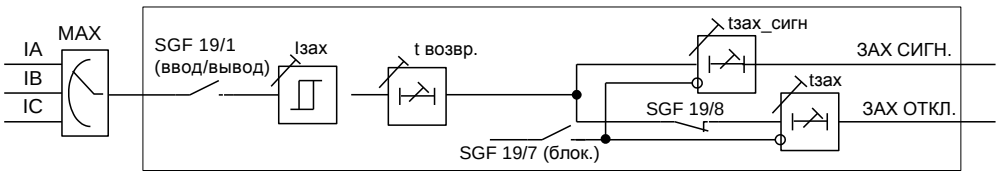


Рисунок 1.4.2 – Логическая схема ЗАХ

В таблице 1.4.3 показано назначение программных ключей ЗАХ.

Таблица 1.4.3 – Назначение программных ключей ЗАХ

№ ключа в SGF 19	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Ступень защиты	0	Выведена
		1	Введена
2 - 6	Не используются		
7	Блокировка ступени	0	Выведена
		1	Введена
8	Выдержка времени на отключение	0	Выведена
		1	Введена

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

Возможно выполнение блокирования защиты установкой программного ключа SGF 19/7=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 ЗАХ приведены в таблице 1.4.4.

Таблица 1.4.4 – Параметры и характеристики ЗАХ

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон уставок по току срабатывания, А	От 0,1 до 40 I_N
Уставка по выдержке времени на возврат, с	От 0,05 до 20
Уставка по времени срабатывания, с	От 0,05 до 300
Основная погрешность по времени срабатывания, % от уставки - при уставках менее 0,5 с - при уставках более 0,5 с	 ± 25 мс ± 3

Наименование параметра	Значение параметра
Основная погрешность по току срабатывания, % от уставки, - при уставках менее 0,50 I_N - при уставках более 0,50 I_N	 ± 5 ± 3

1.4.2.3 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 таблице 1.4.5 показано назначение программных ключей защиты. Параметры и характеристики защиты приведены в таблице 1.4.6.

Таблица 1.4.5 – Назначение программных ключей защиты пусковых режимов

№ ключа в SGF 20	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Ступень защиты	0	Выведена
		1	Введена
2	Режим работы	0	Токовая
		1	От теплового воздействия
3 - 6	Не используются		
7	Блокировка ступени	0	Выведена
		1	Введена
8	Защита от заклинивания ротора	0	Выведена
		1	Введена

Ввод/вывод защиты производится программным ключом SGF 20/1 (в ИЧМ «*Уставки/Защ.пуск.реж./Защита: введена*»). Возможно выполнение блокирования защиты установкой программного ключа SGF 20/7=1 (в ИЧМ «*Уставки/Защ.пуск.реж./ Блок.пуск.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>> для контроля заклинивания ротора. Защита от заклинивания ротора может вводиться или выводиться ключом SGF 20/8 (в ИЧМ «*Уставки/Защ.пуск.реж./Защ.закл.ротор: введена*»).

Защита (рисунок 1.4.3) выполнена с независимой или обратнозависимой от тока характеристикой (выбор производится программным ключом SGF 20/2, расчет времени срабатывания при обратнозависимой характеристике производится по формуле

$$T_{cp} = \frac{I_s^2 \cdot t_s}{I_{cp}^2}, \qquad (1.3)$$

где I_s – уставка по току, А;

t_s – уставка по времени, с;

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

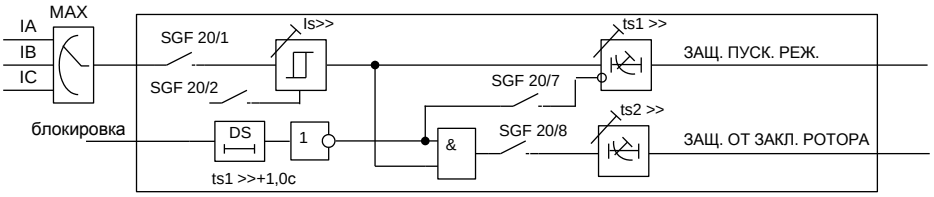


Рисунок 1.4.3 – Структурная схема защиты пусковых режимов

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 обратнозависимой 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.

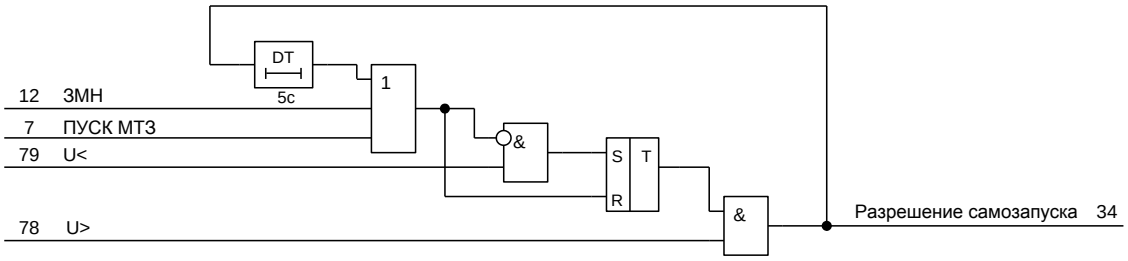


Рисунок 1.4.4 – Функциональная схема режима самозапуска

Для выявления режима самозапуска используется схема, приведенная на рисунке 1.4.4. При снижении напряжения на шинах срабатывает пусковой орган ЗМН. Если провал напряжения был кратковременный, т.е. ступень U> срабатывает раньше, чем ЗМН, 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 ts1>>, а защита от заклинивания ротора выводится. Сигнал на разрешение самозапуска снимается после увеличения тока выше уставки защиты пускового режима либо по истечении 5 с после восстановления напряжения.

Таблица 1.4.6 – Параметры и характеристики защиты пусковых режимов

Наименование параметра	**Значение параметра**
Диапазон уставок по току, А	От 0,1 до 10 I_N
Диапазон уставок по времени, с	От 0,05 до 100
Коэффициент возврата, не менее	0,9
Время срабатывания минимальное, мс	65
Основная погрешность по времени срабатывания, % от уставки: - при уставках менее 0,5 с - при уставках более 0,5 с	 ± 25 мс ± 3
Основная погрешность по току срабатывания, % от уставки: - при уставках менее 0,50 I_N - при уставках более 0,50 I_N	 ± 5 ± 3

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

1.4.2.4 Трехфазная ненаправленная максимальная токовая защита

Структурная схема МТЗ изображена на рисунке 1.4.5.

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.

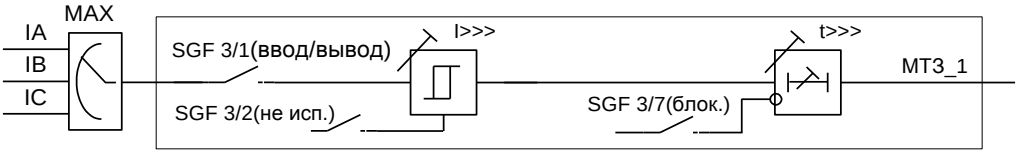


Рисунок 1.4.5 - Структурная схема МТЗ

В таблице 1.4.7 показано назначение программных ключей МТЗ.

Таблица 1.4.7 – Назначение программных ключей МТЗ

№ ключа в SGF 3	**Назначение ключа**	**Состояние ключа**	**Значение**
1	Ступень защиты	0	Выведена
		1	Введена
7	Блокировка ступени	0	Выведена
		1	Введена
2 - 6, 8	Не используются		

Ввод в работу МТЗ осуществляется с помощью программного ключа SGF 3/1=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»*.

Параметры и характеристики МТЗ приведены в таблице 1.4.8.

Таблица 1.4.8 – Параметры и характеристики МТЗ

Наименование параметра	**Значение параметра**
Номинальный входной ток защиты, А	1; 5
Диапазон уставок по току, А	От 0,25 до 40 I_N
Диапазон уставок по времени, с T1	От 0,05 до 300
Время срабатывания при кратности входного тока не менее 1,5 к уставке, мс	65
Время возврата, мс, не более	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	 ± 25 мс ± 3
Основная погрешность по току срабатывания, % от уставки: - при уставках менее 0,50 I_N - при уставках более 0,50 I_N	 ± 5 ± 2,5

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.

Сигналы пуска защиты пускового режима и первой ступени МТЗ, используются для построения ЛЗШ. Они вводятся/выводятся с помощью программных ключей SGF 8/1 и SGF 8/2 соответственно.

1) Ненаправленная МТЗ от замыканий на землю

Структурная схема МТЗ от замыканий на землю изображена на рисунке 1.4.6.

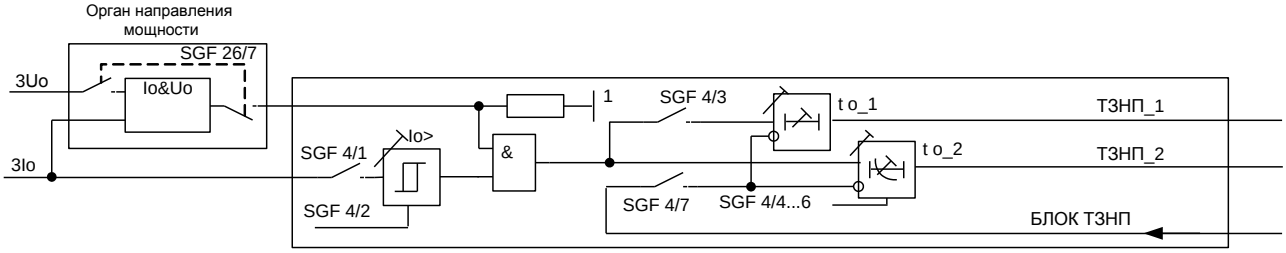


Рисунок 1.4.6 – Структурная схема МТЗ от замыканий на землю

Данное исполнение устройства имеет одну ступень токовой ненаправленной защиты от замыканий на землю, которая может быть выполнена с реагированием на ток основной частоты или на ток высших гармонических составляющих (аналог УСЗ-3М). Выбор принципа действия производится программным ключом SGF 4/2.

Назначение программных ключей ТЗНП приведено в таблице 1.4.9.

Таблица 1.4.9 – Назначение программных ключей ТЗНП

№ ключа в SGF 4	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Ступень защиты	0	Выведена
		1	Введена
2	Принцип работы	0	По основной гармонике
		1	По высшим гармоникам
3	Выдержка времени Т1 на сигнал	0	Выведена
		1	Введена
4 - 6	Выбор характеристики выдержки времениТ2	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		

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

Ненаправленная МТЗ от замыканий на землю имеет две выдержки времени, одна из которых выполнена с независимой, а другая – с обратнозависимой характеристикой срабатывания (аналогично ступени МТЗ 3 от междуфазных замыканий). Ввод/вывод защиты от замыканий на землю осуществляется с помощью программного ключа SGF 4/1. Действие выдержки времени to_1 (сигнал ТЗНП_1) на сигнал вводится программным ключом SGF 4/3. Выбор действия выдержки времени to_2 (сигнал ТЗНП_2) на сигнал и на отключение выключателя (SGF 4/8=1). Возможно блокирование действия защиты от замыканий на землю сигналом «Пуск защит» при установке программного ключа SGF 4/7=1.

Кроме независимой характеристики, ступень ТЗНП имеет набор обратнозависимых времятоковых характеристик (приложение Е), которые задаются с помощью программных ключей SGF 4/4…6. Действие защиты осуществляется через выход ТЗНП_2.

Защиту рекомендуется использовать по основной гармонике с действием на сигнал, при работе в сети с изолированной нейтралью. При резонансно-заземлённой нейтрали рекомендуется использовать защиту с реагированием на ток высших гармонических составляющих.

Выходные сигналы защиты используются в цепях сигнализации, выходных реле и регистрации (определяется исполнением устройств).

Работа защиты сопровождается регистрацией событий для АСУ.

Параметры и характеристики ступеней МТЗ от замыканий на землю с независимой характеристикой соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.4.10.

Таблица 1.4.10 – Параметры и характеристики ступеней МТЗ от замыканий на землю

Наименование параметра	**Значение параметра**
Номинальный входной ток защиты, А	5,0 (1,0)
Диапазон уставок по току, I_N	От 0,01 до 10
Диапазон уставок по первичному току, А (тип ТТНП – ТЗЛ)	От 1,5 (0,3) до 300 (60)
Диапазон уставок по времени, с Т1 Т2	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, мс, не более	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	 ± 25 мс ± 3
Основная погрешность по току срабатывания, % от уставки: - при уставках менее 0,50 I_N - при уставках более 0,50 I_N	 ± 5 ± 2,5

Характеристики зависимости времени срабатывания защиты от тока соответствуют требованиям стандарта ГОСТ 27918-88 и имеют четыре вида: чрезвычайно инверсная, сильно инверсная, инверсная и длительно инверсная.

Время срабатывания для различных видов характеристик определяется по формуле

$$t = \frac{k \cdot \beta}{(I / I_{пуск})^{\alpha} - 1}, \qquad (1.4)$$

где t – время срабатывания, с;

k – временной коэффициент от 0,05 до 1,00;

I – входной ток, А;

$I_{пуск}$ – уставка по пусковому току третьей ступени МТЗ;

α, β –коэффициенты, определяющие степень инверсии.

Значения коэффициентов α, и β соответствуют данным, указанным в таблице 1.4.11.

Таблица 1.4.11 – Коэффициенты зависимых характеристик

Вид характеристики	**α**	**β**
Инверсная	0,02	0,14
Сильно инверсная	1,0	13,5
Чрезвычайно инверсная	2,0	80,0
Длительно инверсная	1,0	120,0

Предусмотрена специальная характеристики RI и RXIDG-типа с зависимой от тока выдержкой времени.

Время срабатывания характеристики RI-типа определяется по формуле

$$t = \frac{k}{0{,}339 - 0{,}236 \cdot I_{пуск} / I}. \qquad (1.5)$$

Время срабатывания характеристики RXIDG-типа определяется по формуле

$$t = 5{,}8 - 1{,}35 \cdot \ln\left(\frac{I}{k \cdot I_{пуск}}\right), \qquad (1.6)$$

где t – время срабатывания, с;

k – временной коэффициент от 0,05 до 1,00;

I – входной ток, А;

$I_{пуск}$ – уставка по пусковому току третьей ступени МТЗ.

Графики обратнозависимых времятоковых характеристик приведены в приложении Е.

При использовании зависимой характеристики срабатывания реле пускается при токах, превышающих уставку пускового тока, но не более:

– 1,3 от тока уставки для всех видов характеристик, кроме длительно инверсной;

– 1,1 от тока уставки для длительно инверсной характеристики.

Рабочий диапазон токов для длительно инверсной характеристики определяется как (2 - 7) $I / I_{МТЗ\,3}$, а для чрезвычайно инверсной, сильно инверсной и инверсной как (2 - 20) $I / I_{МТЗ\,3}$. В рабочем диапазоне токов для всех зависимых характеристик погрешности (в процентах) по времени срабатывания соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.4.12.

Таблица 1.4.12 – Погрешности срабатывания зависимых характеристик

Кратность тока $I/I_{пуск}$	**От 2 до 5**	**От 5 до 7**	**От 7 до 10**	**От 10 до 20**	**20**
Чрезвычайно инверсная, RXIDG-типа	13	8	8	6	5
Сильно инверсная	12	7	8	6	5
Нормально инверсная	12	6	6	6	5
Длительно инверсная	12	7	5	–	–

В случае выбора обратнозависимых характеристик необходимо учитывать следующие условия:

– диапазон уставок по току срабатывания ступени МТЗ – от 0,10 до 5 I_N, а уставка больше 5 I_N будет восприниматься как 5 I_N;

– множительные коэффициенты k обратнозависимых характеристик определяют время срабатывания этих ступеней защит;

– если множительные коэффициенты k задаются большими, чем 1, то они воспринимаются равными 1.

Чувствительность защиты от замыканий на землю, которую обеспечивают устройства при различном соединении трансформаторов ТТНП (на примере ТТНП типа ТЗЛ), приведена в таблице 1.4.13.

Таблица 1.4.13 – Чувствительность защиты от замыканий на землю

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**
1,00	1,30	1,95	2,61	1,45	1,47
0,20	0,30	0,41	0,59	0,50	0,65

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 равной 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:

– 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;

– через выдержку времени система в автоматическом режиме поочередно запрашивает все устройства на присоединениях о величине тока повреждения (3I0). Опрос длится по времени до 1 с, что позволяет исключить погрешности, описанные выше;

– выделяется максимальное значение тока, а значит и поврежденное присоединение;

– на экран диспетчера выходит сообщение о поврежденном присоединении;

– отключение присоединения возможно либо по команде диспетчера, либо в автоматическом режиме. При наличии примерно равных значений на двух присоединениях возможно поочередное отключение присоединений;

– после отключения проверяется возврат реле напряжения НП, 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 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 ИО на отдельное реле (с переключающим контактом) и реализовать схему, показанную на рисунке 1.4.7.

Реле напряжения необходимо для блокирования схемы при ОЗЗ на шинах (отключение шин – со второй выдержкой времени). Пример схемы организации групповой ТЗНП на ПС или сш приведен на рисунке Д.3 в приложении Д.

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 3I0. Рекомендуется подстройкой коэффициента трансформации ТТНП (смотрите меню) добиться одинаковых измерений на всех устройствах.

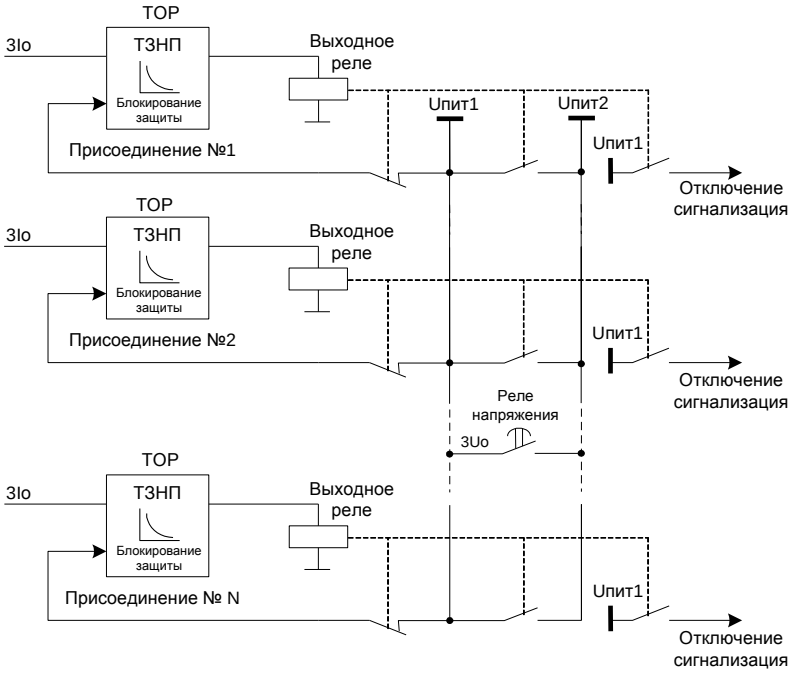


Рисунок 1.4.7 – Структурная схема защиты

Для поиска и устранения КЗ на землю 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 таблицей 1.4.14, в экране измерений считывается значение вторичного тока 3I0, которое необходимо использовать как уставку ТЗНП.

В таблице 1.4.14 приведены значения первичного тока срабатывания защиты с ТТ типа ТЗЛ, ТЗЛМ при частоте 350 Гц в зависимости от значений суммарного емкостного тока сети.

Таблица 1.4.14 – Значения первичного тока срабатывания защиты

Суммарный емкостный ток сети, А	**Первичный ток срабатывания, А**	**Уставка ТЗНП, А**
15	0,25	0,15
25	0,42	0,25
35	0,60	0,35
50	0,84	0,50
75	1,26	0,75
100	1,67	1,00
150	2,50	1,50
250	4,20	2,50

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

1.4.2.5 Токовая защита обратной последовательности (ТЗОП)

В таблице 1.4.15 показано назначение программных ключей ТЗОП (рисунок 1.4.7). Защита реагирует на ток обратной последовательности. Ввод/вывод защиты производится ключом SGF 5/1. Имеется возможность выбора принципа работы защиты: двухфазный или трехфазный. Расчеты выполняются по формулам

$$I_2 = \frac{1}{3}(I_A + a^2 \cdot I_B + a \cdot I_C), \qquad (1.5)$$

где I_A – ток фазы А, А;

I_B – ток фазы В, А;

I_C – ток фазы С, А;

$a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$ – оператор фазы,

$$I_2 = \frac{1}{\sqrt{3}}(I_A \cdot e^{j\frac{\pi}{6}} + I_C \cdot e^{j\frac{\pi}{2}}). \qquad (1.6)$$

Таблица 1.4.15 – Назначение программных ключей ТЗОП

№ ключа в SGF 5	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Защита по току обратной последовательности	0	Выведена
		1	Введена
2	Режим работы	0	По трем фазам
		1	По фазам А и С
3 - 8	Не используются		

При установке ТТ в двух фазах защита реагирует на обрыв фаз А и С (первичная или вторичная цепь). При этом необходимо установить программный ключ SGF 5/2 в положение «двухфазный режим», расчет ведется по формуле 1.8.

Можно создать «мнимую» фазу В (суммируя токовые цепи ф. А и ф. С) и выбрать программным ключом SGF 5/2 режим трёхфазной работы.

При установке ТТ в трёх фазах защита реагирует на обрыв всех фаз. При этом необходимо выбрать программным ключом SGF 5/2 режим трёхфазной работы по формуле (1.7) расчет ведется на основании замера токов трёх фаз.

Вычисления производятся в векторных величинах. Характеристика защиты – независимая.

Сигнал срабатывания 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. Работа защиты сопровождается регистрацией событий для АСУ.

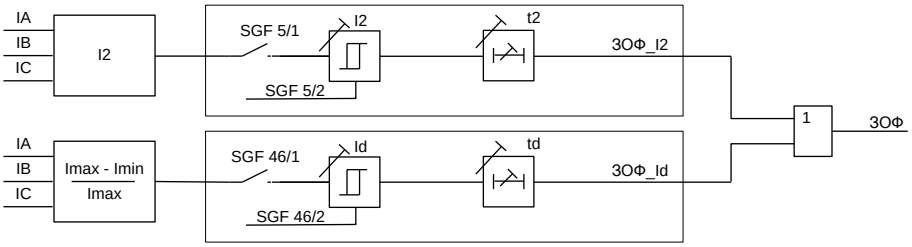


Рисунок 1.4.7 – Структурная схема ТЗОП

Параметры и характеристики ТЗОП приведены в таблице 1.4.16.

Таблица 1.4.16 – Параметры и характеристики ТЗОП

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон уставок по току обратной последовательности, А	От 0,03 до 2,50 I_N
Диапазон уставок по времени, с	От 0,06 до 300
Время срабатывания, мс	65
Время возврата, мс, не более	65
Коэффициент возврата, не менее	0,9
Основная погрешность по времени срабатывания, %	± 2
Основная погрешность по току срабатывания, %	± 3

1.4.2.6 Защита от несимметричного режима работы нагрузки (защита обрыва фаз – ЗОФ по току небаланса Id)

В таблице 1.4.17 показано назначение программных ключей для защиты от несимметричного режима работы нагрузки.

Таблица 1.4.17 – Назначение программных ключей защиты от несимметричного режима работы нагрузки

№ 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 используются		

Терминал ТОР 100 ДВГ 23 имеет возможность определения несимметричного режима по току обратной последовательности I2 или по току небаланса Id. 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 Id, необходимо установить SGF 46/1=1 (в ИЧМ «*Уставки/ ЗОФ Id/Защита: введена*»).

Защита от несимметричного режима работы нагрузки (рисунок 1.4.7) реализуется путем определения максимального и минимального токов в трёх фазах и вычисления тока небаланса по формуле

$$\Delta I = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max}} \cdot 100\ \% . \qquad (1.7)$$

Защита от обрыва фаз не работает при значениях фазных токов меньших 0,1 I_N.

При установке ТТ в двух фазах защита реагирует на обрыв фаз А и С (первичная или вторичная цепь). При этом рекомендуется установить программный ключ SGF 46/2 в положение «двухфазный режим». Можно создать «мнимую» фазу В (суммируя токовые цепи ф. А и ф. С) и выбрать программным ключом SGF 46/2 режим трёхфазной работы.

При установке ТТ в трёх фазах защита реагирует на обрыв всех фаз. При этом необходимо выбрать программным ключом SGF 46/2 режим трёхфазной работы.

Работа защиты сопровождается регистрацией событий для АСУ.

ВНИМАНИЕ! Для предотвращения ложной работы логической защиты шин рекомендуется на отходящих присоединениях выполнять токовые цепи аналогично токовым цепям вводных присоединений.

Параметры и характеристики ЗОФ приведены в таблице 1.4.18.

Таблица 1.4.18 – Параметры и характеристики ЗОФ по току небаланса Id

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

1.4.2.7 Защита максимального напряжения

Структурная схема защиты приведена на рисунке 1.4.9.

Ступень U> защиты выполнена с одной независимой выдержкой времени. Назначение программных ключей ступени U> защиты приведено в таблице 1.4.19.

Таблица 1.4.19 – Назначение программных ключей защиты максимального напряжения

№ ключа в SGF 9	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Ступень защиты	0	Выведена
		1	Введена
2	Срабатывание при повышении напряжения	0	По одной фазе
		1	По трем фазам
3 - 8	Не используются		

Для ввода в действие ступени необходимо установить программный ключ SGF 9/1=1 (в ИЧМ *«Уставки/Орган макс.напр./Защита: введена»*). Защита имеет два режима работы: в качестве однофазного 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 ключом SGF 9/2.

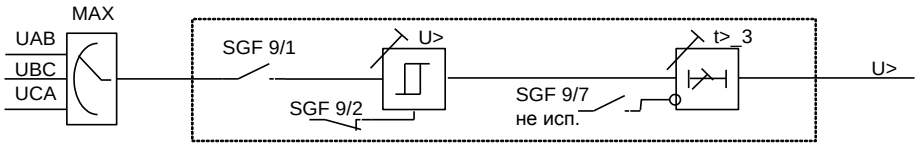


Рисунок 1.4.9 – Структурная схема защиты

Параметры и характеристики защиты приведены в таблице 1.4.19.

Таблица 1.4.19 – Параметры и характеристики защиты максимального напряжения

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, мс, не более	65
Коэффициент возврата, типовой, не менее	0,93
Основная погрешность по времени срабатывания, % от уставки: - при уставках менее 0,5 с - при уставках более 0,5 с	 ± 25 мс ± 3
Основная погрешность по напряжению срабатывания, % от уставки	± 3

1.4.2.8 Защита минимального напряжения (ЗМН)

В составе терминала реализована ступень минимального напряжения.

Назначение программных ключей ступени U< защиты приведено в таблице 1.4.1. Параметры и характеристики защиты приведены в таблице 1.4.20. Логическая схема защиты приведена на рисунке 1.4.10.

Входные измерительные цепи ступени включаются на междуфазное напряжение.

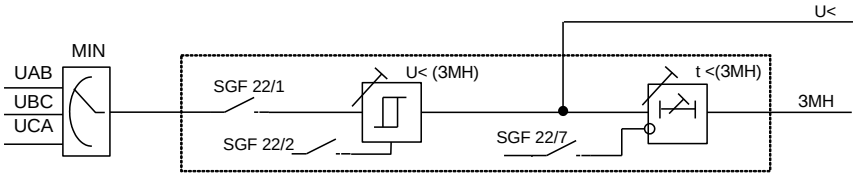


Рисунок 1.4.10 – Структурная схема защиты

Таблица 1.4.21 – Назначение программных ключей защиты минимального напряжения

№ ключа в SGF 22	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Ступень защиты	0	Выведена
		1	Введена
2	Режим работы	0	По одной фазе
		1	По трем фазам
3 - 8	Не используются		

Ввод/вывод ступени производится ключом SGF 22/1 – 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 трёхфазного реле (срабатывает при снижении напряжения во всех трёх фазах). Выбор режима работы производится ключом SGF 22/2.

Ступень используется в схеме разрешения самозапуска (1.4.2.3).

Таблица 1.4.20 – Параметры и характеристики защиты минимального напряжения

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, мс, не более	65
Коэффициент возврата, типовой	1,05
Основная погрешность по времени срабатывания, % от уставки: - при уставках менее 0,5 с - при уставках более 0,5 с	 ± 25 мс ± 3
Основная погрешность по напряжению срабатывания, % от уставки: - при уставках менее 0,50 U_N - при уставках более 0,50 U_N	 ± 3 ± 1,5

1.4.2.9 Защита по напряжению нулевой последовательности

Устройства имеют ступень напряжения нулевой последовательности. Структурная схема защиты максимального напряжения нулевой последовательности приведена на рисунке 1.4.8. Назначение программных ключей защиты 3U0 приведено в таблице 1.4.21. Параметры и характеристики защиты 3U0 приведены в таблице 1.4.22.

Таблица 1.4.21 – Назначение программных ключей защиты 3U0

№ ключа в SGF 7	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Ступень защиты	0	Выведена
		1	Введена
2 - 8	Не используются		

Ступень 3U0> вводится установкой программного ключа SGF 7/1=1, через ИЧМ «*Уставки/Орган 3Uo/Защита: введена*».

Рисунок 1.4.8 – Структурная схема защиты 3U0

Таблица 1.4.22 – Параметры и характеристики защиты 3U0

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон уставок по напряжению, В	От 1 до 100
Диапазон уставок по времени, с	От 0,05 до 300
Время срабатывания при кратности входного напряжения 1,3 к уставке, мс	65
Время возврата, мс, не более	65
Коэффициент возврата, типовой, не менее	0,95
Основная погрешность по времени срабатывания, % от уставки: - при уставках менее 0,5 с - при уставках более 0,5 с	 ± 25 мс ± 3
Основная погрешность по напряжению срабатывания, % от уставки: - при уставках менее 0,50 U_N - при уставках более 0,50 U_N	 ± 5 ± 3

Защита по напряжению нулевой последовательности использует в качестве входной величины напряжение, получаемое от обмотки «разомкнутого треугольника» ТН. Ступень используется в качестве защиты от замыканий на землю (3Uo>). Используется для сигнализации «Земля в сети» с действием на светодиодную сигнализацию и матрицу выходные реле.

1.4.2.10 УРОВ

Структурная схема УРОВ на подстанции и взаимосвязь между устройствами отходящих присоединений и ввода показана на рисунке 1.4.9. 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 ключом SGF 10/1.

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 ключом SGF 10/2, в ИЧМ «*Уставки/УРОВ/От ТЗНП: действует*».

Схема УРОВ по истечении выдержки времени от 0,1 до 1,0 с 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 ТТ, соответствующей токовой погрешности до 50 % включительно в установившемся режиме при значении вторичного тока от 4 до 40 I_N.

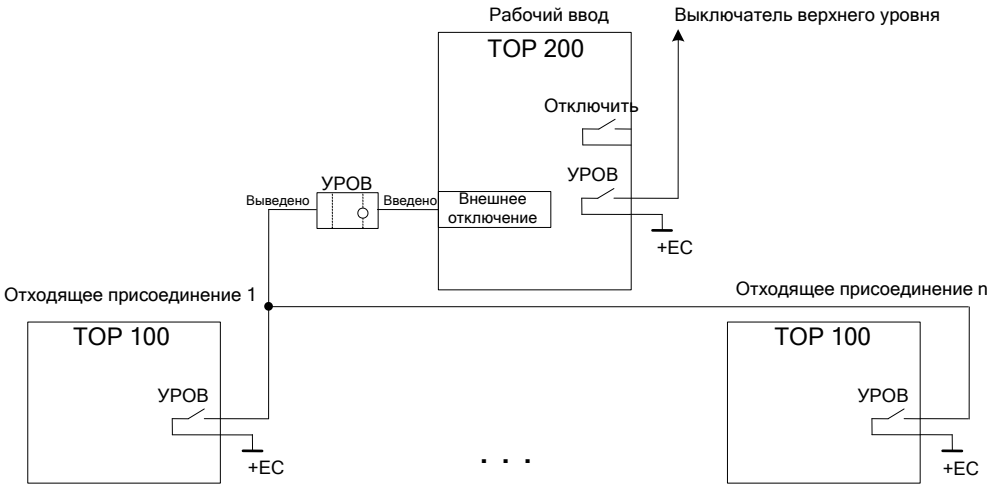


Рисунок 1.4.9 – Структурная схема УРОВ

Параметры и характеристики УРОВ приведены в таблице 1.4.23.

Таблица 1.4.23 – Параметры и характеристики УРОВ

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон уставок по току срабатывания, А	От 0,05 до 0,50 I_N
Диапазон уставок по времени, с	От 0,10 до 1,00
Время пуска токового ИО при входном токе не менее 2,5 $I_{ср}$, мс, не более	65
Время возврата при сбросе входного тока 20 $I_{ср}$, мс, не более	30
Коэффициент возврата, типовой	0,85
Основная погрешность по времени срабатывания, % от уставки: - при уставках менее 0,5 с - при уставках более 0,5 с	 ± 25 мс ± 3
Основная погрешность по току срабатывания, %, не более	± 10

Назначение программных ключей УРОВ приведено в таблице 1.4.24. Логическая схема УРОВ изображена на рисунке 1.4.10.

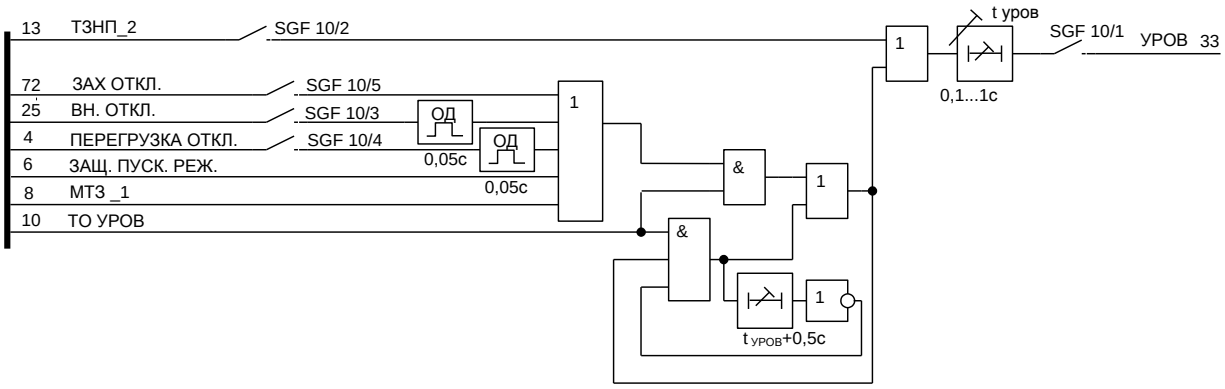


Рисунок 1.4.10 – Логическая схема УРОВ

Таблица 1.4.24 – Назначение программных ключей УРОВ

№ ключа в SGF 10	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Ступень защиты	0	Выведена
		1	Введена
2	Действие при отключении от ТЗНП_2	0	Выведено
		1	Введено

№ ключа в SGF 10	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
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 используются		

Предусмотрена возможность пуска УРОВ сигналом «Внешнее отключение», ввод/вывод производится программным ключом SGF 10/3, в ИЧМ *«Уставки/УРОВ/От внеш.откл.: действует»*.

Сигнал срабатывания выведен на матрицы светодиодной сигнализации и выходных реле.

1.4.3 Входные сигналы устройства

Устройства ТОР 100 ДВГ 23 имеют восемь измерительных и шесть дискретных входных цепей.

Переменный ток от ИТТ 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.

Промежуточные ТТ 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 5 А и 1 А.

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 2.3.1.4.

1.4.3.1 Назначение контактов разъема измерительных входных цепей приведено в таблице 1.4.25.

Таблица 1.4.25 – Контакты измерительных цепей

Клемма	Назначение
X0:1	Общий вход тока фазы А
X0:2	Измерительный вход тока фазы А ($I_{ном}$ = 5 А)
X0:3	Измерительный вход тока фазы А ($I_{ном}$ = 1 А)
X0:4	Общий вход тока фазы В
X0:5	Измерительный вход тока фазы В ($I_{ном}$ = 5 А)
X0:6	Измерительный вход тока фазы В ($I_{ном}$ = 1 А)
X0:7	Общий вход тока фазы С
X0:8	Измерительный вход тока фазы С ($I_{ном}$ = 5 А)
X0:9	Измерительный вход тока фазы С ($I_{ном}$ = 1 А)
X0:10	Общий вход тока 3I0
X0:11	Измерительный вход тока 3I0 ($I_{ном}$ = 1 А)[1)]
X0:12	Измерительный вход тока 3I0 ($I_{ном}$ = 0,2 А)[1)]
X0:13	Измерительный вход напряжения фазы А – Uа
X0:14	Измерительный вход напряжения фазы В – Uв
X0:15	Измерительный вход напряжения фазы В – Uв
X0:16	Измерительный вход напряжения фазы С – Uс
X0:17	Измерительный вход напряжения фазы С – Uс
X0:18	Измерительный вход напряжения фазы А – Uа

Клемма	Назначение
X0:19	Общий вход напряжения 3U0
X0:20	Измерительный вход напряжения 3U0
[1)] Измерительные входы в исполнении ТОР ДВГ 63 будут на 5 А и 1 А соответственно.	

1.4.3.2 Устройства ТОР 100 ДВГ 23 содержат два блока входов/выходов, в котором 12 выходных реле и шесть 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 от 20 до 25 мА в момент подачи напряжения для надёжного пробоя оксидной плёнки на контактах реле.

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: хх.х с*». Выход таймера подключен к матрицам сигнализации и выходных реле.

Дискретные входные цепи имеют возможность инвертировать входной сигнал. В таблице 1.4.26 приведено назначение программных ключей для выполнения инверсии. При установке программных ключей SGC 1/1…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» – ключи установлены в положение «0».

Таблица 1.4.26 – Программные ключи инвертирования дискретных входов

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

В таблице 1.4.27 приведено назначение контактов разъемов для приема дискретных входных цепей, выполняемые функции и рекомендации по использованию.

Таблица 1.4.27 – Назначение дискретных входов

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 сигн.» – 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	- ЕС 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	+ ЕС источника питания (для цепей X18:14, X18:15)

Состояние входных дискретных сигналов (контрольную сумму группы сигналов или каждый сигнал по отдельности) можно проконтролировать на дисплее через ИЧМ.

Входные сигналы для матрицы программных ключей приведены на рисунке 1.4.11.

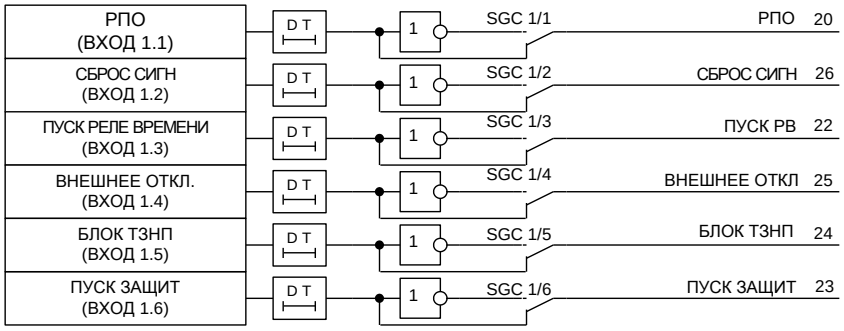


Рисунок 1.4.11– Дискретные входа

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

Реле К1.1 – К1.3, К2.1 – К2.7 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 (таблицы 1.4.30, 1.4.28).

Для перевода в режим самоподхвата, например, реле К1.3 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 К1.3). Тоже самое через меню терминала выполняется следующим образом: зайти в «*Уставки/Выходные реле/Внешнее откл./*» и выбрать *На реле К1.3: «действует»*, затем выбрать «*Вых.сиг.1 бл./Подхват К1.3: введен»*. Длительность выходного импульса задается с помощью программных ключей SGR 21 и SGR 22 –таблицы 1.4.28 и 1.4.29.

Таблица 1.4.28 – Назначение программных ключей SGR 21

№ ключа в SGR 21	**Назначение ключа**	**Состояние ключа**	**Значение**
1	Длительность сигнала выходного реле К1.1	00	Длительно
		10	1 с
		01	10 с
		11	Длительно
2	Длительность сигнала выходного реле К1.2	00	Длительно
		10	1 с
		01	10 с
		11	Длительно
3	Длительность сигнала выходного реле К1.3	00	Длительно
		10	1 с
		01	10 с
		11	Длительно
4	Самоподхват выходного реле К1.1	0	Введен
		1	Введен
5	Самоподхват выходного реле К1.2	0	Введен
		1	Введен
6	Самоподхват выходного реле К1.3	0	Введен
		1	Введен
7, 8	Не используются		

Аналогичным путем устанавливается или снимается самоподхват остальных реле от действия сигналов.

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

Таблица 1.4.29 – Назначение программных ключей SGR 22

№ ключа в SGF 22	**Назначение ключа**	**Состояние ключа**	**Значение**
1	Длительность сигнала выходного реле К2.1	00	Длительно
		10	1 с
		01	10 с
		11	Длительно
2	Длительность сигнала выходного реле К2.2	00	Длительно
		10	1 с
		01	10 с
		11	Длительно
3	Длительность сигнала выходного реле К2.3	00	Длительно
		10	1 с
		01	10 с
		11	Длительно
4	Длительность сигнала выходного реле К2.4	00	Длительно
		10	1 с
		01	10 с
		11	Длительно

№ ключа в SGF 22	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
5	Длительность сигнала выходного реле К2.5	00	Длительно
		10	1 с
		01	10 с
		11	Длительно
6	Длительность сигнала выходного реле К2.6	00	Длительно
		10	1 с
		01	10 с
		11	Длительно
7	Длительность сигнала выходного реле К2.7	00	Длительно
		10	1 с
		01	10 с
		11	Длительно
8	Не используется		

Таблица 1.4.30 – Назначение программных ключей SGR 23

№ ключа в SGR 23	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Самоподхват выходного реле К2.1	0	Выведен
		1	Введен
2	Самоподхват выходного реле К2.2	0	Выведен
		1	Введен
3	Самоподхват выходного реле К2.3	0	Выведен
		1	Введен
4	Самоподхват выходного реле К2.4	0	Выведен
		1	Введен
5	Самоподхват выходного реле К2.5	1	Введен
		0	Выведен
6	Самоподхват выходного реле К2.6	1	Введен
		0	Выведен
7	Самоподхват выходного реле К2.7	1	Введен
		0	Выведен
8	Не используется	1	Введен

Таблица 1.4.31 показывает функции, по умолчанию выполняемые выходными реле, соответствующие им номера клемм разъемов, количество и тип контактов.

Таблица 1.4.31 – Выходные реле

Реле	Клеммы	Назначение
Блок 1		
К1.1	X15:1 X15:3	Выходное сигнальное реле (2 н.о.) Возможно переназначение функции (таблица 1.4.32)
К1.2	X15:2 X15:4	Выходное сигнальное реле (2 н.о.) Возможно переназначение функции (таблица 1.4.32)
К1.3	X15:16,12,13 X15:11, 15, 14	Выходное сигнальное реле (2 перекл.) Возможно переназначение функции (таблица 1.4.32)
К1.4	X15:6, X15:9 X15:7, X15:10	Реле «Вызов» (сигнализация без самовозврата, 2 н.о.) Выходное сигнальное реле
К1.5	X15:8	Реле «Неисправность» (2 н.з.) Выходное сигнальное реле

Реле	Клеммы	Назначение
Блок 2		
К2.1	X16:1 X16:2	Выходное сигнальное реле (2 н.о.) Возможно переназначение функции (таблица 1.4.32)
К2.2	X16:3 X16:4	Выходное сигнальное реле (2 н.о.) Возможно переназначение функции (таблица 1.4.32)
К2.3	X16:5 X16:6	Выходное сигнальное реле (2 н.о.) Возможно переназначение функции (таблица 1.4.32)
К2.4	X16:7, X16:8 X16:10, X16:9	Выходное сигнальное реле (2 н.о.) Возможно переназначение функции (таблица 1.4.32)
К2.5	X16:11,12,13 X16:16,15,14	Выходное сигнальное реле (2 перекл.) Возможно переназначение функции (таблица 1.4.32)
К2.6	X19:1,2,3 X19:6,5,4	Выходное сигнальное реле (2 перекл.) Возможно переназначение функции (таблица 1.4.32)
К2.7	X19:7, X19:8 X19:10, X19:9	Выходное сигнальное реле (2 н.о.) Возможно переназначение функции (таблица 1.4.32)

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 К1.3 необходимо выполнить следующее «*Уставки/Выходные реле/ЗОФ/На реле К1.3: 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 К1.1: 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 ключей SGR 2-SGR 15 матрицы выходных реле приведён в таблице 1.4.32 и на рисунке 1.4.12.

ВНИМАНИЕ! Для работы выходных реле программные ключи SGR 1/1 и SGR 1/2 (в меню «*Уставки/Блоки вх.\вых./Блок 1, Блок 2»*) должны быть установлены в «1» *(«Блок введен»).*

Таблица 1.4.32 – Перечень выходных сигналов

Ключ	Сигнал	Функция
SGR 1/1		Разрешение работы выходных реле К1.1 - К1.4
SGR 1/2		Разрешение работы выходных реле К2.1 - К2.7
SGR 2/x	«Перегрузка откл.»	Действие защиты от перегрузки на отключение на выходные реле К1.1 - К1.3, К2.1 - К2.5
SGR 3/x	«ЗАХ откл.»	Действие ЗАХ ступени на выходные реле К1.1- К1.3, К2.1 - К2.5
SGR 4/x	«Защ.пуск.реж.»	Действие защиты пусковых режимов на выходные реле К1.1 - К1.3, К2.1 - К2.5
SGR 5/x	«МТЗ_1»	Действие сигнала «МТЗ_1» на выходные реле К1.1 - К1.3, К2.1 - К2.5
SGR 6/x	«ТЗНП_1»	Действие сигнала «ТЗНП_1» на выходные реле К1.1 - К1.3, К2.1 - К2.5
SGR 7/x	«ТЗНП_2»	Действие сигнала «ТЗНП_2» на выходные реле К1.1 - К1.3, К2.1 - К2.5
SGR 8/x	«ЗОФ»	Действие сигнала «ЗОФ» на выходные реле К1.1 - К1.3, К2.1 - К2.5
SGR 9/x	«Внешнее откл»	Действие сигнала «Внешнее откл» на выходные реле К1.1 - К1.3, К2.1 - К2.5

Ключ	Сигнал	Функция
SGR 10/x	«Защ.от закл. ротора»	Действие сигнала «Защ.от закл. ротора» на выходные реле К1.1 - К1.3, К2.1 - К2.5
SGR 11/x	«РВ сраб»	Действие сигнала «РВ сраб» на выходные реле К1.3, К2.1 - К2.7
SGR 12/x	«УРОВ»	Действие «УРОВ» на выходные реле К1.3, К2.1 - К2.7
SGR 13/x	«Запрет вкл»	Действие сигнала «Запрет вкл» на выходные реле К1.3, К2.1 - К2.7
SGR 14/x	«Пуск МТЗ»	Действие сигнала «Пуск МТЗ» на выходные реле К1.3, К2.1 - К2.7
SGR 15/x	«3Uo»	Действие сигнала «3Uo» 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.

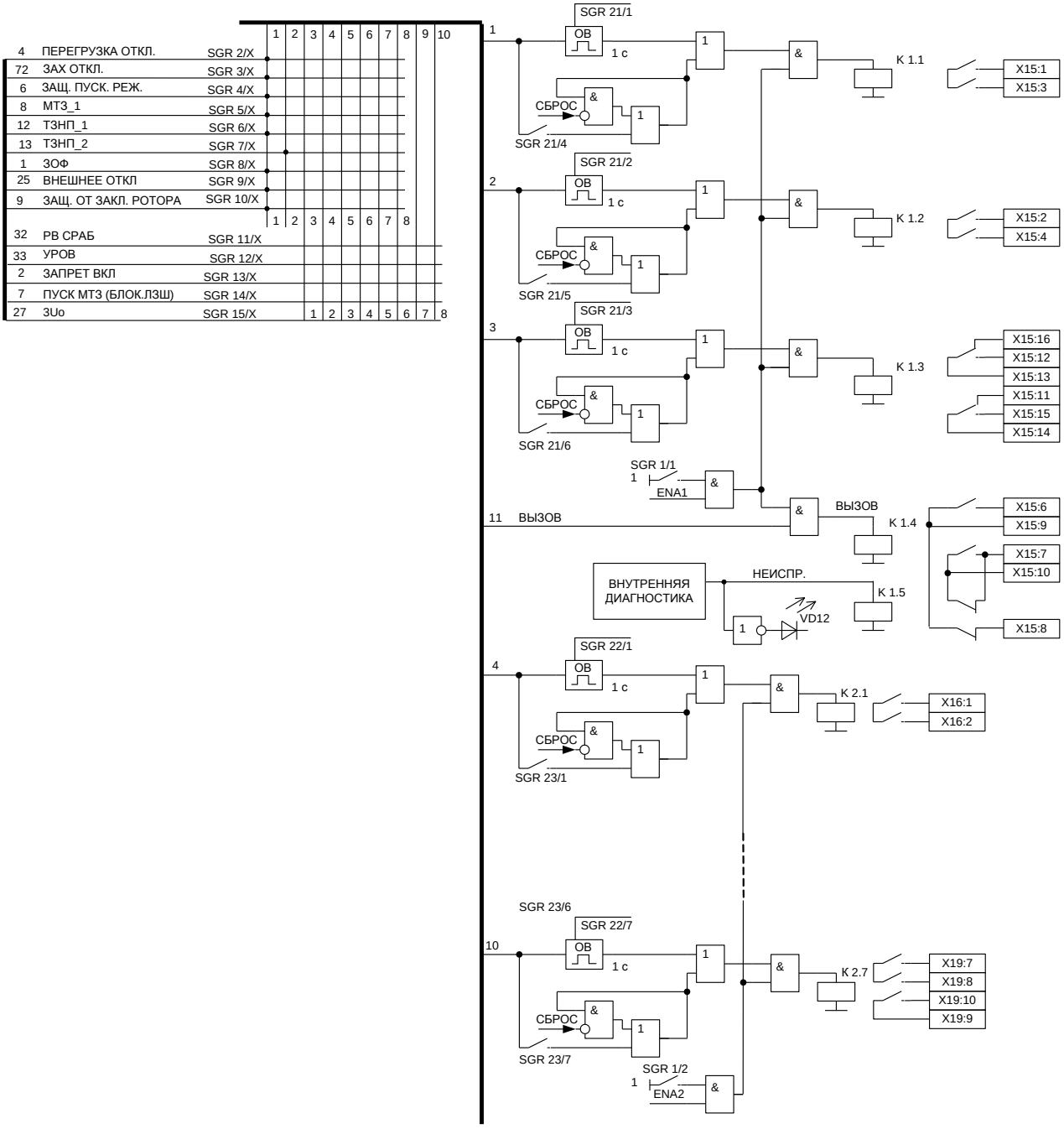


Рисунок 1.4.12 – Выходные реле

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.

1.4.5 Цепи сигнализации

1.4.5.1 На рисунке 1.4.13 приведена организация светодиодной сигнализации с использованием матрицы ключей и входные сигналы для матрицы. На лицевой панели реле имеется восемь светодиодов, которые сигнализируют действия защит. Предусмотрен сброс сигнализации внешним сигналом или кнопкой «С» на лицевой панели.

Предусмотрено действие сигналов на светодиодную сигнализацию с фиксацией и без фиксации. Выбор осуществляется группой программных ключей SGS 29. Например, работа первого светодиода с фиксацией задается установкой ключа SGS 29/1=1, или через ИЧМ «*Уставки/Индикация/Самоподхват/VD1: введен»*. При светодиодной сигнализации с фиксацией, одновременно происходит действие на выходное реле К1.4 «Вызов».

Для примера, подключение логического сигнала срабатывания МТЗ_1 к первому индикатору выполняется установкой ключа SGS 1/1=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»* (SGS 1/2=0) и т.д.

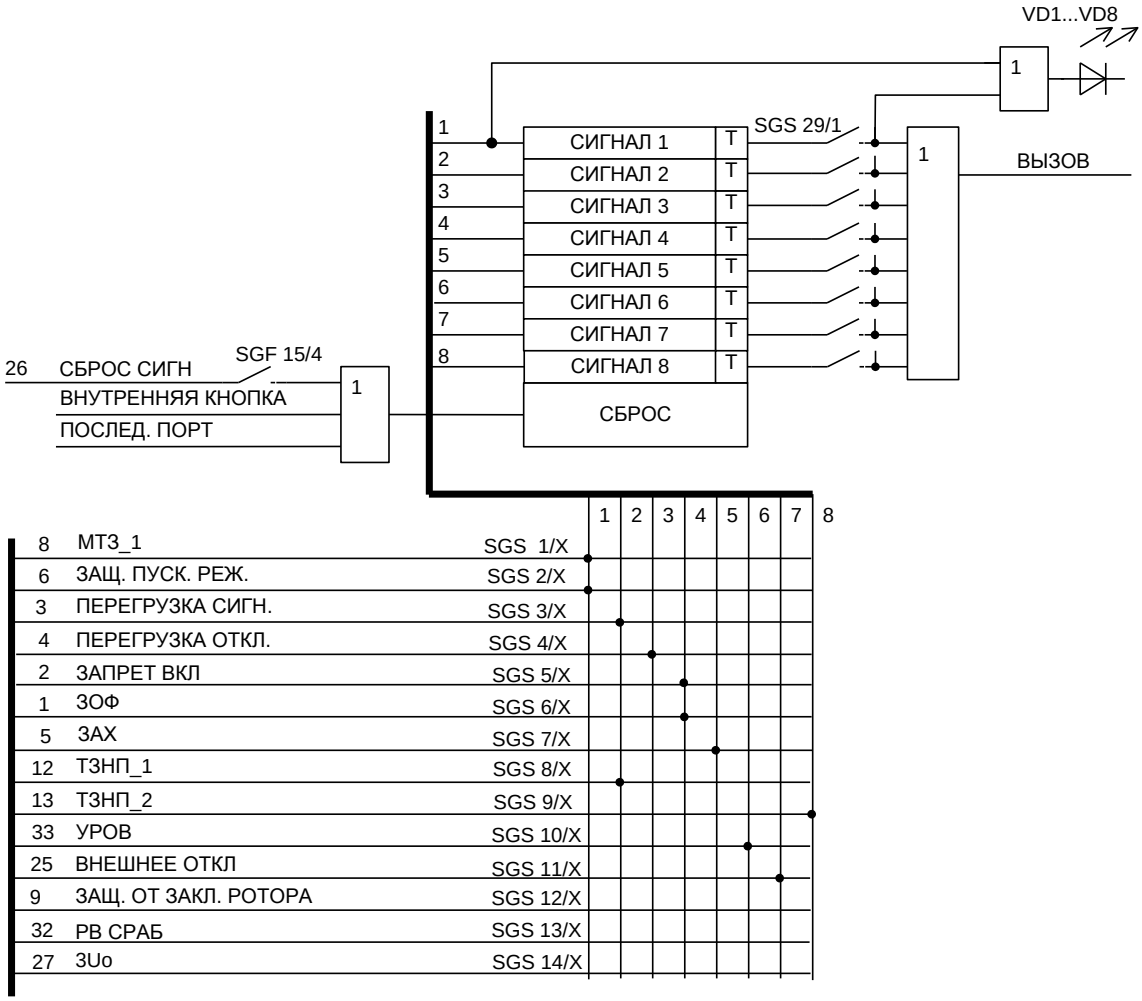


Рисунок 1.4.13 – Светодиодная сигнализация

В таблице 1.4.33 приведены надписи, появляющиеся на ЖКИ при авариях. Надписи расположены в порядке убывания приоритета.

Таблица 1.4.33 – Аварийные сообщения

Надпись на дисплее (расположена по приоритету)	**Причина появления**
УРОВ	Срабатывание УРОВ
Отсечка с Сраб. Ia, Ib, Ic	Срабатывание МТЗ первой ступени
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 3U0
Отсечка Пуск Ia, Ib, Ic	Пуск МТЗ первой ступени
Защ.пуск.режим Пуск Ia, Ib, Ic	Пуск защиты пускового режима
ТЗНП Пуск	Пуск ТЗНП
Защ.асинх.хода Пуск	Пуск защиты асинхронного хода
ЗОФ Пуск	Пуск защиты от обрыва фаз
Перегрузка Пуск	Пуск защиты от перегрузки
Земля в сети Пуск	Пуск защиты по 3Uo

1.4.6 Регистрация событий

Регистрируемые параметры для конкретного типоисполнения устройства ТОР 100 хранятся в энергонезависимой памяти устройств и сохраняются сколь угодно долго, даже при потере питания.

Устройства ТОР 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 10 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 10 событий с появлением новой аварийной ситуации зарегистрированные значения сдвигаются на одно событие, при этом параметры самого старого события теряются.

В таблице 1.4.33 приведен перечень регистрируемых параметров. Просмотреть зарегистрированные параметры можно через ИМЧ в пункте меню «*Регистрация*».

Таблица 1.4.33 – Перечень регистрируемых параметров ТОР100 ДВГ 23

Надпись на дисплее	**Зарегистрированный параметр**	**Диапазон**
Регистрация Аналог.знач.:0	Данные 10 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…23:59:59
Регистрация Аналог.значений Ток фазы А: 5,10 кА	Ток фазы А в первичных величинах в момент аварии (в момент отключения, а если не было отключения – в момент пуска ступени защит), кА	От 0 до 50 I_N
Регистрация Аналог.значений Ток фазы В: 6,30 кА	Ток фазы В в первичных значениях в момент пуска/срабатывания защит (аналогично току фазы А), кА	От 0 до 50 I_N
Регистрация Аналог.значений Ток фазы С: 0,00 кА	Ток фазы С в первичных значениях, в момент пуска/срабатывания защит (аналогично току фазы А), кА	От 0 до 50 I_N
Регистрация Аналог.значений Ток 3Io: 0,02 А	Ток нулевой последовательности в первичных значениях, в момент пуска/срабатывания защит (аналогично току фазы А), А	От 0 до 25 I_N
Регистрация Аналог.значений Ток I2: 0,2 А	Величина тока I2 в первичных значениях, в момент пуска/срабатывания защит, А	От 0 до 50 I_N
Регистрация Аналог.значений Небаланс: 100 %	Величина тока небаланса в момент пуска/срабатывания защит, %	От 0 до 100
Регистрация Аналог.значений Напряж. Uab 100 В	Междуфазное напряжение Uab в первичных значениях, в момент пуска/срабатывания защит, В	От 0 до 2 I_N
Регистрация Аналог.значений Напряж. Ubc 100 В	Междуфазное напряжение Ubc в первичных значениях, в момент пуска/срабатывания защит (аналогично Uab), В	От 0 до 2 I_N
Регистрация Аналог.значений Напряж. Uca 100 В	Междуфазное напряжение Uca в первичных значениях, в момент пуска/срабатывания защит (аналогично Uab), В	От 0 до 2 I_N
Регистрация Аналог.значений Напряж. 3Uo 3,3 кВ	Напряжение нулевой последовательности в первичных значениях, в момент пуска/срабатывания защит, кВ	От 0 до 2 I_N
Регистрация Аналог.значений Длительность чч:мм:сс.мс	Длительность аварийной ситуации с момента пуска первой запустившейся ступени защит до момента возврата всех ступеней защит (до миллисекунд)	00.00;00.000 23:59:59.999
Регистрация Событий:0	Данные 250 последних дискретных событий (пример)[1)]	
Регистрация Событий 1.День-мес-год	Дата начала дискретного события №1 Время начала дискретного события (до миллисекунд)	01-01-00…31-12-99 00:00:00.000…

Надпись на дисплее	Зарегистрированный параметр	Диапазон
чч:мм:сс.мс		23:59:59.999
Регистрация Событий Вх.1.1 установлен	Текстовое название события, вызвавшего регистрацию	
Регистрация Осциллогр.:0	Данные 10 последних осциллограмм	
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.	Очистка регистратора	
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	Сброс теплового уровня	
Регистрация Сб.тепл.уровня выполнить	Сброс теплового уровня. После сброса защита разрешает повторный пуск, двигатель может быть запущен снова	
[1)] Названия дискретных событий выводятся на ЖКИ дисплей текстовой строкой на русском языке, что позволяет идентифицировать каждое событие, поэтому перечислять все названия в данной таблице нет необходимости.		

1.4.7 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.

1.5 Средства измерения, инструмент и принадлежности

Перечень оборудования и средств измерения, необходимых для проведения эксплуатационных проверок терминала, приведен в приложении Ж.

1.6 Маркировка и пломбирование

1.6.1 Устройства имеют маркировку согласно ГОСТ 18620-86 в соответствии с конструкторской документацией. Маркировка выполнена в соответствии требованиям ТР ТС 004/2011 и ТР ТС 020/2011.

Маркировка выполнена в соответствии с ГОСТ 18620-86 способом, обеспечивающим ее четкость и сохраняемость.

Устройства, прошедшие все установленные в технических регламентах Таможенного союза процедуры оценки (подтверждения) соответствия, маркируются знаком обращения, знак соответствия наносят на продукцию или товаросопроводительную документацию.

1.6.2 Транспортная маркировка тары – по ГОСТ 14192-96, в том числе нанесены изображения манипуляционных знаков: «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги», «Верх». Маркировка наносится непосредственно на тару.

1.6.3 Транспортная маркировка для экспорта соответствует требованиям 1.6.1, ГОСТ 14192-96 и заказа-наряда внешнеторговой организации.

1.7 Упаковка

1.7.1 Консервации маслами и ингибиторами устройства не подлежат.

1.7.2 Упаковка устройств производится по ГОСТ 23216-78 для условий хранения, транспортирования и допустимых сроков сохраняемости, указанных в разделе 4 настоящего РЭ.

1.7.3 Сочетание видов и вариантов транспортной тары с типами внутренней упаковки по ГОСТ 23216-78.

1.7.3.1 Для внутренних поставок (кроме районов Крайнего Севера и труднодоступных районов) и экспортных поставок в макроклиматические районы с умеренным климатом:

Категория упаковки КУ-2

$$\frac{\text{ТК}}{\text{ВУ-IIА}}$$

1.7.3.2 Для внутренних поставок в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы по ГОСТ 15846-2002:

Категория упаковки КУ-2

$$\frac{\text{ТК}}{\text{ВУ-IIБ}}$$

1.7.4 Упакованное устройство вида климатического исполнения УХЛ3.1 укладывается в коробку картонную по ГОСТ 33781-2016, защищающую устройство от механических повреждений при транспортировании и хранении. Масса брутто упакованного устройства не превышает 10 кг.

Допускается отгрузка устройств без транспортной тары в универсальных контейнерах по ГОСТ 18477-79. При транспортировании в контейнерах должны учитываться требования ГОСТ 20259-80.

1.7.5 Упаковывание запасных частей производится в соответствии с требованиями ГОСТ 23216-78.

1.7.6 Упаковывание технической и сопроводительной документации и маркировка ее упаковки производится в соответствии с ГОСТ 23216-78.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

Эксплуатация и обслуживание устройств должны производиться в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей» и настоящим РЭ 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 Подготовка изделия к использованию

2.2.1 Меры безопасности

При эксплуатации и испытаниях устройств ТОР необходимо руководствоваться «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», а также требованиями настоящего РЭ.

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^2 наикратчайшим путём.

2.2.2 Размещение и монтаж

Механическая установка устройства на объекте осуществляется с помощью набора крепежа, входящего в комплект поставки, в соответствии с установочными размерами (приложение А).

Схема подключения входных дискретных сигналов и выходных релейных контактов зависит от внутренней конфигурации устройства и схемы электрической принципиальной релейного шкафа (отсека) КРУ или КСО.

При выполнении электрических соединений устройства с внешними цепями, как правило, используются провода монтажные ГОСТ 17515-72, кабели монтажные ГОСТ 10348-80 либо кабели контрольные ГОСТ 1508-78.

2.3 Использование изделия

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

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

– дисплей погашен;

– индикация измерений для дежурного персонала при нажатии любой кнопки (при погасшем 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 ПО 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 («↑», «↓», «Е», «С») управления и ЖКИ дисплея.

Таблица 2.3.1 – Операции управления интерфейсом

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	↓	– " –

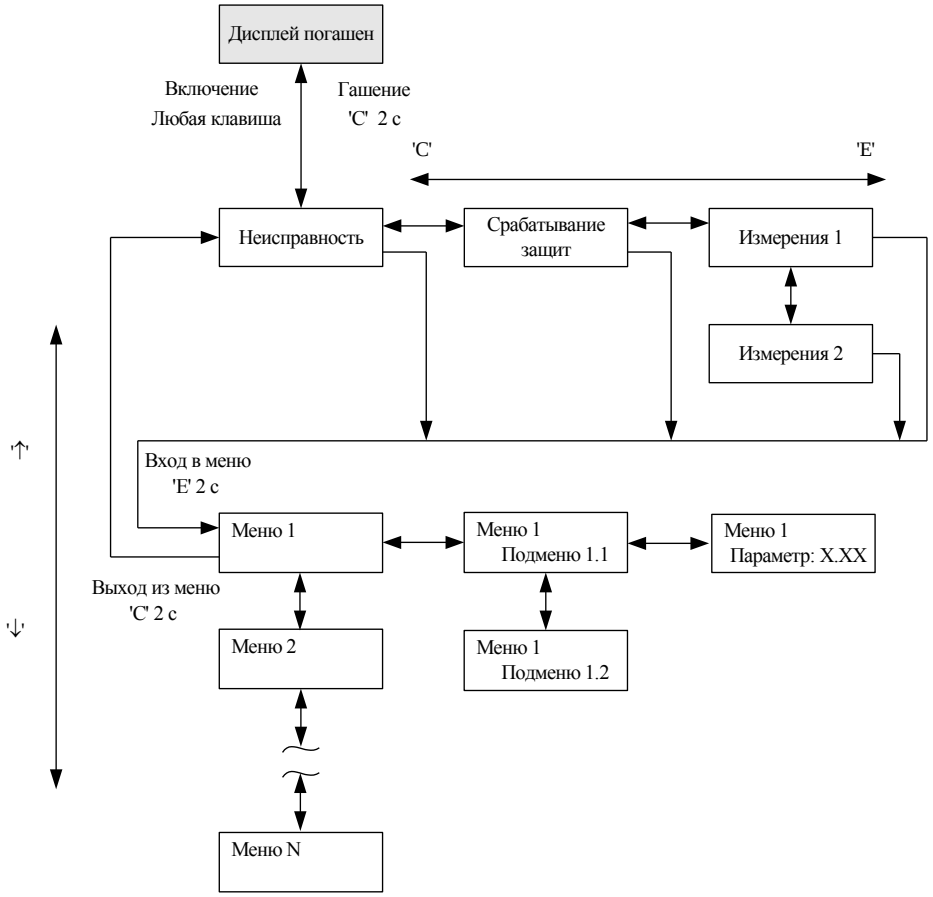


Рисунок 2.3.1 – Действия, осуществляемые кнопками, при движении по меню

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 рисунке 2.3.1 и в таблице 2.3.1.

Гашение ЖКИ осуществляется автоматически через 10 мин после последнего нажатия любой из кнопок или вывода последнего сообщения. ЖКИ можно погасить принудительно нажатием на 2 с 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.

2.3.1.2 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, независимо 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 приложении И.

2.3.1.3 Зарегистрированные параметры

В меню *«Регистрация»* отображаются зарегистрированные аналоговые и дискретные события, перечень которых приведён в разделе 1.4.6. 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».

2.3.1.4 Настройка уставок

Названия, диапазон и другие параметры уставок приведены в приложении К для конкретного типоисполнения 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 рисунке 2.3.2

и в таблице 2.3.2. 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.

Вход: нажатие «Е» на 2с

```
Уставка
      Уставка:0.00
```

```
Уставка
      Уставка:0.00
```

Выход с сохранением: нажатие «Е» на 1,5 с

Выход без сохранения: нажатие «С» на 1 с

а) вход/выход в режим изменения уставок

```
Уставка
      Уставка:0.00
```

```
Уставка
      Уставка:0.00
```

```
Уставка
      Уставка:0.00
```

Выбор редактируемой цифры: нажатие «Е»

б) выбор редактируемой цифры или десятичной точки

```
Уставка
      Уставка:0.001
```

```
Уставка
      Уставка:0.011
```

Увеличение редактируемой цифры и установка десятичной точки: нажатие '↑'

Уменьшение редактируемой цифры и установка десятичной точки: нажатие '↓'

в) изменение редактируемой цифры и установка десятичной точки

Рисунок 2.3.2 – 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».

Таблица 2.3.2 – Операции изменения уставок

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 1.1-1.6) производится при помощи меню следующим образом (рисунок 2.3.3):

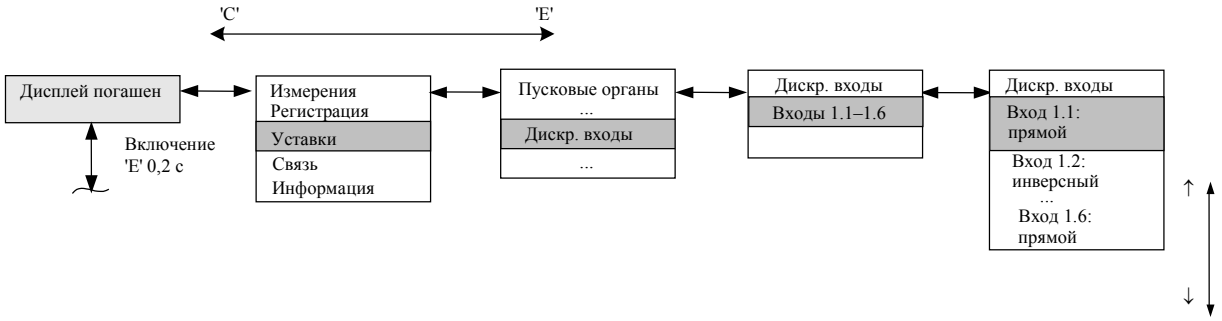


Рисунок 2.3.3 – Настройка инверсии дискретных входов

Примечание к рисунку 2.3.3 – Номер входа и назначение входа («прямой» или «инверсный») выбирается путем установки курсора на нужную позицию с помощью клавиш со стрелками.

Имеется возможность ввести в действие (вывести из действия) весь блок выходных реле (рисунок 2.3.4).

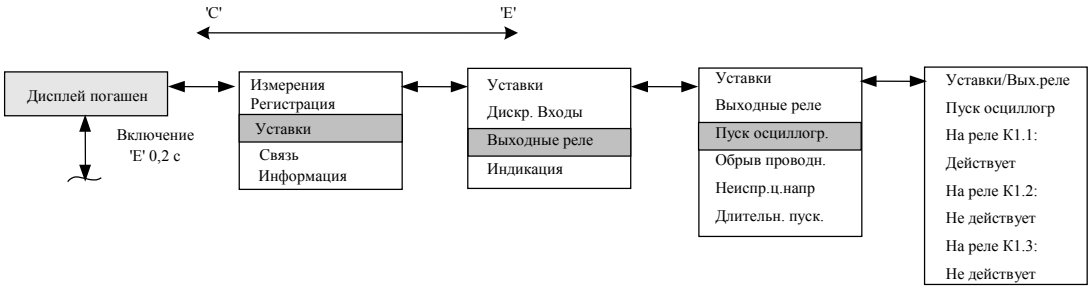


Рисунок 2.3.4 – Настройка блоков выходных реле

2.3.1.5 Параметры последовательной связи

В меню *«Связь»* (рисунок 2.3.5) определяются параметры переднего и задних портов последовательной связи:

– адрес (от 1 до 255);
– скорость передачи данных (от 2,4 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 отрытом 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 ПО. Задний порт TTL считается активным по умолчанию.

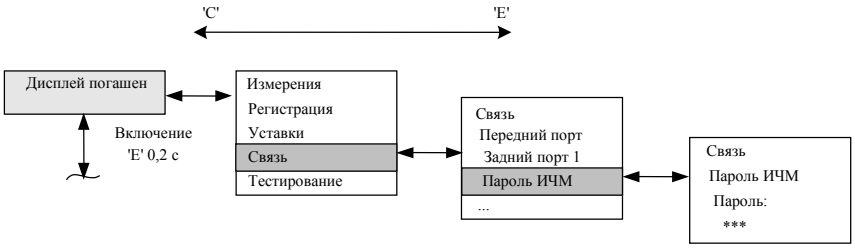


Рисунок 2.3.5 – Настройка связи

2.3.1.6 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, ТОР 100 МТЗ 31 или ТОР 200 L 02);
– версия ПО (например, 01А).

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.

2.3.2 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.

2.3.3 Рекомендации по установке конфигурации устройств

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

– подать питание на устройства защиты;
– установить коэффициенты трансформации ТН, 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 выставления 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 устройства готовы к выполнению заданных функций.

2.3.4 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 ПО «ТЕКОМ». 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»* (рисунок 2.3.6). Окошко разделено на зоны.

Зона 1 – 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 «Перезапись» новая осциллограмма стирает самую старую, а в режиме «Насыщение» – 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 дифференциальной защиты. Частоту выборок 200 Гц используют для анализа работы РПН или устройств частотной разгрузки.

Зона 5 состоит из четырех участков. Участки 5а и 5б взаимосвязаны и позволяют задать длительность записи аварийного процесса в блоках или с соответственно. Длительности записей при пусках от аналоговых и дискретных сигналов могут быть различны. Участок 5в динамически отображает суммарную емкость осциллографа в зависимости от настроек. В зоне 5г устанавливается длительность сигнала до аварии.

Зона 6 – переключатель досрочного завершения записи аварийного режима. Длительность записи аварийной части осциллограмм устанавливается пользователем при конфигурации. При возврате всех сигналов, формирующих пуск осциллографа, запись аварийной части осциллограмм может опционально завершаться досрочно. Условия для досрочного завершения записи осциллограммы:

– если логический сигнал инициировавший пуск возвратился и по маске критерия досрочного завершения записи он установлен;

– если нет других установленных логических сигналов, действующих на пуск осциллографа;

– если записан 1 аварийный блок.

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).

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

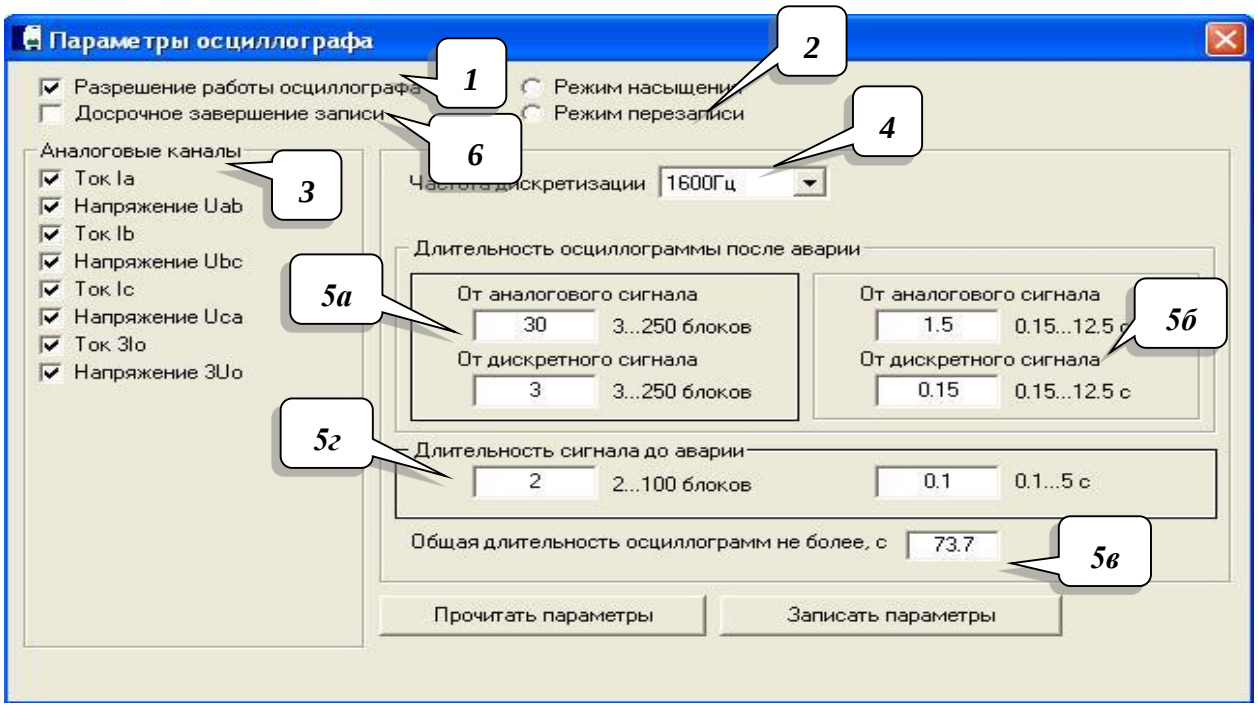


Рисунок 2.3.6 – Параметры осциллографа в программе «ТЕКОМ»

В таблице 2.3.3 приведены параметры осциллографа, позволяющие настроить пуск осциллографа при различных событиях.

Таблица 2.3.3 – Параметры осциллографа

Параметры осциллографа	**Заводская уставка**	**Диапазон**
Окно параметров (рисунок 2.3.6)		
Разрешение работы осциллографа	Введен	Введен/Выведен
Досрочное завершение записи	Выведен	Введен/Выведен
Режим записи	Перезапись	Перезапись/ Насыщение
Выбор регистрируемых аналоговых каналов	Токи двух сторон, 3I0	до 15 аналоговых каналов
Частота дискретизации аналоговых сигналов, Гц	1600	200,800,1600
Длительность послеаварийной части от аналогового сигнала, блоки	5	3 - 250
Длительность послеаварийной части от дискретного сигнала, блоки	5	3 - 250
Длительность доаварийной части, блоки	10	2 - 100
Маска сигналов пуска осциллографа от тепловой защиты		
Пуск при действии тепловой защиты на сигнал	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск при действии тепловой защиты на запрет включения	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск при действии тепловой защиты на отключение	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Маска сигналов пуска осциллографа от ЗАХ		
Пуск при запуске ЗАХ	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск при срабатывании ЗАХ на сигнализацию	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск при срабатывании ЗАХ на отключение	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Маска сигналов пуска осциллографа от защиты пускового режима		
Пуск при запуске защиты пускового режима	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск при срабатывании защиты пускового режима	Запрещен	Запрещен/Разрешен

Параметры осциллографа	Заводская уставка	Диапазон
Маска сигналов пуска осциллографа от МТЗ первой ступени		
Пуск при запуске МТЗ первой ступени	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск при срабатывании МТЗ первой ступени	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Маска сигналов пуска осциллографа от ТЗНП		
Пуск при запуске ТЗНП	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск при срабатывании выдержки времени Т1	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск при срабатывании выдержки времени Т2	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Маска сигналов пуска осциллографа от ЗОФ		
Пуск при запуске ЗОФ	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск при срабатывании ЗОФ	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Маска сигналов пуска осциллографа от входов 1.1- 1.6		
Пуск от входа 1.1	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск от входа 1.2	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск от входа 1.3	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск от входа 1.4	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск от входа 1.5	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск от входа 1.6	Разрешен	Запрещен/Разрешен
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

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

2.4 Рекомендации по выбору уставок

2.4.1 Рекомендации по выбору метода измерений

Терминалы серии ТОР имеют возможность работать по трем методам измерений: амплитудному, среднеквадратичному и Фурье. Выбор метода измерений производится через ИЧМ в меню. Использование того или иного метода измерений может значительно повлиять на точность измерений, следовательно, на правильность работы защит и автоматики терминалов. Поэтому изменение данной уставки должно быть тщательно выверено с нижеприведенными рекомендациями.

2.4.1.1 Амплитудный метод

За расчетное значение принимается среднее арифметическое максимальных значений положительной и отрицательной полуволны. Подпрограмма сравнивает новые выборки с запомненным максимальным значением выборки в текущей полуволне и при необходимости обновляет его. При изменении знака сигнала производится обновление расчетного значения тока/напряжения.

Плюсы: небольшая зависимость результата от частоты измеряемого сигнала.

Минусы: низкая помехоустойчивость, рост погрешности при отличии формы сигнала от синусоидальной. Защиты только ненаправленные, невозможно вычислить I_2 и U_2.

2.4.1.2 Среднеквадратичный метод

Расчет действующего значения выполняется по следующей формуле

$$A = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{i=31} X_i^{\,2}}{16}}\,, \qquad (2.1)$$

где X – значение аналогового сигнала на указанной выборке;
i – номер выборки;
A – рассчитанное действующее значение.

Плюсы: высокая помехоустойчивость, независимость от формы сигнала.

Минусы: рост погрешности при отличии частоты измеряемого сигнала от номинальной (50 Гц). Защиты только ненаправленные, невозможно вычислить I_2 и U_2.

2.4.1.3 Метод Фурье

Расчет действующего значения выполняется по следующей формуле

$$SIN = -\frac{\sum_{i=0}^{i=31}\left(X_i \cdot \sin\frac{2\pi i}{32}\right)}{8},\ COS = \frac{\sum_{i=0}^{i=31}\left(X_i \cdot \cos\frac{2\pi i}{32}\right)}{8},\ A = \sqrt{SIN^2 + COS^2}\,, \qquad (2.2)$$

где X – значение аналогового сигнала на указанной выборке;
i – номер выборки;
SIN – синусная составляющая сигнала;
COS – косинусная составляющая сигнала;
A – рассчитанное действующее значение.

Плюсы: высокая помехоустойчивость, независимость от формы сигнала, получение комплексной формы измеряемого сигнала.

Минусы: рост погрешности при отличии частоты измеряемого сигнала от номинальной (50 Гц).

В качестве основного метода измерения рекомендуется метод Фурье. Очевидными достоинствами метода Фурье являются такие, как высокая помехоустойчивость и независимость от формы измеряемого сигнала, а также необходимость получения комплексной формы сигнала для использования в некоторых частях ПО (направленные, дистанционные и дифференциальные защиты).

3 Техническое обслуживание и ремонт

3.1 Общие указания

ТО и ремонт устройств должны производиться в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей», РЭ на устройства и руководящими документами и инструкциями.

3.2 Меры безопасности

3.2.1 Конструкция устройств обеспечивает безопасность обслуживания в соответствии с ГОСТ Р 51321.1-2007. При ТО и ремонте устройств ТОР необходимо руководствоваться «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», а также требованиями настоящего РЭ. По требованиям защиты человека от поражения электрическим током устройства соответствуют классу 0I по ГОСТ 12.2.007.0-75.

3.2.2 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.

3.2.3 На корпусе устройства предусмотрен заземляющий винт с соответствующей маркировкой, который необходимо соединить проводником сечением не менее 4 мм^2 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 ТО и проверке защит данного устройства необходимо выполнить мероприятия, исключающие отключение оборудования, не выведенного в ремонт (отключить автоматы или ключи, вывести накладки).

Работы производить при выведенном первичном оборудовании.

3.3.1 Периодичность проведения ТО

В таблице 3.3.1 указаны рекомендации предприятия-изготовителя по периодичности проведения ТО в соответствии с типоисполнением терминала. Терминалы ТОР 100 ДВГ 23 XXXX М (ДВГ 63 XXXX М) имеют увеличенный цикл ТО.

Таблица 3.3.1 – Периодичность проведения ТО

Исполнение терминала ТОР 100	Цикл ТО, лет	Количество лет эксплуатации																									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
ДВГ 23 XXXX (ДВГ 63 XXXX)	6	Н	К1	-	-	К	-	В	-	К	-	К	-	В	-	К	-	К	-	В	-	К	-	К	-	В	-
ДВГ 23 XXXX М (ДВГ 63 XXXX М)	8	Н	К1	-	-	К	-	О	-	В	-	О	-	К	-	О	-	В	-	О	-	К	-	О	-	В	-

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 ТО устройств РЗА с ремонтом основного оборудования перенос запланированного вида ТО на срок до одного года. В отдельных обоснованных случаях продолжительность цикла ТО устройств РЗА может быть сокращена.

3.3.2 Рекомендуемые объемы работ при ТО

Рекомендуемые предприятием-изготовителем объемы работ при ТО устройств указаны в таблице 3.3.2.

Таблица 3.3.2 – Рекомендуемые объемы работ при ТО

Производимая работа при ТО	**Вид ТО**	**Трудо-затраты (на один терминал)**
Внешний осмотр: отсутствие внешних следов ударов, потеков воды, в том числе высохших, отсутствие налета окислов на металлических поверхностях, отсутствие запыленности, осмотр клемм зажимов входных и выходных сигналов, разъемов интерфейса связи в части состояния их контактных поверхностей	**Н, К1, В, К**	10 мин
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 мегаомметром на 1000 В, сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм	**Н, К1, В, К**	2 ч
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, В**	2 ч
Проверка работоспособности дискретных входов, выходных реле и светодиодов терминала	**Н**	30 мин
Программное задание (или проверка) требуемой конфигурации устройства защиты в соответствии с принятыми проектными решениями и техническими характеристиками (функциями) устройства	**Н, К1, В**	4 ч
Программное задание (или проверка) уставок устройства защиты в соответствии с заданной конфигурацией	**Н, К1, В**	4 ч
Проверка правильности отображения значений и фазовых углов токов (напряжений), поданных от постороннего источника	**Н, К1, В, О**	1 ч
Проверка параметров (уставок) срабатывания и коэффициентов возврата каждого ИО при подаче на входы устройства тока (напряжения) от постороннего источника; контроль состояния светодиодов при срабатывании	**Н, К1, В**	4 ч
Проверка времени срабатывания защит и автоматики на соответствие заданным выдержкам времени	**Н, К1, В**	2 ч

Производимая работа при ТО	Вид ТО	Трудо-затраты (на один терминал)
Проверка отсутствия ложных действий при снятии и подаче напряжения оперативного тока с повторным включением через 0,5 с при минимальном значении диапазона уставок с подачей тока (напряжения), равного 0,8 тока (напряжения) срабатывания	**Н**	5 мин
Проверка взаимодействия ИО и логических цепей защиты с контролем состояния всех контактов выходных реле и визуальным контролем состояния светодиодов. Проверка проводится при напряжении питания оперативного тока, равном 0,8 $U_{ном}$, и создании условий для поочередного срабатывания каждого ИО и подачи необходимых сигналов на дискретные входы защиты	**Н, В, О**	1 ч
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, В, К**	2 ч
Проверка функций регистрации событий, осциллографирования сигналов, отображения параметров защиты	**Н, В**	20 мин
Проверка функционирования тестового контроля	**Н, К1, В, К**	20 мин
Проверка управления по месту установки защиты коммутационным аппаратом присоединения (включить/отключить)	**Н, К1, В, К**	20 мин
Проверка взаимодействия с другими устройствами защиты, электроавтоматики, управления и сигнализации с воздействием на коммутационный аппарат	**Н, К1, В**	1 ч
Проверка рабочим током: - правильности подключения цепей тока и напряжения к устройству защиты; - контроль конфигурации и значений уставок; - контроль значений текущих параметров и состояния устройства по дисплею и сигнальным элементам	**Н, К1, В, К**	1 ч

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 перемычками и т.п.).

3.3.3 Методика проверки уставок и характеристик

3.3.3.1 Общие рекомендации

Проверка уставок срабатывания и коэффициентов возврата ИО должна производиться при плавном изменении тока, напряжения на входах устройств. Для проверки рекомендуется использовать одно из свободных выходных реле, к которому через матрицу подключается сигнал срабатывания проверяемой ступени защиты. Таким образом, обеспечивается проверка выставленных уставок ступеней защит (измерительных органов) по току, напряжению и времени подачей входной величины.

ВНИМАНИЕ! При проведении проверки защит необходимо убедиться, что цепи управления выключателем отключены и не действуют на выключатель.

Методика проверки следующая: выбирается ступень защиты, устанавливается режим *«введён»*, остальные ступени выводятся из работы, и подаётся входная величина. На подачу входной величины реагирует только данная ступень, действие которой выводится на выбранное реле.

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 пять раз. Рекомендуется проводить проверку для каждой фазы отдельно.

ВНИМАНИЕ!

Не допускается длительное обтекание током более 3 I_N.

Допустимое время подачи тока от величины тока определяется из выражения

$$t = \frac{I_{доп}^2 \cdot 1c}{I^2}, \qquad (3.1)$$

где $I_{доп.} = 60\ I_N$ – 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 клеммам X15:1 и X15:3.

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, 3U0 – X0:19 и X0:20 (предварительно откинув цепи напряжения), согласно приложению В – расположение клемм может отличаться в зависимости от типоисполнения терминала;

3) с помощью программных ключей SGR x/1 установить действие проверяемой ступени защиты на реле К1.1, где x = (2 – 18) (функциональная схема в приложении Г);

4) выбрать проверяемую ступень защит (к примеру, U< введён);

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

6) 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

Необходимо выполнить действия в следующей последовательности:

1) выполнить предыдущие мероприятия с 1 по 3 пункт 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 производится в следующей последовательности:

1) выполнить мероприятия с 2 по 3 пункт 3.3.3.2 с соблюдением полярности;

2) выставить уставку угла максимальной чувствительности равной 45° (в ИЧМ «*Уставки/Направл.защиты/ТЗНП,угол МЧ: 45°*»);

3) подать ток и напряжение с помощью испытательной установки с углом между фазами токов и напряжений равным 30°;

4) посмотреть в меню терминала измеренные значения углов: «*Измерения/Углы\Направл./Угол (Io,Uo): 30°)*»;

5) посмотреть в меню терминала измеренные значения направления мощности: «*Измерения/Углы\Направл./Направл. Io: вне зоны*»;

6) 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 Ктт 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

Проверка работоспособности изделий, находящихся в работе, производится визуально. При нормальной работе устройств на передней лицевой панели устройств светится зеленый светодиод Uпит. 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.

3.4.1 Перечень неисправностей и методы их устранения

Если устройства не включаются при подаче напряжения питания, то это возможно из-за перегорания предохранителя (1 А) 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.

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**.

Перечень кодов неисправностей с указанием принятия необходимых мер по дальнейшей эксплуатации приведен в таблице 3.4.1.

Таблица 3.4.1 – Перечень кодов неисправностей

Код неисправности	**Характер неисправности**	**Метод устранения**
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 пунктов 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. Ремонт – при выводе оборудования
131 - 133	Неисправность входных цепей	
91	Неисправность системных часов	Продолжение эксплуатации. Ремонт – при ближайшем ТО

4 Транспортирование, хранение и утилизация

4.1 Условия транспортирования и хранения

4.1.1 Условия транспортирования и хранения устройств и допустимые сроки сохраняемости в упаковке до ввода в эксплуатацию приведены в таблице 4.1.1.

4.1.2 Если требуемые условия транспортирования и (или) хранения и допустимые сроки сохраняемости отличаются от приведенных в таблице 4.1.1, то устройства поставляют для условий и сроков, устанавливаемых по ГОСТ 23216-78 и указываемых в договоре на поставку или заказе-наряде.

Таблица 4.1.1 – Условия транспортирования и хранения

Вид поставок	**Обозначение условий транспортирования в части воздействия**		**Обозначение условий хранения по ГОСТ 15150-69**	**Допустимый срок сохраняемости в упаковке изготовителя, год**
	механических факторов по ГОСТ 23216-78	**климатических факторов по ГОСТ 15150-69**		
Внутри страны (кроме районов Крайнего Севера и труднодоступных районов по ГОСТ 15846-2002)	С	5(ОЖ4)	3(Ж3)	2
Внутри страны в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы по ГОСТ 15846-2002	С	5(ОЖ4)	3(Ж3)	2
Экспортные в районы с умеренным климатом	С	5(ОЖ4)	3(Ж3)	3

4.1.3 Устройства рассчитаны на хранение в неотапливаемых помещениях с верхним значением температуры окружающего воздуха плюс 50 ºС и нижним минус 50 ºС, с относительной влажностью до 98 % при 35 ºС.

4.1.4 При транспортировании допускаются воздействия внешней окружающей среды с верхним значением температуры воздуха плюс 50 ºС и нижним минус 60 ºС.

4.1.5 Транспортирование упакованных устройств может производиться любым видом закрытого транспорта (в железнодорожных вагонах, контейнерах, зарытых автомашинах, герметизированных отсеках воздушного транспорта и т.д.), предохраняющим изделия от воздействия солнечной радиации, резких скачков температур, атмосферных осадков и пыли с соблюдением мер предосторожности против механических воздействий. Устройства для экспортных поставок допускают транспортирование морским путем.

4.1.6 Погрузка, крепление и перевозка устройств в транспортных средствах должны осуществляться в соответствии с действующими правилами перевозок грузов на соответствующих видах транспорта с учетом манипуляционных знаков маркировки транспортной тары по ГОСТ 14192-96.

4.2 Утилизация

4.2.1 После окончания срока службы устройства подлежат демонтажу и утилизации.

4.2.2 В состав устройств не входят драгоценные металлы, а также ядовитые, радиоактивные и взрывоопасные вещества.

4.2.3 Демонтаж и утилизация устройств не требуют применения специальных мер безопасности и выполняются без применения специальных приспособлений и инструментов. Утилизацию блока должна проводить эксплуатирующая организация и выполнять согласно нормам и правилам, действующим на территории потребителя, проводящего утилизацию.

Приложение А
(обязательное)
Внешний вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры

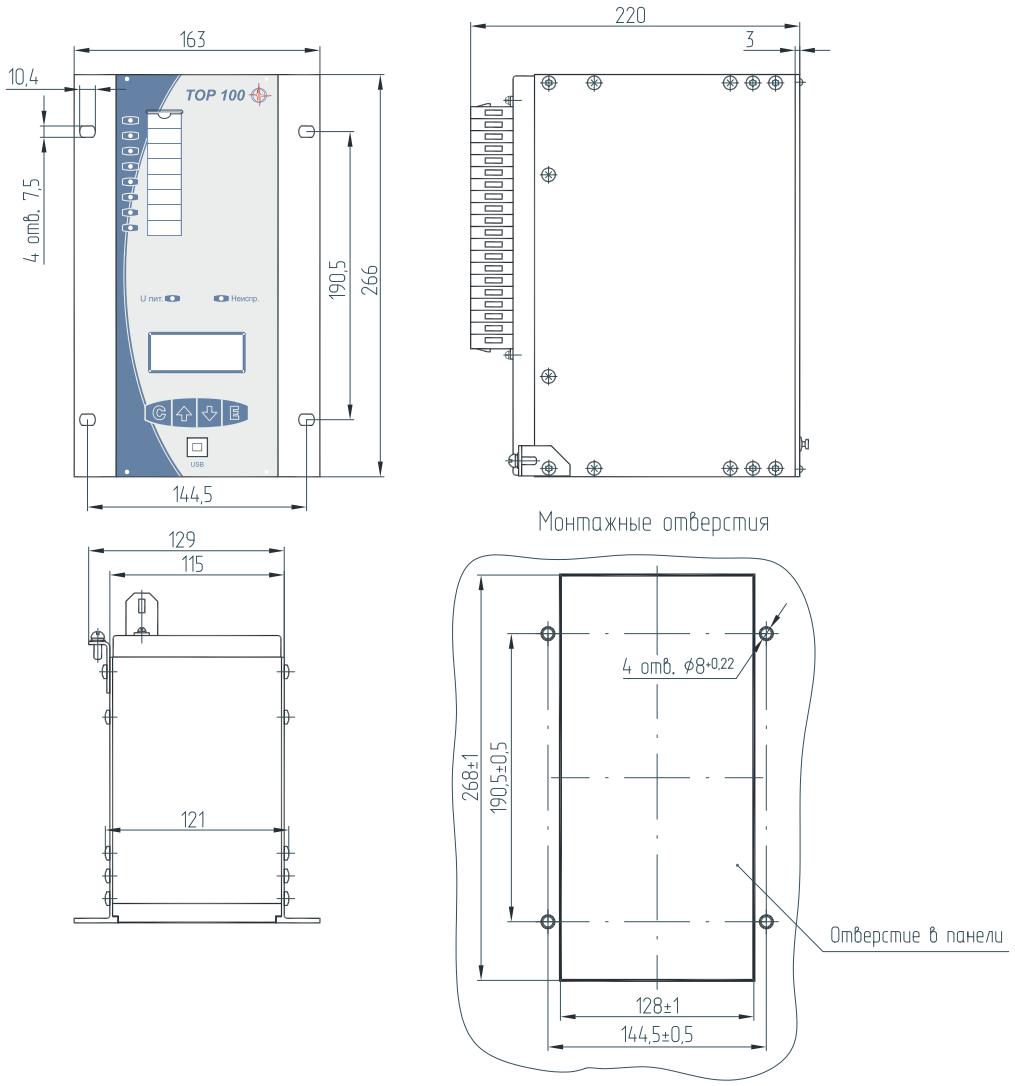


Рисунок А.1 – Габаритные и установочные размеры для утопленного монтажа

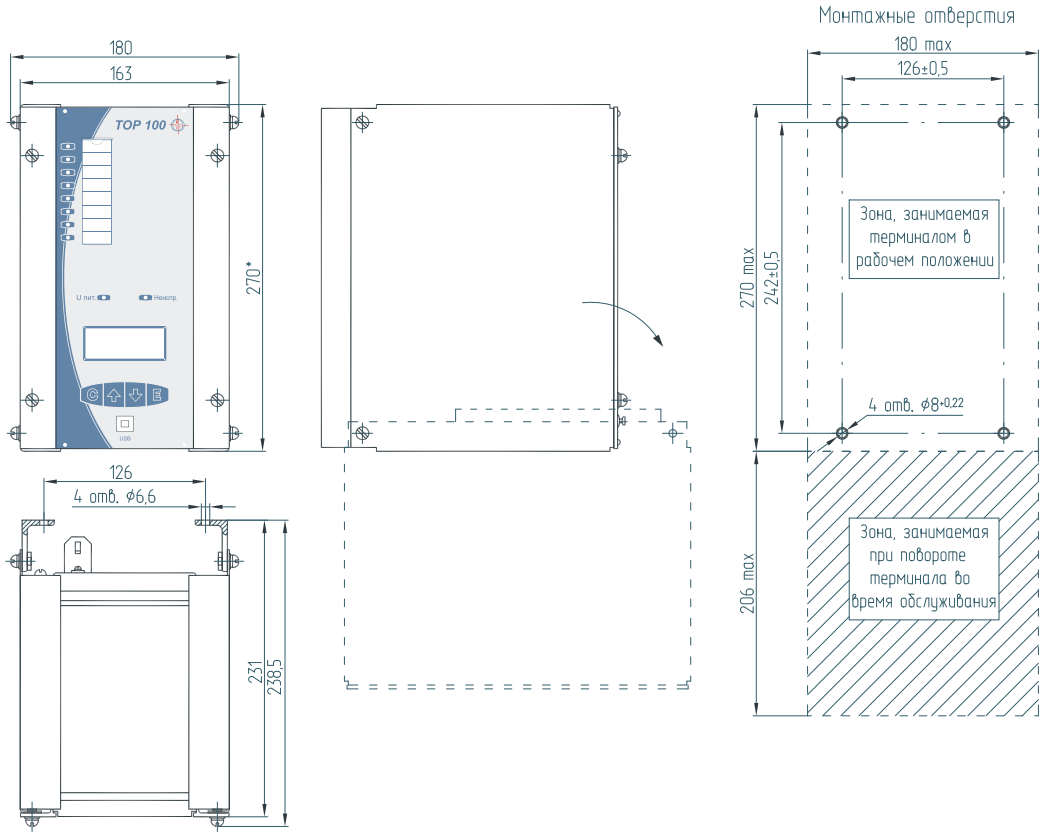


Рисунок А.2 – Габаритные и установочные размеры для навесного монтажа

Рекомендации:
1 вариант крепления: $d=7^{+0,5}$
Крепеж (поставляется в комплекте): Винт М6-8gx20.58.С.016 ГОСТ 17473-80, Гайка М6-6Н.5.С.016 ГОСТ ISO 4032-2014, Шайба 6 65Г 016 ГОСТ 6402-70

2 вариант крепления: $d=4,8^{+0,1}$
Крепеж (не поставляется в комплекте): Винт-саморез М6х10

Приложение Б
(справочное)
Расположение элементов управления и индикации на устройстве ТОР 100

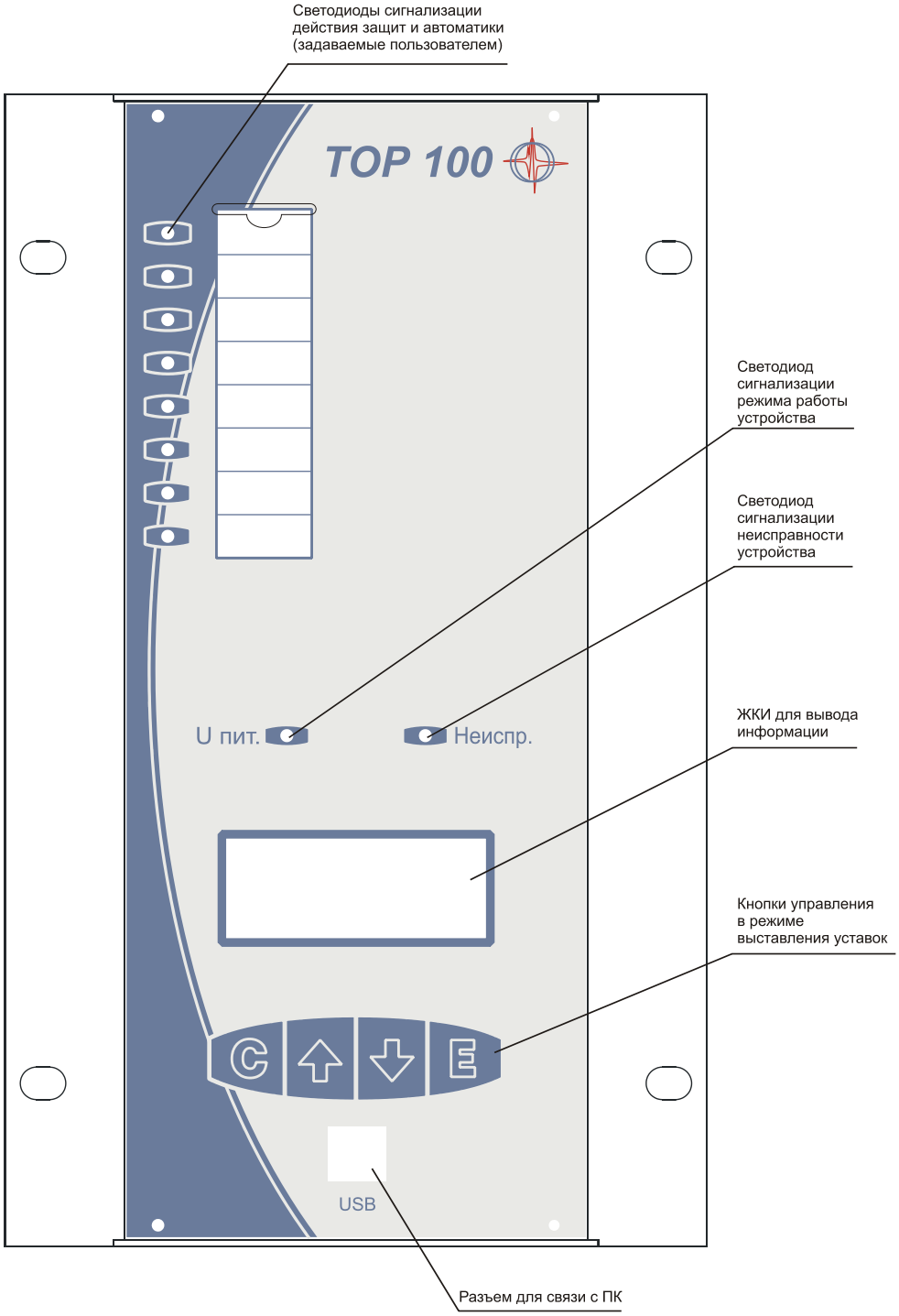


Рисунок Б.1 – Расположение элементов управления и индикации

Приложение В
(справочное)
Расположение клемм на устройстве ТОР 100

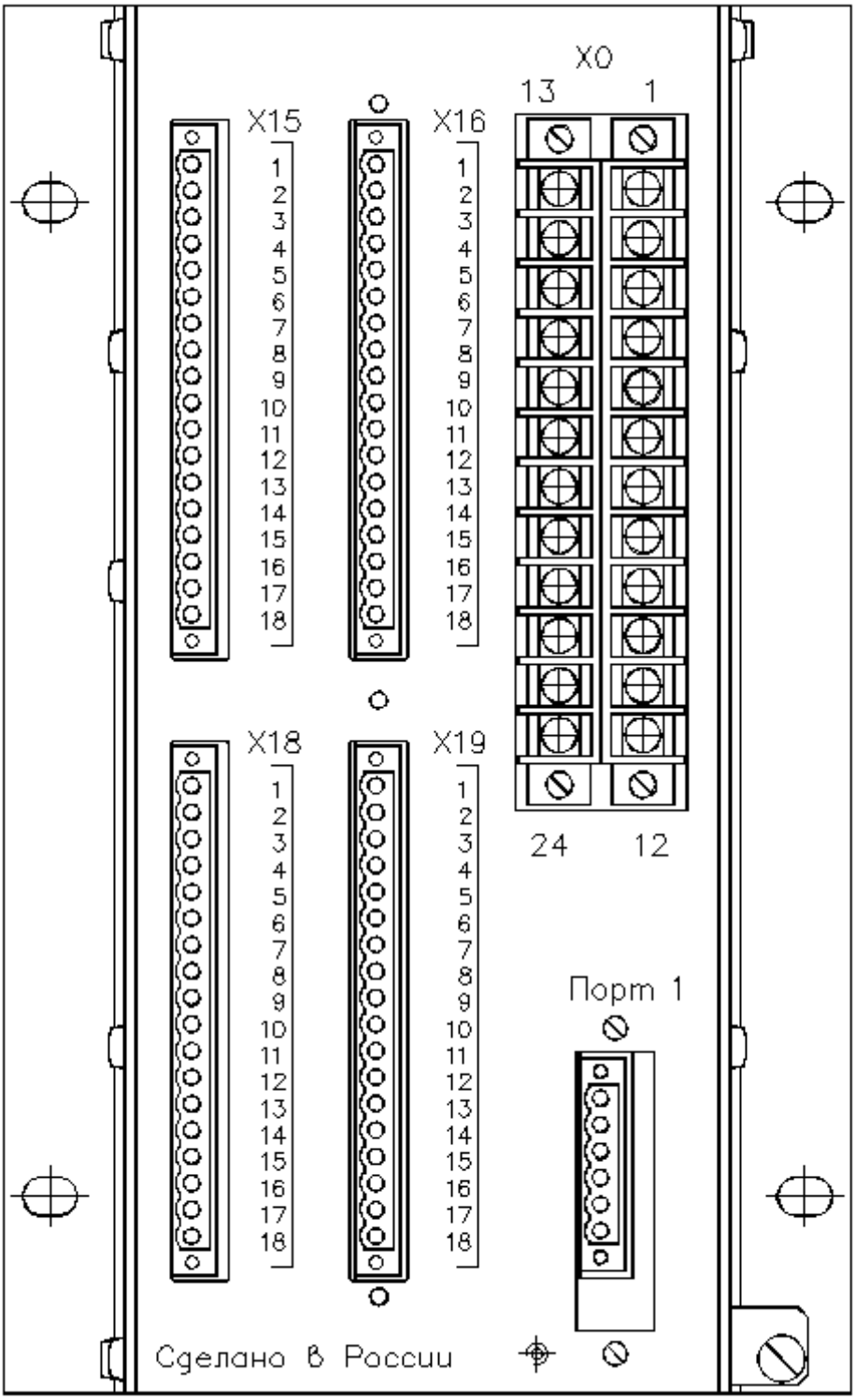


Рисунок В.1 – Расположение клемм на устройстве

Приложение Г
(обязательное)
Функциональная схема устройства

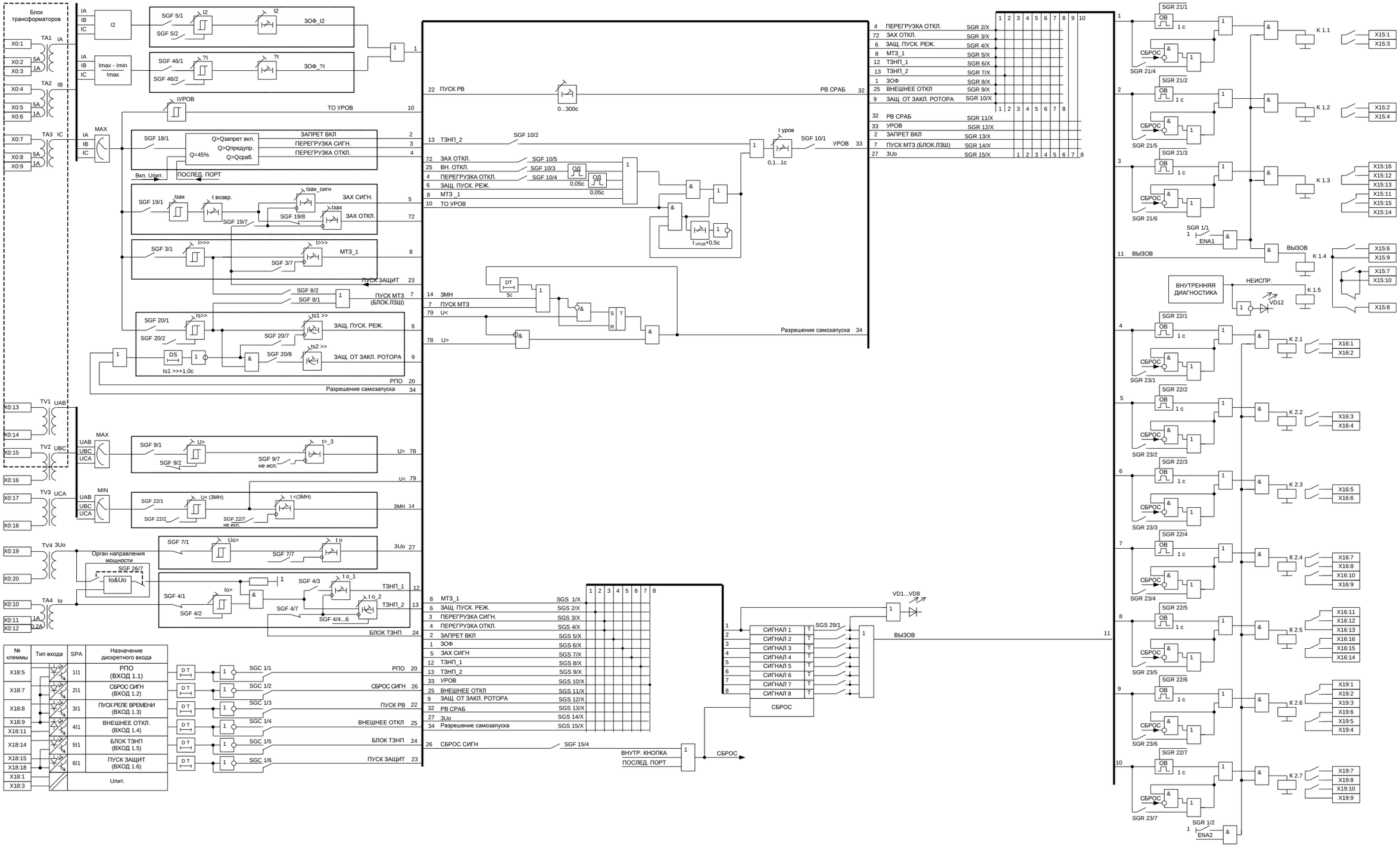


Рисунок Г.1 – Функциональная схема устройства

Приложение Д
(обязательное)
Структурная схема и схема включения устройств

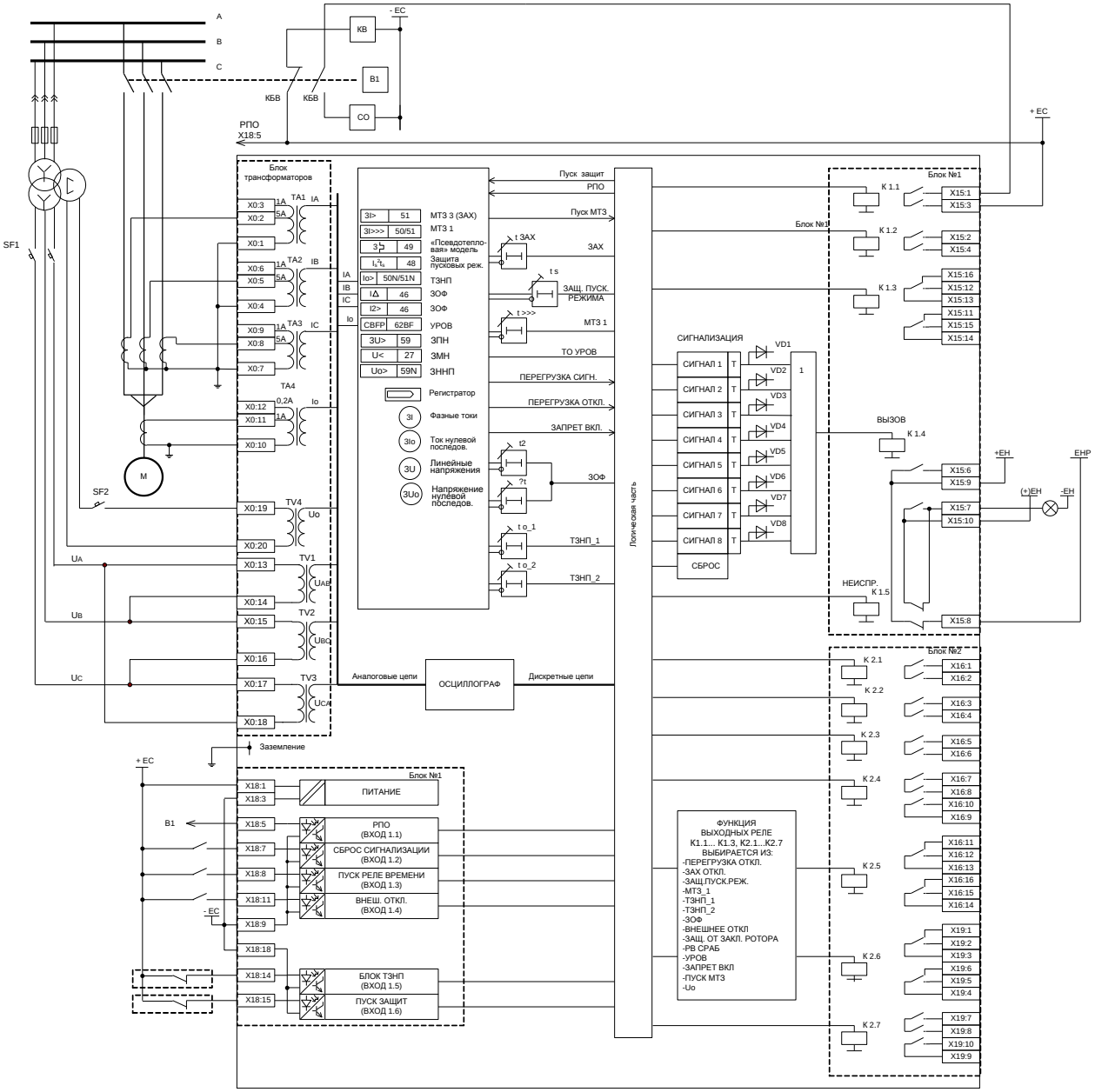


Рисунок Д.1 – Структурная схема устройства

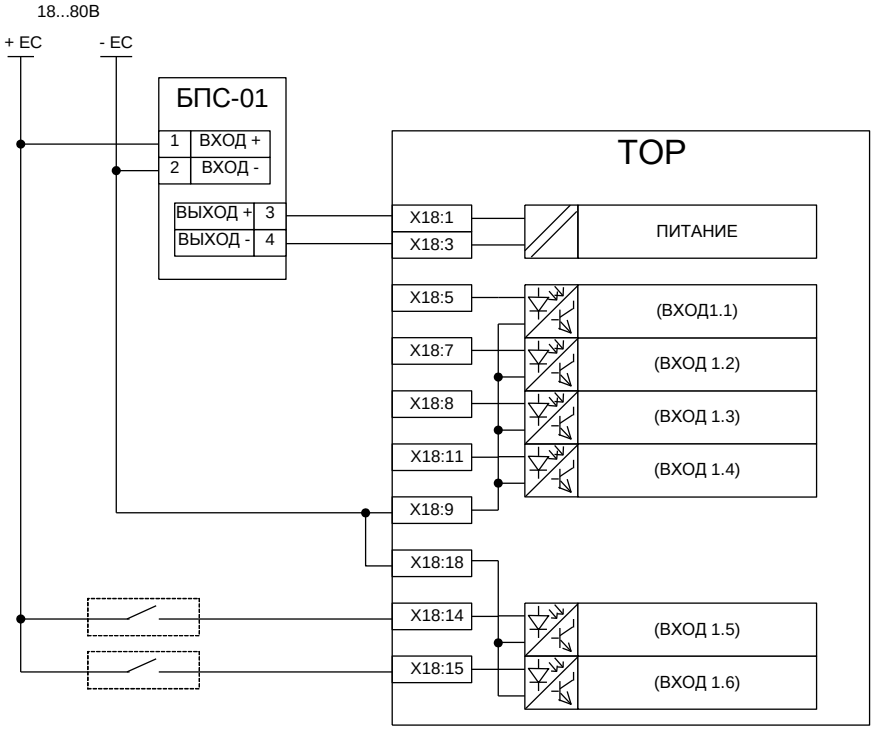


Рисунок Д.2 – Схема включения терминала при использовании на ПС оперативного напряжения +24 В, +48 В

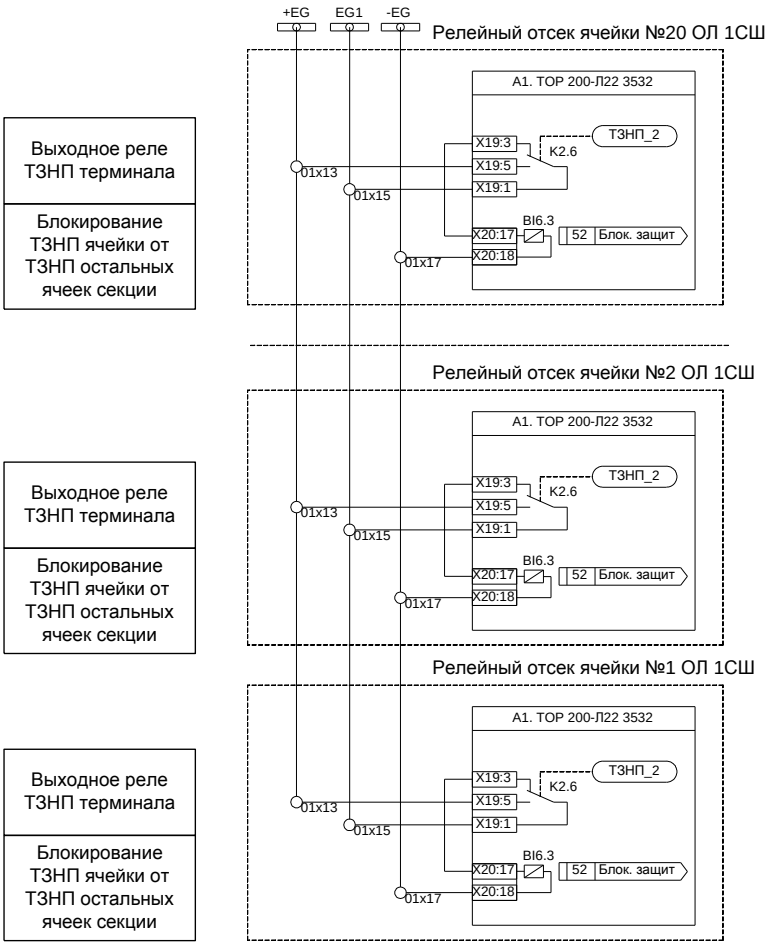


Рисунок Д.3 – Пример схемы организации групповой ТЗНП

Приложение Е
(обязательное)
Графики обратнозависимых времятоковых характеристик

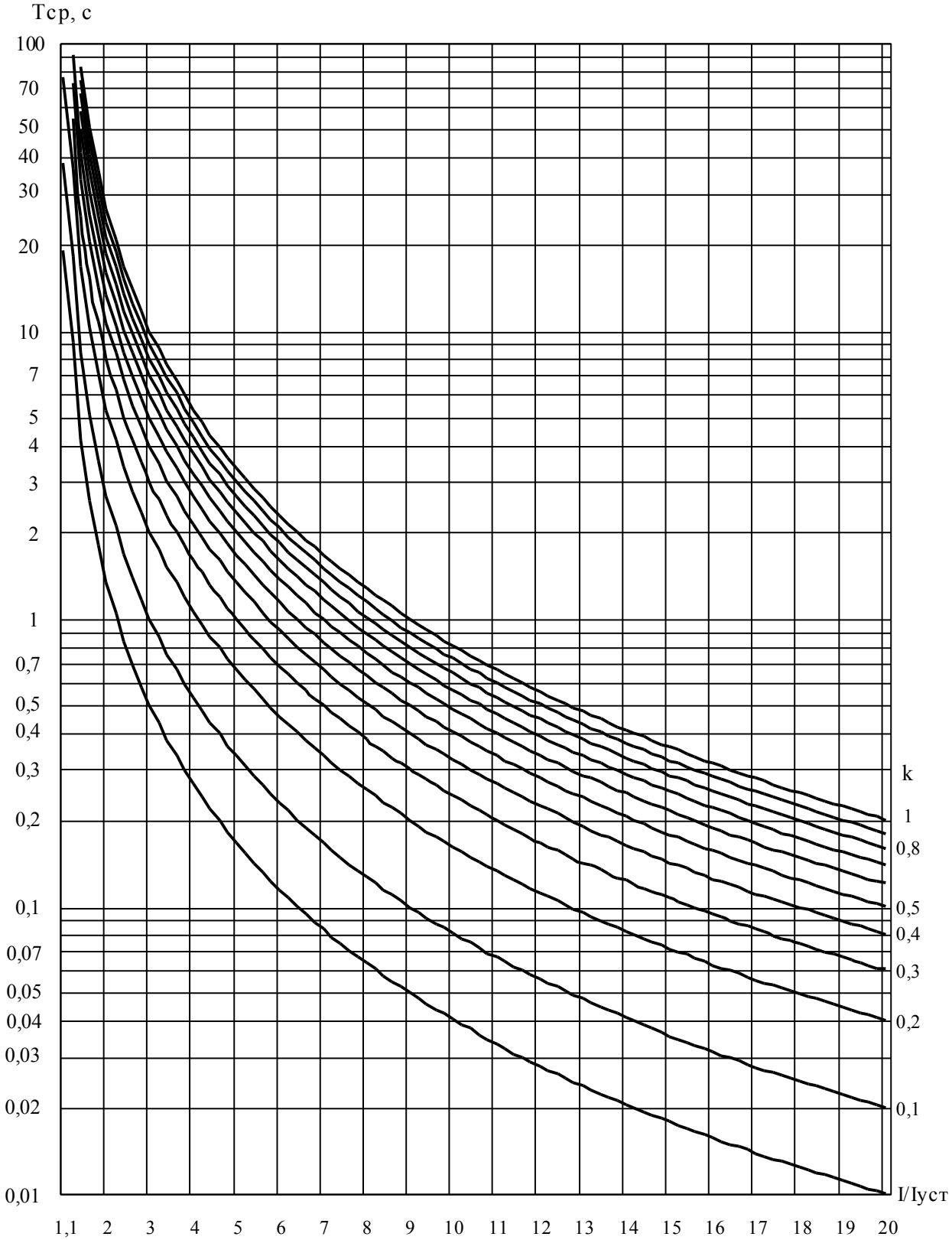


Рисунок Е.1 – Чрезвычайно инверсная характеристика

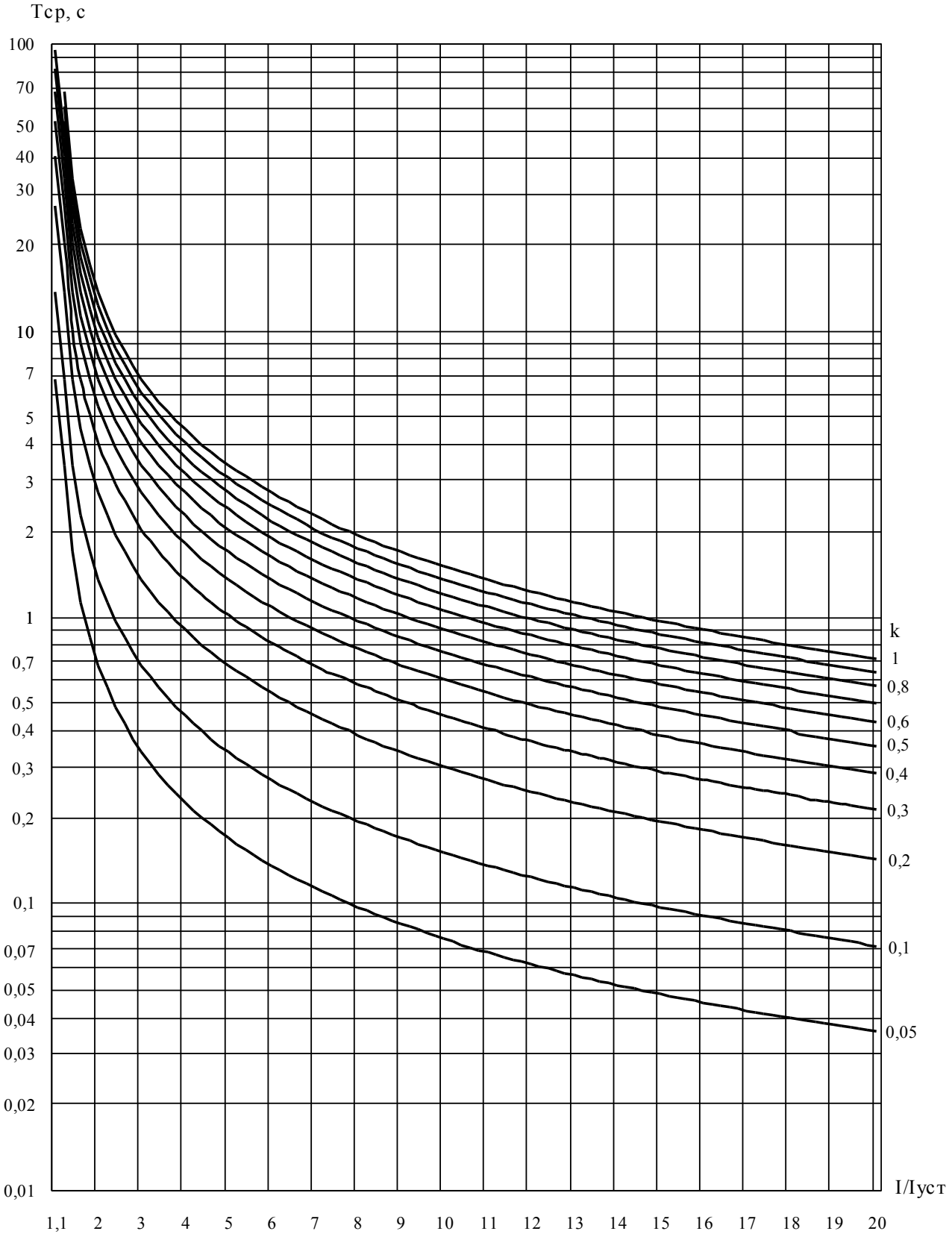


Рисунок Е.2 – Сильно инверсная характеристика

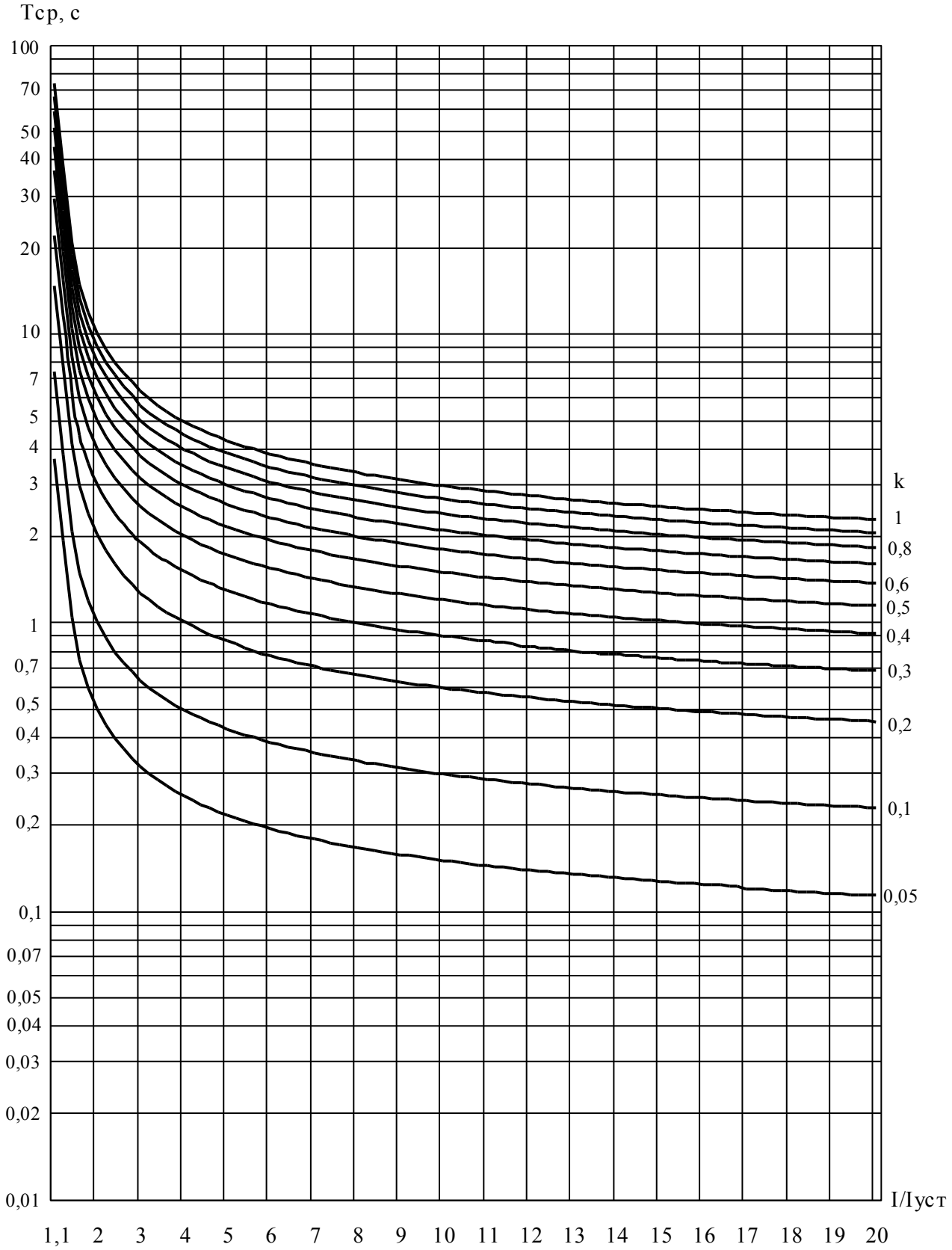


Рисунок Е.3 – Нормально инверсная характеристика

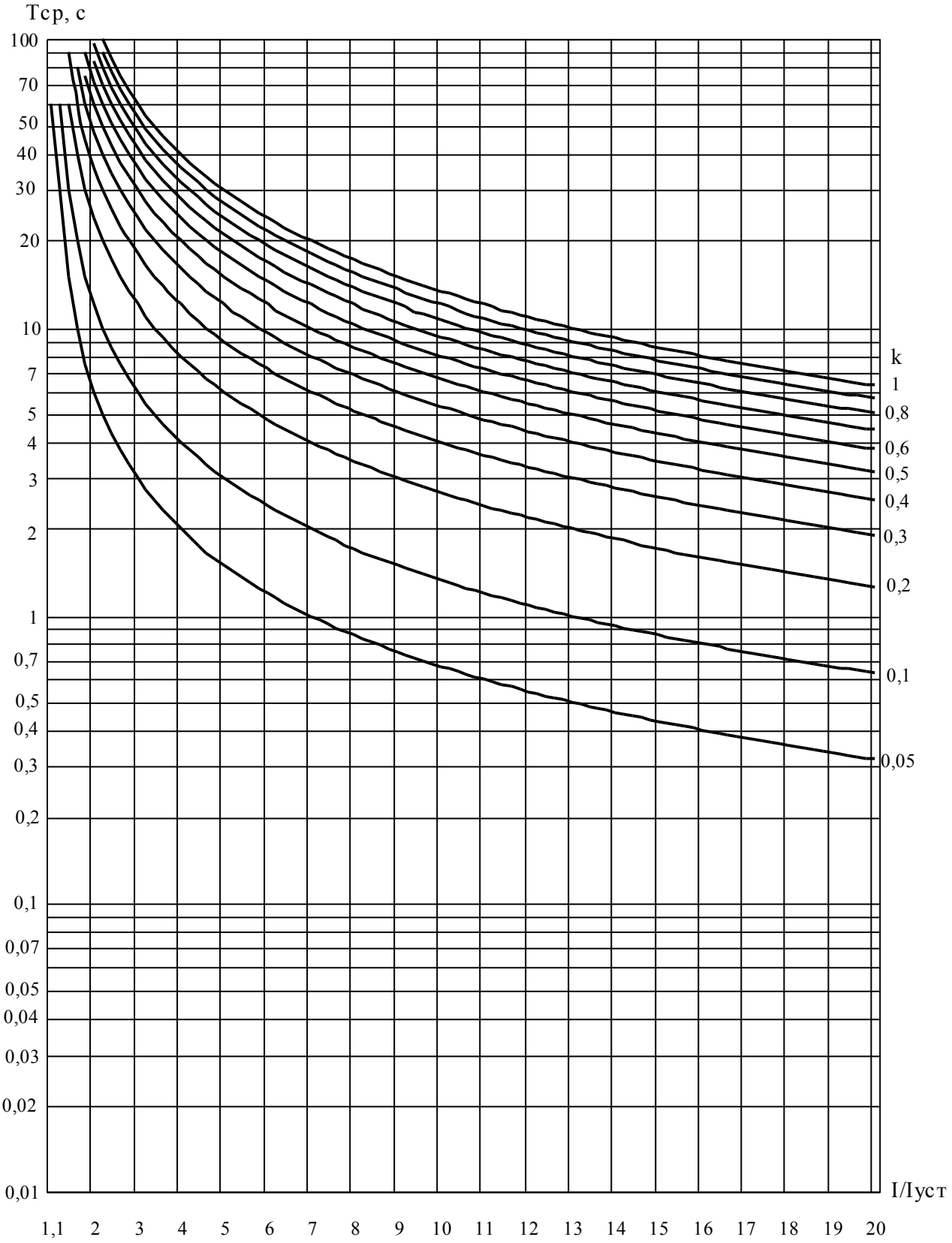


Рисунок Е.4 – Длительно инверсная характеристика

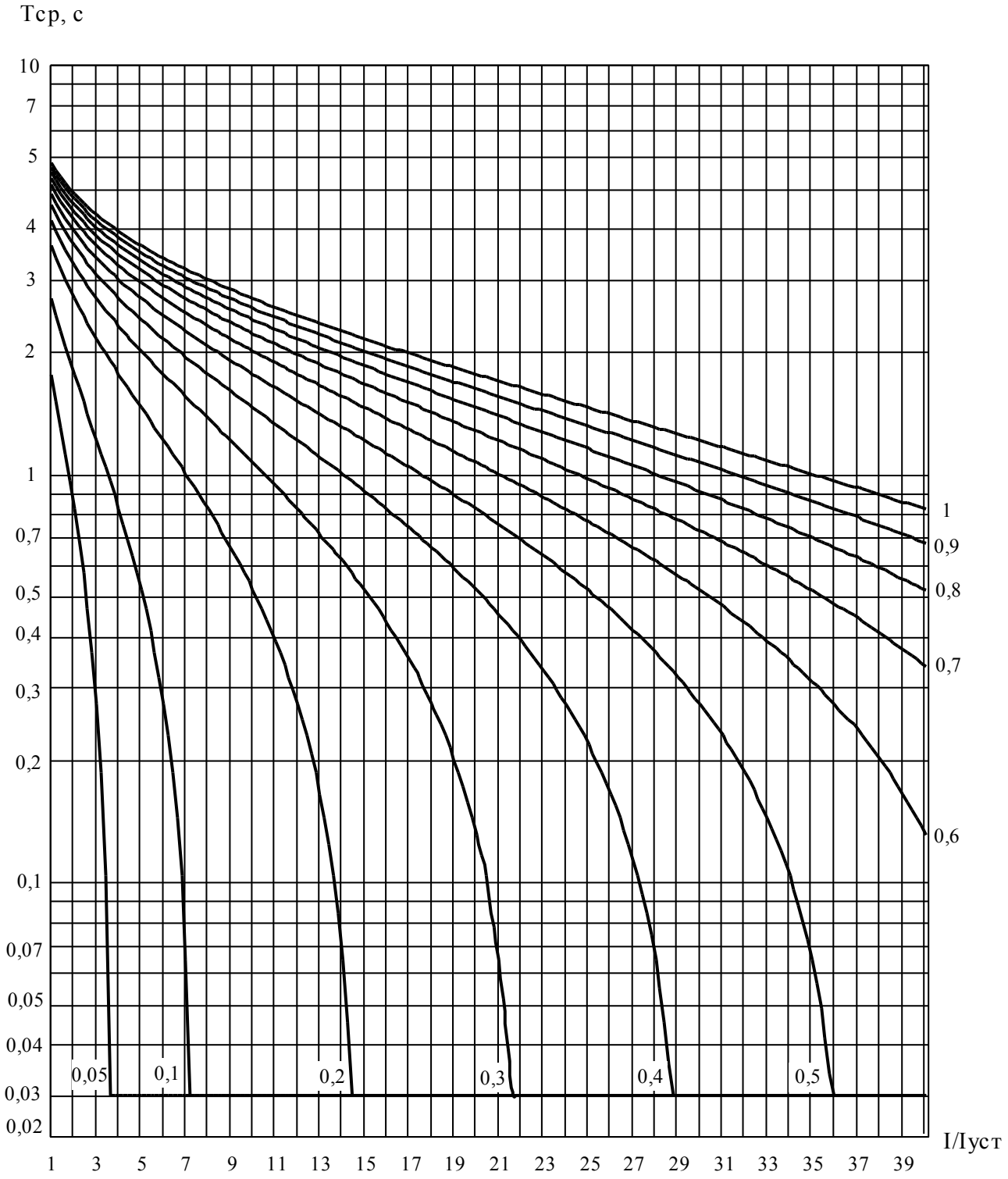


Рисунок Е.5 – Характеристика RXIDG-типа

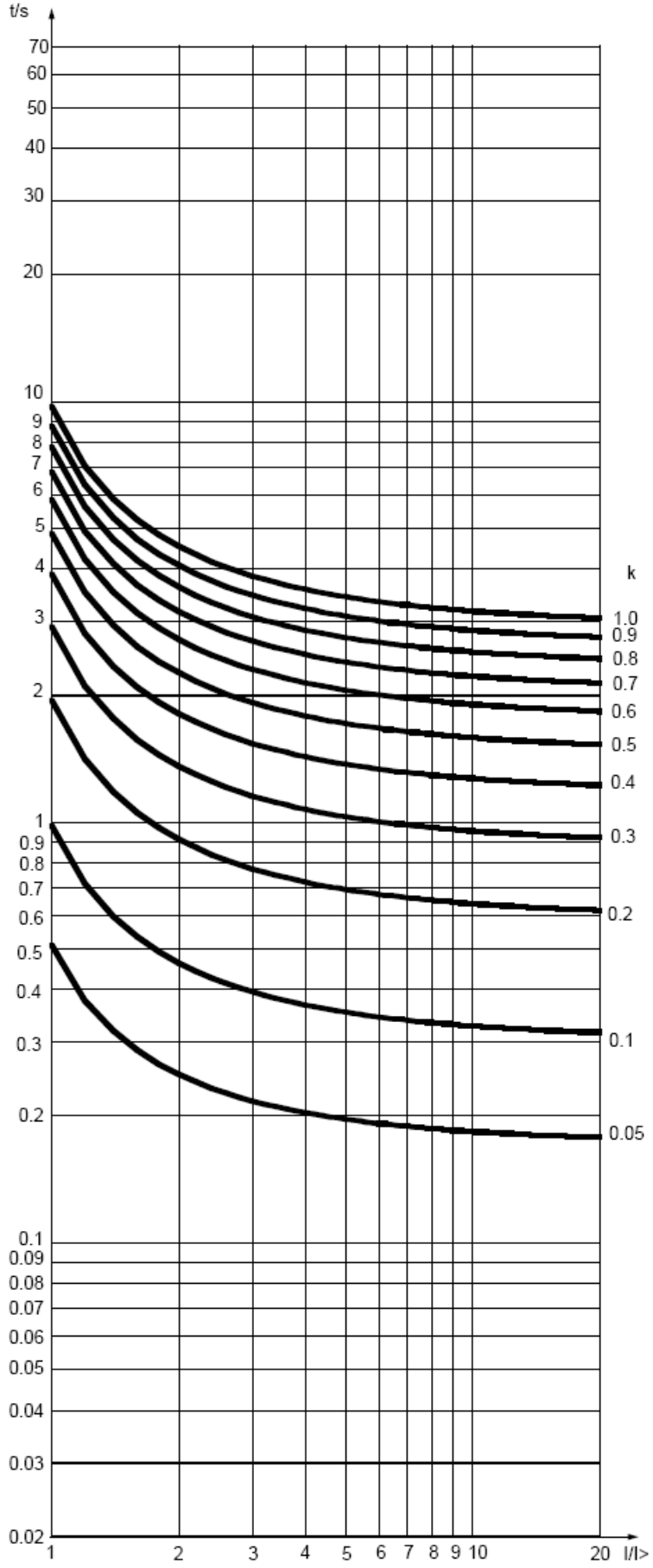


Рисунок Е.6 – Характеристика RI-типа

Приложение Ж
(рекомендуемое)
Перечень оборудования и средств измерения

Наименование	Диапазон измеряемых (контролируемых) величин	Класс точности или предел допустимой погрешности	Обозначение НТД
Вольтметр переменного тока	До 300 В	0,5	ГОСТ 8711-93
Вольтметр постоянного тока	До 300 В	0,5	ГОСТ 8711-93
Амперметр переменного тока	(0,5 – 1) А, (5 – 10)А	0,5	ГОСТ 8711-93
Трансформатор тока измерительный	(0,5 – 50) А	0,2	ГОСТ 23624-2001
Частотомер	(0,01 – 500) кГц	0,2	ГОСТ 7590-93
Мегаомметр на 500 В	(0 – 1000) МОм	1,0	ГОСТ 23706-93
Мост постоянного тока	(0,005 – 999990) Ом	0,5-5	ГОСТ 7165-93
Универсальная пробойная установка	(0,5 – 2) кВ	4 (вольтметра)	АЭ2.771.001 ТУ
Комплекс программно-технический измерительный	(0,05 – 20) А, (0,05 – 120) В	± 0,5 %	РЕТОМ
Электронный осциллограф	(0 – 300) В, (5 – 400) Гц	± 10 %	ГОСТ 9829-81
Измеритель временных параметров реле	(0 – 100) с	0,005/0,004	ТУ25-0408.003-83
Примечание – При проведении испытаний и проверок допускается применение другого оборудования, обеспечивающего измерение контролируемых параметров с точностью не ниже требуемой.			

Приложение И
(рекомендуемое)
Параметры измеряемых величин

Надпись на дисплее	Измеряемый параметр	Диапазон
Измерения Первичные	Измеряемые токи и напряжения в первичных величинах	
Измерения Первичные Ток фазы A: 0.00 A	Первичное значение тока фазы A, A	От 0 до 50 I_N
Измерения Первичные Ток фазы B: 0.00 A	Первичное значение тока фазы B, A	От 0 до 50 I_N
Измерения Первичные Ток фазы C: 0.00 A	Первичное значение тока фазы C, A	От 0 до 50 I_N
Измерения Первичные Ток 3Io: 0.00 A	Ток нулевой последовательности, A	От 0 до 25 I_N
Измерения Первичные Ток I2: 0.00 A	Первичное значение тока I2, A	От 0 до 50 I_N
Измерения Первичные Небаланс: 0.0 %	Величина небаланса в сети, %	От 0 до 100
Измерения Первичные Напряж. Uab: 6.30 кВ	Первичное значение напряжения Uab, кВ	От 0 до 2 U_N
Измерения Первичные Напряж. Ubc: 6.30 кВ	Первичное значение напряжения Ubc, кВ	От 0 до 2 U_N
Измерения Первичные Напряж. Uca: 6.30 кВ	Первичное значение напряжения Uca, кВ	От 0 до 2 U_N
Измерения Первичные Напряж. 3Uo: 210 В	Первичное значение напряжения нулевой последовательности, В	От 0 до 2 U_N
Измерения Вторичные	Измеряемые токи и напряжения во вторичных величинах	
Измерения Вторичные Ток фазы A: 0.00 A	Вторичное значение тока фазы A, A	От 0 до 50 I_N
Измерения Вторичные Ток фазы B: 0.00 A	Вторичное значение тока фазы B, A	От 0 до 50 I_N
Измерения Вторичные Ток фазы C: 0.00 A	Вторичное значение тока фазы C, A	От 0 до 50 I_N
Измерения Вторичные Ток 3Io: 0.00 A	Ток нулевой последовательности, A	От 0 до 25 I_N

Надпись на дисплее	Измеряемый параметр	Диапазон
Измерения Вторичные Ток I2: 0.00 А	Вторичное значение тока I2, А	От 0 до 50 I_N
Измерения Вторичные Небаланс: 0.0 %	Величина небаланса в сети, %	От 0 до 100
Измерения Вторичные Напряж. Uab: 100 В	Вторичное значение напряжения Uab, В	От 0 до 2 U_N
Измерения Вторичные Напряж. Ubc: 100 В	Вторичное значение напряжения Ubc, В	От 0 до 2 U_N
Измерения торичные Напряж. Uca: 100 В	Вторичное значение напряжения Uca, В	От 0 до 2 U_N
Измерения Вторичные Напряж. 3Uo: 3.3 кВ	Вторичное значение напряжения нулевой последовательности, кВ	От 0 до 2 U_N
Измерения Углы/Направлен.	Измеряемые углы между токами и напряжениями в системе, направления	
Измерения Углы/Направлен Угол (Io,Uo): 30	Величина угла между током нулевой последовательности относительно напряжения нулевой последовательности, градус	От 0 до 359
Измерения Углы/Направлен Направл.Io: Вне зоны	Направление тока нулевой последовательности относительно напряжения нулевой последовательности	В зоне Вне зоны
Измерения Дискрет. входы	Состояние сигналов на дискретных входах	
Измерения Дискр. входы Входы 1.1-1.6: 100101	Состояние дискретных сигналов входов 1.1-1.6	000000…111111
Измерения Дискр. входы РПО: 0	Состояние входного дискретного сигнала входа «РПО»	0 или 1
Измерения Дискр. входы Сброс сигн: 0	Состояние входного дискретного сигнала входа «Сброс сигн»	0 или 1
Измерения Дискр. входы Пуск РВ: 0	Состояние входного дискретного сигнала входа «Пуск РВ»	0 или 1
Измерения Дискр. входы Внешнее откл: 0	Состояние входного дискретного сигнала входа «Внешнее откл»	0 или 1
Измерения Дискр. входы Блок. ТЗНП: 0	Состояние входного дискретного сигнала входа «Блок. ТЗНП»	0 или 1
Измерения Дискр. входы Пуск защит: 0	Состояние входного дискретного сигнала входа «Пуск защит»	0 или 1

Надпись на дисплее	Измеряемый параметр	Диапазон
Измерения Выходные реле	Состояние сигналов, поданных на выходные реле	
Измерения Выходные реле Реле К1.1-К1.5: 10101	Состояние сигналов, поданных на выходные реле К1.1 - К1.5	00000…11111
Измерения Выходные реле Реле К2.1-К2.7: 1010111	Состояние сигналов, поданных на выходные реле К2.1 - К2.6	0000000…1111111
Измерения Выходные реле Вызов: 0	Состояние сигнала, поданного на реле «Вызов» К1.4	0 или 1
Измерения Выходные реле Неисправность: 1	Состояние сигнала, поданного на реле «Неисправность» К1.5	0 или 1

Приложение К
(рекомендуемое)
Перечень уставок

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, А		От 0,2 до 4 I_N
Уставки Перегрузка Время t6x: 12 с	Уставка максимально допустимого времени перегрузки двигателя при заклинивании ротора, с		От 2 до 120
Уставки Перегрузка Коэф.тепл.защ: 50 %	Уставка по уровню коэффициента тепловой защиты, %		От 20 до 100
Уставки Перегрузка Предупр.сигн.: 80 %	Уставка по уровню срабатывания защиты на сигнализацию, %		От 50 до 100
Уставки Перегрузка Запрет включ.: 50 %	Уставка по уровню запрета на включение при перегрузке, %		От 20 до 80
Уставки Перегрузка Коэф. охлажд.: 3	Уставка по коэффициенту уменьшения постоянной охлаждения в режиме покоя		От 1 до 64
Уставки Защ.асинх.хода	Уставки защиты асинхронного хода		
Уставки Защ.асинх.хода Защита: введена	Ввод в действие защиты асинхронного хода	SGF 19/1	1 – введена 0 – выведена
Уставки Защ.асинх.хода Ток сраб.: 1.25 А	Уставка по току срабатывания защиты асинхронного хода во вторичных значениях, А		От 0,1 до 40 I_N
Уставки Защ.асинх.хода Выдержка сигн: 1.00 с	Уставка выдержки Т1 по времени срабатывания защиты асинхронного хода, с		От 0,05 до 300
Уставки Защ.асинх.хода Выдержка откл: выведена	Действие защиты асинхронного хода на отключение с выдержкой времени Т1	SGF 19/8	1 – введена 0 – выведена
Уставки Защ.асинх.хода Выдержка откл: 1.00 с	Уставка выдержки времени Т1 на отключение защиты асинхронного хода, с		От 0,05 до 300
Уставки Защ.асинх.хода Выдержка возв: 5.00 с	Уставка выдержки времени Т2 по времени возврата защиты асинхронного хода, с		От 0,05 до 20
Уставки Защ.асинх.хода Блокировка: выведена	Блокировка защиты асинхронного хода	SGF 19/7	1 – введена 0 – выведена

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки Защ.пуск.реж.	Уставки защиты пускового режима		
Уставки Защ.пуск.реж. Ступень: 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, А		От 0,1 до 10 I_N
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. Т пуск.режима: 10.0 с	Уставка выдержки Т по времени срабатывания защиты пускового режима, с		От 0,05 до 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. Т закл.ротора: 10.0 с	Уставка выдержки Т по времени срабатывания защиты от заклинивания ротора, с		От 0,05 до 100
Уставки МТЗ 1 ступень	Уставки МТЗ первой ступени		
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, А		От 0,25 до 40 I_N
Уставки МТЗ 1 ступень Выдержка: 0.05 с	Уставка выдержки Т1 по времени срабатывания первой ступени МТЗ, с		От 0,05 до 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, А		От 0,01 до 10 I_N
Уставки ТЗНП Выдержка Т1: выведена	Ввод выдержки времени Т1 ТЗНП с действием на сигнализацию	SGF 4/3	1 – введена 0 – выведена
Уставки ТЗНП Выдержка Т1: 2.00 с	Уставка выдержки времени Т1 по времени срабатывания ТЗНП, с		От 0,05 до 300

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки ТЗНП Выдержка Т2: длит. инверс.	Выбор характеристики срабатывания защиты от замыканий на землю, (приложение Е)	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 Т2: 2.00 с	Уставка выдержки времени Т2 по времени срабатывания ТЗНП, с		От 0,05 до 300
Уставки ТЗНП Коэф. времени: 0.05	Коэффициент времени ТЗНП (при обратнозависимых характеристиках)		От 0,05 до 1
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 МЧ: 70	Уставка по углу максимальной чувствительности ТЗНП, градус		От 0 до 359 (шаг 1)
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
Уставки ЗОФ I2 I2 сраб. : 0.20 А	Уставка по току срабатывания ЗОФ во вторичных значениях, А		От 0,03 до 2,50 I_N
Уставки ЗОФ I2 Выдержка: 0.06 с	Уставка Т по времени срабатывания ЗОФ, с		От 0,06 до 300
Уставки ЗОФ I2 Принцип раб.: контр.3 фаз	Выбор принципа работы	SGF 5/2	1 – контр.2 фаз 0 – контр.3 фаз
Уставки ЗОФ Id	Уставки ступени защиты от обрыва фаз (по току небаланса)		
Уставки ЗОФ Id Защита: введена	Ввод в действие ЗОФ с контролем по небалансу (Id)	SGF 46/1	1 – введена 0 – выведена
Уставки ЗОФ Id Небаланс: 25 %	Уставка по небалансу срабатывания ЗОФ, %		От 10 до 100
Уставки ЗОФ Id Выдержка: 9.00 с	Уставка Т по времени срабатывания ЗОФ, с		От 1,0 до 300

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки ЗОФ 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.: 60.0 В	Уставка по напряжению срабатывания защиты минимального напряжения, В		От 10 до 100
Уставки Орган мин.напр Выдержка: 9.00 с	Уставка по времени срабатывания защиты минимального напряжения второй секции, с		От 0,05 до 300
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		От 50 до 150
Уставки Орган макс.напр Выдержка: 0.05 с	Уставка по времени срабатывания защиты максимального напряжения, с		От 0,05 до 300
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.
Уставки Орган 3Uo	Уставки защиты по напряжению нулевой последовательности		
Уставки Орган 3Uo Защита: введена	Ввод в действие защиты по напряжению нулевой последовательности	SGF 7/1	1 – введена 0 – выведена
Уставки Орган 3Uo Напряж.сраб.: 10.0 В	Уставка по напряжению срабатывания защиты по напряжению нулевой последовательности, В		От 1 до 100
Уставки Орган 3Uo Выдержка: 10.0 с	Уставка по времени срабатывания защиты по напряжению нулевой последовательности, с		От 0,05 до 300
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, с		От 0,1 до 1,0
Уставки УРОВ Токовый орган: 0.25 А	Уставка по току срабатывания ИО УРОВ, А		От 0,05 до 0,50 I_N

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
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 защиты пускового режима на блокирование ЛЗШ	SGF 8/1	1 – введена 0 – выведена
Уставки Блокировка ЛЗШ От МТЗ 1 ст.: введена	Использование пуска МТЗ первой 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
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 (1.4.3.2)	SGC 1	
Уставки Выходные реле	Настройка выходных реле		
Уставки/Вых.реле Перегруз.откл На реле К1.1 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 К1.2 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 (1.4.4)	SGR 2	
Уставки/Вых.реле ЗАХ На реле К1.1 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 (1.4.4)	SGR 3 - SGR 15	

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
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 (1.4.5)	SGS 1	
Уставки/Индикац. Защ.пуск.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 (1.4.5)	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 (1.4.5)	SGS 29	
Уставки Трансформаторы	Уставки трансформаторов		
Уставки Трансформаторы Ктт фазн.: 60	Значение коэффициента трансформации фазных токов		От 1 до 8000
Уставки Трансформаторы Кттнп: 28.0	Значение коэффициента трансформации тока нулевой последовательности		От 0,1 до 999
Уставки Трансформаторы Ктн: 63	Значение коэффициента трансформации трансформатора напряжения шин		От 1 до 2200
Уставки Трансформаторы Ктно: 63	Значение коэффициента трансформации трансформатора напряжения нулевой последовательности шин		От 1 до 2200
Уставки Трансформаторы Ном.фазн.ток: 5 А	Значение номинальных входных токов максимальной токовой защиты. Должно совпадать с использованной обмоткой ТТ фаз терминала, А		От 1 до 5
Уставки Трансформаторы Ном. ток ТЗНП: 1 А	Значение номинального входного тока защиты от замыканий на землю. Должно совпадать с использованной обмоткой ТТ 3I0 терминала, А		От 0,2 до 5
Уставки Осциллограф	Уставки встроенного осциллографа		
Уставки Осциллограф Режим: включен	Включение/выключение встроенного осциллографа. Для полной настройки необходимо использовать ПК и программу «ТЕКОМ». Подробнее в 2.3.4[1)]		Включен Выключен

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки Метод измерений	Выбор метода измерений входных аналоговых величин		
Уставки Метод измерений Метод: Фурье	Выбор метода измерения аналоговых величин		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, с		От 0 до 60
Уставки Програм. ключи	Перечень всех программных ключей с контрольными суммами		
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	От 0 до 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	От 0 до 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	От 0 до 255

[1)] Внешние дискретные сигналы и внутренние сигналы пуска/срабатывания функций защит и автоматики, появление которых приводит к запуску осциллографа, задаются (маскируются) с помощью специальных параметров – масок. Маска состоит из битов, состояние которых определяет, приводит ли пуск/срабатывание той или иной функции защиты или автоматики к запуску аварийной записи или нет.

Индикатором состояния масок пуска осциллографа от внутренних или внешних дискретных сигналов служит контрольная сумма.

Полная настройка осциллографа производится через последовательный порт с помощью ПО.

Приложение Л
(рекомендуемое)
Характеристики срабатывания тепловой защиты двигателя от перегрузки

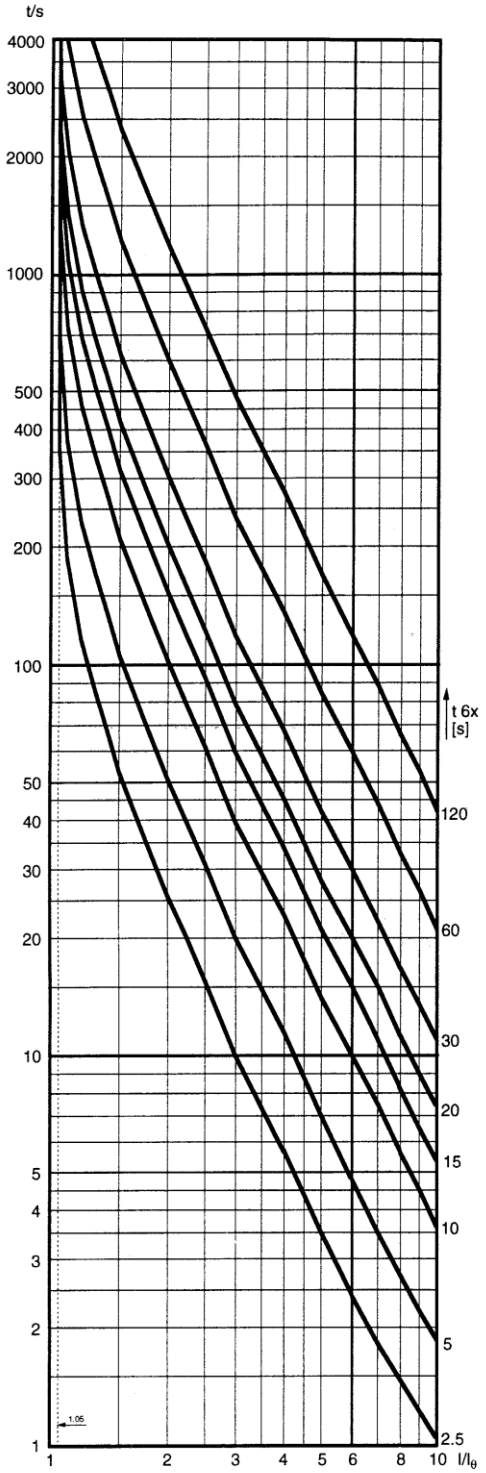


Рисунок Л.1 – Графики срабатывания тепловой защиты двигателя без предварительной нагрузки («холодные кривые»), p = (20 – 100) %

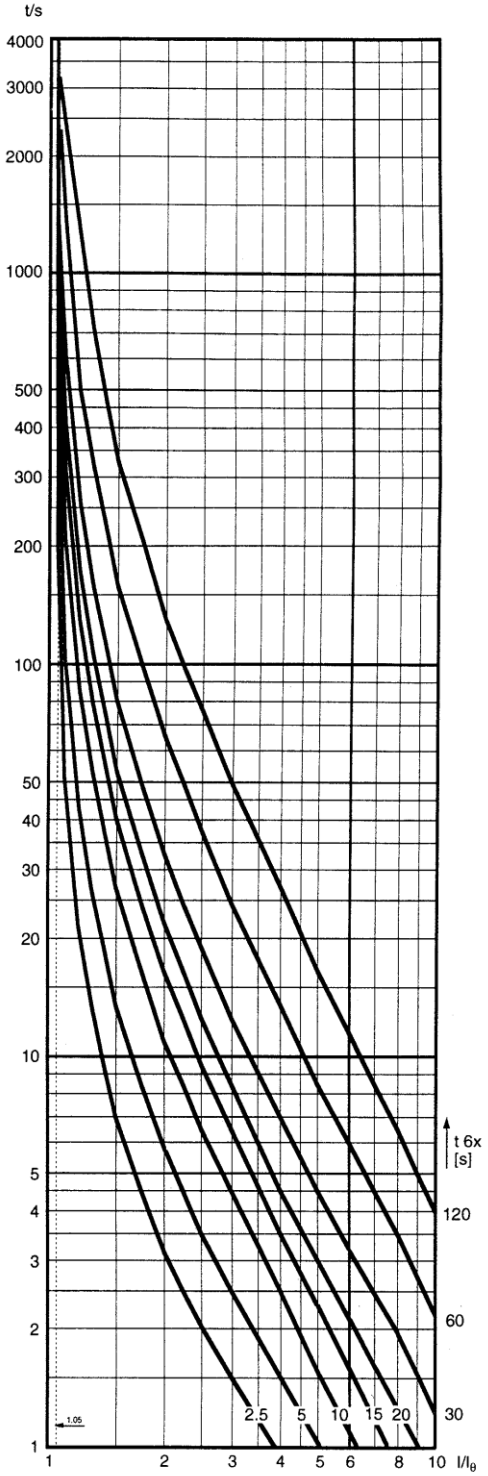


Рисунок Л.2 – Графики срабатывания тепловой защиты двигателя с предварительной нагрузкой 1,0 In, («горячие кривые»), p = 100 %

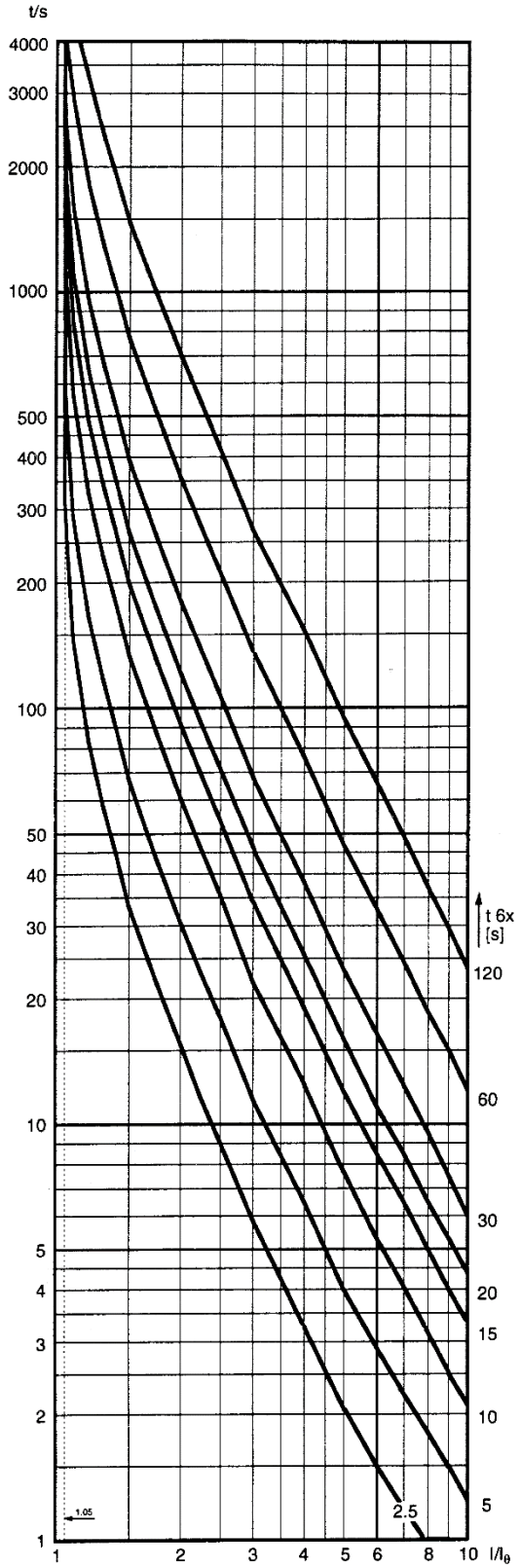


Рисунок Л.3 – Графики срабатывания тепловой защиты двигателя с предварительной нагрузкой 1,0 In, («горячие кривые»), p = 50 %

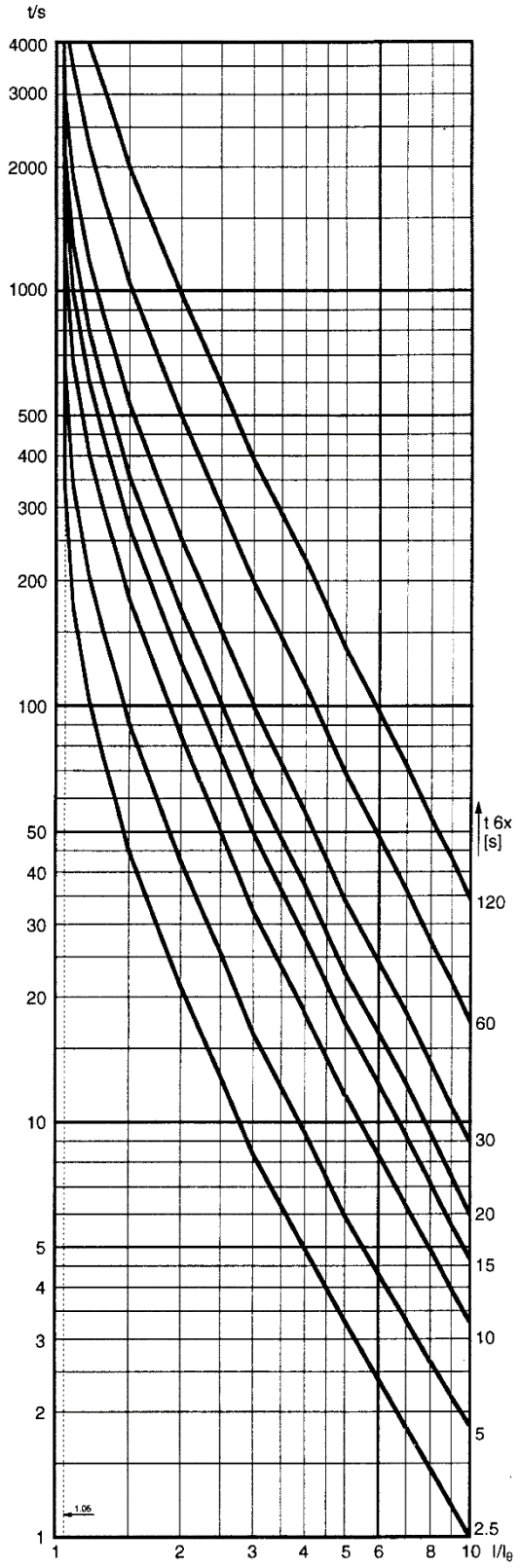


Рисунок Л.4 – Графики срабатывания тепловой защиты двигателя с предварительной нагрузкой 1,0 In, («горячие кривые»), p = 20 %

Список сокращений

АСУ ТП	автоматизированная система управления технологическим процессом;
EEPROM	микросхема с энергонезависимой памятью;
ЖКИ	жидкокристаллический индикатор;
ЗАХ	защита от асинхронного хода;
ЗИП	запасные части и принадлежности;
ЗМН	защита минимального напряжения;
ЗОФ	защита от обрыва фаз;
ИО	измерительный орган;
ИЧМ	интерфейс «человек-машина»;
КЗ	короткое замыкание;
КРУ (Н)	комплектное распределительное устройство (наружной установки);
КСО	камера стационарная одностороннего обслуживания;
КТП СН	комплектная трансформаторная подстанция собственных нужд;
ЛЗШ	логическая защита шин;
н.з.	нормально закрытый (контакт);
н.о.	нормально открытый (контакт);
НП	нулевая последовательность;
МТЗ	максимальная токовая защита;
МЭК	международная электротехническая комиссия;
ОЗЗ	однофазное замыкание на землю;
ОЗУ	оперативное запоминающее устройство;
ПЗУ	постоянное запоминающее устройство;
ПК	персональный компьютер;
ПО	программное обеспечение;
ПС	подстанция;
РЗА	релейная защита и автоматика;
РПН	регулятор под нагрузкой;
РПО	реле положения отключено;
РЭ	руководство по эксплуатации;
сш	система шин;
ТЗНП	токовая защита нулевой последовательности;
ТЗОП	токовая защита обратной последовательности;
ТТ	трансформатор тока;
ТТНП	трансформатор тока нулевой последовательности;
УРОВ	устройство резервирования при отказе выключателя;
ШП	шинка питания;
ШУ	шинка управления;
SGC	программный ключ входных дискретных цепей;
SGR	программный ключ выходных цепей;
SGF	программный ключ функциональных блоков;
SGB	программный ключ цепей блокирования;
SGS	программный ключ цепей сигнализации.

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	№ документа	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	изме-ненных	заме-ненных	новых	аннулиро-ванных					
1	-	все	-	-	90	АИПБ.07-2015			01.2015
2	90	все		67	89	АИПБ 246-2015			12.2015
3		все	90		90	АИПБ.93-2016			05.2016
4		1-3, 56-61			–	АИПБ.186-2016			07.2016
5	–	7, 8	–	–	90	АИПБ.251-2016			08.2016
6	–	13	–	–	–	АИПБ.297-2016			09.2016
7		68			–	АИПБ.202-2016			08.2018
8		2-90			–	АИПБ.142-2019			05.2019