Утвержден
АИПБ.656122.005 РЭ-ЛУ

КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ЛИНИЙ 6-35 кВ ТОР 200 Л 22

(кабельная или воздушная линия, линия к ТСН,
линия к батарее статических конденсаторов)

Руководство по эксплуатации
АИПБ.656122.005 РЭ

Содержание

1 Описание и работа **5**
1.1 Назначение изделия 5
1.2 Технические данные и характеристики 5
1.3 Состав изделия 15
1.4 Устройство и работа 16
1.5 Средства измерения, инструмент и принадлежности 61
1.6 Маркировка и пломбирование 61
1.7 Упаковка 62
2 Использование по назначению **63**
2.1 Эксплуатационные ограничения 63
2.2 Подготовка изделия к использованию 63
2.3 Использование изделия 63
2.4 Рекомендации по выбору уставок 73
2.5 Рекомендации по настройке диагностики ресурса выключателя 74
3 Техническое обслуживание и ремонт **77**
3.1 Общие указания 77
3.2 Меры безопасности 77
3.3 Рекомендации по техническому обслуживанию изделий 77
3.4 Проверка работоспособности изделий 86
4 Транспортирование, хранение и утилизация **88**
4.1 Условия транспортирования и хранения 88
4.2 Утилизация 88
Приложение А (обязательное) Внешний вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры **89**
Приложение Б (справочное) Расположение элементов управления и индикации на устройстве ТОР 200 ..... **91**
Приложение В (справочное) Расположение клемм на устройстве ТОР 200 ..... **92**
Приложение Г (обязательное) Функциональная схема устройства **93**
Приложение Д (обязательное) Структурная схема и схемы включения устройств **94**
Приложение Е (обязательное) Графики обратнозависимых времятоковых характеристик **96**
Приложение Ж (рекомендуемое) Перечень оборудования и средств измерения **102**
Приложение И (рекомендуемое) Параметры измеряемых величин **103**
Приложение К (рекомендуемое) Перечень уставок **107**
Приложение Л (обязательное) Расчет коэффициентов функции ОМП терминала ТОР 200 Л 22 ..... **121**
Список сокращений **134**

До изучения настоящего руководства по эксплуатации устройство не включать!

Настоящее РЭ предназначено для ознакомления с основными параметрами, принципом действия, конструкцией, правилами эксплуатации и обслуживания контроллера частотной разгрузки 6-35 кВ типа ТОР 200 Л 22, именуемых в дальнейшем «устройства» или «терминалы». Терминалы принадлежат к серии устройств ТОР 200, которая имеет различные типоисполнения.

Настоящее РЭ распространяется на терминалы с **версией ПО v.06D от 12.07.2016**.

Данный документ включает в себя разделы:

– «Описание и работа», в котором приводятся особенности данного типоисполнения, основные технические данные и конструктивное выполнение устройств серии ТОР 200;

– «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 ТО, 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 серию устройств ТОР 200 в целом.

Устройства ТОР 200 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 используется следующие условно-графические обозначения:

1	Логический элемент «НЕ»
1	Логический элемент «ИЛИ»
&	Логический элемент «И»
	ИО с изменяемой уставкой
t>	Выдержка времени с независимой характеристикой
S T R	RS – триггер, положение сохраняется в энергонезависимой памяти
	Переключающий программный ключ
	Нормально разомкнутый программный ключ
	Нормально замкнутый программный ключ
ОВ	Одновибратор
ОД	Ограничитель длительности
D T	Выдержка времени на срабатывание
DS	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	Параметр
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 9/15 Вт, не более
Габаритные размеры (ширина, высота, глубина)	270×266×225 мм
Масса устройства	7 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 удовлетворяют требованиям группы механического исполнения М7 по ГОСТ 30631-99. При этом уровень вибрационных нагрузок от 0,5 до 100 Гц с ускорением 1g. Устройство выдерживает многократные ударные нагрузки длительностью от 2 до 20 мс с максимальным ускорением 3g.

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 14254-96.

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 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. 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.

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 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 %.

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

1.2.4.4 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.

1.2.4.5 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.

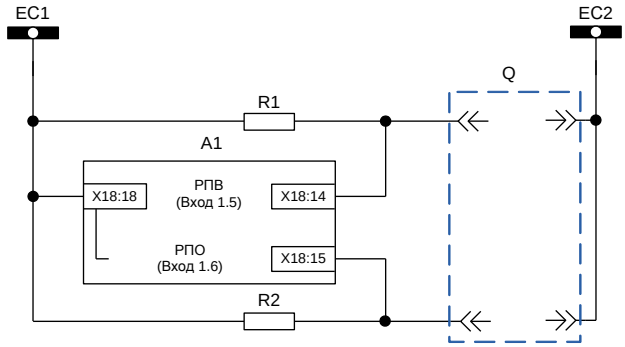
1.2.6 Характеристики дискретных входов

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 в диапазоне от 330 до 350 В.

1.2.6.4 Для присоединений с выключателями с мощными катушками отключения и включения рекомендуется параллельно дискретным входам РПО и РПВ подключить защитные резисторы. Пример подключения приведен на рисунке 1.2.1.



где А1 – терминал типа ТОР ххх; Q – выключатель, R1, R2 – резистор 10 кОм, 10 Вт.

Рисунок 1.2.1 – Пример подключения

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

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

1.2.6.7 Количество дискретных входных цепей в данном исполнении 6 шт.

1.2.6.8 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.

1.2.6.9 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 до77 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 200 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 0,05 с.

Допускается отключение токов до 1 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, действующих на цепи управления коммутационными аппаратами, имеют отключающую способность 10 А при коммутации цепи переменного тока напряжением 250 В.

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

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.

1.2.7.5 Длительно допустимый ток равен 5 А. Максимальное рабочее напряжение контактов реле – 250 В. Контакты допускают включение цепи переменного тока до 10 А в течение 0,5 с и тока до 8 А в течение 3 с.

Количество выходных реле в зависимости от аппаратного исполнения – 11 или 17, из которых одно реле может быть двухпозиционным. Количество контактов выходных реле в максимальном исполнении – до 35.

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 1.2.2.

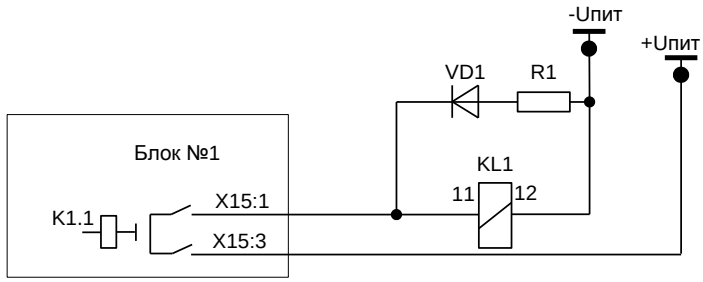


Рисунок 1.2.2 – Схема искрогасящего контура

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 200 могут иметь до трех портов связи. На лицевой панели расположен порт связи с USB (изолированный) для подключения переносного компьютера через стандартный USB A-B кабель. На задней панели устройства предусмотрено до двух портов связи, предназначенных для подключения устройств ТОР 200 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

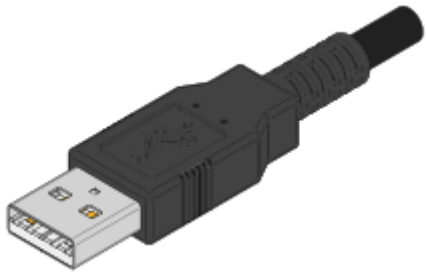
Порт	Исполнение
Порт 1	RS-485/оптика/ TTL / ИРПС (по заказу)
Порт 2	RS-485/оптика/ TTL / ИРПС (по заказу)

Исполнение порта 1 и порта 2 определяется в карте заказа устройств ТОР 200.

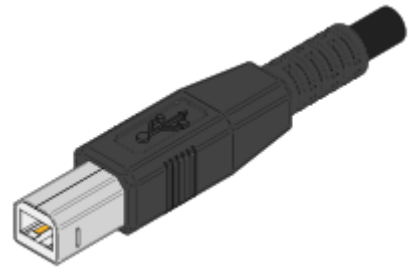
Физические интерфейсы портов связи, их количество, тип определяются в карте заказа на конкретный проект.

1.2.8.2 Передний порт предназначен для управления, контроля и задания параметров устройств ТОР 200 от переносного компьютера во время проведения пусконаладочных работ и работ при техническом обслуживании. Для связи с терминалами через передний порт связи необходим переносной (или стационарный) компьютер с установленным специализированным ПО (поставляется по запросу) и стандартный USB A-B кабель связи. Изображения разъемов кабеля приведены на рисунке 1.2.3.

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 1.2.3– Разъемы USB

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

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

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 200
Нижний	Светлый	TX – передача сигнала устройством ТОР 200

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 200 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 200 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 устройства ТОР 200 при заказе данного исполнения порта.

Типовая схема соединения предусматривает параллельное подключение устройств ТОР 200 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 200 внешних преобразователей различных типов, например, оптоэлектрических преобразователей серии МС. Внешний преобразователь может монтироваться непосредственно на девятиконтактном разъеме порта, либо располагаться вблизи от ТОР 200 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 200
3	RX	Прием данных устройством ТОР 200
7	GND	Сигнальная земля
8	+5 V	Питание для внешнего преобразователя
9	+8 V	Питание для внешнего преобразователя (опция)

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 200 в петле.

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

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 200
2	-TXD	Отрицательный выход передатчика ТОР 200
4	+RXD	Положительный вход приемника ТОР 200
5	-RXD	Отрицательный вход приемника ТОР 200

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 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 200.

В состоянии отсутствия обмена по линии связи токовые петли обтекаются номинальным током за счет преобразователя верхнего уровня (ведущего), то есть порт устройства ТОР 200 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 МЭК 60870-5-103 либо SPA, переднего порта и порта 2 – SPA.

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

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 200 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 Диагностика ресурса выключателя

Терминалы в большинстве исполнений производят вычисление остаточного коммутационного и механического ресурса выключателей различных типов (маломасляные, вакуумные, элегазовые) по известным заводским характеристикам. В качестве исходных параметров для расчета механического ресурса используются данные по допустимому количеству циклов включений – отключений.

Коммутационный износ выключателя определяется для каждой фазы в отдельности по регистрируемым величинам токов аварийных режимов. В качестве исходных данных обычно задаются: количество отключений при номинальном токе выключателя, количество

отключений при номинальном токе отключения выключателя (20, 31,5, 40 кА и т.д.). В дальнейшем расчёт коммутационного износа выключателя производится в соответствии с ГОСТ 17717-79 на высоковольтные выключатели.

При наличии более подробных данных по количеству отключений во всём диапазоне токов, имеется возможность разбить на 10 поддиапазонов весь рабочий диапазон токов выключателя на объекте (от $I_п$ до $I_{кз}$). Каждому поддиапазону соответствует вполне определённое количество отключений, которое необходимо задать при работе с меню. Это позволяет более точно определить износ выключателя при отключении им КЗ с различными аварийными токами.

Выходной информацией является величина текущего износа в процентах от нормируемого заводского ресурса. Предусмотрена сигнализация при превышении износа более уставки, при этом появляется сообщение на дисплее «Диагн. выключателя» и загорается соответствующий светодиод на лицевой плите.

Кроме того, устройства контролируют времена включения и отключения выключателя, сравнивая их с заводскими параметрами, задаваемыми в виде уставок. При превышении заводских параметров устройства формируют сообщение на дисплее «Диагн. выключателя» с действием на сигнализацию.

1.2.11 Коды неисправности

Перечень кодов внутренних неисправностей устройств ТОР 200 и рекомендуемые действия персонала приведены в 3.4.2. При самоликвидации неисправности система самодиагностики автоматически перезапускает микропроцессор, и устройство продолжает работу в штатном режиме.

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

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

1.2.12 Электромагнитная совместимость

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

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

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

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

1.2.12.3 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.

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

1.2.12.5 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.

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

1.2.12.7 Повторяющиеся колебательные затухающие помехи частотой (1 ± 0,1) МГц (степень жесткости – 3 по ГОСТ Р 51317.4.12-99):

– амплитудное значение первого импульса по схеме подключения источника сигнала «провод-провод» (1 ± 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.

1.2.12.8 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).

1.2.12.9 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.

1.2.12.10 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.

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

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

1.2.12.13 Пульсации напряжения электропитания постоянным током с размахом 10 % U_N (степень жесткости – 3 по ГОСТ Р 513217.4.17-2000).

1.2.13 Надежность

1.2.13.1 Устройства ТОР 200 в части требований по надежности соответствуют ГОСТ 4.148-85 и ГОСТ 27.003-90.

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

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

1.2.13.4 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 ½ 19-дюймовой кассете европейского стандарта. Габаритные, установочные размеры, внешний вид устройства 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 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

1.4.1 Комплектные устройства защиты и автоматики ТОР 200 Л 22 предназначены для выполнения функций релейной защиты, автоматики, местного/дистанционного управления, измерения, сигнализации, регистрации, осциллографирования, диагностики выключателей присоединений 6-35 кВ: кабельной или воздушной линии, линии к ТСН, линии к БСК.

Применение устройств для защиты кабельной или воздушной линии, линии к ТСН 10/6 кВ или ТСН 6-10/0,4 кВ предусмотрено в двух вариантах: без цепей напряжения (только токовые цепи – 4 шт. ТТ) или с наличием цепей напряжения (4 шт. ТТ + 4 шт. ТН). В случае применения цепей напряжения возможна организация индивидуальных цепей ЗМН с разрешением от общей схемы ЗМН, а также реализация вольтметровой блокировки токовых защит. При наличии цепей напряжения возможно выполнение АПВ с контролем наличия или отсутствия напряжения на линии.

В данном РЭ даны сведения о наиболее полном варианте (с установкой трансформаторов напряжения). В случае применения устройств ТОР 200 Л 22 без цепей напряжения необходимо при конфигурации и установке уставок устройства учитывать, что часть функций отсутствует и правильно устанавливать режим работы функциональной схемы (программных ключей).

1.4.2 Устройства ТОР 200 Л 22 выполняют следующие функции:

в части защит (в зависимости от исполнений устройств):

– трехступенчатая ненаправленная МТЗ;
– трехступенчатая направленная МТЗ[1)];
– одноступенчатая ненаправленная токовая защита от замыканий на землю;
– одноступенчатая направленная токовая защита от замыканий на землю[1];
– одноступенчатая защита от замыканий на землю (на высших гармониках);
– защита от несимметричных режимов работы по току обратной последовательности (I2) и по току несимметрии (IΔ);
– ускорение второй ступени МТЗ при включении выключателя;
– УРОВ с отдельным токовым органом;
– одноступенчатая трехфазная защита максимального напряжения[1)];

[1)] Функции могут быть использованы в зависимости от аппаратной части устройств.

– однофазная или трёхфазная одноступенчатая защита минимального напряжения[1)];
– одноступенчатая защита по напряжению нулевой последовательности[1)];
– организация цепей блокировки ЛЗШ;

в части управления и диагностики выключателя:

– местное (кнопками с лицевой панели терминала или выносными ключами) управление выключателем;
– дистанционное (через АСУ ТП) управление выключателем;
– блокировка от многократных включений выключателя;
– расчет коммутационного и механического ресурса;
– контроль времени включения/отключения;
– контроль времени взвода пружины;
– контроль давления элегаза;
– контроль цепей управления (РПО, РПВ I, РПВ II, автомата питания цепей управления выключателем);

в части автоматики:

– одно или двухступенчатое АПВ;
– отключение от внешних цепей (АЧР, ЗМН и др.) – разгрузка;
– автоматическое включение после разгрузки отдельной ступенью АПВ;
– включение от внешних цепей после разгрузки;
– включение от внешних цепей резервного питания (для ТСН);
– автоматическое включение/выключение БСК[1)];

в части измерения, осциллографирования, регистрации:

– индикация аналоговых величин в первичных /вторичных величинах;
– измерение активной, реактивной мощности, энергии и коэффициента мощности[1)];
– встроенный аварийный осциллограф (режим записи 200, 800 или 1600 Гц);
– определение места повреждения (ОМП) при междуфазный КЗ;
– 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»)[1)];
– протоколы обмена данными с устройствами: международный МЭК 60870-5-103 и SPA;
– ПО для конфигурирования и задания уставок устройства;

дополнительные возможности:

– назначение дискретных входных цепей, выходных реле и светодиодных индикаторов, задаваемые пользователем из имеющегося списка;
– дополнительные модули входных/выходных сигналов (1 или 2 по заказу);
– разъем для связи с ПК (на лицевой плите);
– интерфейс «человек-машина» (ИЧМ) с жидкокристаллическим четырех строчным индикатором (ЖКИ), светодиодами и кнопками управления;
– режим для выполнения тестирования при наладке и обслуживании.

1.4.3 Функциональная и структурная схема устройства

Функциональная схема приведена в приложении Г, где показана взаимосвязь между блоками, входящими в состав устройства ТОР 200 Л 22. Там же показано назначение входных и выходных сигналов для связи с внешними устройствами.

[1)] Функции могут быть использованы в зависимости от аппаратной части устройств.

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.

1.4.4 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 200 Л 22 приведен ниже.

1.4.4.1 Орган направления мощности

В данном исполнении терминала реализован ОНМ, необходимый для работы направленной максимальной токовой защиты. Действие ступеней МТЗ в прямом или обратном направлении задается группой программных ключей SGF 26. Каждая из ступеней МТЗ может быть направленной или ненаправленной. Возможные варианты использования ступеней защиты показаны в таблице 1.4.1.

Таблица 1.4.1 – Назначение программных ключей SGF 26

№ ключа в SGF 26	**Назначение ключа**	**Состояние ключа**	**Значение**
1, 2	Действие МТЗ 3 ступени	00	Ненаправленное
		10	Прямонаправленное
		01	Обратнонаправленное
		11	Двунаправленное
3, 4	Действие МТЗ 2 ступени	00	Ненаправленное
		10	Прямонаправленное
		01	Обратнонаправленное
		11	Двунаправленное
5, 6	Действие МТЗ 1 ступени	00	Ненаправленное
		10	Прямонаправленное
		01	Обратнонаправленное
		11	Двунаправленное
7	Действие ТЗНП	0	Ненаправленное
		1	Направленное

Ввод в действие РНМ выполняется установкой программного ключа SGF 26/1 в состояние «1». ОНМ состоит из трех однофазных реле направления мощности, выполненных по 90-градусной схеме, то есть направление тока фазы А определяется относительно напряжения U_{BC}, направление токов фаз В и С – относительно U_{CA} и U_{AB}.

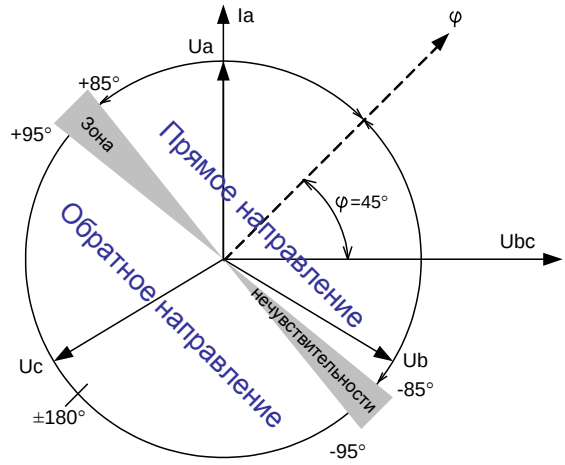


Рисунок 1.4.1 – Пример определения направления мощности

Пример определения направления мощности приведен на рисунке 1.4.1. Зона срабатывания для прямого направления мощности составляет [$\varphi_{мч}$-85 º; $\varphi_{мч}$+85 º], а для обратного направления мощности – [$\varphi_{мч}$+95 º; $\varphi_{мч}$+265 º]. Если угол между током и напряжением попадает в зону срабатывания, соответствующий сигнал направления мощности устанавливается в «1». При возврате происходит расширение зоны на 8° для исключения дребезга сигнала. Зона возврата для прямого направления составляет [$\varphi_{мч}$-89 º; $\varphi_{мч}$+89 º], а для обратного – [$\varphi_{мч}$+91 º; $\varphi_{мч}$+269 º].

ОНМ имеет элемент «памяти» для обеспечения действия ступеней защит при глубокой посадке напряжения при близких КЗ. При снижении междуфазного напряжения ниже порога чувствительности для расчета направления мощности принимаются вектора напряжений, соответствующие предшествующему режиму. Время действия элемента памяти ограничено 2,5 с. В случае снижения токов ниже порога чувствительности ОНМ сигналы и прямого, и обратного направления мощности сбрасываются.

Основные параметры ОНМ приведены в таблице 1.4.2.

Таблица 1.4.2 – Основные параметры ОНМ

Наименование параметра	**Значение параметра**
Уставка угла максимальной чувствительности, градус	От 0 до 360 (шаг 1)
Зона срабатывания, градус	170 ± 5
Минимальная чувствительность по току, А	1
Минимальная чувствительность по напряжению, В	0,05 U_N
Минимальная чувствительность по току НП, А	0,012 I_N
Минимальная чувствительность по напряжению НП, В	0,01 U_N
Время действия элемента «памяти», с	2,5

Выбор направленности действия защиты через ИЧМ для МТЗ 3 производится следующим образом: *«Уставки/ МТЗ 3 ступень/ Действие: в прямом напр.»* (выбирается из следующих вариантов: «*ненаправленное*», «*в прямом направлении*», «*в обратном направлении*», «*двунаправленное*»).

1.4.4.2 Трехфазная трехступенчатая ненаправленная/направленная максимальная токовая защита

Структурная схема МТЗ от междуфазных замыканий изображена на рисунке 1.4.2. Технические характеристики ступеней защит приведены в таблице 1.4.8.

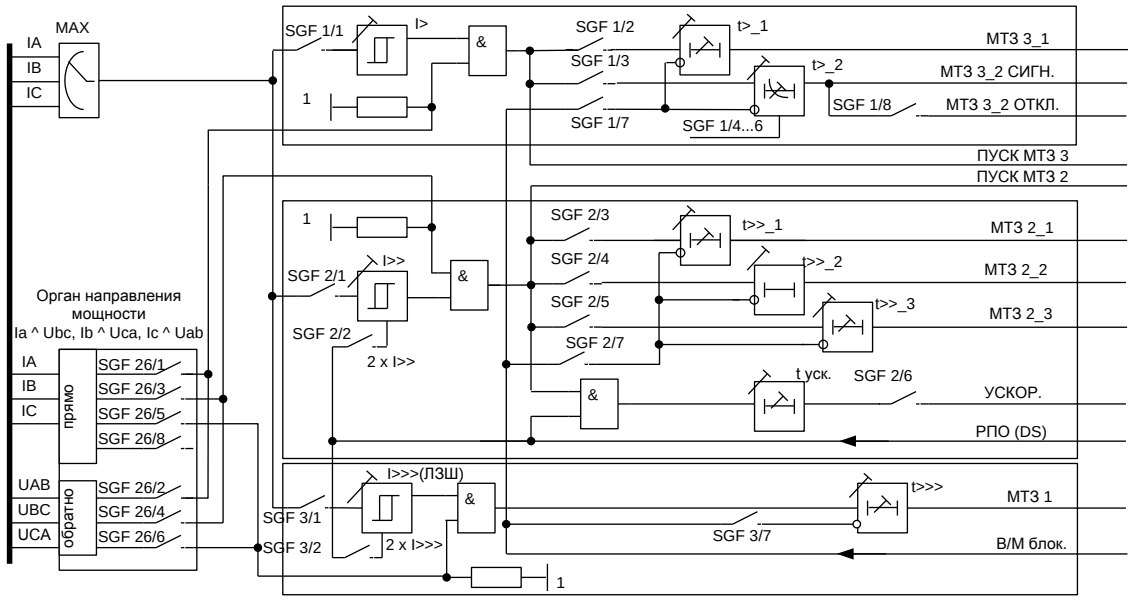


Рисунок 1.4.2 – Структурная схема МТЗ от междуфазных замыканий

МТЗ содержит три ненаправленных или направленных (при наличии цепей напряжения) ступени с возможностью ускорения второй ступени. Выбор принципа действия ступеней МТЗ 3, МТЗ 2, МТЗ 1 осуществляется программными ключами из группы SGF 26/1…6. Предусмотрена возможность изменения уставок ступеней МТЗ по току и времени в зависимости от направления потока мощности в кольцевых схемах для выполнения сетевой автоматики.

Для выполнения пуска по напряжению ступеней МТЗ предусмотрен дискретный вход 2.6 «Пуск защит». Действие блокировки на каждую ступень в отдельности можно ввести или вывести с помощью ключей SGF 1/7, SGF 2/7 и SGF 3/7 соответственно для третьей, второй и первой ступени. Например, для МТЗ 3 в ИЧМ необходимо установить: *«Уставки/ МТЗ 3 ступень/ Блокировка: введена».*

Ступень МТЗ 1 имеет одну регулируемую выдержку времени, МТЗ 2 – три независимые друг от друга регулируемые выдержки времени, действие которых вводится программными ключами SGF 2/3…5, третья ступень МТЗ – две выдержки времени, действие которых вводится ключами SGF 1/2 и SGF 1/3. Помимо срабатывания со второй выдержкой времени на сигнал, имеется возможность действия третьей ступени на отключение (SGF 1/8). Использование выдержек времени обусловлено режимом работы устройства ТОР в системе, при этом часть из них может быть либо использована, либо нет (как и ступени защит в целом).

В таблице 1.4.3 показано назначение программных ключей третьей ступени МТЗ.

Таблица 1.4.3 – Назначение программных ключей МТЗ третьей ступени

№ ключа в SGF 1	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Ступень защиты	0	Выведена
		1	Введена
2	Выдержка времени Т1 на сигнал	0	Выведена
		1	Введена
3	Выдержка времени Т2	0	Выведена
		1	Введена
4 - 6	Выбор характеристики выдержки времени Т2	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	Выдержка времени Т2 на отключение	0	Выведена
		1	Введена

Для ввода в действие ступеней защит, к примеру, третьей ступени МТЗ необходимо через ИЧМ выбрать: *«Уставки/ МТЗ 3 степень/ Защита: введена»*. Это означает, что программный ключ SGF 1/1 установлен в «1». Аналогично для ввода в действие ступеней МТЗ 2 и МТЗ 1 необходимо установить ключи SGF 2/1=1 и SGF 3/1=1, а в ИЧМ выбирать пункты меню «*МТЗ 2 степень*» и «*МТЗ 1 ступень*» соответственно.

Ступень МТЗ 3 кроме независимой характеристики имеет набор обратнозависимых времятоковых характеристик, которые задаются с помощью программных ключей SGF 1/4…6. Действие защиты с инверсной характеристикой осуществляется через вторую выдержку времени.

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

$$t = \frac{k \cdot \beta}{(I / I_{пуск})^{\alpha} - 1}, \qquad (1.3)$$

где t – время срабатывания, с;

k – временной коэффициент от 0,05 до 1;

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 1.4.4.

Таблица 1.4.4 – 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

Предусмотрены специальные характеристики RI и RXIDG-типа с зависимой от тока выдержкой времени.

Время срабатывания характеристики RI-типа определяется по формуле

$$t = \frac{k}{0{,}339 - 0{,}236 \cdot I_{пуск} / I}. \qquad (1.4)$$

Время срабатывания характеристики RXIDG-типа определяется по формуле

$$t = 5{,}8 - 1{,}35 \cdot \ln\left(\frac{I}{k \cdot I_{пуск}}\right), \qquad (1.5)$$

где t – время срабатывания, с;

k – временной коэффициент от 0,05 до 1;

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 характеристики;

– 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 1.4.5.

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.

Таблица 1.4.5 – 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 таблице 1.4.6 показано назначение программных ключей второй ступени МТЗ.

Таблица 1.4.6 – Назначение программных ключей МТЗ второй ступени

№ ключа в SGF 2	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Ступень защиты	0	Выведена
		1	Введена
2	Автоматическое удвоение уставки по току	0	Выведено
		1	Введено
3	Выдержка времени Т1 на отключение	0	Выведена
		1	Введена
4	Выдержка времени Т2 на сигнал	0	Выведена
		1	Введена
5	Выдержка времени Т3 на сигнал	0	Выведена
		1	Введена
6	Ускорение ступени	0	Выведено
		1	Введено
7	Блокировка ступени	0	Выведена
		1	Введена
8	Не используется		

Ступень защиты МТЗ 2 (вводится SGF 2/1=1) имеет один токовый орган и три выдержки времени (с независимой характеристикой) с действием на сигнал или отключение, а также ускорение действия ступени. У второй ступени МТЗ с помощью ключей SGF 2/3, SGF 2/4 и SGF 2/5 можно ввести или вывести первую, вторую и третью выдержки времени (в ИЧМ *«Уставки/ МТЗ 2 ступень/ Выдержка Т1: введена…/ Выдержка Т2: выведена…/ Выдержка Т3: введена»*). Выход ступени с первой выдержкой времени МТЗ 2_1 (SGF 2/3=1) действует, как правило, на отключение выключателя с запретом или без запрета АПВ, а также на пуск УРОВ. Выходы ступеней со второй и третьей выдержками времени МТЗ 2_2, МТЗ 2_3 (SGF 2/4=1, SGF 2/5=1) действуют на светодиодную сигнализацию и матрицу выходных реле.

Вторая ступень МТЗ имеет функцию ускорения, которая вводится установкой ключа SGF 2/6=1. Через ИЧМ функция ускорения вводится следующим образом: *«Уставки / МТЗ 2 ступень/ Ускорение: введено…/Тускор.: х.хх с»*. Ускорение действия ступени (SGF 2/6=1) вводится на время возврата реле РПО, выход цепи ускорения – на отключение выключателя, пуск УРОВ, запрет АПВ и светодиодную сигнализацию. Диапазон уставок по времени ускорения ступени МТЗ 2 $Т_{УСК}$ составляет от 0,1 до 1,5 с. Действие защиты может блокироваться при SGF 2/7=1.

Для защиты присоединений с двигательной нагрузкой возможно использование функции удвоения уставки второй и первой ступеней МТЗ. Для этого необходимо установить ключи SGF 2/2=1 и SGF 3/2=1. В ИЧМ для МТЗ 2 это действие будет выглядеть следующим образом: *«Уставки/МТЗ 2 ступень/Удвоение: введено»*. Кроме того, на дискретный вход 1.6 должен быть заведен сигнал «РПО от выключателя». При включении выключателя сигнал «РПО I (DT)» задерживается на время ($Т_{УСК}$ + 1 с) и обеспечивает удвоение уставок МТЗ 2 и МТЗ 1.

Ступень МТЗ 1 (отсечка SGF 3/1=1) имеет одну выдержку времени с действием на отключение, запрет АПВ, а также на светодиодную сигнализацию и выходные реле. Имеется возможность удвоения уставки по току на время возврата реле РПО. (SGF 3/2=1). Действие защиты может блокироваться внешним сигналом при SGF 3/7=1. Назначения программных ключей указаны в таблице 1.4.7

Таблица 1.4.7 – Назначение программных ключей МТЗ первой ступени

№ ключа в SGF 3	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Ступень защиты	0	Выведена
		1	Введена
2	Автоматическое удвоение уставки по току	0	Выведено
		1	Введено
4	Блокировка ЛЗШ	0	Выведено
		1	Введено
7	Блокировка ступени	0	Выведена
		1	Введена
3, 5, 6, 8	Не используются		

Таблица 1.4.8 - Параметры и характеристики защиты МТЗ

Наименование параметра	3 ступень	2 ступень	1 ступень
Номинальный входной ток защиты, А	1; 5		
Диапазон уставок по току, I_N	От 0,10 до 5	От 0,25 до 40	От 0,25 до 40
Диапазон уставок по времени, с Т1	От 0,05 до 300	От 0,05 до 300	От 0,05 до 300
Т2	От 0,05 до 300	От 0,05 до 300	-
Т3	-	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	65	65
Коэффициент возврата, типовой	От 0,70 до 0,96	0,95	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		

Сигналы пуска второй или третьей ступеней МТЗ используемые для построения ЛЗШ (таблица 1.4.9), а также для пуска дуговой защиты и т. п., вводятся/выводятся с помощью ключей SGF 8/2 и SGF 8/1 соответственно. Предусмотрено формирование выходного сигнала пуска ЛЗШ по схеме «И» с контролем положения выключателя (с помощью сигнала РПВ) для улучшения избирательности «мёртвой зоны» секционного выключателя и вывода цепей блокирования ЛЗШ при отключённом выключателе. Ввод/вывод схемы «И» производится программным ключом SGF 8/3. Для ввода в действие сигнала «Блок. ЛЗШ» от третьей ступени МТЗ через ИЧМ необходимо выполнить следующее*: «Уставки/ Блокировка ЛЗШ/ От МТЗ 3 ст.: введена»*.

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

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

Таблица 1.4.9 – Назначение программных ключей блокировки ЛЗШ

№ ключа в SGF 8	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Использование пуска МТЗ третьей ступени на блокировку ЛЗШ	0	Выведена
		1	Введена
2	Использование пуска МТЗ второй ступени на блокировку ЛЗШ	0	Выведено
		1	Введено
3	Контроль включенного положения выключателя при блокировке ЛЗШ	0	Выведена
		1	Введена
4 - 8	Не используются		

1.4.4.3 Ненаправленная/направленная МТЗ от замыканий на землю

Устройства имеют одну ступень токовой ненаправленной или направленной защиты от замыканий на землю.

Структурная схема МТЗ от замыканий на землю изображена на рисунке 1.4.3. Назначение программных ключей приведено в таблице 1.4.10.

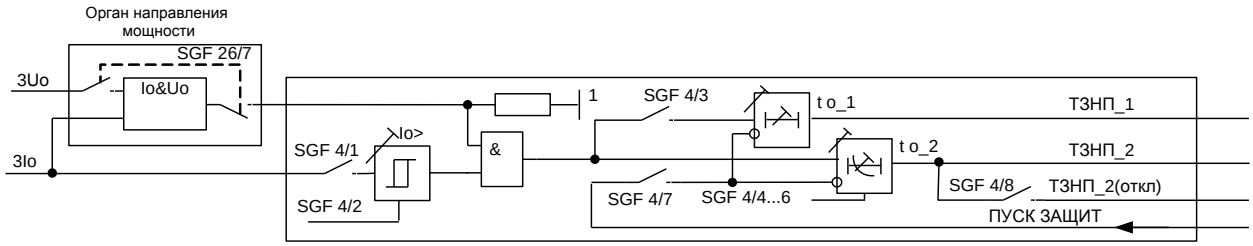


Рисунок 1.4.3 – Структурная схема МТЗ от замыканий на землю

Ввод/вывод защиты от замыканий на землю осуществляется с помощью программного ключа SGF 4/1, необходимо через ИЧМ выбрать: *«Уставки/ ТЗНП/ Защита: введена»*. Ненаправленная ступень токовой защиты 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.

Таблица 1.4.10 – Назначение программных ключей защиты от замыканий на землю

№ ключа в SGF 4	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Ступень защиты	0	Выведена
		1	Введена
2	Принцип работы ТЗНП	0	По основной гармонике
		1	По высшим гармоникам
3	Выдержка времени Т1 на сигнал	0	Выведена
		1	Введена
4 - 6	Выбор характеристики выдержки времени Т2	000	Независимая
		100	Чрезвычайно инверсная
		010	Сильно инверсная
		110	Инверсная
		001	Длительно инверсная
		101	RI - типа
		011	RXIDG - типа
		111	Независимая
7	Не используется		
8	Выдержка времени Т2 на отключение	0	Выведена
		1	Введена

Рекомендуется использовать ненаправленную и направленную ТЗНП 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.

Действие ТЗНП с первой выдержкой времени предусмотрено на цепи предупредительной сигнализации (SGF 14/3=1), а также на светодиодную сигнализацию и выходные реле (через программируемые матрицы). Действие ступени со второй выдержкой времени предусмотрено на сигнал и на отключение (SGF 4/8=1), отключение сопровождается запретом АПВ, если ключ SGF 11/4=1 (1.4.5.1), на цепи предупредительной сигнализации при положении ключа SGF 14/4=1 (1.4.8.3), а также на светодиодную сигнализацию и выходные реле через программируемые матрицы (1.4.7 и 1.4.8).

Токовые цепи защиты подключаются к ТТНП или на ток нулевой последовательности фазных ТТ. Производится предварительная цифровая фильтрация входного тока.

Ненаправленная/направленная МТЗ от замыканий на землю имеет две выдержки времени, одна из которых выполнена с независимой, а другая – с обратнозависимой характеристикой срабатывания. Действие выдержки времени to_1 (сигнал «ТЗНП_1») на сигнал вводится программным ключом SGF 4/3. Предусмотрен выбор действия выдержки времени to_2 (сигнал «ТЗНП_2») на сигнал и на отключение выключателя (SGF 4/8=1) с запретом или без запрета АПВ, светодиодную сигнализацию, на реле предупредительной сигнализации, матрицу выходных реле, а также на пуск УРОВ. Возможно блокирование действия защиты от замыканий на землю внешним сигналом при установке программного ключа SGF 4/7=1.

Направленная ступень выполнена с использованием реле направления мощности нулевой последовательности. Реле подключается на ток и напряжение нулевой последовательности. Направленное срабатывание ступени выбирается программным ключом SGF 26/7=1. Угол максимальной чувствительности защиты выбирается в диапазоне от 0 до 360 ° с шагом 1 °. Для сетей с изолированной нейтралью уставку по углу максимальной чувствительности рекомендуется задавать близкой к минус 90 ° (ток опережает напряжение).

Кроме независимой характеристики, ступень токовой защиты от замыканий на землю имеет набор обратнозависимых времятоковых характеристик, которые задаются с помощью программных ключей SGF 4/4…6. Действие защиты осуществляется через выход «ТЗНП_2». В таблице 1.4.10 показано положение программных ключей и соответствующий им тип характеристики.

Выходные сигналы ступеней защит используются в цепях сигнализации, отключения, автоматики, выходных реле и регистрации (определяется исполнением устройств). Работа защиты сопровождается регистрацией событий для АСУ.

Параметры и характеристики ступени МТЗ от замыканий на землю с независимой характеристикой соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.4.11.

Таблица 1.4.11 – Параметры и характеристики ступени МТЗ от замыканий на землю

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальный входной ток защиты, А	1 (0,2)
Диапазон уставок по току, I_N	От 0,05 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

Чувствительность защиты от замыканий на землю, которую обеспечивают устройства при различном соединении трансформаторов ТТНП (на примере ТТНП типа ТЗЛ), приведена в таблице 1.4.12.

Параметры зависимых от тока характеристик срабатывания соответствуют значениям, приведенным в 1.4.4.2.

Таблица 1.4.12 – 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).

В таблице 1.4.13приведены значения первичного тока срабатывания защиты с трансформаторами тока типа ТЗЛ, ТЗЛМ при частоте 350 Гц в зависимости от значений суммарного емкостного тока сети.

Таблица 1.4.13 – 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.

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 РННП, что свидетельствует о достоверности результата.

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

Определение поврежденного присоединения можно обеспечить также без использования АСУ. Основу предлагаемой групповой защиты составляют ИО с обратнозависимой от тока временной характеристикой (1.4.4.2), 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 следующую схему (рисунок 1.4.4):

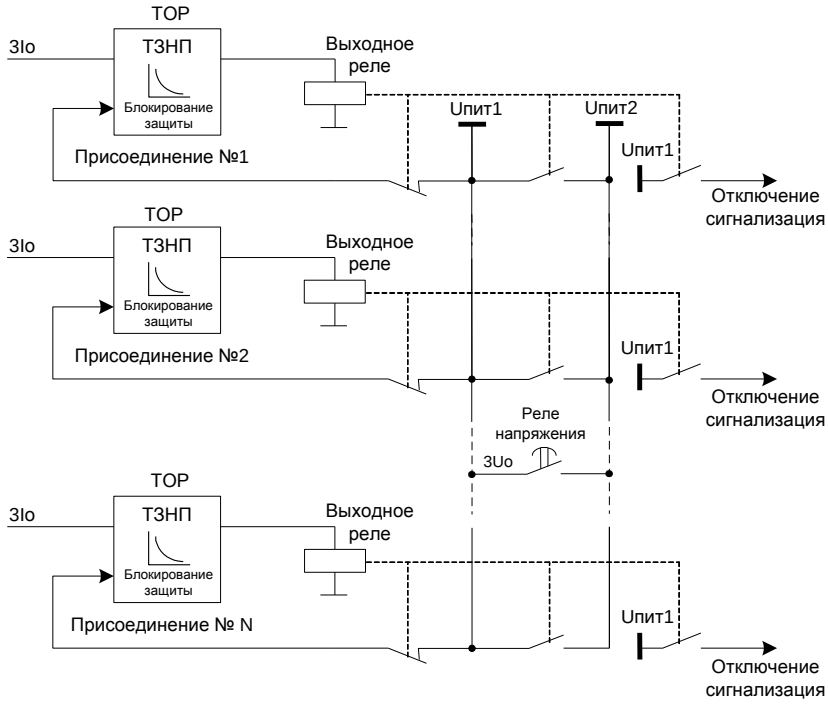


Рисунок 1.4.4 – Структурная схема защиты

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.4 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 (согласно меню) добиться одинаковых измерений на всех устройствах.

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 1.4.13, в экране измерений считывается значение вторичного тока 3I0, которое необходимо использовать как уставку ТЗНП.

1.4.4.4 Токовая защита обратной последовательности (ТЗОП)

В таблице 1.4.14 показано назначение программных ключей ТЗОП (рисунок 1.7). 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:

$$I_2 = \frac{1}{3}(I_A + a^2 \cdot I_B + a \cdot I_C), \qquad (1.6)$$

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.

$$I_2 = \frac{1}{\sqrt{3}}(I_A \cdot e^{j\frac{\pi}{6}} + I_C \cdot e^{j\frac{\pi}{2}}). \quad (1.7)$$

Таблица 1.4.14 – Назначение программных ключей ТЗОП

№ ключа в SGF 5	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Ступень защиты	0	Выведена
		1	Введена
2	Режим работы	0	По трем фазам
		1	По фазам А и С
3 - 7	Не используются		
8	Действие ЗОФ на отключение	0	Выведена
		1	Введена

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 5/2 в положение «двухфазный режим», расчет ведется по формуле 1.7. 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 1.6 расчет ведется на основании замера токов трёх фаз.

Вычисления производятся в векторных величинах. Характеристика защиты – независимая.

Защита действует на сигнал или отключение. Ключом SGF 5/8 вводится действие защиты на отключение. Работа защиты сопровождается регистрацией событий для АСУ.

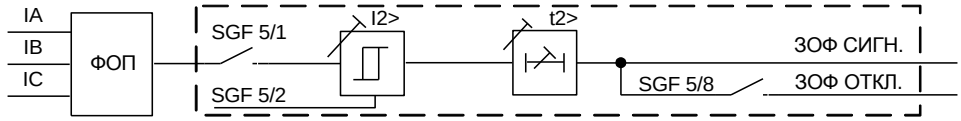


Рисунок 1.4.5 – Структурная схема ТЗОП

Параметры и характеристики ТЗОП приведены в таблице 1.4.15.

Таблица 1.4.15 – 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

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

В таблице 1.4.16 показано назначение программных ключей для защиты от несимметричного режима работы нагрузки.

Таблица 1.4.16 – 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 - 7	Не используются		
8	Действие ЗОФ на отключение	0	Выведена
		1	Введена

Защита от несимметричного режима работы нагрузки (рисунок 1.4.6) реализуется путем определения максимального и минимального токов в трёх фазах и вычисления тока небаланса по формуле

$$\Delta I = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max}} \cdot 100\% . \qquad (1.8)$$

Защита от обрыва фаз не работает при значениях фазных токов меньших 0,1 I_N. Ввод/вывод защиты производится ключом SGF 46/1.

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 ЛЗШ рекомендуется на отходящих присоединениях выполнять токовые цепи аналогично токовым цепям вводных присоединений.

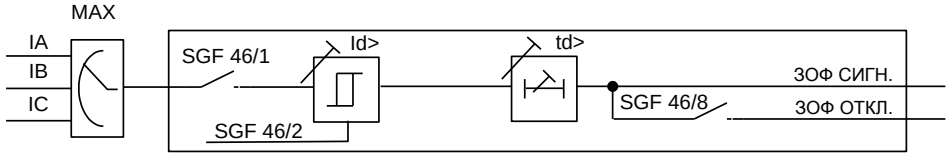


Рисунок 1.4.6 – Структурная схема защиты

Параметры и характеристики ЗОФ по току небаланса Id приведены в таблице 1.4.17.

Таблица 1.4.17 – 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 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

Терминал ТОР 200 Л 22 имеет возможность определения несимметричного режима по току обратной последовательности (ТЗОП) I2 или по току небаланса Id. Эти критерии можно использовать как по отдельности, так и вместе. Для ввода в действие 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 IΔ/ Защита: введена»*). Сигнал срабатывания обеих защит объединяется по схеме «ИЛИ» и действует на предупредительную сигнализацию (SGF 14/6=1), а также на матрицу светодиодной сигнализации и далее по цепочке – на выходное реле К1.4 «Вызов». Предусмотрено действие обеих защит по схеме «ИЛИ» (SGF 5/8=1, SGF 46/8=1) на отключение и запрет АПВ.

1.4.4.6 Защита максимального напряжения

Устройства имеют две ступени максимального напряжения, которые вводятся в работу программными ключами SGF 9/1 и SGF 32/1. Структурные схемы защиты приведены на рисунках 1.4.7 и 1.4.8. Назначение программных ключей защиты приведены в таблицах 1.4.18 и 1.4.19. На функциональной схеме в приложении Г показано применение органов максимального напряжения в данном исполнении.

Таблица 1.4.18 – Назначение программных ключей ступени U> защиты

№ ключа в SGF 9	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Ступень защиты	0	Выведена
		1	Введена
2	Режим работы	0	По одной фазе
		1	По трем фазам
3	Режим управления выключателем БСК	0	Ручное
		1	Автоматическое
7	Не используется		

Таблица 1.4.19 – Назначение программных ключей ступени U>> защиты

№ ключа в SGF 32	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Ступень защиты	0	Выведена
		1	Введена
2 - 7	Не используются		

Ступень защиты U> выполнена с одной независимой выдержкой времени в трёхфазном исполнении и срабатывает при повышении напряжения во всех трёх фазах. Действие ступени защиты выводится на сигнализацию, автоматику управления выключателем БСК (при установленном программном ключе SGF 9/3 = 1) и на выходные реле. Возможна фиксация действия ступени защиты на светодиодах.

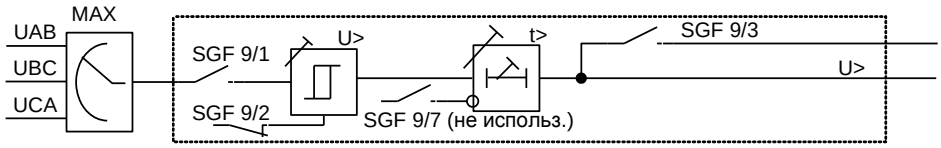


Рисунок 1.4.7 – Структурная схема ступени U> защиты

Для ввода в действие ступени необходимо установить программный ключ SGF 9/1=1 (в ИЧМ: *«Уставки/ Орган макс. напр./ Защита: введена»*). Уставку по времени действия ступени защиты рекомендуется устанавливать не менее 300 с.

Параметры и характеристики обеих ступеней защиты максимального напряжения идентичны и приведены в таблице 1.4.20.

Таблица 1.4.20 – 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, мс	50
Время возврата, мс, не более	50
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

Рисунок 1.4.8 – Структурная схема ступени U>> защиты

Ступень защиты U>> имеет однофазное исполнение с одной независимой выдержкой времени. Ступень используется для реализации схемы восстановления нормального режима при действии АПВ с контролем наличия (отсутствия) напряжения. Для использования защиты необходимо подключить цепи напряжения линии к трансформатору TV 4, выводы которого находятся на клеммах X0:19, X0:20 (обычно цепи 3U0).

Для ввода в действие ступени необходимо установить программный ключ SGF 32/1=1 (в ИЧМ: *«Уставки/ Орган Uлинии / Защита: введена»*).

1.4.4.7 Защита минимального напряжения

Структурная схема ступени U< защиты приведена на рисунке 1.4.9. Назначение переключателей в группе программных ключей приведено в таблице 1.4.21.

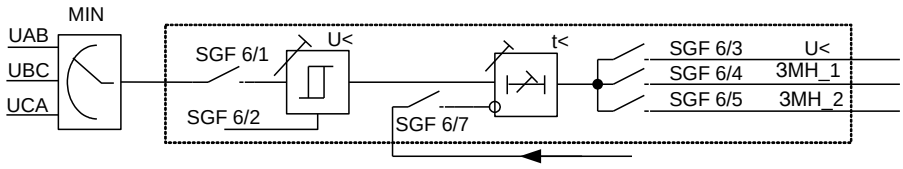


Рисунок 1.4.9 – Структурная схема ступени U< защиты

Ввод/вывод ступени производится ключом соответственно SGF 6/1. Ступень защиты минимального напряжения имеет два режима работы: в качестве однофазного 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 6/2. Ступень выполнена с независимой выдержкой времени.

Работа ступеней защит может быть заблокирована внешним дискретным сигналом (например, неисправность ТН) при установке ключа SGF 6/7 в положение «1».

Защита имеет три выходные цепи, которые устанавливаются ключами SGF 6/3, SGF 6/4, SGF 6/5.

Защита используется в качестве автоматики включения выключателя линии к БСК при снижении напряжения в сети (SGF 6/3=1).

Другим назначением ступени является реализация индивидуального органа ЗМН, рисунок 1.4.10. При установленном программном ключе SGF 6/4=1 ступень защиты действует на схему формирования ЗМН, а сигнал с дискретного входа «ШМН/ТН в работе» работает как блокировка ЗМН. К данному дискретному входу должны быть подключен сигнал готовности ТН и пр. В случае если SGF 6/4=0, внутренний орган минимального напряжения в формировании ЗМН не участвует, на дискретный вход «ШМН/ТН в работе» должен подаваться сигнал с шинки минимального напряжения.

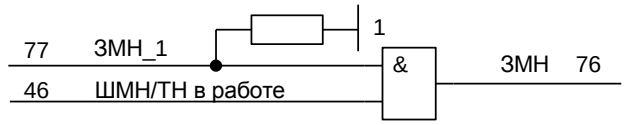


Рисунок 1.4.10 – Схема реализации ЗМН

Третьим назначением ступени является использование её в качестве пуска ступеней МТЗ или дуговой защиты (SGF 6/5=1, SGF 6/7=0) по минимальному напряжению. Для ввода в действие ступени необходимо установить программный ключ SGF 6/1=1 (в ИЧМ: *«Уставки/ Орган мин. напр. /Защита: введена»).*

Таблица 1.4.21 – Назначение программных ключей защиты U< защиты

№ ключа в SGF 6	**Назначение ключа**	**Состояние ключа**	**Значение**
1	Ступень защиты	0	Выведена
		1	Введена
2	Режим работы	0	По одной фазе
		1	По трем фазам
3	Действие на включение выключателя БСК	0	Выведена
		1	Введена
4	Действие на формирование сигнала ЗМН	0	Выведена
		1	Введена
5	Действие на вольтметровую блокировку МТЗ	0	Выведена
		1	Введена
6	Не используется		
7	Блокирование ступени	0	Выведена
		1	Введена
8	Не используется		

Параметры и характеристики защиты приведены в таблице 1.4.22.

Таблица 1.4.22 – Параметры и характеристики U< защиты

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

ВНИМАНИЕ! В случае применения устройства для защиты линии к БСК рекомендуется выполнить следующие рекомендации. Для предупреждения ложной работы органа понижения напряжения при неисправности ТН рекомендуется выполнить блокирование работы ступени защит от сигнала «Пуск защит». Для этого необходимо установить SGF 6/7=1, подать на один из конфигурируемых входов сигнал от последовательно соединённых нормально открытых контактов тележки ТН и автомата цепей напряжения, а в матрице входных сигналов сконфигурировать его на сигнал «Пуск защит». В этом случае не допускается совмещать использование ступени защиты в качестве пуска по напряжению (необходимо установить SGF 6/5=0).

При использовании ступени в качестве индивидуального органа ЗМН на один из дискретных входов необходимо подать разрешающий сигнал от внешней схемы ЗМН (н.о. контакты положения тележки и автомата цепей напряжения) и сконфигурировать его действие на сигнал «ШМН/ТН в работе». Установить ключ SGF 6/7=0. При работе ЗМН обеспечивается действие на отключение выключателя с запретом или без запрета АПВ, а также действие на светодиодную сигнализацию.

1.4.4.8 Защита по напряжению нулевой последовательности

Структурная схема защиты максимального напряжения нулевой последовательности приведена на рисунке 1.4.11, в таблице 1.4.23 показано назначение программных ключей. Защита по напряжению нулевой последовательности использует в качестве входной величины напряжение, получаемое от обмотки «разомкнутого треугольника» ТН.

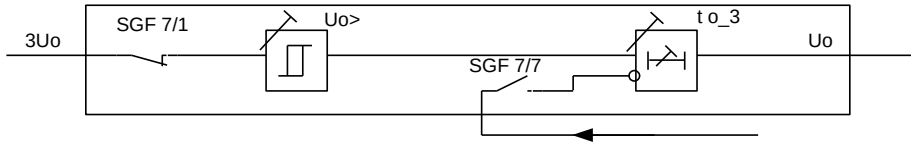


Рисунок 1.4.11 – Структурная схема защиты 3U0

Таблица 1.4.23 – Назначение программных ключей защиты 3U0

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

Параметры и характеристики защиты приведены в таблице 1.4.24.

Таблица 1.4.24 – 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	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

Ввод/вывод защиты производится ключом SGF 7/1. Возможно блокирование действия защиты сигналом от внешнего дискретного сигнала установкой программного ключа SGF 7/7=1.

Выходные цепи защиты действуют на предупредительную сигнализацию SGF 14/x=1, светодиодную сигнализацию SGS x/x, а также на матрицу выходных реле.

Для ввода в действие ступени необходимо установить программный ключ SGF 7/1=1 (в ИЧМ: *«Уставки/ Орган 3Uo/ Защита: введена»*). Рекомендуется использовать защиту с действием на сигнал.

1.4.4.9 УРОВ

Структурная схема УРОВ на подстанции и взаимосвязь между устройствами отходящих присоединений и ввода показана на рисунке 1.4.12. Схема УРОВ действует на отключение вышестоящего выключателя (с запретом АПВ) с выдержкой времени после действия ступеней защит на отключение с контролем отдельным трёхфазным токовым органом. Обеспечивается действие на светодиодную сигнализацию.

Ввод/вывод схемы УРОВ производится программным ключом SGF 10/1 (таблица 1.4.25).

Возможен пуск УРОВ защитой от замыканий на землю при действии её на отключение (SGF 4/8=1) без контроля токовым органом. Ввод/вывод пуска УРОВ от ТЗНП производится программным ключом SGF 10/2.

Схема УРОВ по истечении выдержки времени от 0,1 до 1 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 собственное реле К2.1.

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

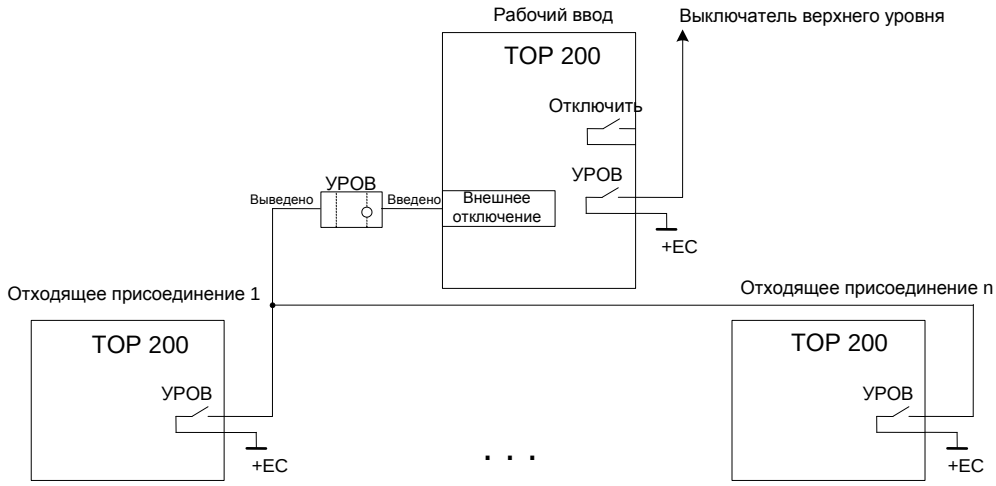


Рисунок 1.4.12 – Структурная схема УРОВ

Таблица 1.4.25 – 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
3	Действие при отключении от сигнала «Внешнее отключение»	0	Выведено
		1	Введено
4	Контроль включенного положения выключателя	0	Выведено
		1	Введено
5	Действие при отключении от выключателя с запретом АПВ	0	Выведено
		1	Введено
6 - 8	Не используются		

Параметры и характеристики УРОВ приведены в таблице 1.4.26. Структурная схема УРОВ изображена на рисунке 1.4.13.

Таблица 1.4.26 – 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
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

В схеме реализован самоподхват пускового сигнала для случаев, когда он может быть недостаточно длительным для срабатывания УРОВ. Например, при неполном отключении выключателя аварийный ток может снизиться и сработанный орган МТЗ вернуться до того, как произойдет отключение по УРОВ. В данном случае схема подхвата удержит сигнал пуска до

отпадания чувствительного органа УРОВ, то есть до надежного отключения аварии. Это в полной мере относится и к отключениям от дискретных входов.

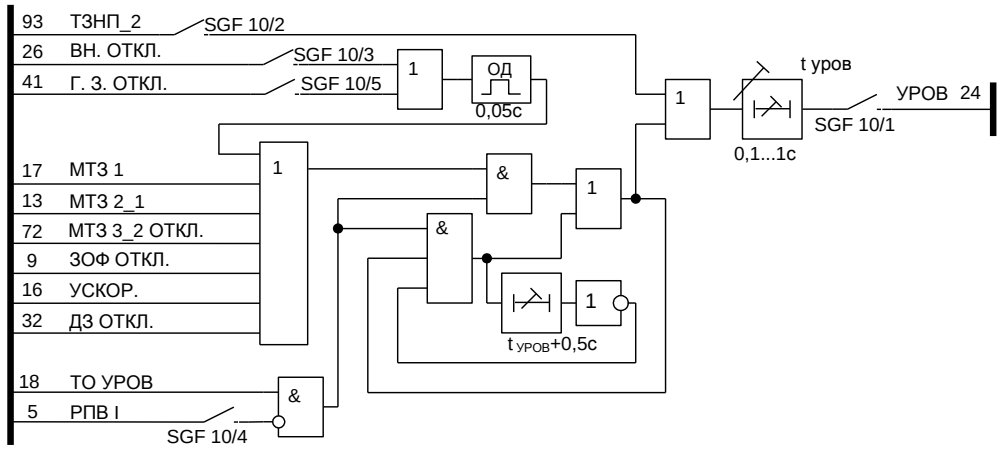


Рисунок 1.4.13 – Логическая схема УРОВ

1.4.4.10 Дуговая защита

Цепи дуговой защиты в устройствах (рисунок 1.4.14) предназначены, в основном, для сигнализации поврежденной ячейки КРУ, однако, предусматривается и действие на отключение. В таблице 1.4.27 показано назначение программных ключей для ступени дуговой защиты.

Вход от датчика дуговой защиты позволяет подключать устройство к изолированным шинкам ± ЕС, либо принимать сигнал от контакта клапана дуговой защиты. Возникновение дугового замыкания сопровождается увеличением тока и/или понижением напряжения. Возможно три варианта организации цепей дуговой защиты: с использованием пуска дуговой защиты по току, с использованием пуска дуговой защиты по напряжению от встроенного органа минимального напряжения U< (при наличии цепей напряжения) или внешнего сигнала, а также без пуска. Пуск по току вводится ключом SGF 13/2, пуск по напряжению – ключом SGF 13/1. Действие на отключение от дуговой защиты вводится ключом SGF 13/3.

Таблица 1.4.27 – Назначение программных ключей дуговой защиты

№ ключа в SGF 13	**Назначение ключа**	**Состояние ключа**	**Значение**
1	Работа защиты с контролем по напряжению	0	Выведена
		1	Введена
2	Работа защиты с контролем по току	0	Выведена
		1	Введена
3	Защита на отключение	0	Выведена
		1	Введена
4 - 8	Не используются		

При SGF 13/1=0, SGF 13/2=0 сигнал от датчика дуговой защиты действует на светодиодную сигнализацию устройств, на выходное реле сигнализации «вызов» и реле отключить (при SGF 13/3=1).

Использование пуска по напряжению (SGF 13/1=1, SGF 13/2=0) или по току (SGF 13/1=0, SGF 13/2=1) дуговой защиты позволяет блокировать ложное действие датчика (при вибрациях клапана дуговой защиты, ложном действии клапана или фототиристора). При длительном срабатывании датчика дуговой защиты через выдержку времени 10 с, срабатывает реле предупредительной сигнализации, реле «вызов» и загорается светодиод на лицевой панели устройства (при установке программного ключа). Длительное срабатывание датчика дуговой защиты без использования пуска приводит к загоранию светодиода и появлению кратковременного (в течение 1 с) сигнала в цепи отключения (если SGF 13/3=1). По истечении этого времени действие входа дуговой защиты игнорируется.

Работа дуговой защиты сопровождается регистрацией событий для АСУ.

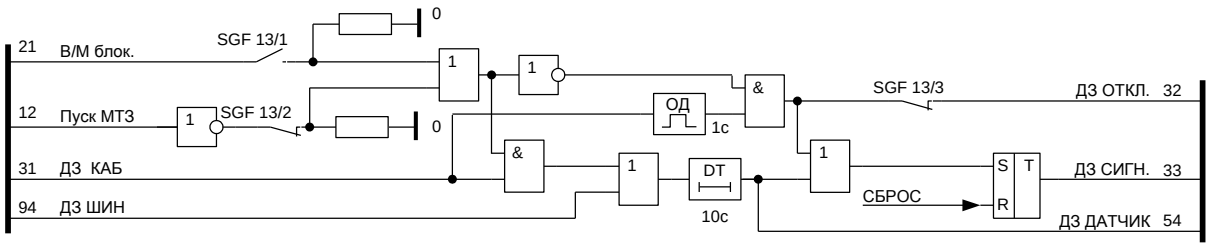


Рисунок 1.4.14 – Логическая схема дуговой защиты

1.4.5 Описание функций автоматики и управления выключателем

1.4.5.1 АПВ

В устройстве предусмотрено две ступени АПВ (АПВ 1 и АПВ 2) при аварийном отключении и отдельная ступень АПВ (АПВ 3) при отключении по разгрузке. Схема АПВ, используемая в устройствах ТОР 200 Л 22, показана на рисунке 1.4.15.

Разрешение работы АПВ 1 и АПВ 2 производится внешним ключом «Ввод АПВ» подачей на дискретный вход сигнала. Схема АПВ имеет время подготовки (аналог заряда конденсатора) до 25 с, отсчитываемое с момента перехода выключателя во включенное состояние (после срабатывания реле РФК) и перевода ключа в положение «АПВ введено». Выдержка времени обнуляется при появлении сигнала запрета АПВ.

Первый цикл АПВ пускается при аварийном отключении выключателя, при этом формируется цепь несоответствия, когда состояние выключателя (состояние реле РПО) не соответствует последней поданной оперативной команде (фиксируется РФК).

Второй цикл АПВ предназначен для включения при неуспешном первом цикле с контролем цепи несоответствия. Для использования АПВ второй ступени необходимо установить программный ключ SGF 11/8=1 (в ИЧМ выполнить: *«Уставки/ АПВ/ Второй цикл/ Действие: введено»).*

АПВ первого цикла выполняется с выдержкой времени, регулируемой в диапазоне от 0,5 до 300 с, АПВ второго цикла – от 20 до 300 с.

Предусмотрен запрет действия двухступенчатого АПВ при срабатывании некоторых защит, оперативном отключении, а также при отключении от внешних цепей.

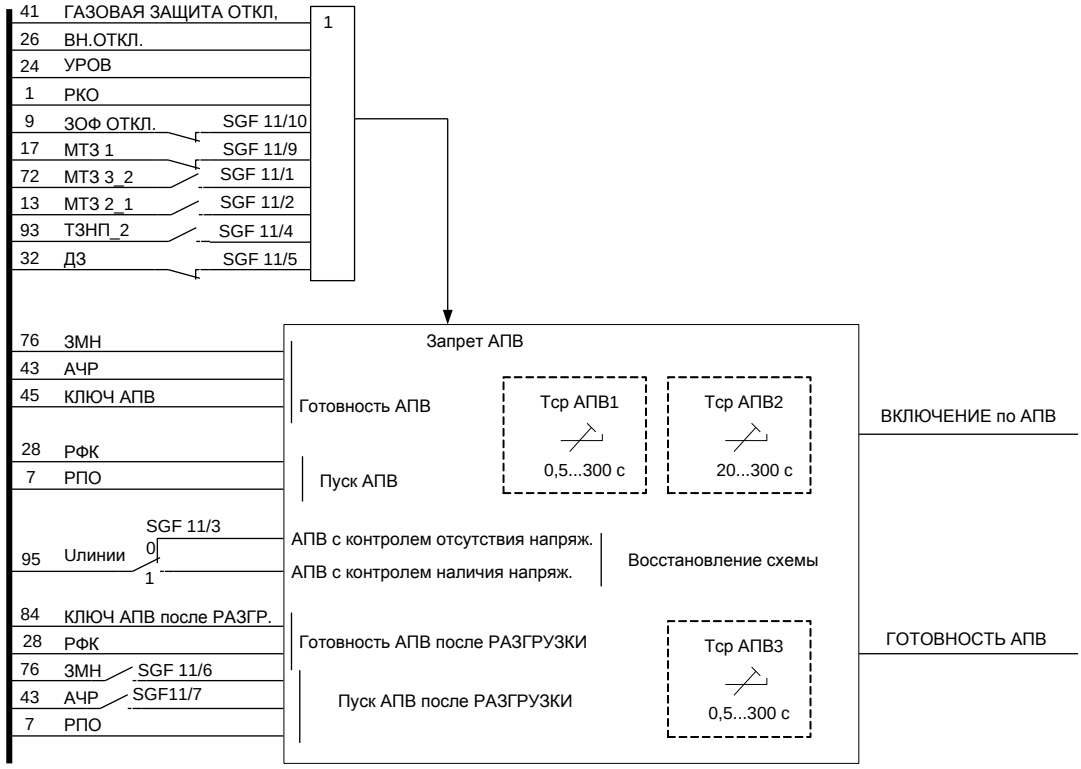


Рисунок 1.4.15 – Структурная схема АПВ

Запрет действия АПВ и сброс времени готовности АПВ производится при:

– отключении выключателя от газовой защиты;
– отключении выключателя от внешних устройств;
– срабатывании схемы УРОВ;
– команде «Отключить».

Виды защит, действие которых запрещает АПВ, выбираются программными ключами из группы SGF 11/x: таблица 1.4.28 (в ИЧМ: *«Уставки/ АПВ/ МТЗ1ст: запрет АПВ»*, или аналогично для других защит*)*:

– отключении выключателя от МТЗ третьей ступени с выдержкой времени Т2;
– отключении выключателя от МТЗ второй ступени с выдержкой времени Т1;
– отключении выключателя от МТЗ первой ступени;
– отключении от ЗОФ;
– отключении выключателя от ТЗНП с выдержкой времени Т2;
– отключении выключателя от дуговой защиты.

Программным ключом SGF 11/3 можно выбрать выполнение двухступенчатого АПВ с контролем наличия или отсутствия напряжения на линии (в ИЧМ: *«Уставки/ АПВ/ С контролем: отсутствия Uл»).*

Таблица 1.4.28 – Назначение программных ключей АПВ

№ ключа в SGF 11	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	Действие АПВ после отключения от выдержки времени Т2 третьей ступени МТЗ	0	Разрешено
		1	Запрещено
2	Действие АПВ после отключения от выдержки времени Т1 второй ступени МТЗ	0	Разрешено
		1	Запрещено
3	АПВ с контролем напряжения на линии	0	Отсутствие напряжения
		1	Наличие напряжения
4	Действие АПВ после отключения от выдержки времени Т2 ТЗНП	0	Разрешено
		1	Запрещено
5	Действие АПВ после отключения дуговой защиты	0	Разрешено
		1	Запрещено
6	Действие АПВ по сигналу от ЗМН	0	Разрешено
		1	Запрещено
7	Действие АПВ по сигналу от АЧР	0	Разрешено
		1	Запрещено
8	Работа второго цикла АПВ	0	Выведен
		1	Введен
9	Действие АПВ после отключения от первой ступени МТЗ	0	Разрешено
		1	Запрещено
10	Действие АПВ после отключения от защиты от обрыва фаз	0	Разрешено
		1	Запрещено

Отдельная ступень АПВ (АПВ 3 на рисунке 1.4.15) предназначена для повторного включения после разгрузки. Ступень имеет время готовности 25 с после оперативной подачи команды на включение и установленном ключе «АПВ после разгрузки» в положение «Введено».

Терминал производит отключение после подачи сигнала на дискретный вход АЧР или ЗМН. После отключения от АЧР или ЗМН ступень АПВ ждет снятия с дискретного входа отключающего сигнала, которое происходит после восстановления частоты или напряжения соответственно. Затем пускается выдержка времени АПВ 3, регулируемая в диапазоне от 0,5 до 300 с, и производится включение.

Набор времени готовности любой из ступеней АПВ приводит к появлению сигнала «Готовность АПВ», которая может действовать на светодиодную сигнализацию.

1.4.5.2 Режимы управления выключателем

С помощью устройств ТОР 200 возможно управление выключателем (рисунок 1.4.16) тремя способами:

1) от выносных ключей управления, расположенных на двери ячейки КРУ или в другом месте;

2) от кнопок управления на лицевой панели устройства;

3) от системы управления верхнего уровня АСУ ТП по последовательному каналу.

Для исключения конфликтных ситуаций при управлении предусмотрен внешний ключ перевода режима управления «местное/дистанционное», который действует на один из конфигурируемых дискретных входов и заводится в функциональную схему через матрицу программных ключей. При установке ключа в положение «местное» управление выключателем производится только от выносных ключей управления. Доступ устройств для АСУ ТП при этом сохраняется, но управление выключателем и запись уставок запрещены. Перевод в положение «дистанционное» обеспечивает управление через шину передачи данных от АСУ ТП с запретом управления от ключей управления (кнопок), если программный ключ SGB 1/1 установлен в положение «1». Схема управления выключателем предусматривает так

же одновременное управление от АСУ ТП и от выносных ключей управления, для этого ключ перевода режима устанавливается в положение «дистанционное», а программный ключ SGB 1/1 в положение «0».

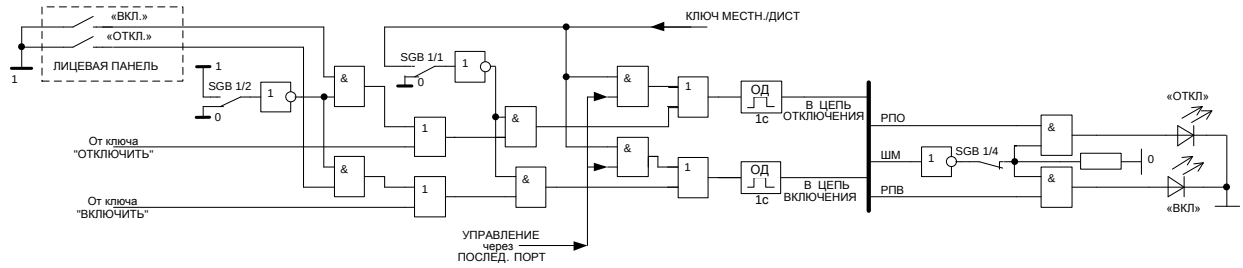


Рисунок 1.4.16 – Логическая схема управления выключателем

Управление с кнопок на лицевой панели может быть запрещено, для этого необходимо установить ключ SGB 1/2 в положение «1».

На лицевой панели терминала возможно отобразить положение выключателя с помощью ламп ОТКЛ и ВКЛ. Лампы имеют режим прерывистого света при несоответствии положения выключателя последней поданной команде. Индикация положения выключателя на лицевой панели может быть запрещена установкой программного ключа SGB 1/4 в положение «0». Для этого через меню терминала выбрать: *«Уставки/ Индикация/ Полож. выкл-я/ На лиц.панели: не отображать»*.

1.4.5.3 Цепи отключения

Функциональная схема цепей отключения представлена на рисунке 1.4.17. Назначение программных ключей приведено в таблице 1.4.29.

Таблица 1.4.29 – Назначение программных ключей цепей отключения

№ ключа в SGF 12	**Назначение ключа**	**Состояние ключа**	**Значение**
1	Самоподхват сигнала отключения	0	Не действует
		1	Действует
2	Режим работы	0	Длительный
		1	Импульс 0,5 с
3	Действие выдержки времени на срабатывание РПО	0	Выведено
		1	Введено
4 - 8	Не используются		

Отключение выключателя (и оперативное, и от защит) производится выходным реле К1.1. Предусмотрен дополнительный сигнал «Отключение II». Данный сигнал выводится на выходное реле (предпочтительно К3.3., К3.4, К3.5), контакт которого действует на вторую катушку отключения с небольшой выдержкой времени на возврат или включается параллельно основному реле «Отключить» для уменьшения нагрузки на контакты.

Введена блокировка реле «Отключить» и реле «Откл. II» сигналом «Запрет Откл/Вкл» при, например, пониженном давлении элегаза.

Действие на выходное реле отключения предусмотрено двух видов: сигнал отключения с фиксацией («защёлкой») и без фиксации. Введение фиксации не позволяет производить включение выключателя без вмешательства дежурного персонала и осмотра оборудования. Действие фиксации устанавливается ключом SGF 12/1. Фиксация отключающего сигнала обеспечивается при действии ряда защит и внешних сигналов.

Сброс «защёлки» производится нажатием кнопки «С» (сброс) на блоке индикации, внешней кнопкой или от АСУ (соответствующий раздел меню *«Сброс защелок выходных реле»*).

Отключение выключателя (с фиксацией отключающего сигнала) обеспечивается при действии:

– газовой защиты на отключение;
– отключения от внешних устройств;
– МТЗ 1;
– МТЗ 2_1;
– ТЗНП_2.

Кроме того, отключение выключателя (без фиксации) производится при действии:
– дуговой защиты;
– команды от ключа «Отключить»;
– ускорения МТЗ 2;
– ступени ЗОФ;
– МТЗ 3_2;
– АЧР;
– ЗМН;
– защиты максимального напряжения (U>).

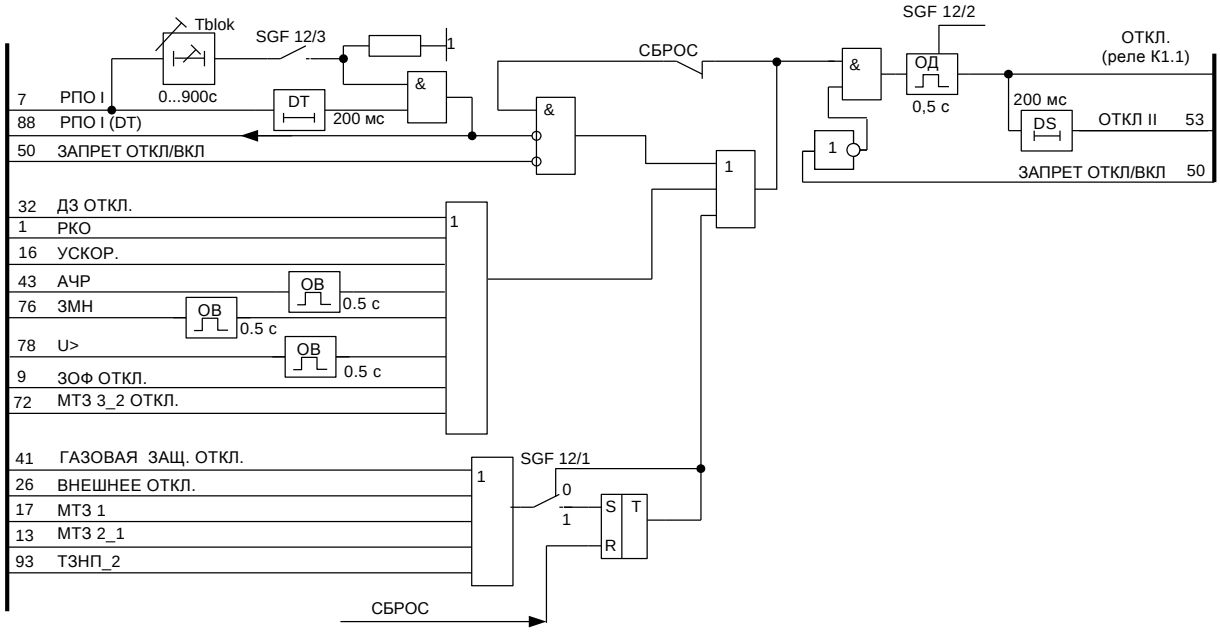


Рисунок 1.4.17 – Функциональная схема цепей отключения

Выдержка времени на срабатывание РПО служит для блокировки включения выключателя при использовании терминала в защите БСК (1.4.5.4). Задержка включается программным ключом SGF 12/3, через ИЧМ: *«Уставки/ Цепи отключения/ Запрет вкл.: введен»*. Уставка выдержки времени задается там же*: «Уставки/ Цепи отключения/ Тзапр.вкл.: ххх с»*.

Предусмотрено два режима работы реле «Отключить» и реле «Откл. II»: импульсный (0,5 с) и длительный (до срабатывания реле РПО). Выбор режима работы производится ключом SGF 12/2. Использование импульсного режима рекомендуется при токах управления катушек включения/отключения не более (0,5 - 1) А для исключения выгорания контактов при неисправности выключателя.

При использовании длительного режима предусмотрен подхват сигнала отключения до полного отключения выключателя (срабатывания РПО), в противном случае выходное реле отключения непрерывно замкнуто и подается напряжение на соленоид отключения. Нажатием кнопки «С» производится деблокирование подхвата отключающего импульса.

1.4.5.4 Цепи включения выключателя

Включение выключателя (функциональная схема в приложении Г) производится от оперативных команд, при действии АПВ и при использовании автоматики включения резерва (для ТСН). При использовании устройства для защиты БСК, команда на включение выключателя может быть подана ступенью защиты минимального напряжения (цепь 79).

Цепь включения блокируется:

– при отключенном автомате питания цепей управления;

– при снижении давления элегаза выключателя;

– выдержкой времени на срабатывание в цепи РПО (сигнал «РПО I (DS)», рисунок 1.4.17) через цепи блокировки от многократных включений выключателя (1.4.5.5).

Выдержка времени на срабатывание РПО устанавливается при использовании терминала в защите БСК. При использовании устройства в защитах отличных от БСК выдержка времени должна быть выведена во избежание неверной работы.

В случае применения элегазовых выключателей, устройство ТОР 200 позволяет контролировать сигналы с датчиков давления элегаза (сигналы «Запрет Вкл» и «Запрет Откл/Вкл»). Сигнал «Запрет Вкл» блокирует операцию включения, а сигнал «Запрет Откл/Вкл» еще и операцию отключения выключателя при определенном пониженном уровне давления элегаза.

1.4.5.5 Блокировка от многократных включений выключателя

Блокировка от многократных включений (рисунок 1.4.18) обеспечивает однократность включения выключателя на короткое замыкание. Блокировка запрещает включение выключателя при одновременном наличии сигналов включения и отключения путем прерывания и запрета сигнала на включение. Блокирование сигнала включения снимается через 1 с после снятия команды на включение.

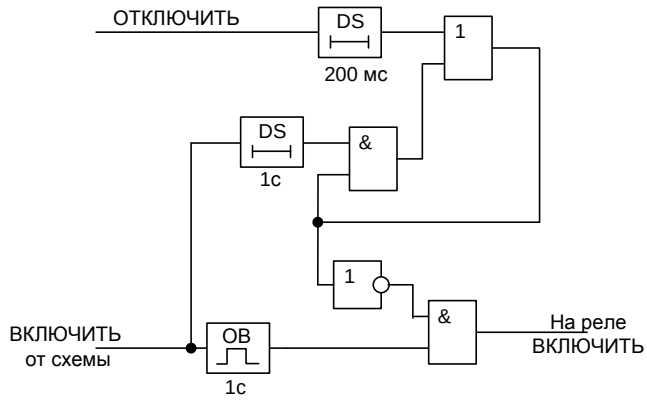


Рисунок 1.4.18 – Логическая схема блокировки от многократных включений

1.4.5.6 Функциональный контроль цепей управления

Контроль исправности цепей включения и отключения производится встроенными элементами «Реле положения включено» (РПВ) и «Реле положения отключено» (РПО). Для организации контроля на один общий вывод (X18:18) подается «+» источника напряжения оперативного питания, а выводы X18:15 (РПО) и X18:14 (РПВ) подключаются к цепям включения и отключения. Если электрическая связь через блок-контакт и катушки управления существует, то реле срабатывает, в противном случае – реле остается в несработанном состоянии. Если РПО и РПВ одновременно находятся в состоянии «1», то через время порядка 10 с (а если РПО и РПВ одновременно в состоянии «0», то через 50 с) появляется сигнализация кода неисправности цепей управления, загорается светодиод Неиспр. (неисправность цепей управления), срабатывают реле «Вызов», реле предупредительной сигнализации (1.4.8.2), а для АСУ формируется соответствующее событие с кодом неисправности схемы управления.

При наличии любого из сигналов с датчиков контроля давления элегаза (сигналы «Запрет Вкл» и «Запрет Откл/Вкл»), а также при отключении автомата ШП, через время порядка 20 с срабатывает реле предупредительной сигнализации, реле «Вызов» и светодиод, а также для АСУ формируется соответствующее событие.

В устройстве ТОР 200 имеется возможность контролировать вторую катушку отключения выключателя с помощью сигнала «РПВ II».

При длительном наличии на входах устройств команд включения, отключения (при залипании контактов внешних ключей управления выключателем или т.п.), через время

порядка 10 с происходит обнаружение неисправности цепей управления. При этом появляется индикация, сигнализация и срабатывание выходных реле аналогично описанному выше.

1.4.6 Входные сигналы устройств

Устройства ТОР 200 Л 22 имеют восемь измерительных и шесть (12 или 18 – зависит от аппаратной версии) дискретных входных цепей.

1.4.6.1 Назначение контактов разъема измерительных входных цепей приведено в таблице 1.4.30.

Таблица 1.4.30 – Назначение контактов разъема измерительных входных 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 - Ua
X0:14	Измерительный вход напряжения фазы В - Uв
X0:15	Измерительный вход напряжения фазы В - Uв
X0:16	Измерительный вход напряжения фазы С - Uc
X0:17	Измерительный вход напряжения фазы С - Uc
X0:18	Измерительный вход напряжения фазы А - Ua
X0:19	Общий вход напряжения 3U0
X0:20	Измерительный вход напряжения 3U0
[1)] Данные измерительные входы в исполнении ТОР 200 Л 62 будут на 5А и 1А соответственно	

Токи и напряжения от измерительных ТТ и ТН подаются 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 Т защиты от междуфазных замыканий выполняются на номинальный ток 5 А с отпайкой, позволяющей подключать их на номинальный ток 1 А. Промежуточные ТТ 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 *«Уставки / Трансформаторы/»*. Подробное описание уставок приводится в 2.3.1.4.

1.4.6.2 Устройства ТОР 200 Л 22 могут содержать до трех блоков дискретных входных цепей и выходных реле (в зависимости от исполнения устройства). Первый блок содержит пять выходных реле и шесть входных дискретных цепей, второй и третий блоки содержат по шесть выходных реле и по шесть входных дискретных цепей от внешних устройств с уровнем 110 В или 220 В переменного или постоянного оперативного тока. Выбор необходимого исполнения производится при заказе устройств ТОР 200 Л 22. 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.

Таблица 1.4.31 – Программные ключи инвертирования дискретных входов

Клемма	Вход	Программный ключ
X19:8 X19:10	Вход 2.1	SGC1/1=0 прямой вход SGC1/1=1 инверсный вход
X19:9 X19:10	Вход 2.2	SGC1/2=0 прямой вход SGC1/2=1 инверсный вход
X19:13 X19:14	Вход 2.4	SGC1/3=0 прямой вход SGC1/3=1 инверсный вход
X19:15 X19:16	Вход 2.5	SGC1/4=0 прямой вход SGC1/4=1 инверсный вход
X19:17 X19:18	Вход 2.6	SGC1/5=0 прямой вход SGC1/5=1 инверсный вход
X20:8 X20:10	Вход 3.1	SGC2/1=0 прямой вход SGC2/1=1 инверсный вход
X20:9 X20:10	Вход 3.2	SGC2/2=0 прямой вход SGC2/2=1 инверсный вход
X20:11 X20:12	Вход 3.3	SGC2/3=0 прямой вход SGC2/3=1 инверсный вход
X20:13 X20:14	Вход 3.4	SGC2/4=0 прямой вход SGC2/4=1 инверсный вход
X20:15 X20:16	Вход 3.5	SGC2/5=0 прямой вход SGC2/5=1 инверсный вход
X20:17 X20:18	Вход 3.6	SGC2/6=0 прямой вход SGC2/6=1 инверсный вход

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

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

Дискретные входные цепи имеют возможность инвертировать входной сигнал. В таблице 1.4.31 приведено назначение программных ключей для выполнения инверсии. При установке программных ключей SGC 1/1…5 и SGC 2/1…6 в положение «0» соответствующие входы считаются прямыми (напряжение подано – состояние «логической 1»), при установке в «1» – инверсными (напряжение подано – состояние «логического 0»).

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

В таблице 1.4.32 приведено назначение контактов разъемов для приема дискретных входных цепей, выполняемые функции и рекомендации по использованию.

Таблица 1.4.32 – Назначение дискретных входов

Вход	**Клемма**	**Назначение входной цепи, выполняемая функция** (при поданном напряжении)
Блок № 1		
1.1	X18:5	*«Включить»* – команда на включение выключателя с перефиксацией РФК (от ключа или внешнего контакта). Возможно блокирование команды при положении ключа «Местное/Дистанционное» в положении «Дистанционное» (управление). При длительном (более 10 с) наличии действует на сигнализацию «Неисправность цепей управления»
1.2	X18:7	*«Отключить»* – команда на отключение выключателя с перефиксацией РФК (от ключа или внешнего контакта) и запретом АПВ. Возможно блокирование команды при положении ключа «Местное/Дистанционное» в положении «Дистанционное» (управление). При длительном (более 10 с) наличии действует на сигнализацию «Неисправность цепей управления»
1.3	X18:8	*«АВ ШП»* – разрешение включения выключателя (от автомата ШП). При длительном (более 20 с) отсутствии действует на сигнализацию «Неисправность цепей управления»
1.4	X18:11	*«Внешнее отключение»* – действие на отключение выключателя с запретом АПВ (от внешних схем). Сигнализация на светодиодах (выбор светодиода ключом SGS 17/x)
	X18:9	- ЕС источника питания (для цепей X18:5, X18:7, X18:8, X18:11)
1.5	X18:14	*«РПВ»* – контроль целостности цепей отключения (катушки отключения). При длительном (более 50 с) отсутствии при включённом выключателе действует на сигнализацию «Неисправность цепей управления». Действует на загорание светодиода «Вкл.», блокирование схемы УРОВ, блокирование ЛЗШ (при установке SGF 8/3 в «1») при срабатывании токового органа
1.6	X18:15	*«РПО»* – контроль целостности цепей включения (катушки включения). При длительном (более 50 с) отсутствии при отключённом выключателе действует на сигнализацию «Неисправность цепей управления». Действует на загорание светодиода «Откл», пуск АПВ при аварийном отключении, ускорение МТЗ 2 и удвоение уставки МТЗ 1, МТЗ 2 в течение 1 с после включения выключателя
	X18:18	+ЕС источника питания (для цепей X18:14, X18:15)
Блок №2		
2.1	X19:8	Возможно переназначение функции входа (таблица 1.4.33)
2.2	X19:9	Возможно переназначение функции входа (таблица 1.4.33)
	X19:10	- ЕС источника питания (для цепей X19:8, X19:9)
2.3	X19:11 X19:12	*«Дуговая защита кабельного отсека»* – действие на отключение выключателя (SGF 13/3=1) или сигнализацию (от срабатывания дуговой защиты или неисправности датчика). Подробнее в 1.4.4.10.
2.4	X19:13 X19:14	Возможно переназначение функции входа (таблица 1.4.33)
2.5	X19:15 X19:16	Возможно переназначение функции входа (таблица 1.4.33)
2.6	X19:17 X19:18	Возможно переназначение функции входа (таблица 1.4.33)
Блок №3		
3.1	X20:8	Возможно переназначение функции входа (таблица 1.4.33)
3.2	X20:9	Возможно переназначение функции входа (таблица 1.4.33)
	X20:10	- ЕС источника питания (для цепей X20:8, X20:9)

Вход	Клемма	Назначение входной цепи, выполняемая функция (при поданном напряжении)
3.3	X20:11 X20:12	Возможно переназначение функции входа (таблица 1.4.33)
3.4	X20:13 X20:14	Возможно переназначение функции входа (таблица 1.4.33)
3.5	X20:15 X20:16	Возможно переназначение функции входа (таблица 1.4.33)
3.6	X20:17 X20:18	Возможно переназначение функции входа (таблица 1.4.33)

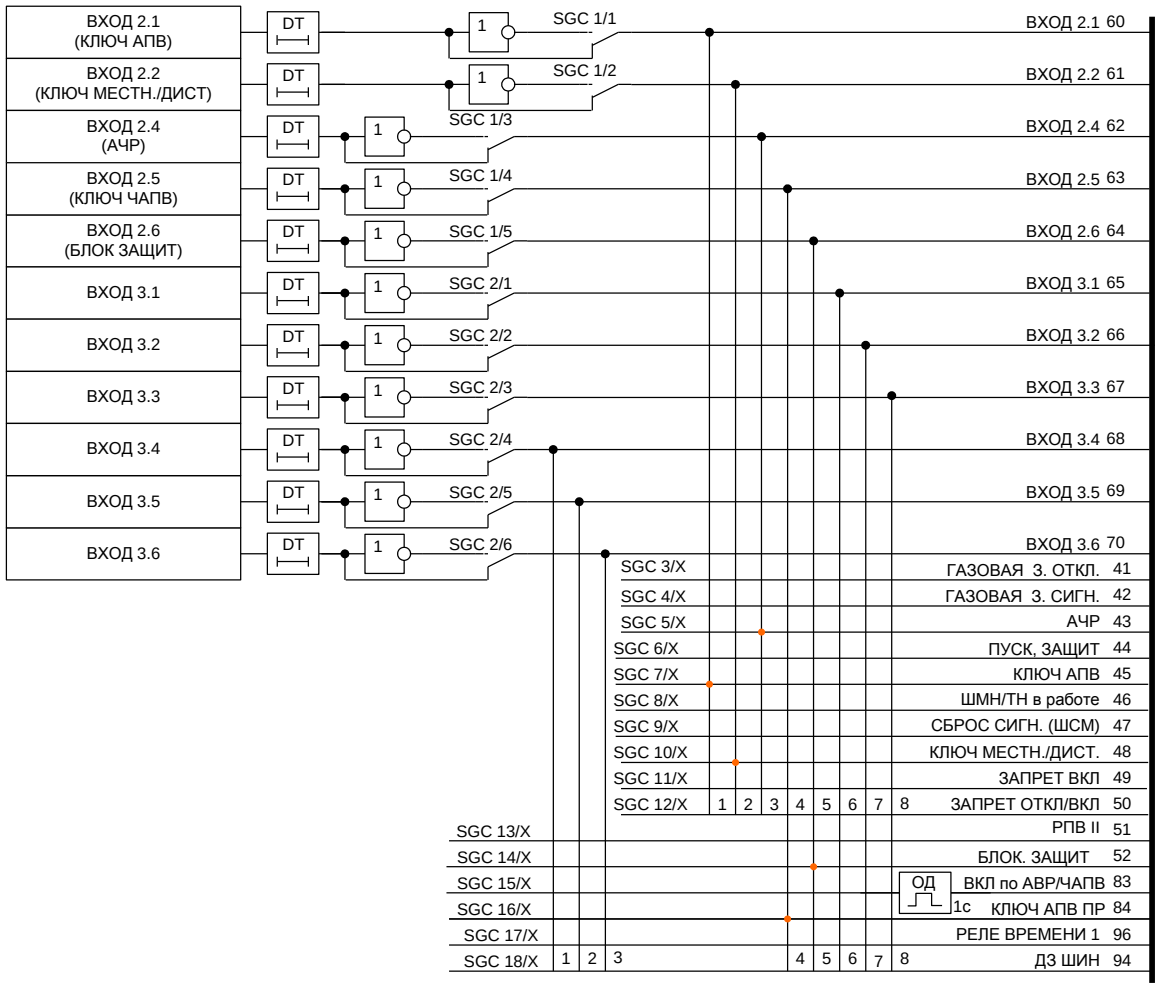


Рисунок 1.4.19 – Дискретные входа

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

К примеру, для подключения через ИЧМ входа 2.2 к логическому сигналу «Газовая защ.сигн.» необходимо зайти в пункт меню *«Уставки/ Диск. входы/ Газовая з.сигн./ К входу 2.2:»* и выбрать «подключен» (SGC 4/2=1). При этом необходимо проследить по списку других входов, чтобы сигнал Газовая защ.сигн. от них был отключен (*«Уставки/ Диск. входы/ Газовая з.сигн./ К входу 2.1: не подключен»*, SGC 4/1=0, и т.д.). Если схемой подключения предусматривается работа сигнала Газовая защ.сигн. от нескольких входов, к примеру, еще и от 2.4, то аналогичным образом подключения необходимо привести в соответствие со схемой (*«Уставки/ Диск. входы/ Газовая з.сигн./ К входу 2.4: подключен»*, SGC 4/3=1).

Входные сигналы для матрицы программных ключей приведены на рисунке 1.4.19.

В таблице 1.4.33 приводится описание выполняемых дискретными входными цепями функций (помимо перечисленных в таблице 1.4.32), отображённых на рисунке 1.4.19.

Таблица 1.4.33 – Сигналы матрицы дискретных входов

Наименование сигнала	**Назначение входной цепи, выполняемая функция** (при поданном напряжении)
SGC 3/x «Газовая з. откл.»	Действие на отключение выключателя с запретом. Сигнализация действия на светодиодах (выбор светодиода ключом SGS 18/x). Рекомендуется подключение цепей от газовой защиты, технологической защиты и т.п.
SGC 4/x «Газовая з. сигн.»	Действие на сигнализацию через выдержку 10 с. Сигнализация действия на светодиодах (выбор светодиода ключом SGS 18/x совместно с входом X19:8)
SGC 5/x «АЧР»	Действие на отключение выключателя с запретом АПВ первого и второго циклов. При введенном ключе «Ключ АПВ ПОСЛЕ РАЗГРУЗКИ» и ключе SGF 11/7 = 1 действует на схему «АПВ после разгрузки». Снятие сигнала запускает выдержку времени АПВ 3 с последующим включением выключателя (1.4.5.1)
SGC 6/x «Пуск защит»	Разрешение действия защит МТЗ и дуговой защиты. Выбор блокирования/пуска ступеней защит производится при выборе уставок защит. Использование входа для пуска/блокирования защит ввода и дуговой защиты рекомендуется в обоснованных случаях для пуска защит (имеется собственный орган минимального напряжения)
SGC 7/x Ключ «АПВ»	Разрешение действия АПВ первого и второго циклов. Рекомендуется подключение внешнего ключа ввода/вывода АПВ
SGC 8/x «ШМН/ ТН в работе»	Действие на отключение выключателя (от внешней схемы защиты минимального напряжения) с запретом АПВ первого и второго циклов. При использовании встроенного органа минимального напряжения U< (SGF 6/1=1, SGF 6/4=1) вход даёт разрешение на действие ЗМН (от цепи контакта тележки ТН и автомата цепей напряжения). При введенном ключе «Ключ АПВ после разгрузки» и ключе SGF 11/6 = 1 действует на схему «АПВ после разгрузки». Снятие сигнала запускает выдержку времени АПВ 3 с последующим включением (1.4.5.1). Сигнализация действия ЗМН на светодиодах (выбор светодиода ключом SGS 9/x)
SGC 9/x «Сброс сигн. (ШСМ)»	Сигнал для дистанционного (от внешней кнопки) сброса светодиодной сигнализации, индикации срабатывания защит на дисплее и выходных реле с фиксацией. Так же производит перефиксацию РФК в положение, соответствующее положению выключателя. Действие сигнала выполняется при ключе SGF 15/4=1 и подаче на вход напряжения +220 В
SGC 10/x «Ключ Местн./Дист.»	Разрешает включение/отключение выключателя от АСУ ТП одновременно запрещая эти операции от входов «Включить», «Отключить» (при SGB 1/1=1). При положении ключа SGB 1/1=0 возможны одновременные операции от входов «Включить», «Отключить» и АСУ ТП. При отсутствии сигнала «Ключ Местн./Дист.» (ключ в положении «Местн.» или эта функция не используется) оперативные действия с выключателем от АСУ ТП запрещены
SGC 11/x «Запрет Вкл»	Действие на запрет операций включения выключателя (например, при незначительном снижении давления элегаза). Действие на сигнализацию «Неиспр. цепей управления» при длительном (более 20 с) наличии сигнала. Сигнализация действия на светодиодах (выбор светодиода ключом SGS 21/x)
SGC 12/x «Запрет Откл/Вкл»	Действие на запрет операций отключения и включения выключателя (например, при значительном снижении давления элегаза). Действие на сигнализацию «Неиспр. цепей управления» при длительном (более 20 с) наличии сигнала. Сигнализация действия на светодиодах (выбор светодиода ключом SGS 21/x) совместно с сигналом «Запрет Вкл»

Наименование сигнала	**Назначение входной цепи, выполняемая функция** (при поданном напряжении)
SGC 13/x «РПВ II»	Контроль целостности цепей отключения (при наличии второй катушки отключения). При длительном (более 50 с) отсутствии при включённом выключателе действует на сигнализацию «Неисправность цепей управления»
SGC 14/x «Блок. защит»	Блокирование действия токовой защиты нулевой последовательности внешним сигналом, когда SGF 4/7=1
SGC 15/x «Вкл. по АВР/ЧАПВ»	Действие на включение выключателя без перефиксации РФК (от внешней схемы ЧАПВ). Сигнализация действия на светодиодах (выбор светодиода ключом SGS 20/x)
SGC 16/x «Ключ АПВ ПР»	Разрешение или запрет «АПВ ПОСЛЕ РАЗГРУЗКИ» при действии АЧР (SGF 11/7=1) или ШМН (SGF 11/6=1) на отключение с АПВ (1.4.5.1)
SGC 17/x «Реле времени 1»	Входной сигнал, который можно использовать как реле времени, которое через регулируемую выдержку времени выдаёт команду на выходное реле
SGC 18/x «ДЗ шин»	Действие датчика дуговой защиты шинного отсека на сигнализацию срабатывания дуговой защиты или неисправности датчика с выдержкой времени. Подробнее в 1.4.4.10.

В случае отсутствия необходимости использования входных цепей для целей автоматики и защиты, входные сигналы второго и третьего блока (кроме входа 2.3) могут использоваться для передачи в АСУ состояния контролируемых аппаратов с действием на сигнализацию или без неё (выбор светодиодов – ключами SGS 11 - SGS 13, SGS 23 - SGS 28).

1.4.7 Выходные реле

Устройства ТОР 200 содержат до трех блоков входных дискретных сигналов и выходных реле (в зависимости от исполнения устройства). Второй и третий блоки входных/выходных цепей выполнены взаимозаменяемыми. В первом блоке имеется пять выходных реле, в двух других – по шесть реле. Применены малогабаритные электромеханические реле с малым временем действия. Реле делятся на выходные отключающие реле и сигнальные реле в зависимости от коммутационной способности. Выходные отключающие реле имеют два последовательно-соединённых контакта, сигнальные реле – по одному контакту в цепи. Каждый из блоков выходных реле может быть выведен из работы установкой программных ключей SGR 1/1, SGR 1/2, SGR 1/3 в «0» при отсутствии какого-либо блока.

Таблица 1.4.34 показывает функции, по умолчанию выполняемые выходными реле, соответствующие им номера клемм разъемов, количество и тип контактов.

Таблица 1.4.34 – Выходные реле

Реле	Клеммы	Назначение
Блок 1		
К1.1	X15:1 X15:3	Реле отключения выключателя (2 н.о.) (Выходное отключающее реле)
К1.2	X15:2 X15:4	Реле включения выключателя (2 н.о.) (Выходное отключающее реле)
К1.3	X15:16,12,13 X15:11, 15, 14	Реле фиксации команд (РФК, двухпозиционное, 2 перекл.) (Выходное сигнальное реле)
К1.4	X15:6, X15:9 X15:7, X15:10	Реле «Вызов» (срабатывание защит, 2 н.о.) (Выходное сигнальное реле)
К1.5	X15:8	Реле «Неисправность» (2 н.з.) (Выходное сигнальное реле)
Блок 2		
К2.1	X16:1, X16:3 X16:2, X16:4	Реле «УРОВ» (2 н.о.) (Выходное сигнальное реле)
К2.2	X16:9, 7, 5 X16:10, 8, 6	Реле «Блок. ЛЗШ» (пуск МТЗ) (2 перекл.) (Выходное сигнальное реле)
К2.3	X16:16 X16:12	Реле «Предупредительная сигнализация» (1 н.о.) (Выходное отключающее реле (1 н.о.)
К2.4	X16:17 X16:13	Реле «Аварийное отключение» (1 н.о.) (Выходное отключающее реле (1 н.о.)
К2.5	X16:18 X16:14	Реле «Тест» (1 н. о.) (Выходное сигнальное реле (1 н.о.). Возможно переназначение функции (таблица 1.4.36)
К2.6	X19:3, 5, 1 X19:4, 6, 2	Выходное сигнальное реле (2 перекл.) Возможно переназначение функции (таблица 1.4.36)
Блок 3		
К3.1	X17:1, X17:3 X17:2, X17:4	Выходное сигнальное реле (2 н. о.) Возможно переназначение функции (таблица 1.4.36)
К3.2	X17:9, 7, 5 X17:10, 8, 6	Выходное сигнальное реле (2 перекл.) Возможно переназначение функции (таблица 1.4.36)
К3.3	X17:16 X17:12	Выходное сигнальное реле (1 н.о.) Возможно переназначение функции (таблица 1.4.36)
К3.4	X17:17 X17:13	Выходное сигнальное реле (1 н.о.) Возможно переназначение функции (таблица 1.4.36)
К3.5	X17:18 X17:14	Выходное сигнальное реле (1 н.о.) Возможно переназначение функции (таблица 1.4.36)
К3.6	X20:3, 5, 1 X20:4, 6, 2	Выходное сигнальное реле (2 перекл.) Возможно переназначение функции (таблица 1.4.36)

Устройства имеют в первом блоке два отключающих выходных реле (К1.1 и К1.2), двухпозиционное выходное реле фиксации команд (К1.3), реле вызывной сигнализации (К1.4), выходное реле сигнализации внутренней неисправности (К1.5). В двух других блоках имеются и выходные отключающие реле и сигнальные реле, часть из которых – свободно конфигурируемые пользователем. 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, вывести на выходные реле действия ступеней защит, цепей сигнализации и т.д.

Реле К2.6, К3.2 и К3.6 имеют схемы самоподхвата и настройки длительности срабатывания (таблица 1.4.35). При использовании режима самоподхвата 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 «Сброс сигнализации» или командой АСУ.

Для перевода в режим самоподхвата, например, реле К2.6 от сигнала «ДЗ датчик» достаточно установить программные ключи SGR 18/2 в состояние «1» (подключение сигнала к реле) и SGR 21/4 в состояние «1» (непосредственно режим самоподхвата не реле К2.6). Тоже самое через меню терминала выполняется следующим образом: зайти в *«Уставки/ Выходные реле/ ДЗ датчик/»* и выбрать «*На реле К2.6: действует»*, затем выбрать *«Вых.сигналы/Подхват К2.6: введен»*. При введенном подхвате сигнала рекомендуется вывести длительный режим сигнала и выбрать импульсный: *«Вых.сигналы/ Реле 2.6: импульсный»*.

Таблица 1.4.35 – Сигналы матрицы выходных реле

№ ключа в SGR 21	**Назначение ключа**	**Состояние ключа**	**Значение**
1	Длительность сигнала выходного реле К2.6	0	Длительный
		1	Импульсный
2	Длительность сигнала выходного реле К3.2	0	Длительный
		1	Импульсный
3	Длительность сигнала выходного реле К3.6	0	Длительный
		1	Импульсный
4	Самоподхват выходного реле К2.6	0	Выведен
		1	Введен
5	Самоподхват выходного реле К3.2	0	Выведен
		1	Введен
6	Самоподхват выходного реле К3.6	0	Выведен
		1	Введен
7, 8	Не используются		

Для подключения какого-либо логического сигнала, выведенного на матрицу реле, к выходному реле используется пункт меню *«Уставки/ Выходные реле»*. Например, чтобы подключить сигнал срабатывания МТЗ 1 к выходному реле К2.6 необходимо выполнить следующее: *«Уставки/ Выходные реле/ МТЗ 1/ На реле К2.6*: *действует» (*SGR 2/2=1). Если схемой подключения не подразумевается работа других реле от сигнала МТЗ 1, необходимо убедиться, что сигнал МТЗ 1 к ним не подключен: *«Уставки/ Выходные реле/ МТЗ 1/ На реле К3.1: не действует»* (SGR 2/3=0) и т.д. Иначе, например, для размножения контактов, возможно использование большего количества реле, подключить к сигналу реле К3.2 и К3.3*: «Уставки/ Выходные реле/ МТЗ 1/ На реле К3.2…К3.3: действует»* (SGR 2/4=1, SGR 2/5=1).

Перечень входных сигналов для групп программных ключей SGR 2 – SGR 18 матрицы выходных реле приведён в таблице 1.4.36 и на рисунке 1.4.20.

Таблица 1.4.36 – Сигналы матрицы выходных реле

Ключ	Сигнал	Функция
SGR 1/1		Разрешение работы выходных реле К1.1 - К1.4
SGR 1/2		Разрешение работы выходных реле К2.1 - К2.6
SGR 1/3		Разрешение работы выходных реле К3.1 - К3.6
SGR 2/x	«МТЗ 1»	Действие МТЗ 1 на выходные реле К2.5, К2.6, К3.1 - К3.6
SGR 3/x	«МТЗ 2_1»	Действие МТЗ 2 с выдержкой времени Т1 на выходные реле К2.5, К2.6, К3.1 - К3.6
SGR 4/x	«МТЗ 2_2»	Действие МТЗ 2 с выдержкой времени Т1 на выходные реле К2.5, К2.6, К3.1 - К3.6
SGR 5/x	«МТЗ 2_3»	Действие МТЗ 2 с выдержкой времени Т3 на выходные реле К2.5, К2.6, К3.1 - К3.6
SGR 6/x	«МТЗ 3_1»	Действие МТЗ 3 с выдержкой времени Т1 на выходные реле К2.5, К2.6, К3.1 - К3.6
SGR 7/x	«МТЗ 3_2 сигн.»	Действие МТЗ 3 с выдержкой времени Т2 на выходные реле К2.5, К2.6, К3.1 - К3.6
SGR 8/x	«ТЗНП_1»	Действие ТЗНП с выдержкой времени Т1 на выходные реле К2.5, К2.6, К3.1 - К3.6
SGR 9/x	«ТЗНП_2»	Действие ТЗНП с выдержкой времени Т2 на выходные реле К2.5, К2.6, К3.1 - К3.6
SGR 10/x	«3Uo»	Действие защиты по напряжению нулевой последовательности с выдержкой времени на выходные реле К2.5, К2.6, К3.1 - К3.6
SGR 11/x	«Неиспр. цепей упр.»	Действие сигнала на выходные реле К2.5, К2.6, К3.1 - К3.6
SGR 12/x	«Реле времени»	Действие сигнала срабатывания встроенного реле времени на выходные реле К2.5, К2.6, К3.1 - К3.6
SGR 13/x	«Отключить II»	Действие сигнала-повторителя реле «Отключить» на выходные реле К2.5, К2.6, К3.1 - К3.6
SGR 14/x	«РПВ I (DS)»	Действие РПВ I с выдержкой времени на возврат 1 с на выходные реле К2.5, К2.6, К3.1 - К3.6
SGR 15/x	«РПО I (DT)»	Действие РПО с выдержкой на возврат 1с на выходные реле К2.5, К2.6, К3.1 - К3.6
SGR 16/x	«Авт-ка вкл.»	Действие сигнала (от АПВ) на выходные реле К2.5, К2.6, К3.1 - К3.6
SGR 17/x	«ДЗ сигн.»	Действие сигнала срабатывания дуговой защиты на выходные реле К2.5, К2.6, К3.1 - К3.6
SGR 18/x	«ДЗ датчик»	Действие сигнала неисправности датчика дуговой защиты на выходные реле К2.5, К2.6, К3.1 - К3.6

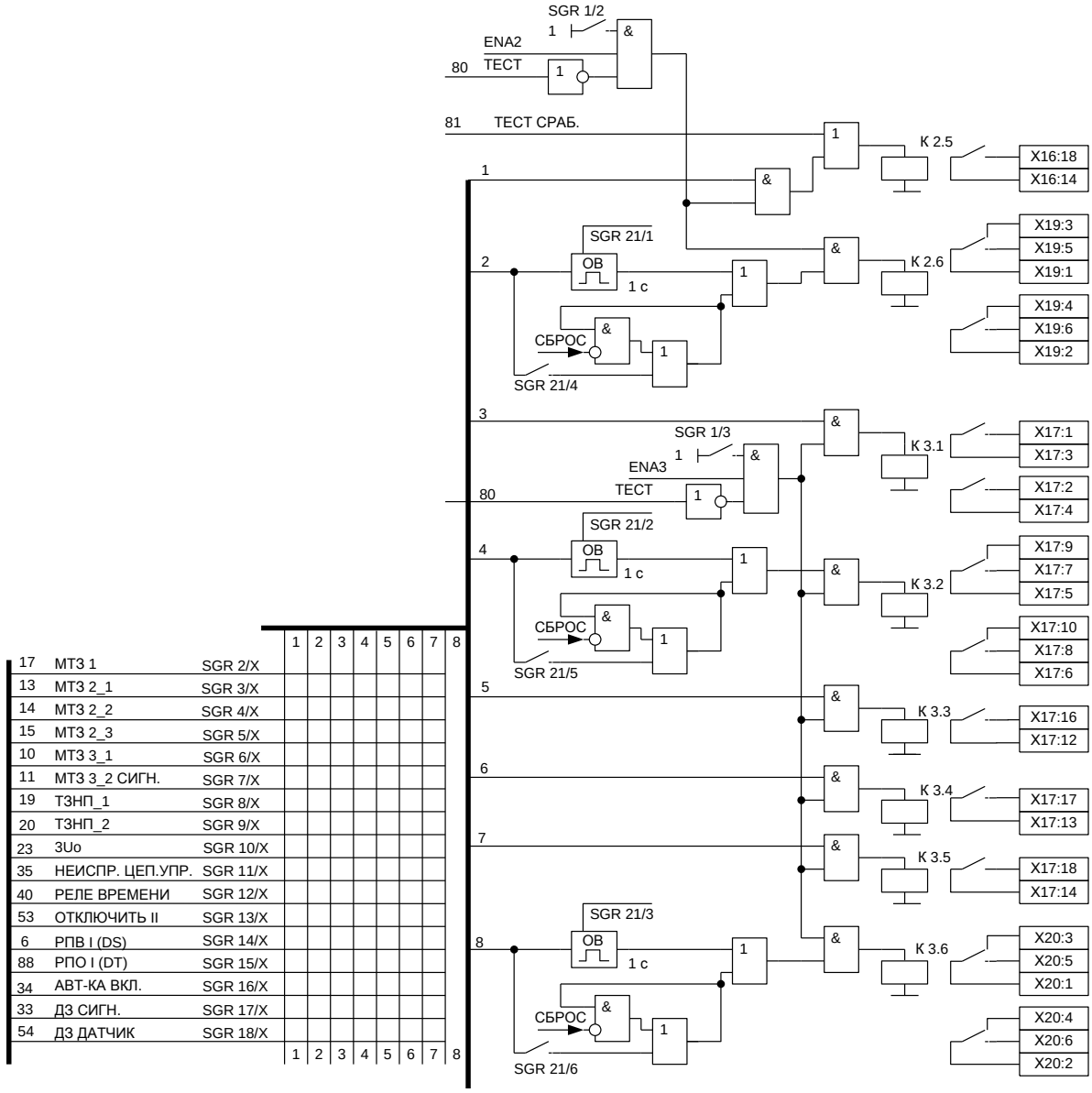


Рисунок 1.4.20 – Выходные реле

ВНИМАНИЕ! Для работы выходных реле блоков 1 - 3 программные ключи SGR 1/1, SGR 1/2, SGR 1/3 должны быть установлены в «1»! (в меню *«Уставки/ Вых.реле/ Действие/ Реле блока 1…3: разрешено»).*

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

Рекомендуется сигнал «Отключить II» вывести на реле К3.3 и использовать для отключения выключателя по второй катушке отключения.

Реле К2.5 рекомендуется использовать для проведения режима тестирования, поэтому его использование для других целей должно быть тщательно выверено.

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.

1.4.8 Цепи сигнализации

1.4.8.1 На рисунке 1.4.21 приведена организация светодиодной сигнализации с использованием матрицы ключей и входные сигналы для матрицы. Два светодиода имеют фиксированное назначение: один обеспечивает сигнализацию неисправности цепей управления (VD15), другой – режим *«Тест»* (VD16).

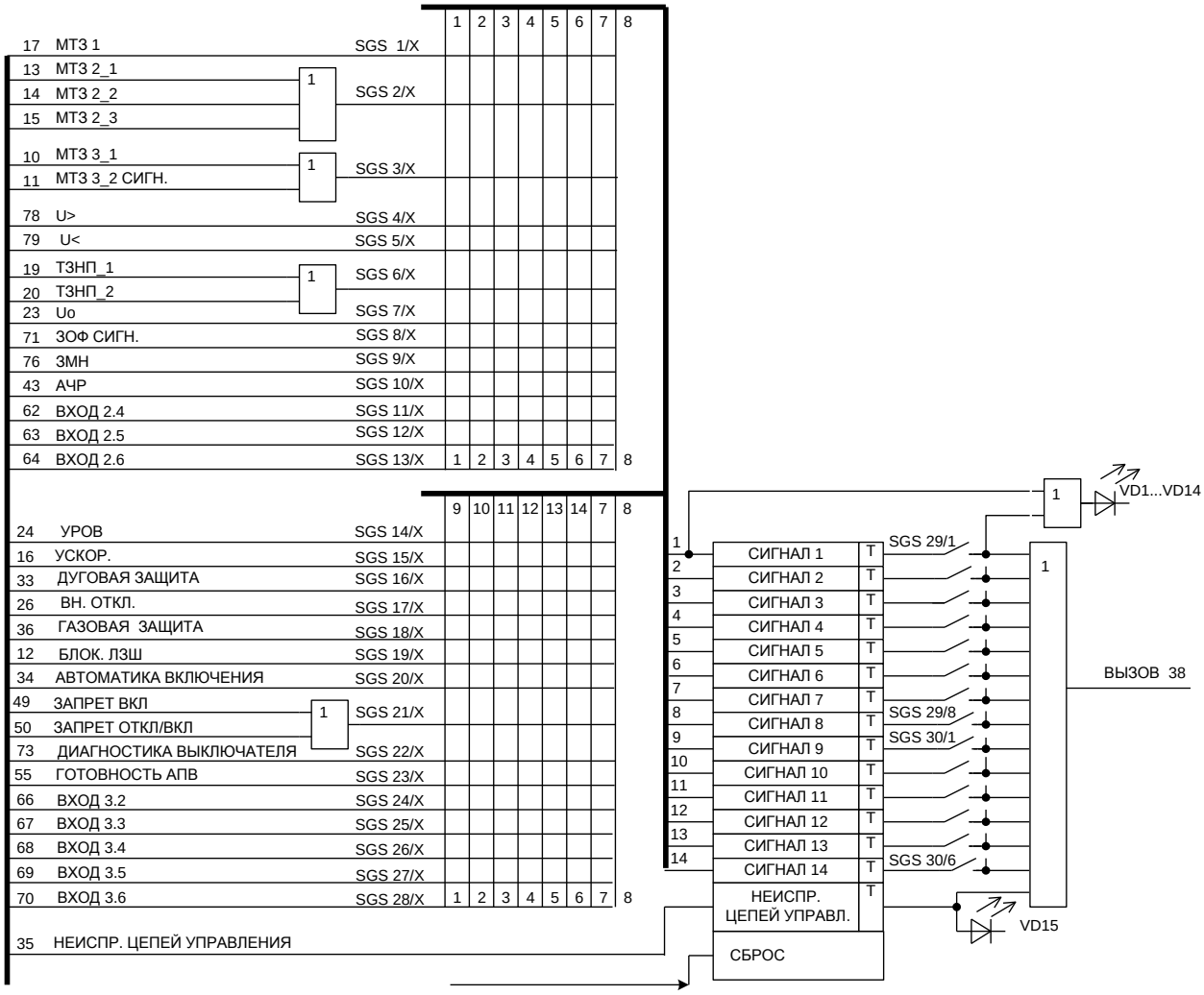


Рисунок 1.4.21 – Светодиодная сигнализация

Предусмотрено действие сигналов на светодиодную сигнализацию с фиксацией и без фиксации. Выбор осуществляется группами программных ключей SGS 29, SGS 30. 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».

Выбор сигналов, действующих на светодиоды, а также выбор светодиодов производится по заданным проектным уставкам или по согласованию с эксплуатацией. Рекомендуется использовать для вывода на светодиоды действие следующих защит: МТЗ 1 (отсечка), МТЗ 2, МТЗ 3, ТЗНП (земляная защита), ЗОФ, УРОВ, ускорение, дуговая защита, АПВ (автоматика включения), внешнее отключение, контроль элегаза, диагностика выключателя, Неисправность цепей управления, Тест (сменные шильдики для маркировки светодиодов имеются в ЗИП).

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.

При одновременном или поочередном пуске нескольких ступеней защит на дисплее отображается сообщение о пуске защиты с наивысшим приоритетом. Если срабатывания

защиты на отключение выключателя не произошло, то сообщение о пуске ступени автоматически сбрасывается при возврате защиты. В таблице 1.4.37 приведены надписи, появляющиеся на ЖКИ при авариях. Надписи расположены в порядке убывания приоритета.

Индикация срабатывания защит осуществляется с указанием поврежденных фаз.

Светодиодная сигнализация выполняется с «памятью», то есть при включении оперативного питания устройств, светодиодная индикация будет восстановлена, воспроизводя сигнализацию срабатывания устройств предыдущей аварийной ситуации. Это значительно облегчает разбор при тяжелых случаях аварии. На ЖКИ также восстановится сообщение о последнем срабатывании защит или действии автоматики (согласно приоритету).

Сброс сигнализации и индикации срабатывания защит и автоматики производится кнопкой «С» на лицевой панели, дистанционно внешней кнопкой, используя сигнал «Сброс сигн.» (SGC 17/x), либо командой по последовательному каналу.

Для объектов без обслуживающего персонала предусмотрен автоматический сброс сигнализации срабатывания функций защит и автоматики при успешном АПВ, для чего необходимо установить программный ключ SGF 15/3 в «1».

Таблица 1.4.37 – Аварийные сообщения

Надпись на дисплее (расположена по приоритету)	**Причина появления**
УРОВ	Срабатывание УРОВ
Отсечка	Срабатывание МТЗ 1
Ускорение	Срабатывание ускорения МТЗ 2
МТЗ 2 ступень	Срабатывание МТЗ 2
ТЗНП	Срабатывание ТЗНП
Дуговая защита отключение	Действие дуговой защиты на отключение
МТЗ 3 ступень	Срабатывание МТЗ 3
Газовая защита	Действие газовой защиты
Внешнее откл.	Отключение от внешних устройств без АПВ
Земля в сети	Срабатывание органа 3U0
ЗОФ	Срабатывание защиты от обрыва фаз
ЗМН	Действие защиты минимального напряжения
АЧР	Действие АЧР/противоаварийной автоматики на отключение выключателя
Давление элегаза Запрет откл/вкл.	Запрет отключения и включения от внешнего сигнала (Снижение давления элегаза или отсутствие ШУ)
Дуговая защита сигнал	Действие дуговой защиты на сигнал
Вкл по АВР	Автоматика включения резерва
АПВ	Действие АПВ на включение выключателя
Давление элегаза Запрет вкл.	Запрет включения от внешнего сигнала (Снижение давления элегаза или отсутствие ШУ)
Неиспр.цепей упр	Неисправность цепей управления выключателя
Диаг.выключателя	Износ ресурса выключателя или несоответствие времён включения/отключения

1.4.8.2 При обнаружении внутренней неисправности в устройствах система самодиагностики выдает сигнал, который приводит к возврату выходного реле К1.5 «Неисправность», нормально подтянутого при исправных устройствах, а также загоранию светодиодного индикатора Неиспр. на лицевой панели. Реле «неисправность» подает предупредительный сигнал в схему центральной сигнализации и на загорание сигнальной лампы на двери ячейки КРУ.

1.4.8.3 Схема предупредительной сигнализации (рисунок 1.4.22) имеет две группы сигналов действующих на выходное реле К2.3 «ПРЕДУПР.».

Одна группа сигналов действует с выдержкой времени порядка 10 с при:

– неисправности (длительное действие) датчика дуговой защиты;

– обнаружении неисправности выключателя с помощью схемы функционального контроля;

– обнаружении неисправности цепей управления (через 10 с);

– действии газовой защиты на сигнализацию.

Другая группа – в соответствии с уставкой по времени при:

– выявлении неисправности диагностикой выключателя;

– срабатывании МТЗ 3_1 с независимой выдержкой (SGF 14/1=1);

– срабатывании МТЗ 3_2 сигн. с зависимой выдержкой времени (SGF 14/2=1);

– срабатывании ТЗНП_1 с независимой выдержкой (SGF 14/3=1);

– срабатывании ТЗНП_2 с зависимой выдержкой времени (SGF 14/4=1);

– срабатывании органа 3U0 (SGF 14/5=1);

– срабатывании защиты от обрыва фаз (SGF 14/6=1).

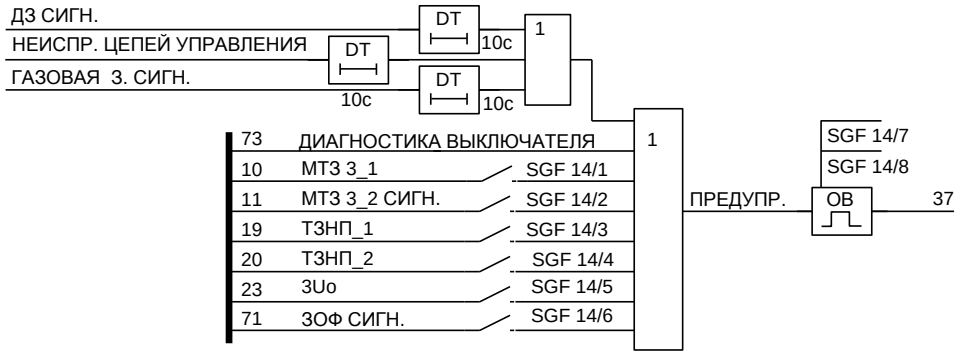


Рисунок 1.4.22 – Схема предупредительной сигнализации

Таблица 1.4.38 – Назначение программных ключей SGF 14

№ ключа в SGF 14	Назначение ключа	Состояние ключа	Значение
1	МТЗ третьей ступени с первой выдержкой времени	0	Не действует
		1	Действует
2	МТЗ третьей ступени со второй выдержкой времени	0	Не действует
		1	Действует
3	ТЗНП с первой выдержкой времени	0	Не действует
		1	Действует
4	ТЗНП со второй выдержкой времени	0	Не действует
		1	Действует
5	Защита от замыкания на землю	0	Не действует
		1	Действует
6	Защита от обрыва фаз	0	Не действует
		1	Действует
7, 8	Выбор длительности срабатывания реле предупредительной сигнализации	00	Длительно
		10	1 с
		01	10 с
		11	Длительно

Выходное реле предупредительной сигнализации может быть применено в различных режимах работы, которые задаются программными ключами SGF 14/7 и SGF 14/8

(таблица 1.4.38). Предусмотрено замыкание контактов на 1 с, 10 с и длительно. Использование таких режимов позволяет в ряде случаев отказаться от реле импульсной сигнализации.

1.4.8.4 Сигнал аварийного отключения (рисунок 1.4.23) вырабатывается после аварийного отключения выключателя при обнаружении цепи несоответствия. Организуется мигание лампы отключенного положения выключателя. Режим работы выходного реле аварийной сигнализации задается программными ключами SGF 15/1 и SGF 15/2 (таблица 1.4.39). Сигнал аварийного отключения выключателя блокируется при действии системной автоматики АЧР.

Таблица 1.4.39 – Назначение программных ключей аварийной сигнализации

№ ключа в SGF 15	**Назначение ключа**	**Состояние ключа**	**Значение**
1, 2	Выбор длительности срабатывания реле аварийной сигнализации	00	Длительно
		10	1 с
		01	10 с
		11	Длительно
3	Сброс при успешном АПВ	0	Не выполняется
		1	Выполняется
4	Дискретный вход «Сброс сигнализации» на сброс сигнализации	0	Не действует
		1	Действует
5 - 8	Не используются		

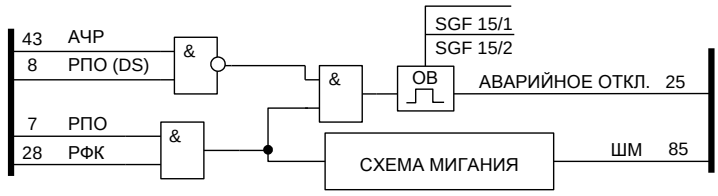


Рисунок 1.4.23 – Схема аварийного отключения

1.4.8.5 В устройствах предусмотрено двухпозиционное реле (РФК) для фиксации оперативных команд «включение» и «отключение» выключателя (ключами или через АСУ).

Реле РФК фиксирует последнюю поданную команду на управление выключателем. Срабатывание реле РФК производится по команде «включить», а возврат – по команде «отключить». Переключающие контакты реле используются как в цепях сигнализации, так и в цепях организации мигания ламп, положения выключателя при аварийных отключениях выключателя или неуспешных операциях включения/отключения. Перефиксация реле РФК (то есть переведение его в состояние, соответствующее положению выключателя) после подобных событий, а также съем мигания ламп положения выключателя производится подачей команды с ключа управления, внешней кнопкой «Съём мигания» или по последовательному каналу (только в режиме управления выключателем «дистанционное»).

1.4.9 Уставки

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

1.4.10 Регистрация событий

Регистрируемые параметры для конкретного типоисполнения устройства ТОР 200 хранятся в энергонезависимой памяти устройств и сохраняются сколь угодно долго, даже при потере питания.

Устройства ТОР 200 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 меню «*Регистрация*» отображаются зарегистрированные аналоговые и дискретные события. 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».

В таблице 1.4.40 приведен перечень регистрируемых параметров. Просмотреть зарегистрированные параметры можно через ИМЧ в пункте меню *«Регистрация»*.

Таблица 1.4.40 – Перечень регистрируемых параметров ТОР 200 Л 22

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: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 600А	Ток фазы А в первичных величинах в момент аварии (в момент отключения, а если не было отключения – в момент пуска ступени защит), А	От 0 до 50 I_N
Регистрация Аналог.значений Ток фазы В 600А	Ток фазы В в первичных значениях в момент пуска/срабатывания защит (аналогично току фазы А), А	От 0 до 50 I_N
Регистрация Аналог.значений Ток фазы С 600А	Ток фазы С в первичных значениях, в момент пуска/срабатывания защит (аналогично току фазы А), А	От 0 до 50 I_N
Регистрация Аналог.значений Ток 3Io 1А	Ток нулевой последовательности в первичных значениях, в момент пуска/срабатывания защит (аналогично току фазы А), А	От 0 до 25 I_N

Надпись на дисплее	Зарегистрированный параметр	Диапазон
Регистрация Аналог.значений Ток I2 1A	Величина тока I2 в первичных значениях, в момент пуска/срабатывания защит, А	От 0 до 50 I_N
Регистрация Аналог.значений Небаланс 10 %	Величина тока небаланса в процентах в момент пуска/ срабатывания защит, %	От 0 до 100
Регистрация Аналог.значений Напряж. Uab 6300 В	Междуфазное напряжение Uab в первичных значениях, в момент аварии (в момент отключения, а если не было отключения – в момент пуска ступени защит), В	От 0 до 2 U_N
Регистрация Аналог.значений Напряж. Ubc 6300 В	Междуфазное напряжение Ubc в первичных значениях, в момент пуска/срабатывания защит (аналогично Uab), В	От 0 до 2 U_N
Регистрация Аналог.значений Напряж. Uca 6300 В	Междуфазное напряжение Uca в первичных значениях, в момент пуска/срабатывания защит (аналогично Uab), В	От 0 до 2 U_N
Регистрация Аналог.значений Напряж. 3Uo 30 В	Напряжение нулевой последовательности в момент пуска/срабатывания защит (аналогично Uab), В	От 0 до 2 U_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, часы, минуты;секунды, миллисекунды	00.00;00.000… 24.59;59.999
Регистрация Событий:0	Данные 250 последних дискретных событий (пример)[1)]	
Регистрация Событий 1.День-мес-год чч:сс:мс	Дата начала дискретного события №1 Время начала дискретного события (до миллисекунд)	01-01-00…31-12-99 00:00:00…23:59:59
Регистрация Событий РКВ установл.	Текстовое название события, вызвавшего регистрацию	
Регистрация Осциллогр.:0	Данные 10 последних осциллограмм	
Регистрация Осциллограмм 1.День-мес-год чч:сс:мс	Дата начала записи №1 встроенного осциллографа Время начала записи (до миллисекунд)	01-01-00…31-12-99 00:00:00…23:59:59
Регистрация Выключатель	Данные по износу выключателя на момент просмотра	
Регистрация Выключатель Износ фазы A: 20.5%	Степень износа выключателя по фазе А, %	От 0 до 100
Регистрация Выключатель Износ фазы B: 40.0%	Степень износа выключателя по фазе В, %	От 0 до 100
Регистрация Выключатель Износ фазы C: 25.0%	Степень износа выключателя по фазе С, %	От 0 до 100
Регистрация Выключатель Циклов откл.: 50	Суммарное количество произведенных отключений	От 0 до 60000
Регистрация Выключатель Время откл.: 0.1с	Длительность последнего произведенного отключения, с	

Надпись на дисплее	Зарегистрированный параметр	Диапазон
Регистрация Выключатель Время вкл.: 0.1с	Длительность последнего произведенного включения, с	
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	
[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.		

1.4.11 Осциллографирование

Осциллографирование производится с частотой 200, 800 или 1600 Гц. Использование режима осциллографирования задается вручную посредством кнопок управления и ЖКИ или с помощью программы конфигурации терминала. Количество осциллографируемых аналоговых сигналов (от 1 до 15) 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 0,4 с для 200 Гц, 0,1 с для режима 800 Гц и 0,05 с для 1600 Гц. Длительность доаварийной части устанавливается пользователем и составляет от 2 до 100 блоков, длительность послеаварийной части регулируется до 250 блоков. Максимальное количество осциллограмм, хранящихся в памяти – 250. При переполнении памяти самая старая осциллограмма стирается (если используется режим *«перезапись»*). Алгоритм работы исключает наличие «мёртвой зоны».

Хранение осциллограмм производится в энергонезависимой памяти. Чтение их производится специальным ПО, а просмотр возможен любым ПО, поддерживающим COMTRADE формат.

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 12301-2006, защищающую устройства 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 устройств 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 Измерение параметров, регулировка и настройка

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	↓	– " –

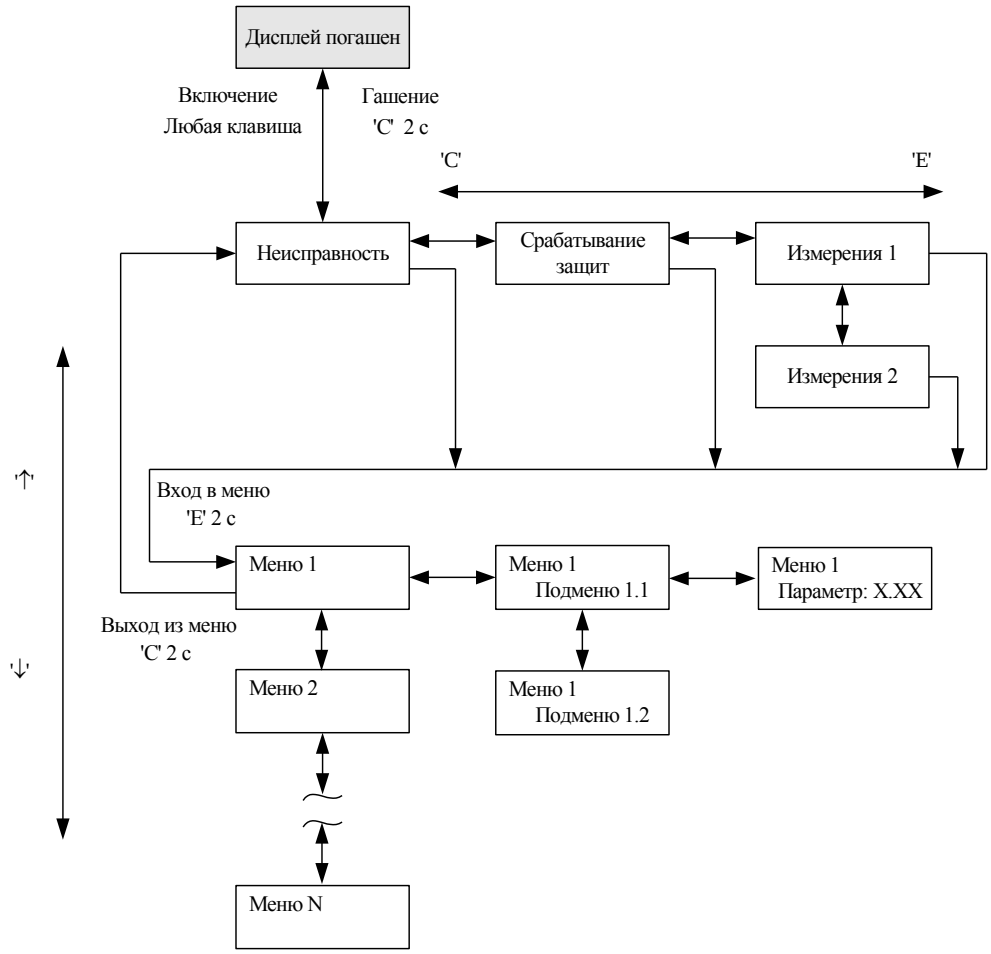


Рисунок 2.3.1 – Действия, осуществляемые кнопками, при движении по меню

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 1.4.10. 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	E	Нажатие на 2 с
Выход из режима изменения уставки без сохранения отредактированного значения	C	Нажатие на 1 с
Выбор цифры для редактирования (поочередно)	E	Нажатие на время <0,5 с
Увеличение редактируемой цифры/параметра	↑	– " –
Уменьшение редактируемой цифры/параметра	↓	– " –
Быстрое увеличение редактируемой цифры/параметра	↑	Длительное нажатие
Быстрое уменьшение редактируемой цифры/параметра	↓	– " –

Конфигурация входных дискретных сигналов (входы 2.1-2.6, входы 3.1-3.6) производится при помощи меню следующим образом (рисунок 2.3.3 и рисунок 2.3.4):

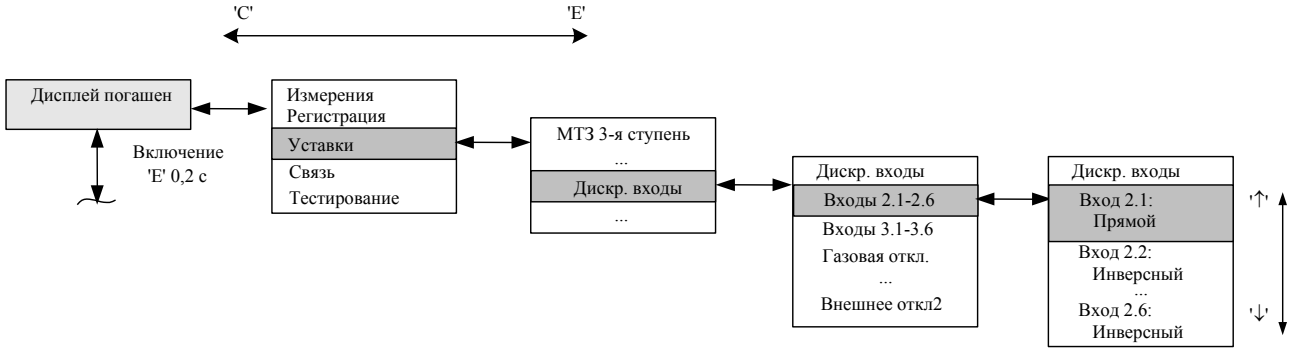


Рисунок 2.3.3 – Настройка инверсии дискретных входов

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.

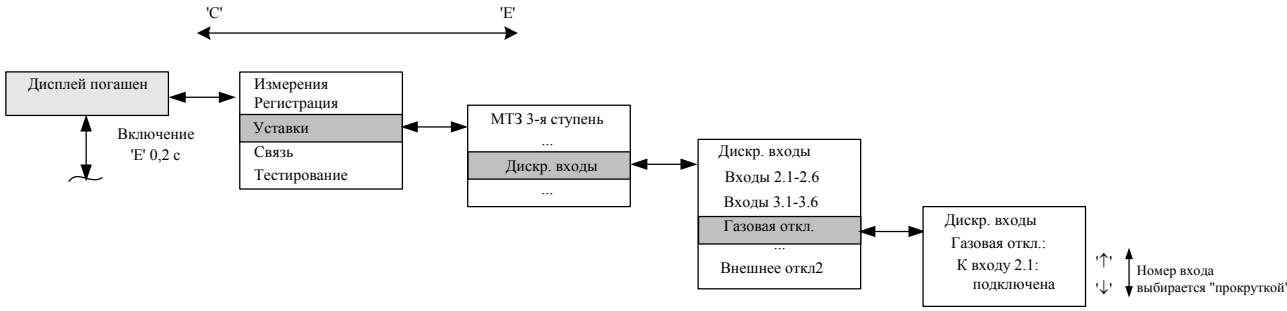


Рисунок 2.3.4 – Подключение сигналов к дискретным входам

Примечание к рисунку 2.3.4 – Назначение каждого конфигурируемого входа определяется установкой курсора на нужную позицию (в примере – это «Газовая откл.»), а затем, выбором опции «подключено», «не подключено» (в примере «Газовая откл.» подключена к входу 2.1).

Конфигурация выходных реле К2.5, К2.6, К3.1-К3.6 производится пользователем аналогично вышеприведенному. Кроме того, имеется возможность ввести в действие (вывести из действия) каждый из блоков выходных реле по отдельности, рисунок 2.3.5.

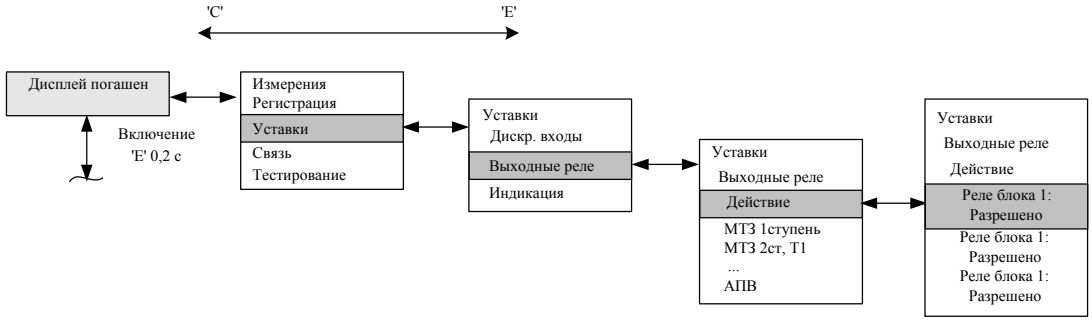


Рисунок 2.3.5 – Настройка блоков выходных реле

2.3.1.5 Тестирование

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

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

2.3.1.6 Параметры последовательной связи

В меню *«Связь»* 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.

2.3.1.7 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.

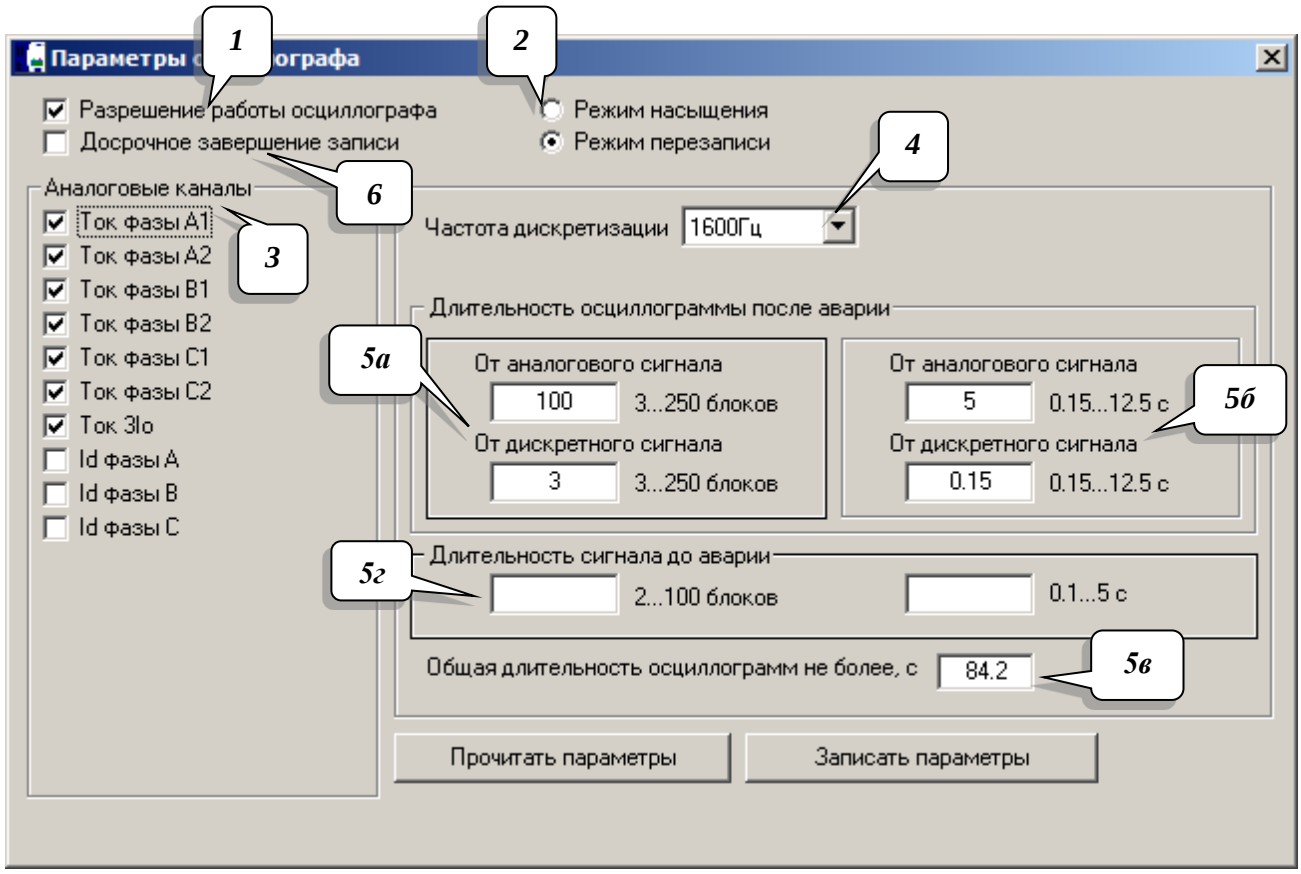


Рисунок 2.3.6 – Параметры осциллографа в программе «ТЕКОМ»

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, то есть 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 четырёх участков. Участки 5а и 5б взаимосвязаны и позволяют задать длительность записи аварийного процесса в блоках или в секундах соответственно. Длительности записей при пусках от аналоговых и дискретных сигналов могут быть 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 один аварийный блок.

Досрочное завершение осциллограммы производится только после записи первого и каждого последующего блока.

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

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

В 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 2.7.1)		
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	8 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 пусков осциллографа от третьей ступени МТЗ		
Пуск при запуске третьей ступени МТЗ	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск при срабатывании выдержки времени Т1	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск при срабатывании выдержки времени Т2	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Маска пусков осциллографа от второй ступени МТЗ		
Пуск при запуске второй ступени МТЗ	Разрешен	Запрещен/Разрешен
Пуск при срабатывании выдержки времени Т1	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск при срабатывании выдержки времени Т2	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск при срабатывании выдержки времени Т3	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск при срабатывании ускорения	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Маска пусков осциллографа от первой ступени МТЗ		
Пуск при запуске первой ступени МТЗ	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск при срабатывании первой ступени МТЗ	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Маска пусков 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 пусков осциллографа от ЗОФ		
Пуск при запуске ЗОФ	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск при срабатывании ЗОФ	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Маска пусков осциллографа от органа мин. напряжения		
Пуск при запуске органа мин. напряжения	Разрешен	Запрещен/Разрешен
Пуск при срабатывании ступени органа мин. напряжения	Запрещен	

Параметры осциллографа	Заводская уставка	Диапазон
		Запрещен/Разрешен
Маска пусков осциллографа от органа макс. напряжения		
Пуск при запуске органа макс. напряжения	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск при срабатывании органа макс. напряжения	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Маска пусков осциллографа от Uлинии		
Пуск при запуске ступени U линии	Разрешен	Запрещен/Разрешен
Пуск при срабатывании ступени U линии	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Маска пусков осциллографа от органа 3U0		
Пуск при запуске органа 3U0	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск при срабатывании органа 3U0	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Маска 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
Маска пусков осциллографа от входов 2.1 - 2.6		
Пуск от входа 2.1	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск от входа 2.2	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск от входа 2.3	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск от входа 2.4	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск от входа 2.5	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск от входа 2.6	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Маска пусков осциллографа от входов 3.1 - 3.6		
Пуск от входа 3.1	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск от входа 3.2	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск от входа 3.3	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск от входа 3.4	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск от входа 3.5	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Пуск от входа 3.6	Запрещен	Запрещен/Разрешен
Маска пусков осциллографа от АПВ		
Пуск от сигнала АПВ	Запрещен	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
Выбор пуска от входов 2.1 - 2.6		
Пуск от входа 2.1	По фронту	По фронту/ По срезу
Пуск от входа 2.2	По фронту	По фронту/ По срезу
Пуск от входа 2.3	По фронту	По фронту/ По срезу
Пуск от входа 2.4	По фронту	По фронту/ По срезу
Пуск от входа 2.5	По фронту	По фронту/ По срезу
Пуск от входа 2.6	По фронту	По фронту/ По срезу
Выбор пуска от входов 3.1 - 3.6		
Пуск от входа 3.1	По фронту	По фронту/ По срезу
Пуск от входа 3.2	По фронту	По фронту/ По срезу

Параметры осциллографа	Заводская уставка	Диапазон
Пуск от входа 3.3	По фронту	По фронту/ По срезу
Пуск от входа 3.4	По фронту	По фронту/ По срезу
Пуск от входа 3.5	По фронту	По фронту/ По срезу
Пуск от входа 3.6	По фронту	По фронту/ По срезу

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 программного обеспечения (направленные, дистанционные и дифференциальные защиты).

2.4.2 Выбор уставок защит

Подробное описание расчета уставок защит и конфигурации автоматики смотрите в документе АИПБ.656122.005 РРУ.

2.4.3 Настройка функции ОМП

Подробное описание расчета коэффициентов функции определения места повреждения приведено в приложении И. ПО для расчета и записи коэффициентов в терминал бесплатно поставляется по запросу.

2.5 Рекомендации по настройке диагностики ресурса выключателя

Функция диагностики выключателя в терминалах ТОР 200 предназначена для расчета ресурса по механической и коммутационной стойкости, а также собственного времени включения и отключения выключателя.

2.5.1 Расчет ресурса механической стойкости выключателя

Расчет ресурса по механической стойкости сводится к подсчету циклов «включение – произвольная пауза – отключение» выключателя. Счетчик прибавляется на единицу после очередного отключения выключателя.

Регистратор фиксирует число отработанных выключателем циклов. Это значение может редактироваться вручную для установки начальных условий параметров выключателя.

2.5.2 Расчет ресурса коммутационной стойкости выключателя

Расчет ресурса по коммутационной стойкости выключателя производится пофазно в момент отключения выключателя. Зависимость ресурса по коммутационной стойкости от коммутируемого тока, находится по заданной характеристике $N = f\,(I_{откл})$. Далее рассчитывается «выработанный» ресурс за коммутацию.

Характеристика $N = f\,(I_{откл})$ может быть задана как одиннадцатью (рисунок 2.5.1), так и двумя точками (рисунок 2.5.2).

Характеристика $N = f\,(I_{откл})$ задана одиннадцатью точками, условно разбита на три участка:

– первый участок, если $I_{откл} > I_2$, то $N = N_1$;
– второй участок, если $I_2 \geq I_{откл} > I_3$, то $N = N_2$; если $I_3 \geq I_{откл} > I_4$, то $N = N_3$ и т.д;
– третий участок, если $I_{откл} < 0{,}33\ I_{11}$, то $N = \infty$.

Характеристика зависимости ресурса по коммутационной стойкости от коммутируемого тока $N = f\,(I_{откл})$ приведена на рисунке 2.5.2, где $I_{n\ откл}$ – номинальный ток отключения выключателя; I_n – номинальный ток выключателя; $N_{откл1}$ – допустимое число операций отключения номинального тока отключения выключателя; $N_{откл2}$ – допустимое число операций отключения номинального тока выключателя.

Характеристика $N = f\,(I_{откл})$ заданная двумя точками, условно разбита на четыре участка:

– первый участок, если $I_{откл} > 0{,}6\ I_{n\ откл}$, то $N = N_{откл1}$;
– второй участок, если $0{,}6\ I_{n\ откл} \geq I_{откл} > 0{,}3\ I_{n\ откл}$, то $N = 1{,}7\ N_{откл1}$;
– третий участок, если $0{,}3\ I_{n\ откл} \geq I_{откл} > 0{,}33\ I_n$, то $N = N_{откл2}$;
– четвертый участок, если $I_{откл} < 0{,}33\ I_{11}$, $N = \infty$.

Регистратор фиксирует величину “выработанного” ресурса по коммутационной стойкости пофазно в процентах. Эти значения могут редактироваться вручную, для установки начальных условий параметров выключателя.

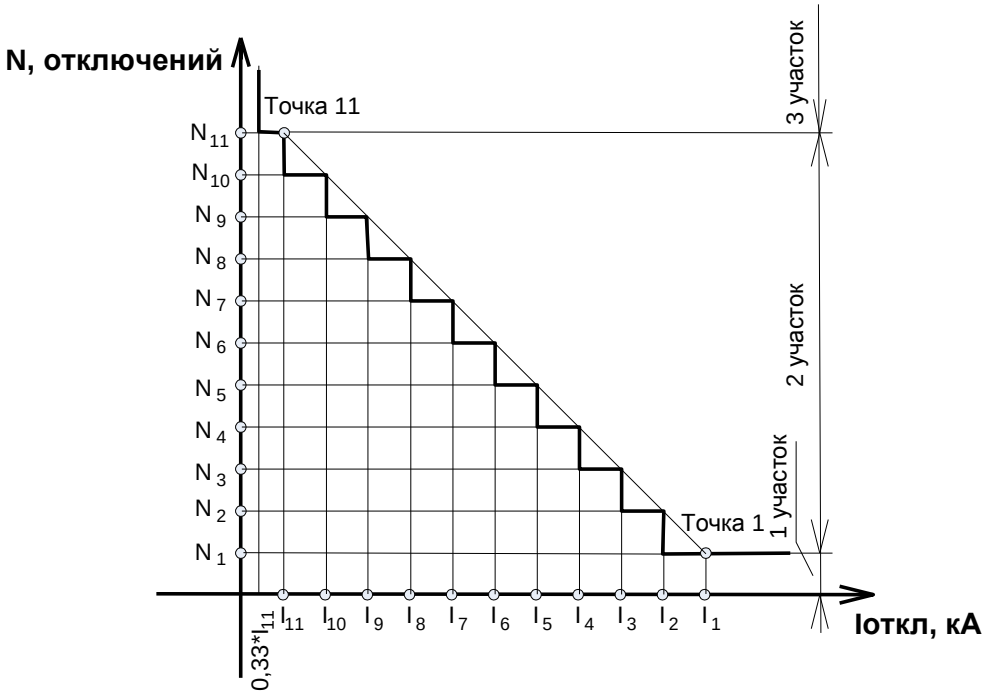


Рисунок 2.5.1 – Характеристика зависимости $N = f\,(I_{откл})$

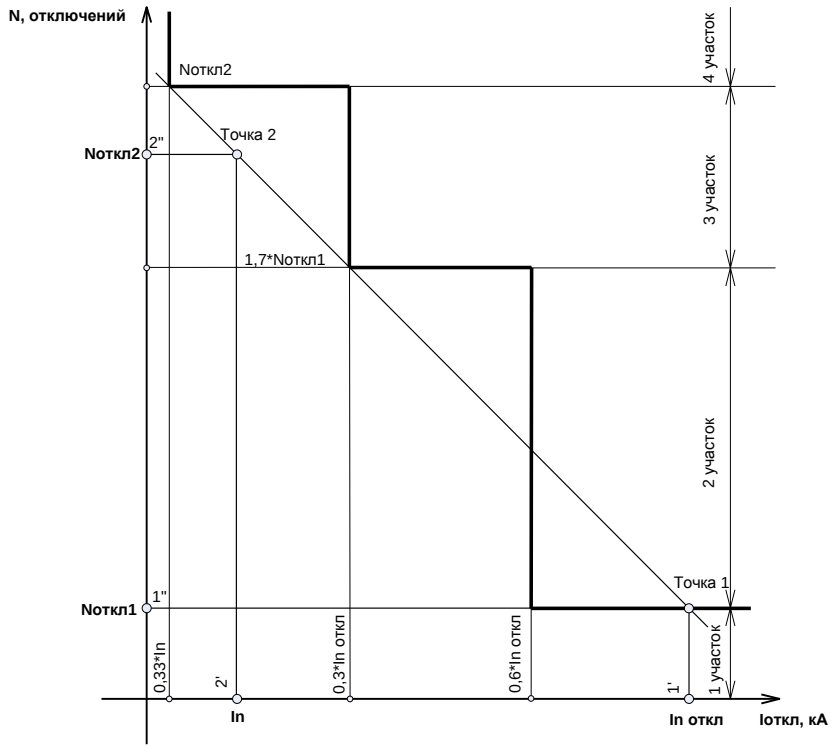


Рисунок 2.5.2 - Характеристика зависимости $N = f\,(I_{откл})$

2.5.3 Расчет собственного времени включения и отключения выключателя

Замер времени включения и отключения выключателя производиться по факту изменения состояния сигналов на входе РПО и РПВ. Расчет собственного времени включения и отключения выключателя производиться с учетом срабатывания/возврата дискретных входов РПО и РПВ.

Следует учесть, что если выключатель находится в неопределенном состоянии более чем (1 - 2) с, то таймер останавливается, а сигнал от функции диагностики выключателя не будет действовать на сигнализацию. Это сделано для того, чтобы избежать ложного срабатывания сигнализации при выводе автомата шины питания.

Регистратор фиксирует собственное время включения и отключения выключателя в секундах. Эти значения не редактируются вручную.

2.5.4 Мониторинг параметров

Мониторинг вышеописанных параметров можно осуществлять через:

– ИЧМ терминала: *«Путь: Регистрация / Выключатель/»*;
– программу «ТЕКОМ»;
– по протоколу связи через АСУ.

2.5.5 Конфигурирование параметров функции диагностики выключателя

Сконфигурировать параметры функции диагностики выключателя можно через ИЧМ или «ТЕКОМ».

Параметры конфигурирования следующие:

– ключ ввода функции диагностики выключателя в работу;
– сигнализация пофазной выработки ресурса коммутационной стойкости. Диапазон от 40 до 100 %;
– сигнализация выработки ресурса механической стойкости. Диапазон от 0 до 60000 циклов;
– сигнализация превышения времени включения выключателя. Диапазон от 0 до 1 с;
– сигнализация превышения времени отключения выключателя. Диапазон от 0 до 1 с;
– ток отключения выключателя в точке характеристики. Диапазон от 0 до 63 кА;
– допустимое число операций отключения выключателя. Диапазон в первой точке характеристики от 0 до 30000 операций, для остальных точек от 0 до 60000 операций.
– Работа функции по характеристике $N = f\,(I_{откл})$ заданной двумя точками. Для корректной работы должны быть заданы только первые две точки, остальные с третьей по 11 равны нулю (признак работы с характеристикой заданной по двум точкам)! Значения токов и чисел допустимого количества отключений должны быть следующими: $I_n < 0{,}3\,I_{n\ откл}$, $N_{откл.2} > 1{,}7\,N_{откл.1}$. Если это условие не выполняется, то целесообразнее задать характеристику по 11 точкам.
– Работа функции по характеристике $N = f\,(I_{откл})$ заданной 11 точками. Для корректной работы должны быть заданы все 11 точек! Значения токов от I_1 до I_{11} и чисел допустимого количества отключений от N_1 до N_{11} в точках должны быть следующими: $I_1 \geq I_2 \geq ... \geq I_{11}$, $N_1 \leq N_2 \leq \ \ldots \leq \ N_{11}$.
– Алгоритм не предусматривает интерполяцию промежуточных значений.

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 200 Л 22 XXXX М имеют увеличенный цикл ТО.

Таблица 3.3.1 – Периодичность проведения ТО

Исполнение терминала ТОР 200	**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
Л 22 XXXX	6	Н	К1	-	-	К	-	В	-	К	-	К	-	В	-	К	-	К	-	В	-	К	-	К	-	В	-
Л 22 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 режим *«Тесты ИО»*, который обеспечивает проверки выставленных уставок ступеней защит (ИО) по току, напряжению и времени подачей входной величины. Методика проверки следующая: выбирается ступень защиты, устанавливается режим *«введён»* и подаётся входная величина. На подачу входной величины реагирует только данная ступень, действие которой выводится на реле «Тест».

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.

Для проверки взаимодействия ИО и цепей автоматики, сигнализации, управления рекомендуется использовать режим *«Тест логики»*. В этом режиме имитируется подача аварийных значений воздействующих величин на измерительные входы, причём функциональная схема (действие ступеней защит, выдержек времени, выходных реле, сигнализации, регистрации и т.д.) работает полностью. Перед подачей воздействия необходимо установить в меню уровни аварийных величин токов и напряжений с введением пароля. Для выполнения теста выбрать в меню «выполнить» и нажать кнопку «Е». Аварийные величины имитируются только во время нажатия копки «Е». По загоранию светодиодов, действию выходных реле определяется правильность работы устройства.

Выход из режима выполнения функциональных тестов аналогичен выходу из режима изменения уставок без сохранения.

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

ВНИМАНИЕ!

1) В режиме тестирования *«Тесты ИО»* запрещается действие всех выходных реле (кроме реле «Тест»).

2) Режим тестирования *«Тесты ИО»* не приводит к изменению состояния программных ключей функциональной схемы, поэтому при выходе из режима тестирования нет необходимости устанавливать их вновь.

3) 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 - Х0:2, ф. В - Х0:5, ф. С - Х0:8, 0 - Х0:1, Х0:4, Х0:7, а цепи останова миллисекундомера - к выходному реле К.2.14 «Тест» - Х19:16 и Х19:18.

Источник регулируемого напряжения подключить к клеммам ф. А - Х0:13 и Х0:18, ф. В - Х0:14 и Х0:15, ф. С - Х0:16 и Х0:17 (предварительно откинув цепи напряжения), согласно приложению В – расположение клемм может отличаться в зависимости от типоисполнения терминала;

3) выбрать в основном меню режим *«Тестирование/ Тесты ИО/ Тесты разрешены»*;

4) выбрать проверяемую ступень защит (к примеру, МТЗ 2 – введён);

5) плавно снижая напряжение, добиться пуска ступени защиты, определяемому по срабатыванию выходного реле «Тест»;

6) проверка напряжения возврата производится при плавном увеличении входного 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 4 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:

Проверка «фазировки» (полярности подключения) измерительных цепей.

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/ МТЗ, угол φb: 45°»);*

3) подать синфазные токи и напряжения с помощью испытательной установки (угол между фазами токов и напряжений равен 0 °);

4) посмотреть в меню терминала измеренные значения углов: *«Измерения/ Углы\Направлен./ Угол (Ia,Ubc): 90°,… / Угол (Ic,Uab): 90°,…/ Угол (Io,Uo): 90°,…, / Угол(Uab,Ubc): 120°»*.

5) посмотреть в меню терминала измеренные значения направления мощности: *«Измерения/ Углы\Направлен./ Напр.(Ia,Ubc1): прямое, …/ Напр.(Ic,Uab1): прямое»*.

6) при несовпадении показаний терминала с вышеприведенными перепроверить подключение измерительных цепей к терминалу.

7) проверка «фазировки» измерительных цепей «земляных» защит проводить аналогично, с учетом соответствующих пунктов меню терминала.

Проверка зоны срабатывания выполняется в следующей последовательности:

1) выполнить мероприятия с 1 по 4 пункт 3.3.3.2 с соблюдением полярности;

2) подать напряжение 100 В с помощью испытательной установки (необходимо учитывать способ подключения цепей напряжения – в «звезду» или в «треугольник»);

3) выставить ток уставки на испытательном оборудовании;

4) с помощью фазорегулятора изменять угол между током и напряжением до срабатывания реле.

В процессе проверки необходимо измерить два угла, при которых происходит срабатывание. Зона срабатывания реле должна быть равна 170 °.

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 $К_{тт}$ находится делением подаваемого тока (3 А) 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 Проверка тока срабатывания защиты от замыкания на землю на высших гармониках.

Настройка и проверка всех терминалов секции или распредустройства производится в следующей последовательности:

1) подать оперативное питание на устройства ТОР. Проверить целостность подключения вторичных цепей от ТТНП;

2) в меню выбрать режим работы ТЗНП по высшим гармоникам;

3) подключить источник тока переменной частоты (типа РЕТОМ 41М или другой источник) для подачи тока через ТТНП;

4) на ЖКИ установить режим измерения на дисплее тока нулевой последовательности 3I0;

5) от источника тока подать через ТТНП ток 1,67 А частотой 350 Гц. По индикатору проверить показания величины измеряемого вторичного тока устройством, которое должно быть в пределах от 0,9 до 1,1 А (I_N = 1 А).

Важно, чтобы все устройства на секции калибровались и проверялись на одной и той же величине тока и измерения проводились аналогичными типами приборов. Для регулировки измеряемой величины рекомендуется изменять коэффициент трансформации защиты от замыканий на землю.

При установке уставки первичного тока срабатывания защиты следует учесть, что значение уставки дается во вторичных величинах по отношению к номинальному току входа 1 А.

3.3.3.7 Проверку времени срабатывания ступеней защит, действующих на отключение, допускается производить двумя путями: в режиме *«Тест ИО»* и в штатном режиме. В штатном режиме цепи останова миллисекундомера подключаются к контактам выходного реле «Отключить», в тестовом режиме – к реле «Тест».

Измерение времени действия ступеней защит, действующих на сигнал, рекомендуется проводить в режиме *«Тест ИО»*.

3.3.3.8 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.

3.3.4 Методика проверки в режиме *«Тест логики»*

Проверка взаимодействия ИО и логических цепей должна осуществляться имитацией сигналов срабатывания ИО путем перевода устройства в режим тестовой проверки «Тест логики». Контроль выходной реакции устройств, являющейся результатом взаимодействия ИО и логических цепей, должен осуществляться путем контроля состояния сигнализации и выходных реле.

Ниже приводится пример с пошаговой проверкой работы функции АПВ после отключения от срабатывания МТЗ. Проверка начинается с выставления уставок защит, конфигурации светодиодной сигнализации, АПВ и пр., и заканчивается снятием данных со встроенного регистратора. Для примера будет использоваться терминал ТОР 200 Л 22 с заводскими уставками и с очищенной памятью регистратора. Терминал может находиться как в составе шкафа (ячейки) со всеми необходимыми ключами, так и отдельно с подключенным питанием и схемой эмуляции работы выключателя.

3.3.4.1 Выставление уставок МТЗ

Выставить уставку по току первой ступени МТЗ равной 5 А, уставку по времени – 50 мс. Дополнительно ввести пуск по напряжению. Действие МТЗ установить ненаправленным. Для этого необходимо войти в пункт меню *«Уставки»* и выставить следующие параметры:

- */ МТЗ 3 ступень / Защита: выведена;*
- */ МТЗ 2 ступень / Защита: выведена;*
- */ МТЗ 1 ступень:*
- */ Защита: введена;*
    - */ Действие: ненаправленное;*
    - */ Iср., прямое: 5,00 А;*
    - */ Т1, прямое: 0,05 с;*
    - */ Блокировка: введена;*
    - */ Удвоение: выведено;*
    - остальные параметры оставить по умолчанию.
- */ ЗОФ I2 / Защита: выведена;*
- */ ЗОФ Id / Защита: выведена.*

Токовые защиты сконфигурированы.

3.3.4.2 Выставление уставок по напряжению

Для пуска по напряжению токовой защиты использовать встроенный орган минимального напряжения. Выбрать уставку по напряжению в 10 В, выдержку времени 50 мс следующим образом.

Выставить в пункте меню *«Уставки»*:

- */ Орган мин. напряжения:*

- / Защита: введена;
- / Напряж.сраб.: 10,0 В;
- / Выдержка: 0,05 с;
- / Принцип работы: контроль 1 фазы;
- / На ЗМН: не действует;
- / На включение: не действует;
- / На В/М блокировку: действует;
- / Блокировка: выведена.

- / Орган макс. напряжения:
- / Защита: выведена;

- / Орган Uл:
- / Защита: выведена.

Защиты по напряжению сконфигурированы.

3.3.4.3 Выставление уставок АПВ

Терминал ТОР 200 Л 22 позволяет выполнить АПВ с двумя циклами, используем их оба. Первый цикл будет включать выключатель через 5 с, второй – через 20 с.

Выставить в пункте меню *«Уставки / АПВ»:*

- / Выдержка АПВ1: 5,00 с;
- / Выдержка АПВ2: 20,0 с;
- / АПВ второй цикл: введено;
- / Частотное АПВ: выведено;
- / С контролем: отсутствия Uл; (орган Uл выведен, на входной трансформатор TV4 напряжение не подано, поэтому используется контроль отсутствия Uл)
- / МТЗ 1 ст.: разреш. АПВ;
- / Сброс сигнализации: ручной;
- остальные параметры оставить по умолчанию.

Если терминал находится в составе шкафа (ячейки) и имеется ключ ввода АПВ, его необходимо перевести в положение «АПВ введено». Конфигурация матрицы входных дискретных сигналов должна быть выставлена соответственно.

В случае, когда терминал проверяется не в составе шкафа или конструкция шкафа не предусматривает наличие ключа АПВ, возможно поступить следующим образом.

Подключить сигнал «Ключ АПВ (45)» в дискретному входу 2.5. Для этого выбрать в пункте меню *«Уставки / Дискретные входы / Ключ АПВ»:*

- / К входу 2.5: подключен;
- к остальным входам: *«не подключен»*.

С помощью инвертирования входного сигнала эмулировать положение ключа «АПВ введено». Программный ключ SGC 1/4 необходимо установить в «1», для чего выбрать в меню *«Уставки / Дискретные входы / Входы 2.1-2.6»:*

- Вход 2.5: инверсный;
- остальные входы: *«прямой»*.

Конфигурация АПВ закончена.

3.3.4.4 Настройка светодиодов

Сигнал срабатывания первой ступени МТЗ вывести на светодиодную индикацию на первый светодиод с самоподхватом. Для этого выбрать в меню пункт *«Уставки / Индикация»:*

- / МТЗ 1 ступень:
- VD1: активизирует;
- остальные VD: не активизирует;

- / Самоподхват:
- VD1: введен;
- остальные VD оставляем по умолчанию.

Светодиодная сигнализация настроена.

3.3.4.5 Дополнительные уставки

Для управления выключателем с терминала необходимо разрешить работу кнопок управления на лицевой панели. Выбрать в пункте меню *«Уставки / Выбор управления»:*

- */ Разрешить ручное: всегда;*
- */ От кнопок: разрешено.*

Чтобы УРОВ не запрещало работу АПВ, необходимо вывести его через меню:

- *Уставки/ УРОВ/ УРОВ: выведено.*

Если терминал находится в составе шкафа, допускается для управления выключателем использовать ключи «Включить» и «Отключить». При этом цепи управления и положения выключателя должны быть подключены к терминалу.

Перед активизацией режима тестирования необходимо включить выключатель.

3.3.4.6 Тестирование

Проверка работы логической схемы терминала производится встроенными средствами тестирования. С их помощью имитируется подача токов и напряжений заданной частоты на ИО защит. При этом работа терминала проходит в штатном режиме: защиты пускаются, набираются выдержки времени, происходит срабатывание защит, работа логической части (АПВ, АВР, УРОВ и пр.), события фиксируются регистратором, работают светодиодная сигнализация и выходные реле и т.д.

Для активизации режима тестирования необходимо перейти в пункт меню «*Тестирование / Тест логики*». В этом пункте последовательно проставить значения частоты, токов и напряжений, действие которых будет имитироваться.

Таблица 3.3.3 – Тестирование

№	Ia, A	Ib, A	Ic, A	3I0, A	Uab, B	Ubc, B	Uca, B	3U0, B
1	4	4	4	0	100	100	100	0
2	6	4	4	0	100	100	100	0
3	6	4	4	0	9	100	100	0

3.3.4.6.1 Для первого опыта использовать строчку №1 из таблицы 3.3.3.

Значения из строчки №1 имитируют нормальный режим работы сети, токи и напряжения номинальные. Выбрать пункт меню «*Тестирование / Тест логики / выполнить*» и, удерживая кнопку «Е» в течение некоторого времени, большего, чем уставка по времени МТЗ 1, убедиться в отсутствии срабатывания защит.

3.3.4.6.2 Во втором опыте ток Ia превышает уставку МТЗ 1, но напряжения всех фаз номинальные, следовательно, вольтметровая блокировка запрещает срабатывание МТЗ. Необходимо изменить значения имитируемых токов и напряжений в соответствии со строчкой №2 и выбрать пункт меню «Тестирование/ Тест логики/ выполнить». Кнопку «Е» также удерживать на время большее уставки по времени МТЗ 1 – срабатывания с отключением не происходит.

3.3.4.6.3 Для последнего опыта занести значения имитируемых токов и напряжений из строчки №3.

Если производилось переключение выключателя, необходимо включить выключатель и выждать более 25 с для готовности схемы АПВ. Далее выбрать пункт меню *«Тестирование / Тест логики / выполнить»* и удерживать кнопку «Е» до отключения выключателя от МТЗ 1. При этом:

– загорается первый светодиод;
– красная лампочка положения выключателя ВКЛ гаснет;
– зеленая лампочка положения выключателя ОТКЛ начинает мигать.

Если отпустить кнопку «Е» сразу после отключения, начнет работать схема АПВ первого цикла и через выдержку времени выключатель включится. При этом:

– красная лампочка положения выключателя ВКЛ загорается ровным светом;
– зеленая лампочка положения выключателя ОТКЛ гаснет.

В случае, когда кнопка «Е» после отключения выключателя удерживается более выдержки времени первого цикла АПВ, то первый цикл АПВ пропускается.

После срабатывания первого цикла АПВ и включения выключателя можно проверить работу второго цикла АПВ. Для этого необходимо на пункте меню *«Тестирование / Тест логики / выполнить»* еще раз нажать и удерживать кнопку «Е» до отключения выключателя.

После отключения выключателя начнется отсчет выдержки времени второго цикла АПВ с последующим включением выключателя.

3.3.4.7 Снятие данных с регистратора

Терминалы серии ТОР имеют встроенный аналоговый регистратор на 10 записей и регистратор дискретных событий на 250 записей.

Регистратор дискретных событий находится в пункте меню *«Регистрация / Событий*: *ххх»*, где ххх – количество записанных событий после последней очистки регистраторов. В подменю расположены пронумерованные события с метками времени. Выбрав интересующее событие стрелочными кнопками, и нажав кнопку «Е» можно прочитать, чему оно соответствует. Например:

19-12-2007*«Е»* Выключатель
15:04:23.124 включен

Аналоговый регистратор кроме метки времени и наименования события записывает значения токов и напряжений в первичных величинах, небаланс и пр. в момент совершения события (аварии). Аналоговые величины находятся в следующем подменю после наименования события:

1. 19-12-2007 15:04:18.406	*«Е» Срабатывание* Отсечка	*«Е»* Ток фазы А: 360 А ↓ Ток фазы В: 240 А ↓ Ток фазы С: 240 А ↓ Ток 3Io: 0,00 А ↓ Ток I2: 0,00 А ↓ Небаланс: 33 % ↓ Напряжение Uab: 1,26 кВ

и т.д. Значения в первичных величинах указываются исходя из коэффициентов трансформации ТТ и ТН, которые выставляются в пункте меню *«Уставки / Трансформаторы»*.

Перед установкой терминала в эксплуатацию рекомендуется выполнить очистку регистраторов от записанных данных. Для этого выбрать пункт меню *«Регистрация / Сброс регистраторов / выполнить»*. После чего останется единственное дискретное событие «Сброс регистраторов» с указанием времени, когда он был произведен.

3.3.5 Проверка работы защит с действием на выключатель (опробование)

Проверка работы защит с действием на выключатель производится в штатном режиме.

Необходимо включить автоматы ШУ и ШП. Включить выключатель в контрольном положении, перевести ключ АПВ в положение «АПВ введено», сквитировать сигнальные реле, ввести необходимые ключи. На входные клеммы токовых цепей (без разрыва токовых цепей) подключить прогрузочную установку (3.3.3.2), скачком подать ток выше уставки на время,

большее уставки по времени. При правильной работе устройства должна сработать аварийная сигнализация, АПВ, на ЖКИ появиться показания тока КЗ и фазы, времени срабатывания.

3.4 Проверка работоспособности изделий

3.4.1 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.

3.4.2 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, то есть 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 °С и нижним минус 50 °С, с относительной влажностью до 98 % при 35 °С.

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

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 допускает 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

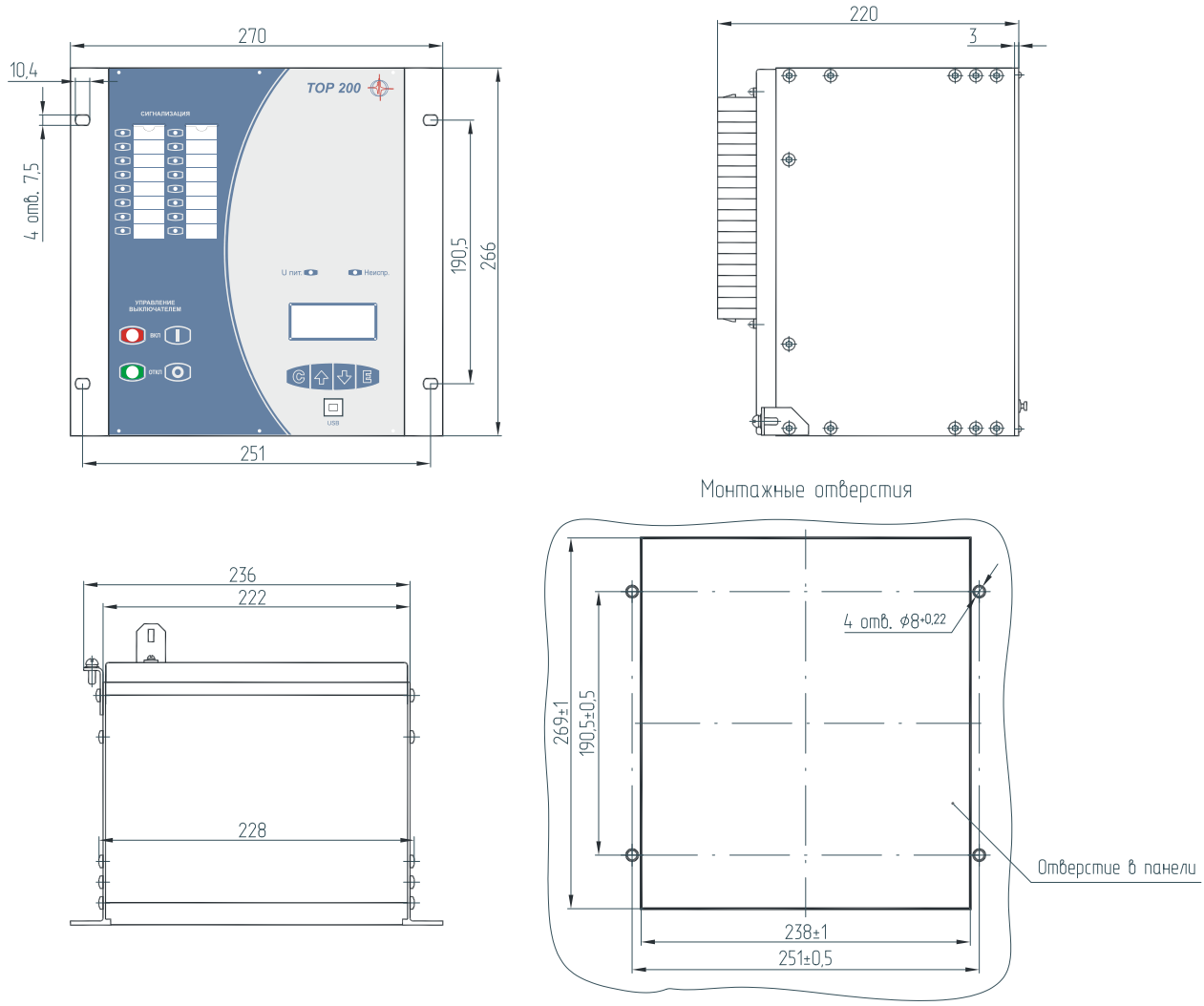


Рисунок А.1 – Габаритные и установочные размеры для утопленного монтажа

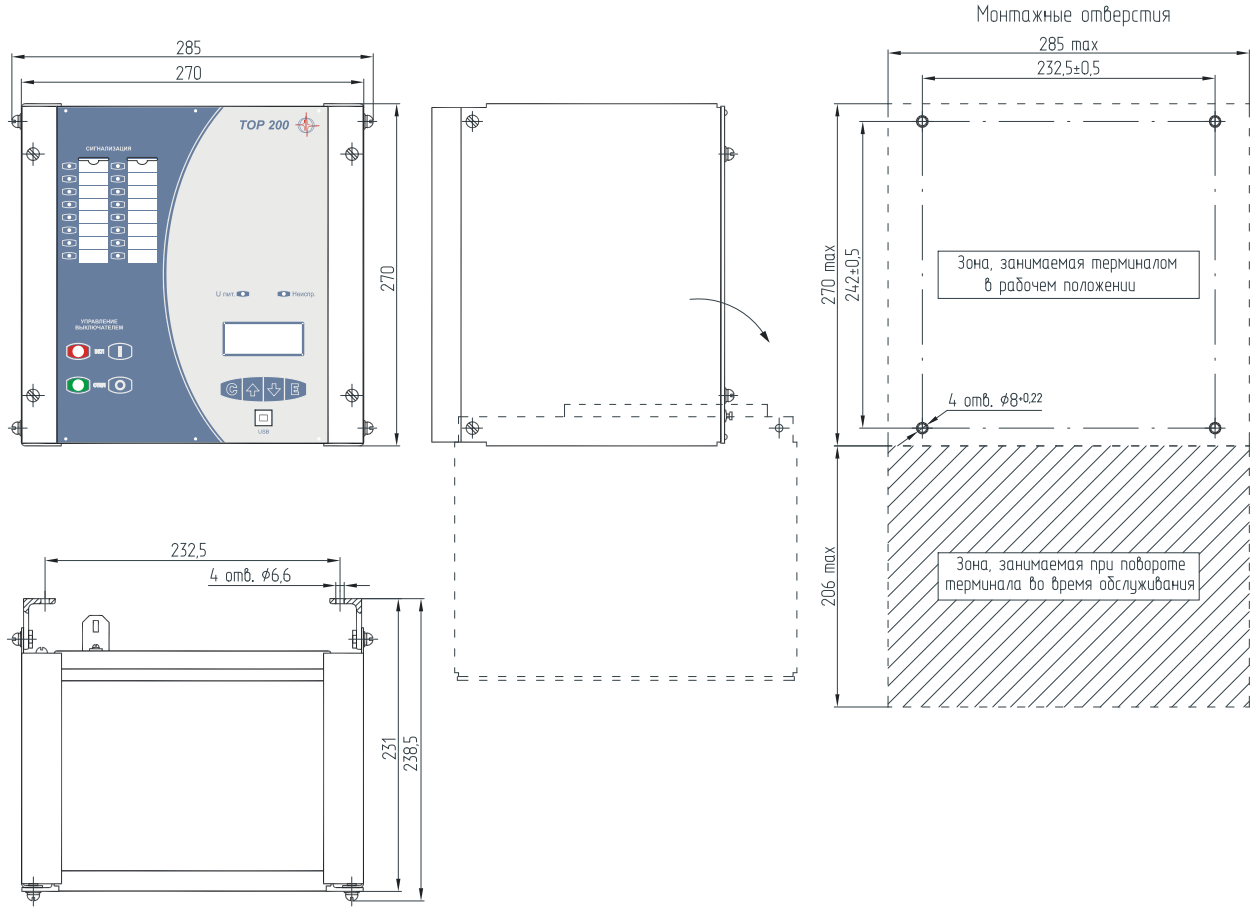


Рисунок А.2 – Габаритные и установочные размеры для навесного монтажа

Рекомендации:
1 вариант крепления: $d=7^{+0,5}$
Крепеж (поставляется в комплекте): Винт М6-8g х 20.58.С.016 ГОСТ 17473-80; Гайка М6-6Н.5.С.016 ГОСТ 5927-70; 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 200

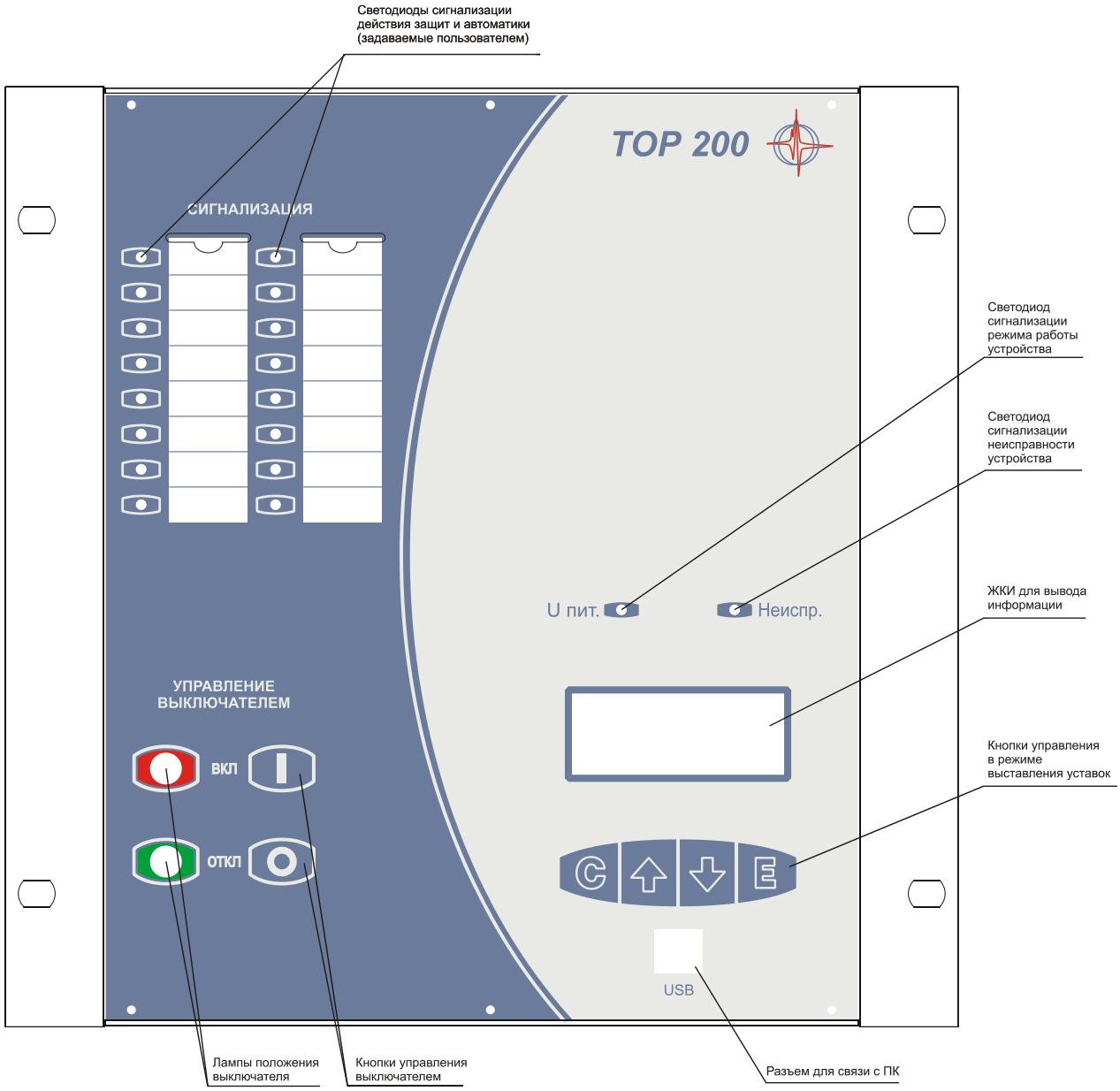
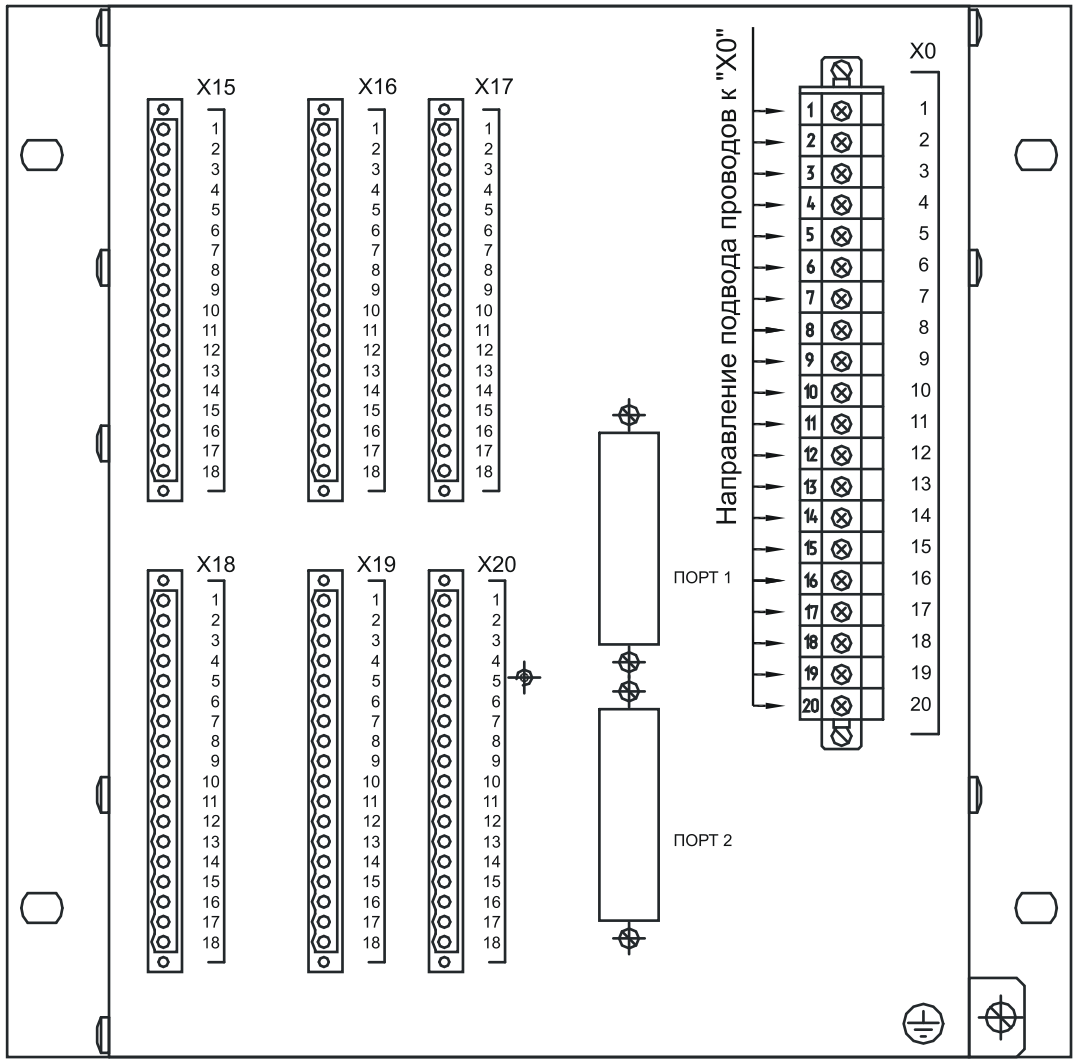


Рисунок Б.1 – Расположение элементов управления и индикации

Приложение В
(справочное)
Расположение клемм на устройстве ТОР 200



1. Показана конфигурация с наибольшим количеством плат.

Рисунок В.1 – Расположение клемм на устройстве

Приложение Г
(обязательное)
Функциональная схема устройства

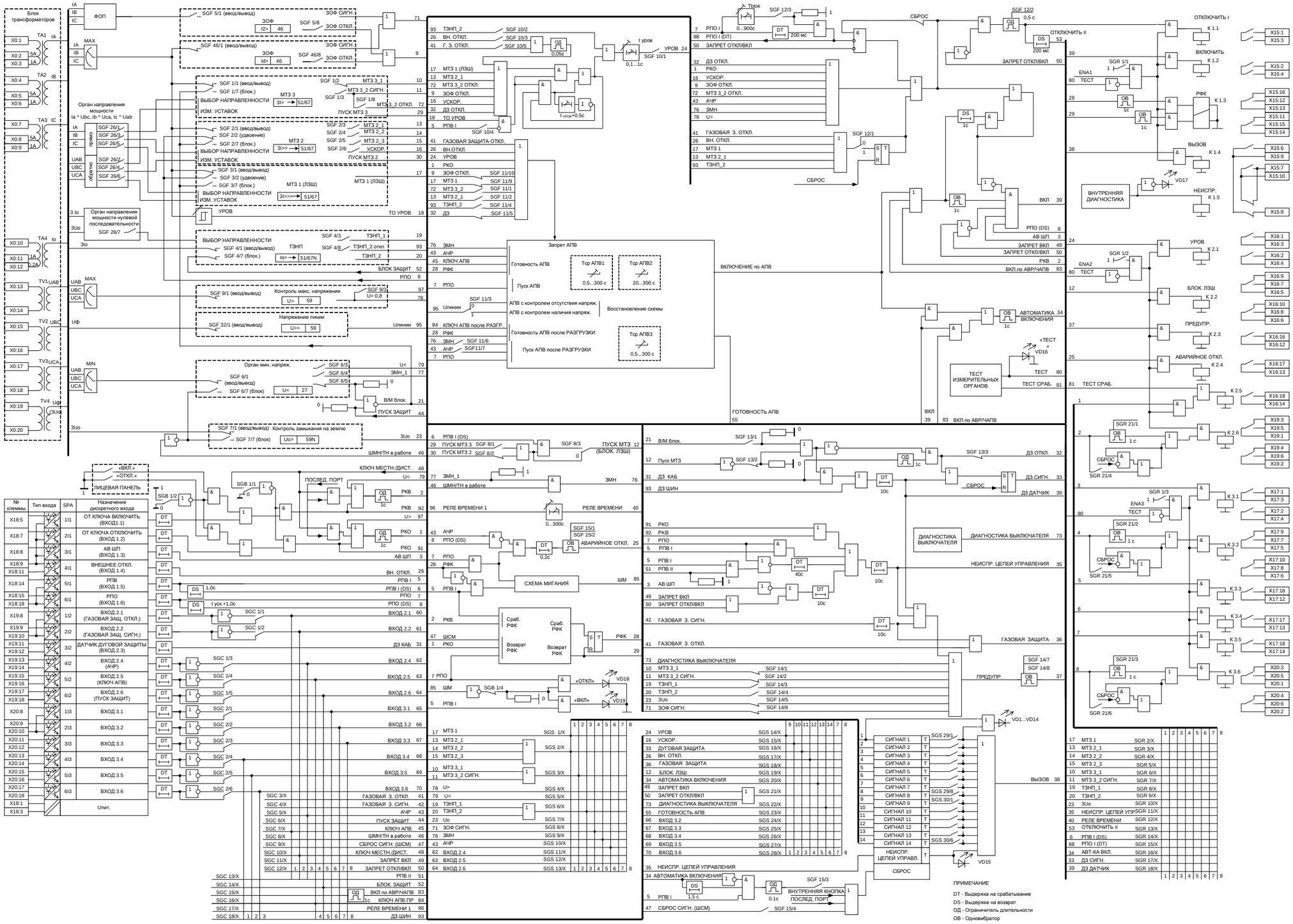


Рисунок Г.1 – Функциональная схема устройства

Приложение Д
(обязательное)
Структурная схема и схемы включения устройств

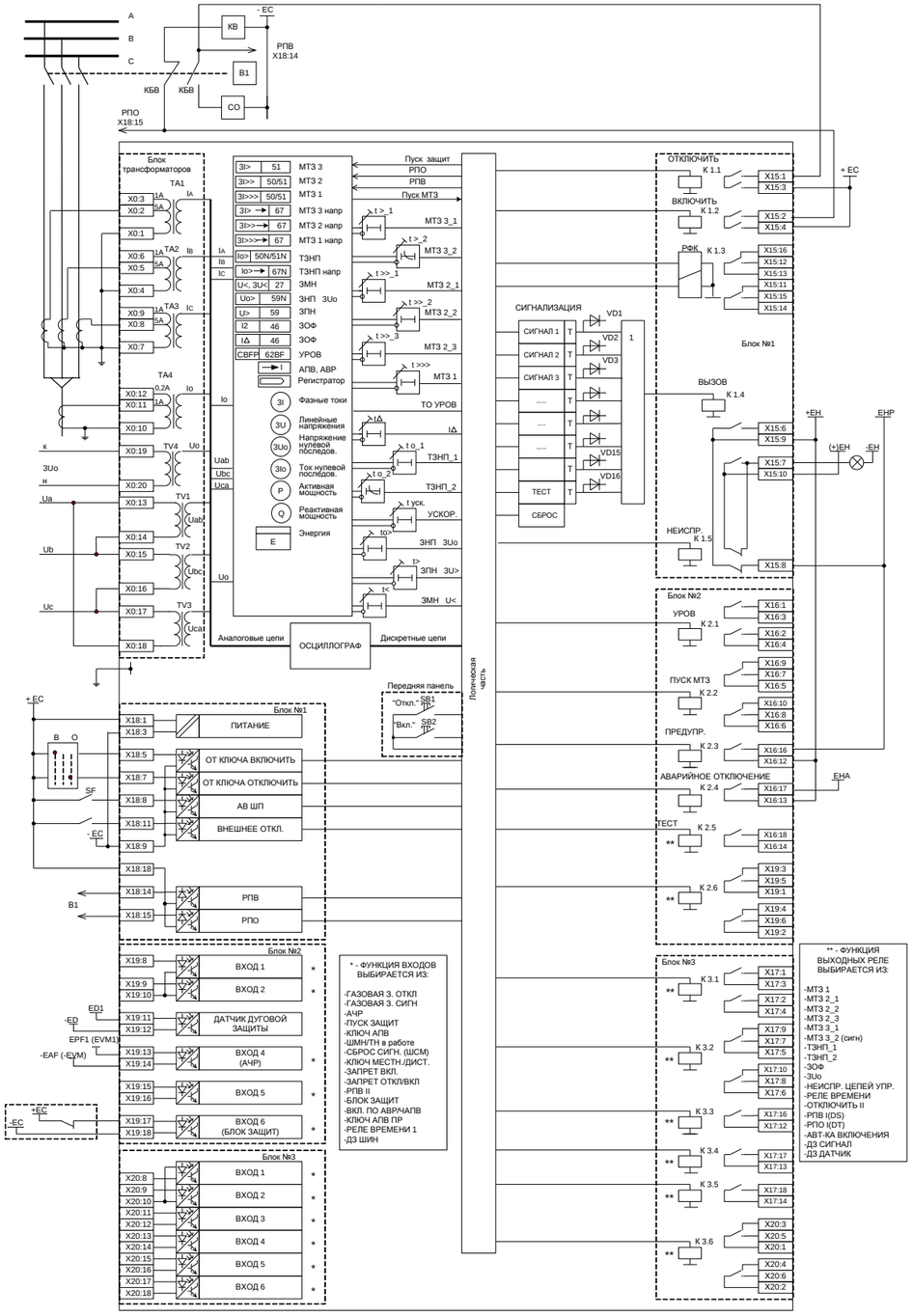


Рисунок Д.1 – Структурная схема устройства

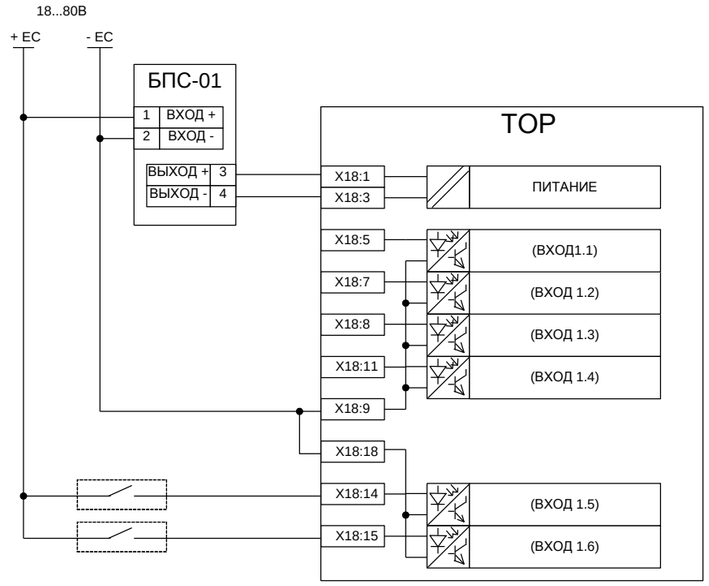


Рисунок Д.2 – Схема включения терминала при использовании на ПС оперативного напряжения +24В, +48В

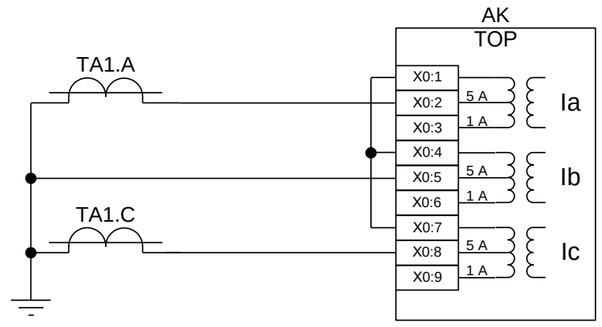


Рисунок Д.3 – Пример схемы включения терминала при отсутствии ТТ в фазе В

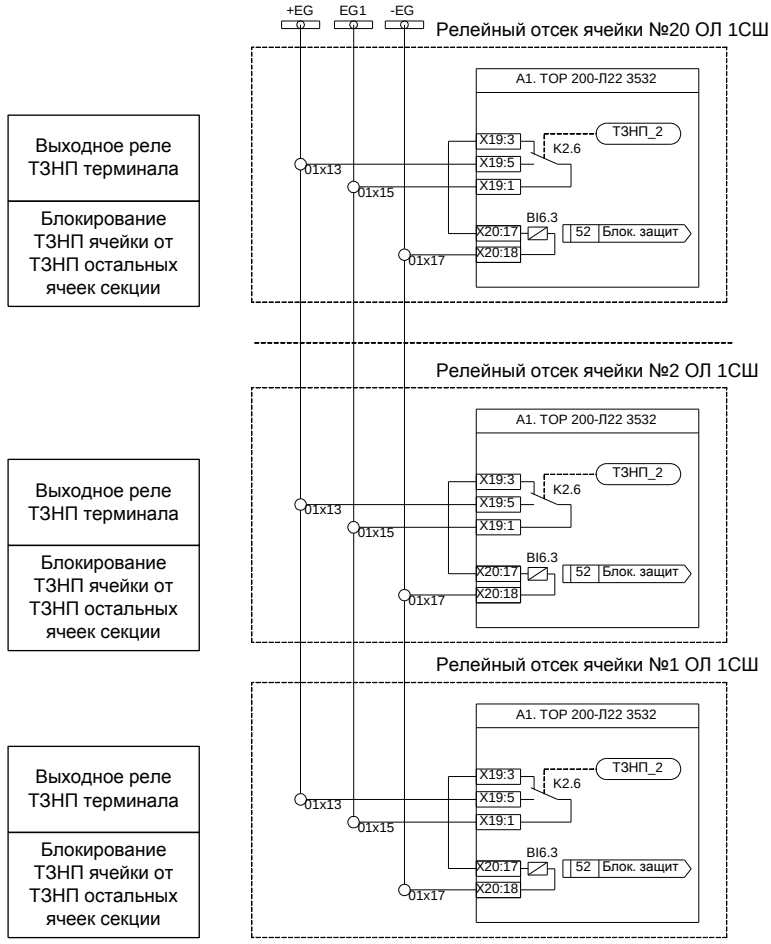


Рисунок Д.4 – Пример схемы организации групповой ТЗНП

Приложение Е
(обязательное)
Графики обратнозависимых времятоковых характеристик

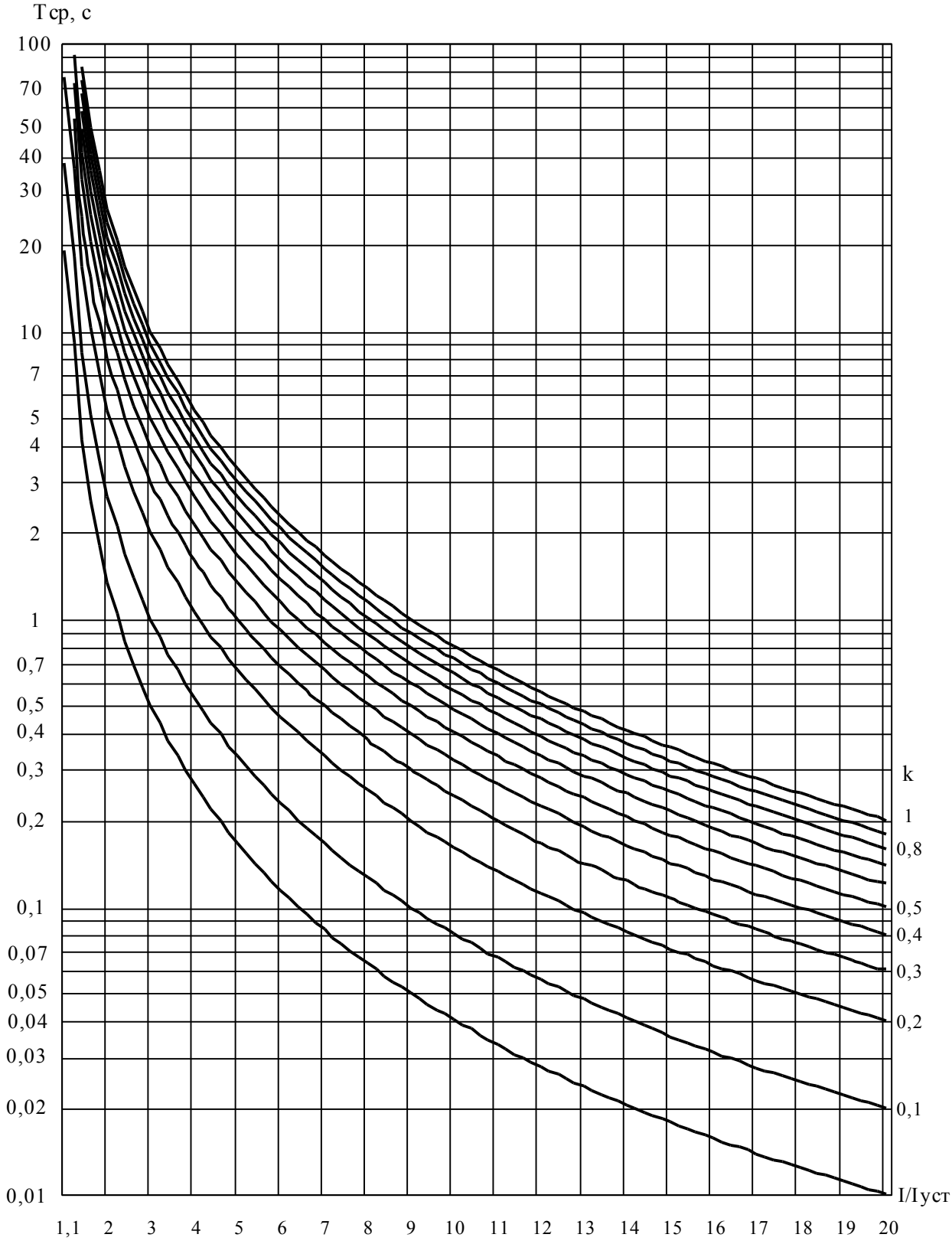


Рисунок Е.1 – Чрезвычайно инверсная характеристика

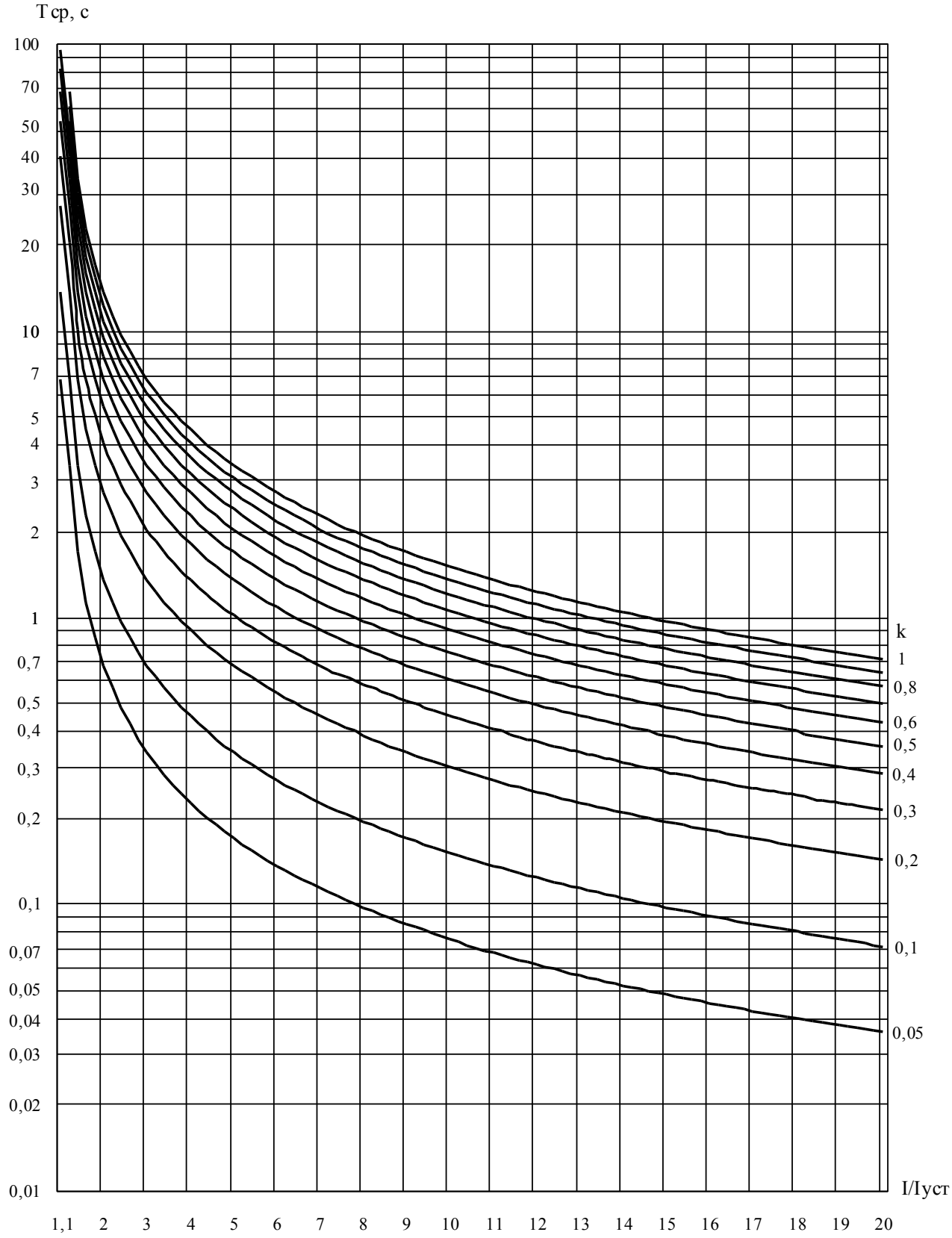


Рисунок Е.2 – Сильно инверсная характеристика

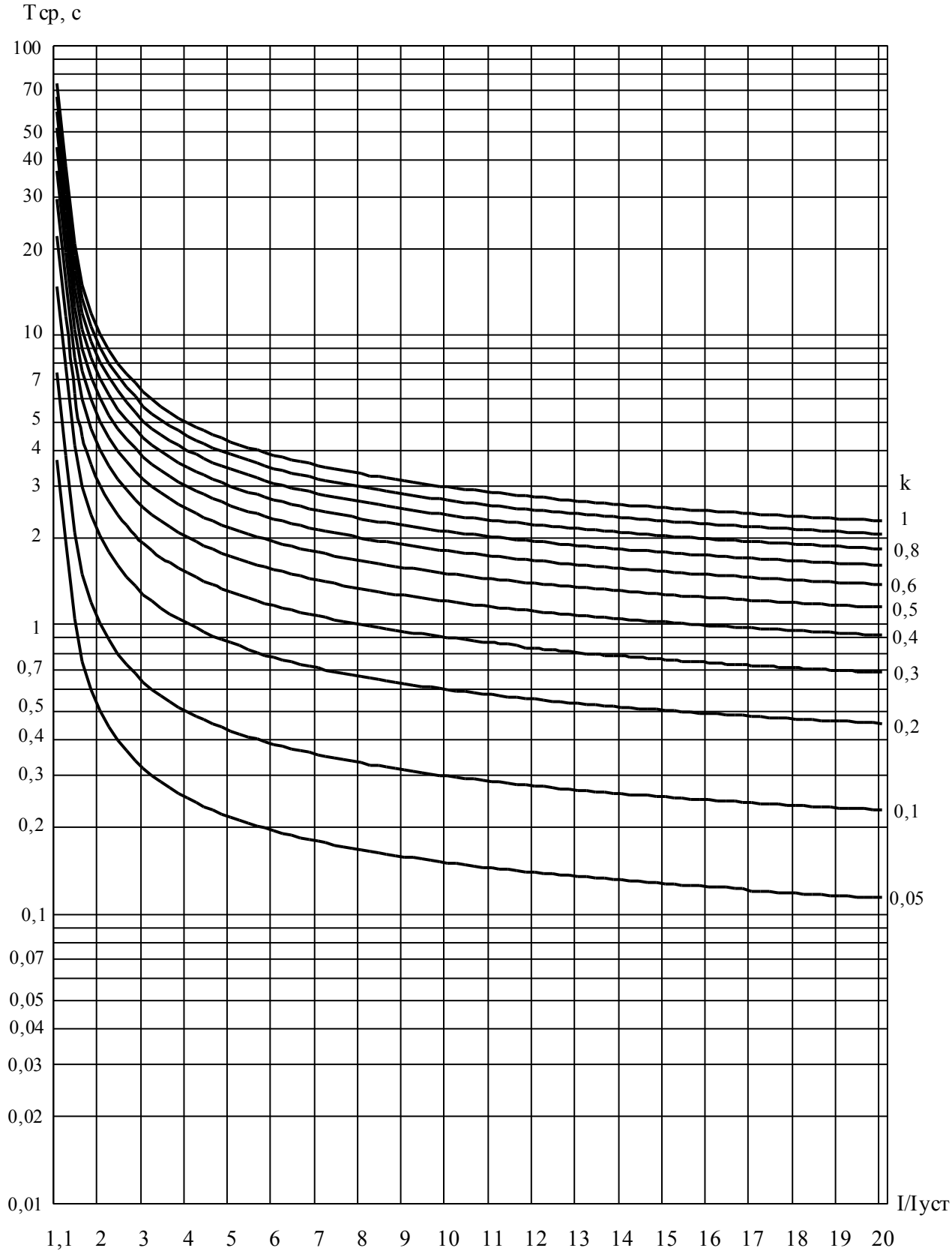


Рисунок Е.3 – Нормально инверсная характеристика

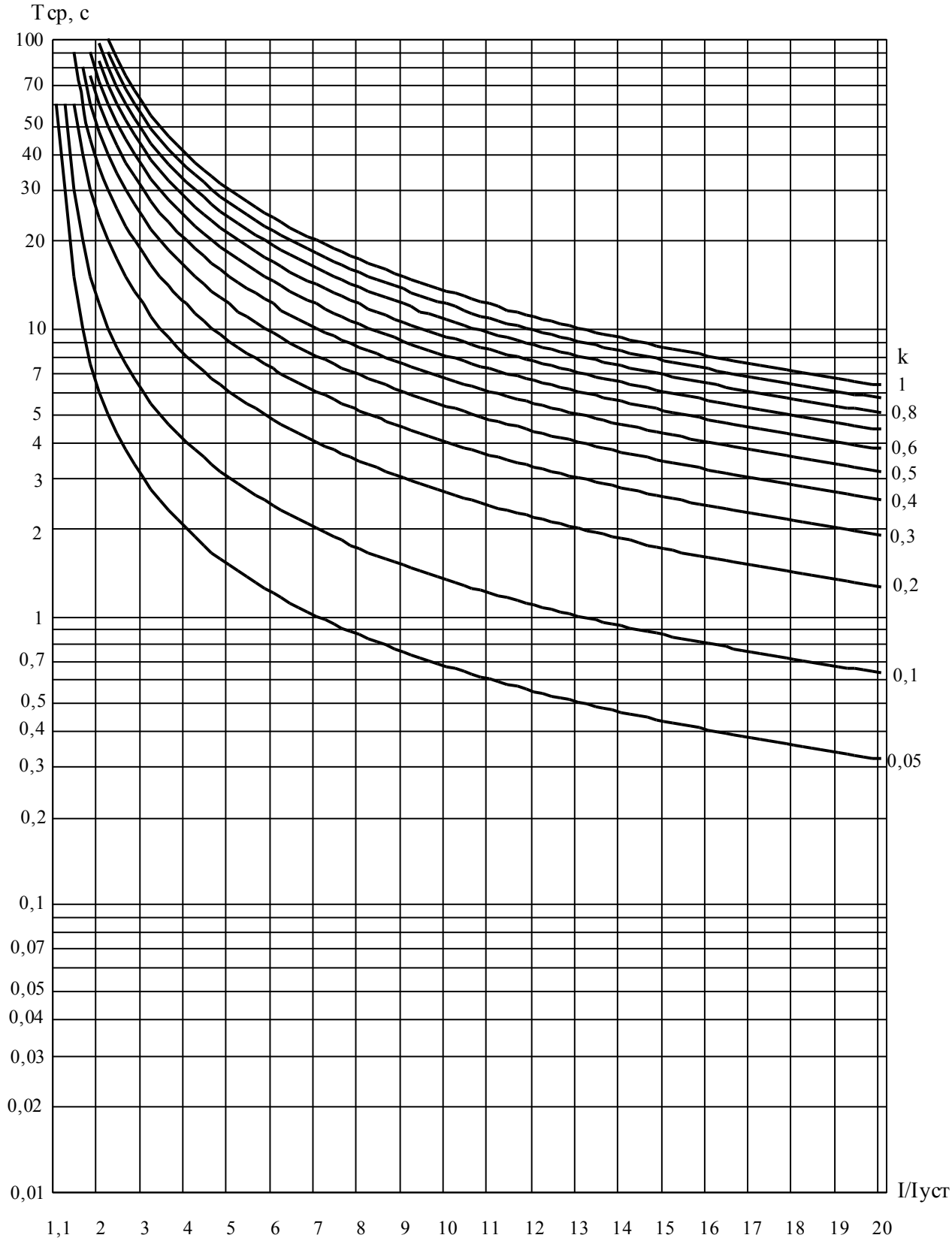


Рисунок Е.4 – Длительно инверсная характеристика

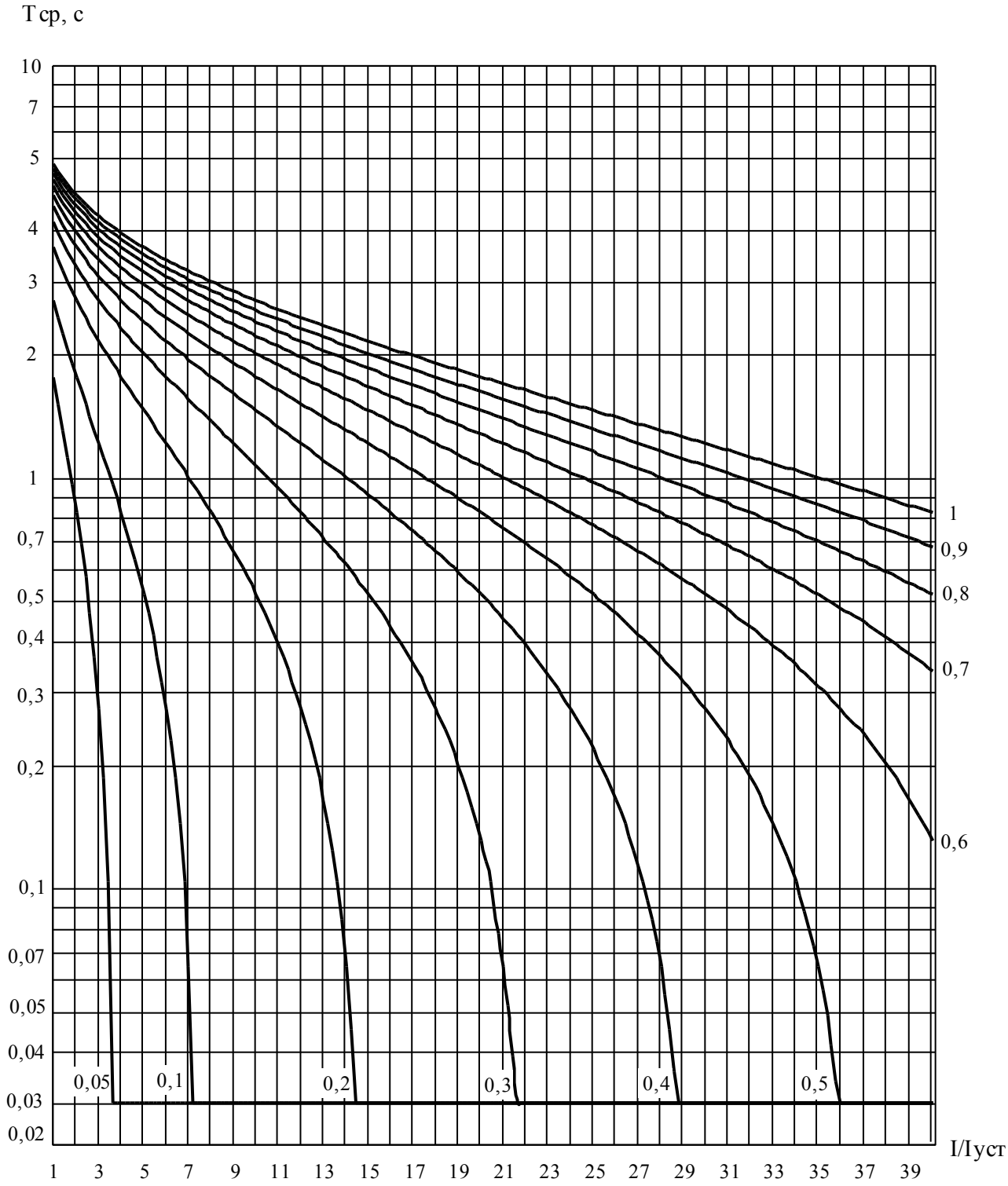


Рисунок Е.5 – Характеристика RXIDG-типа

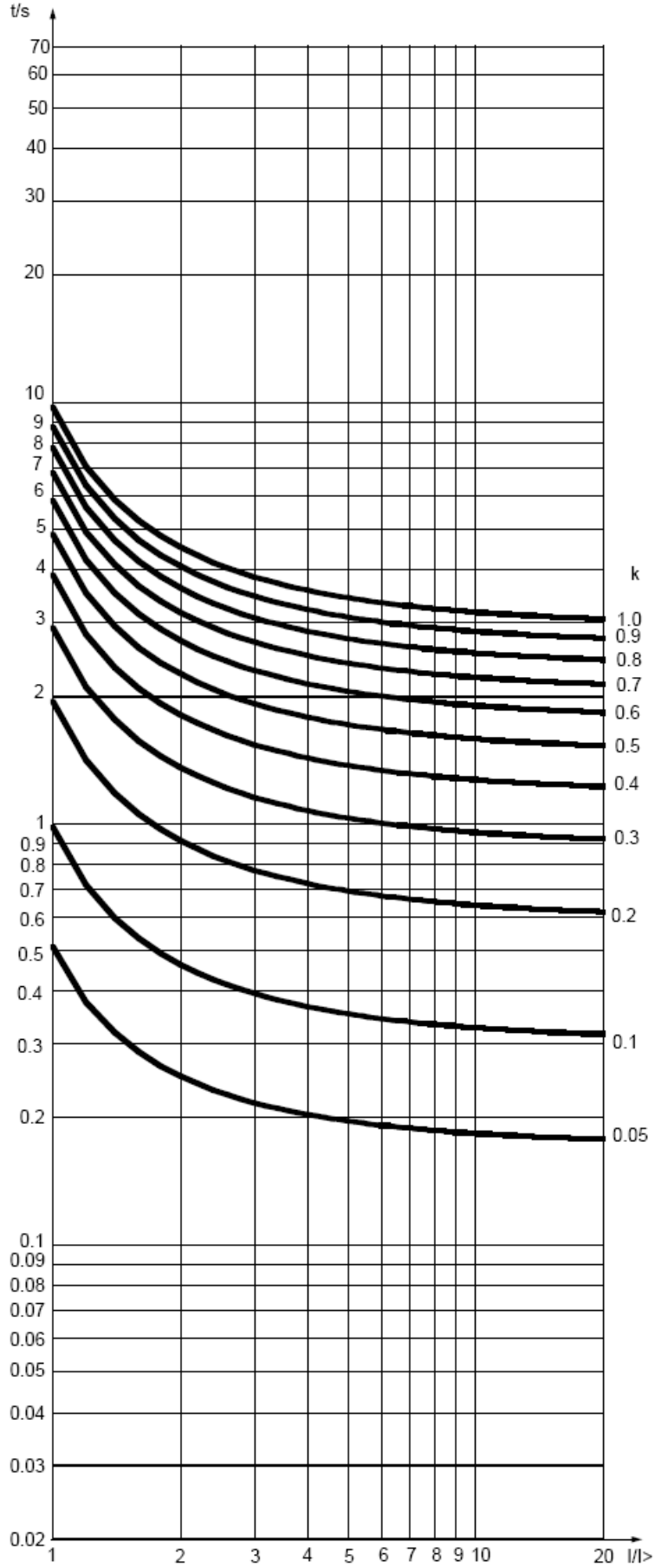


Рисунок Е.6 – Характеристика RI-типа

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

Надпись на дисплее	Измеряемый параметр	Диапазон
Измерения Мощность/Энерг.	Измеряемые мощность, энергия, коэффициент мощности	
Измерения Мощность/Энерг. Активная мощн:	Активная мощность, кВт	
Измерения Мощность/Энерг. Реактивн.мощн:	Реактивная мощность, кВАр	
Измерения Мощность/Энерг. Cos ф:	Коэффициент мощности	
Измерения Мощность/Энерг. E прям, кВт*ч:	Учтенная активная энергия (в прямом направлении), кВт·ч	
Измерения Мощность/Энерг. Wпрям, кВАр*ч:	Учтенная реактивная энергия (в прямом направлении), кВАр·ч	
Измерения Мощность/Энерг. E обр, кВт*ч:	Учтенная активная энергия (в обратном направлении), кВт·ч	
Измерения Мощность/Энерг. W обр, кВАр*ч:	Учтенная реактивная энергия (в обратном направлении), кВАр·ч	
Измерения Углы/Направлен	Измеряемые углы между токами и напряжениями в системе, направления	
Измерения Углы/Направлен Угол (Ia,Ubc):	Величина угла между током фазы А и напряжением ВС, градус	От 0 до 359
Измерения Углы/Направлен Угол (Ib,Uca):	Величина угла между током фазы В и напряжением СА, градус	От 0 до 359
Измерения Углы/Направлен Угол (Ic,Uab):	Величина угла между током фазы С и напряжением АВ, градус	От 0 до 359
Измерения Углы/Направлен Угол(Uab,Ubc):	Величина угла между напряжениями АВ и ВС, градус	От 0 до 359
Измерения Углы/Направлен Угол(Ubc,Uca):	Величина угла между напряжениями ВС и СА, градус	От 0 до 359
Измерения Углы/Направлен Напр (Ia,Ubc):	Направление тока фазы А относительно напряжения ВС	Прямое Обратное
Измерения Углы/Направлен Напр (Ib,Uca):	Направление тока фазы В относительно напряжения СА	Прямое Обратное
Измерения Углы/Направлен Напр (Ic,Uab):	Направление тока фазы С относительно напряжения АВ	Прямое Обратное
Измерения Углы/Направлен Напр (Io,Uo):	Направление тока нулевой последовательности относительно напряжения нулевой последовательности	В зоне Вне зоны
Измерения Дискр. входы	Состояние сигналов на дискретных входах	
Измерения Дискр. входы Входы 1.1-1.6:	Состояние сигналов на дискретных входах 1.1-1.6	00000…11111
Измерения Дискр. входы Входы 2.1-2.6:	Состояние сигналов на дискретных входах 2.1-2.6	000000…111111

Надпись на дисплее	Измеряемый параметр	Диапазон
Измерения Дискр. входы Входы 3.1-3.6:	Состояние сигналов на дискретных входах 3.1-3.6	000000…111111
Измерения Дискр. входы РКО:	Состояние входного дискретного сигнала от реле команды «отключить»	0 или 1
Измерения Дискр. входы РКВ:	Состояние входного дискретного сигнала от реле команды «включить»	0 или 1
Измерения Дискр. входы Автомат ШП:	Состояние входного дискретного сигнала от контакта автомата ШП	0 или 1
Измерения Дискр. входы Внеш. Откл.:	Состояние входного дискретного сигнала входа внешнего отключения	0 или 1
Измерения Дискр. входы РПВ:	Состояние входного дискретного сигнала от блок-контактов реле положения выключателя «включено»	0 или 1
Измерения Дискр. входы РПО:	Состояние входного дискретного сигнала от блок-контактов реле положения «отключено»	0 или 1
Измерения Дискр. входы Вход 2.1	Состояние сигнала на дискретном входе 2.1	0 или 1
Измерения Дискр. входы Вход 2.2	Состояние сигнала на дискретном входе 2.2	0 или 1
Измерения Дискр. входы Датчик ДЗ	Состояние сигнала на дискретном входе от датчика (клапана) дуговой защиты	0 или 1
Измерения Дискр. входы Вход 2.4	Состояние сигнала на дискретном входе 2.4	0 или 1
Измерения Дискр. входы Вход …	Состояние сигналов на остальных дискретных входах отображаются аналогично в следующих строках меню	0 или 1
Измерения Выходные реле	Состояние сигналов, поданных на выходные реле	
Измерения Выходные реле Реле К1.1-К1.5	Состояние сигналов, поданных на выходные реле К1.1 - К1.5	00000…11111
Измерения Выходные реле Реле К2.1-К2.6	Состояние сигналов, поданных на выходные реле К2.1 - К2.6	000000…111111
Измерения Выходные реле Реле К3.1-К3.6	Состояние сигналов, поданных на выходные реле К3.1 - К3.6	000000…111111
Измерения Выходные реле Отключить	Состояние сигнала, поданного на выходное реле «Отключить» К1.1	0 или 1
Измерения Выходные реле Включить	Состояние сигнала, поданного на выходное реле «Включить» К1.2	0 или 1
Измерения Выходные реле РФК	Положение реле фиксации команд К1.3	0 или 1
Измерения Выходные реле Вызов	Состояние сигнала, поданного на реле «Вызов» К1.4	0 или 1
Измерения Выходные реле Неисправность	Состояние сигнала, поданного на реле «Неисправность» К1.5	0 или 1
Измерения Выходные реле УРОВ	Состояние сигнала, поданного на реле К2.1 «УРОВ»	0 или 1
Измерения Выходные реле Блок. ЛЗШ	Состояние сигнала, поданного на реле К2.2 «Блокирование ЛЗШ»	0 или 1

Надпись на дисплее	Измеряемый параметр	Диапазон
Измерения Выходные реле Предупр.	Состояние сигнала, поданного на реле К2.3 «Предупр.»	0 или 1
Измерения Выходные реле Авар.откл.	Состояние сигнала, поданного на реле К2.4 «Авар.откл.»	0 или 1
Измерения Выходные реле Реле К2.5	Состояние сигнала, поданного на реле К2.5	0 или 1
Измерения Выходные реле Реле …	Состояние сигналов, поданных на остальные выходные реле, отображаются аналогично в следующих строках меню	0 или 1

Приложение К
(рекомендуемое)
Перечень уставок

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки МТЗ 3 ступень	Уставки МТЗ третьей ступени		
Уставки МТЗ 3 ступень Защита: введена	Ввод в действие третьей ступени МТЗ	SGF 1/1	1 – введена 0 – выведена
Уставки МТЗ 3 ступень Действие: ненаправлен.	Настройка органа направления мощности третьей ступени МТЗ	SGF 26/1 SGF 26/2	00-ненаправлен. 10-прямое напр. 01-обратн. напр. 11-напр.(2гр.уст.)
Уставки МТЗ 3 ступень Iср.,прямое: 0.50А	Уставка по току срабатывания третьей ступени МТЗ для прямого направления во вторичных значениях, А		От 0,10 до 5 I_N
Уставки МТЗ 3 ступень Iср.,обратное: 0.50А	Уставка по току срабатывания третьей ступени МТЗ для обратного направления во вторичных значениях, А		От 0,10 до 5 I_N
Уставки МТЗ 3 ступень Т1 на сигнал: введена	Ввод в действие выдержки Т1 по времени срабатывания третьей ступени МТЗ, действующей на сигнализацию	SGF 1/2	1 – введена 0 – выведена
Уставки МТЗ 3 ступень Т1, прямое: 10.0с	Уставка выдержки Т1 по времени срабатывания третьей ступени МТЗ для прямого направления, с		От 0,05 до 300
Уставки МТЗ 3 ступень Т1, обратное: 10.0с	Уставка выдержки Т1 по времени срабатывания третьей ступени МТЗ для обратного направления, с		От 0,05 до 300
Уставки МТЗ 3 ступень Выдержка Т2: выведена	Ввод в действие выдержки Т2 по времени срабатывания третьей ступени МТЗ	SGF 1/3	1 – введена 0 – выведена
Уставки МТЗ 3 ступень Выдержка Т2: независимая	Выбор характеристики срабатывания третьей ступени МТЗ (приложение Е)	SGF 1/4 SGF 1/5 SGF 1/6	000-независимая 100-чрезвыч. инв. 010-сильно инв. 110-инверсная 001-длит. инверс. 101-RI-типа 011-RXIDG-типа 111-независимая
Уставки МТЗ 3 ступень Т2, прямое: 10.0с	Уставка выдержки Т2 по времени срабатывания третьей ступени МТЗ для прямого направления (при использовании независимой выдержки времени), с		От 0,05 до 300
Уставки МТЗ 3 ступень Т2, обратное: 10.0с	Уставка выдержки Т2 по времени срабатывания третьей ступени МТЗ для обратного направления (при использовании независимой выдержки времени), с		От 0,05 до 300

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки МТЗ 3 ступень k, прямое: 0.05	Уставка коэффициента времени k третьей ступени МТЗ для прямого направления (при использовании обратнозависимых характеристик)		От 0,05 до 1
Уставки МТЗ 3 ступень k, обратное: 0.05	Уставка коэффициента времени k третьей ступени МТЗ для обратного направления (при использовании обратнозависимых характеристик)		От 0,05 до 1
Уставки МТЗ 3 ступень T2 на откл.: выведена	Действие выдержки T2 по времени срабатывания третьей ступени МТЗ на отключение	SGF 1/8	1 – введена 0 – выведена
Уставки МТЗ 3 ступень Блокировка: выведена	Действие сигнала блокировки на третью ступень МТЗ	SGF 1/7	1 – введена 0 – выведена
Уставки МТЗ 3 ступень Квозв.прямое: 0.90	Коэффициент возврата третьей ступени МТЗ для прямого направления		От 0,70 до 0,96
Уставки МТЗ 3 ступень Квозв.обрат.: 0.90	Коэффициент возврата третьей ступени МТЗ для прямого направления		От 0,70 до 0,96
Уставки МТЗ 2 ступень	Уставки МТЗ второй ступени		
Уставки МТЗ 2 ступень Защита: введена	Ввод в действие второй ступени МТЗ	SGF 2/1	1 – введена 0 – выведена
Уставки МТЗ 2 ступень Действие: ненаправлен.	Настройка органа направления мощности второй ступени МТЗ	SGF 26/3 SGF 26/4	00–ненаправлен. 10–прямое напр. 01–обратное напр. 11–напр.(2гр. уст.)
Уставки МТЗ 2 ступень Iср.,прямое: 1.25А	Уставка по току срабатывания второй ступени МТЗ для прямого направления во вторичных значениях, А		От 0,25 до 40
Уставки МТЗ 2 ступень Iср.,обратное: 1.25А	Уставка по току срабатывания второй ступени МТЗ для обратного направления во вторичных значениях, А		От 0,25 до 40
Уставки МТЗ 2 ступень T1 на откл.: выведена	Ввод в действие выдержки T1 по времени срабатывания второй ступени МТЗ, действующей на отключение	SGF 2/3	1 – введена 0 – выведена
Уставки МТЗ 2 ступень T1, прямое: 0.05с	Уставка выдержки T1 по времени срабатывания второй ступени МТЗ для прямого направления, с		От 0,05 до 300
Уставки МТЗ 2 ступень T1, обратное: 0.05с	Уставка выдержки T1 по времени срабатывания второй ступени МТЗ для обратного направления, с		От 0,05 до 300
Уставки МТЗ 2 ступень T2 на сигнал: выведена	Ввод в действие выдержки T2 по времени срабатывания второй ступени МТЗ, действующей на сигнализацию	SGF 2/4	1 – введена 0 – выведена
Уставки МТЗ 2 ступень T2, прямое: 0.05с	Уставка выдержки T2 по времени срабатывания второй ступени МТЗ для прямого направления, с		От 0,05 до 300

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки МТЗ 2 ступень Т2, обратное: 0.05с	Уставка выдержки Т2 по времени срабатывания второй ступени МТЗ для обратного направления, с		От 0,05 до 300
Уставки МТЗ 2 ступень Т3 на сигнал: выведена	Ввод в действие выдержки Т3 по времени срабатывания второй ступени МТЗ, действующей на сигнализацию	SGF 2/5	1 – введена 0 – выведена
Уставки МТЗ 2 ступень Т3, прямое: 0.05с	Уставка выдержки Т3 по времени срабатывания второй ступени МТЗ для прямого направления, с		От 0,05 до 300
Уставки МТЗ 2 ступень Т3, обратное: 0.05с	Уставка выдержки Т3 по времени срабатывания второй ступени МТЗ для обратного направления, с		От 0,05 до 300
Уставки МТЗ 2 ступень Ускорение: выведено	Ввод в действие ускорения второй ступени МТЗ	SGF 2/6	1 – введено 0 – выведено
Уставки МТЗ 2 ступень Тускор.: 0.10с	Выдержка времени ускорения, с		От 0,10 до 1,50
Уставки МТЗ 2 ступень Блокировка: выведена	Действие сигнала блокировки на вторую ступень МТЗ	SGF 2/7	1 – введена 0 – выведена
Уставки МТЗ 2 ступень Удвоение: введено	Ввод автоматического удвоения уставки по току второй ступени МТЗ при включении на КЗ	SGF 2/2	1 – введено 0 – выведено
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 Действие: ненаправлен.	Настройка органа направления мощности первой ступени МТЗ	SGF 26/5 SGF 26/6	00–ненаправлен. 10–прямое напр. 01–обратное напр. 11–напр.(2гр. уст.)
Уставки МТЗ 1 ступень Iср.,прямое: 7.50А	Уставка по току срабатывания первой ступени МТЗ для прямого направления во вторичных значениях, А		От 0,25 до 40 I_N
Уставки МТЗ 1 ступень Iср.,обратное: 7.50А	Уставка по току срабатывания первой ступени МТЗ для обратного направления во вторичных значениях, А		От 0,25 до 40 I_N
Уставки МТЗ 1 ступень Т1, прямое: 0.05с	Уставка выдержки Т1 по времени срабатывания первой ступени МТЗ для прямого направления, с		От 0,05 до 300
Уставки МТЗ 1 ступень Т1, обратное: 0.05с	Уставка выдержки Т1 по времени срабатывания первой ступени МТЗ для обратного направления, с		От 0,05 до 300
Уставки МТЗ 1 ступень Блокировка: выведена	Действие сигнала блокировки на первую ступень МТЗ	SGF 3/7	1 – введена 0 – выведена
Уставки МТЗ 1 ступень Удвоение: выведено	Ввод автоматического удвоения уставки по току первой ступени МТЗ при включении на КЗ	SGF 3/2	1 – введено 0 – выведено

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки ТЗНП	Уставки ступени защиты от замыканий на землю		
Уставки ТЗНП Защита: введена	Ввод в действие защиты от замыканий на землю	SGF 4/1	1 – введена 0 – выведена
Уставки ТЗНП Действие: ненаправлен.	Настройка органа направления мощности защиты от замыканий на землю	SGF 26/7	0–ненаправлен. 1–направлен.
Уставки ТЗНП Ток сраб.: 0.20А	Уставка по току срабатывания защиты от замыканий на землю во вторичных значениях, А		От 0,05 до 10 I_N
Уставки ТЗНП Т1 на сигнал: выведена	Ввод в действие выдержки Т1 по времени срабатывания защиты от замыканий на землю, действующей на сигнализацию	SGF 4/3	1 – введена 0 – выведена
Уставки ТЗНП Выдержка Т1: 9.00с	Уставка выдержки Т1 по времени срабатывания защиты от замыканий на землю, с		От 0,05 до 300
Уставки ТЗНП Выдержка Т2: на отключение	Выбор действия выдержки Т2 по времени срабатывания защиты от замыканий на землю либо на сигнализацию (0), либо на сигнализацию и отключение (1)	SGF 4/8	1 – на отключение 0 – на сигнал
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: 9.00с	Уставка выдержки Т2 по времени срабатывания (при использовании независимой выдержки времени), с		От 0,05 до 300
Уставки ТЗНП Коэф. времени: 0.40	Уставка коэффициента времени k0 защиты от замыканий на землю (при использовании обратнозависимых характеристик)		От 0,05 до 1
Уставки ТЗНП Блокировка: введена	Действие сигнала блокировки на защиту от замыканий на землю	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 Направл.защиты	Уставки органов направления мощности направленных защит		
Уставки Направл.защиты МТЗ, угол МЧ: 70	Уставка по углу максимальной чувствительности ступеней МТЗ 1, 2 и 3, градус		От 0 до 359º (шаг 1)
Уставки Направл.защиты ТЗНП, угол МЧ: 70	Уставка по углу максимальной чувствительности ТЗНП, градус		От 0 до 359º (шаг 1)
Уставки ЗОФ I2	Уставки ступени защиты от обрыва фаз (по току обратной последовательности)		

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки ЗОФ I2 Защита: введена	Ввод в действие защиты от обрыва фаз по I2	SGF 5/1	1 – введена 0 – выведена
Уставки ЗОФ I2 I2 сраб.: 25А	Уставка по току срабатывания защиты от обрыва фаз по I2 во вторичных значениях, А		От 0,03 до 2,50 I_N
Уставки ЗОФ I2 Выдержка: 9с	Уставка выдержки по времени срабатывания защиты от обрыва фаз по I2, с		От 0,06 до 300
Уставки ЗОФ I2 На отключение: действует	Действие защиты от обрыва фаз по I2 на отключение	SGF 5/8	1 – действует 0 – не действует
Уставки ЗОФ I2 Принцип раб.: контр. 3 фаз	Настройка принципа работы защиты от обрыва фаз по I2	SGF 5/2	0 – контр. 3 фаз. 1 – контр. 2 фаз.
Уставки ЗОФ IΔ	Уставки ступени защиты от обрыва фаз (по току небаланса)		
Уставки ЗОФ IΔ Защита: введена	Ввод в действие защиты от обрыва фаз по току небаланса	SGF 46/1	1 – введена 0 – выведена
Уставки ЗОФ IΔ Небаланс: 25%	Уставка по небалансу срабатывания защиты от обрыва фаз, %		От 10 до100
Уставки ЗОФ IΔ Выдержка: 9.00с	Уставка выдержки по времени срабатывания защиты от обрыва фаз по току небаланса, с		От 1 до 300
Уставки ЗОФ IΔ На отключение: действует	Действие защиты от обрыва фаз по току небаланса на отключение	SGF 46/8	1 – действует 0 – не действует
Уставки ЗОФ IΔ Принцип раб.: контр. 3 фаз	Настройка принципа работы защиты от обрыва фаз по току небаланса	SGF 46/2	0 – контр. 3 фаз. 1 – контр. 2 фаз.
Уставки Орган мин.напр	Уставки защиты минимального напряжения (ступень U<)		
Уставки Орган мин.напр Защита: введена	Ввод в действие защиты минимального напряжения	SGF 6/1	1 – введена 0 – выведена
Уставки Орган мин.напр Напряж.сраб.: 60.0В	Уставка по напряжению срабатывания защиты минимального напряжения, В		От 10 до 100
Уставки Орган мин.напр Выдержка: 9.00с	Уставка выдержки по времени срабатывания защиты минимального напряжения, с		От 0,05 до 300
Уставки Орган мин.напр Принцип раб.: контр. 3 фаз	Настройка принципа работы защиты минимального напряжения	SGF 6/2	0 – контр. 1 фаз. 1 – контр. 3 фаз.
Уставки Орган мин.напр На ЗМН: не действует	Действие защиты минимального напряжения на формирование сигнала ЗМН совместно с внешним сигналом ШМН.	SGF 6/4	1 – действует 0 – не действует

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки Орган мин.напр На включение: действует	Действие защиты минимального напряжения на включение выключателя БСК	SGF 6/3	1 – действует 0 – не действует
Уставки Орган мин.напр На В/М блок.: действует	Действие защиты минимального напряжения на вольтметровую блокировку МТЗ (пуск МТЗ по напряжению)	SGF 6/5	1 – действует 0 – не действует
Уставки Орган мин.напр Блокировка: введена	Действие сигнала блокировки на защиту минимального напряжения	SGF 6/7	1 – введена 0 – выведена
Уставки Орган макс.напр	Уставки органа максимального напряжения (ступень U>)		
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.: 110В	Уставка по напряжению срабатывания органа максимального напряжения, В		От 50 до 150
Уставки Орган макс.напр Выдержка: 9.00с	Уставка выдержки по времени срабатывания органа максимального напряжения, с		От 0,05 до 300
Уставки Орган макс.напр Принцип раб.: контр. 3 фаз	Настройка принципа работы органа максимального напряжения	SGF 9/2	0 – контр. 1 фаз. 1 – контр. 3 фаз.
Уставки Орган макс.напр Управл-е БСК: ручное	Задание режима управления выключателем БСК	SGF 9/3	0 – ручное 1 – автоматическое
Уставки Орган Uлинии	Контроль напряжения на линии (ступень U>>)		
Уставки Орган Uлинии Защита: введена	Ввод в действие органа контроля напряжения на линии	SGF 32/1	1 – введена 0 – выведена
Уставки Орган Uлинии Напряж.сраб.: 80.0В	Уставка по напряжению срабатывания органа контроля напряжения на линии, В		От 1 до 100
Уставки Орган Uлинии Выдержка: 0.50с	Уставка выдержки по времени срабатывания органа контроля напряжения на линии, с		От 0,05 до 300
Уставки Орган 3Uо	Контроль напряжения нулевой последовательности		
Уставки Орган 3Uо Защита: введена	Ввод в действие органа напряжения нулевой последовательности	SGF 7/1	1 – введена 0 – выведена
Уставки Орган 3Uо Напряж.сраб.: 10.0В	Уставка по напряжению срабатывания органа напряжения нулевой последовательности, В		От 1 до 100
Уставки Орган 3Uо Выдержка: 9.00с	Уставка выдержки по времени срабатывания органа контроля напряжения на линии, с		От 0,05 до 300
Уставки Орган 3Uо Блокировка: введена	Действие сигнала блокировки на орган напряжения нулевой последовательности	SGF 7/7	1 – введена 0 – выведена

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки УРОВ	Уставки УРОВ		
Уставки УРОВ УРОВ: введено	Ввод в действие УРОВ	SGF 10/1	1 – введена 0 – выведена
Уставки УРОВ Туров: 0.05с	Уставка выдержки по времени срабатывания УРОВ, с		От 0,1 до 1
Уставки УРОВ Токовый орган: 0.50А	Уставка по току срабатывания измерительного органа УРОВ, А		От 0,05 до 0,50 I_N
Уставки УРОВ От ТЗНП: действует	Действие УРОВ при отключении от ТЗНП	SGF 10/2	1 – действует 0 – не действует
Уставки УРОВ От внеш.откл.: действует	Действие УРОВ при отключении от сигнала «Внешнее отключение»	SGF 10/3	1 – действует 0 – не действует
Уставки УРОВ От газ.защ.: действует	Действие УРОВ при отключении от внешнего сигнала «Отключение с АПВ»	SGF 10/5	1 – действует 0 – не действует
Уставки УРОВ Контроль РПВ: введен	Контроль включенного положения выключателя для действия УРОВ	SGF 10/4	1 – введен 0 – выведен
Уставки АПВ	Уставки АПВ		
Уставки/АПВ Первый цикл Выдержка: 2.50с	Уставка выдержки по времени срабатывания АПВ первого цикла, с		От 0,5 до 300
Уставки/АПВ Второй цикл Действие: введено	Ввод в действие второго цикла АПВ	SGF 11/8	1 – введено 0 – выведено
Уставки/АПВ Второй цикл Выдержка: 25.0с	Уставка выдержки по времени срабатывания АПВ второго цикла, с		От 20 до 300
Уставки/АПВ После разгруз. Выдержка: 8.0с	Уставка выдержки по времени срабатывания АПВ после разгрузки по сигналу от дискретного входа АЧР или ЗМН, с		От 0,5 до 300
Уставки/АПВ После разгруз. Действ.от АЧР: разрешено	Разрешение работы АПВ после разгрузки по сигналу от дискретного входа АЧР	SGF 11/7	1 – разрешено 0 – запрещено
Уставки/АПВ После разгруз. Действ.от ЗМН: разрешено	Разрешение работы АПВ после разгрузки по сигналу от дискретного входа ЗМН	SGF 11/6	1 – разрешено 0 – запрещено
Уставки/АПВ Общие С контролем: наличия Uл	Выполнение АПВ с контролем наличия или отсутствия напряжения на линии. Используются данные органа контроля напряжения на линии (ступень U>>)	SGF 11/3	1 – наличия Uл 0 – отсутствия Uл
Уставки/АПВ Общие МТЗ 3ст,Т2: запрет АПВ	Выбор действия АПВ после отключения от выдержки времени Т2 третьей ступени МТЗ	SGF 11/1	1 – запрет АПВ 0 – разрешение АПВ

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки/АПВ Общие МТЗ 2ст,Т1: разреш.АПВ	Выбор действия АПВ после отключения от выдержки времени Т1 второй ступени МТЗ	SGF 11/2	1 – запрет АПВ 0 – разрешение АПВ
Уставки/АПВ Общие ТЗНП, Т2: разреш.АПВ	Выбор действия АПВ после отключения от выдержки времени Т2 ТЗНП	SGF 11/4	1 – запрет АПВ 0 – разрешение АПВ
Уставки/АПВ Общие Дугов.защита: запрет АПВ	Выбор действия АПВ после отключения от дуговой защиты	SGF 11/5	1 – запрет АПВ 0 – разрешение АПВ
Уставки/АПВ Общие МТЗ 1ст.: запрет АПВ	Выбор действия АПВ после отключения от МТЗ первой ступени	SGF 11/9	1 – запрет АПВ 0 – разрешение АПВ
Уставки/АПВ Общие ЗОФ откл.: запрет АПВ	Выбор действия АПВ после отключения от защиты от обрыва фаз	SGF 11/10	1 – запрет АПВ 0 – разрешение АПВ
Уставки/АПВ Общие Сброс сигнал.: ручной	Сброс сигнализации, аварийных сообщений с дисплея, подхваченных реле после успешного АПВ	SGF 15/3	1 – автоматически 0 – вручную
Уставки Цепи отключения	Уставки цепей отключения		
Уставки Цепи отключения Самоподхват: установлен	Установка самоподхвата (защелки) сигнала на отключение при отключении от: – газовой защиты – внешнего отключения – МТЗ первой ступени – МТЗ второй ступени – ТЗНП При установленном самоподхвате сигнал на отключение остается активным после возврата вышеуказанных защит	SGF 12/1	1 – установлен 0 – не установлен
Уставки Цепи отключения Сигнал откл.: длительный	Установка длительности сигнала отключения. В импульсном режиме длительность 0,5 с, в длительном – до отпадания отключающих сигналов.	SGF 12/2	1 – импульсный 0 – длительный
Уставки Цепи отключения Задержка вкл.: введена	Ввод выдержки времени на задержку включения	SGF 12/3	1 – введена 0 – выведена
Уставки Цепи отключения Тзадержки вкл: 900с	Уставка выдержки времени на задержку включения, с		От 0 до 900
Уставки Дуговая защита	Уставки дуговой защиты		
Уставки Дуговая защита На отключение: действует	Выбор действия дуговой защиты на отключение. Иначе действует только на сигнализацию	SGF 13/3	1 – действует 0 – не действует
Уставки Дуговая защита Контр.по напр: введен	Ввод пуска дуговой защиты с контролем по напряжению	SGF 13/1	1 – введен 0 – выведен
Уставки Дуговая защита Контр.по току: введен	Ввод пуска дуговой защиты с контролем по току	SGF 13/2	1 – введен 0 – выведен

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки Блокировка ЛЗШ	Уставки блокирования ЛЗШ		
Уставки Блокировка ЛЗШ От МТЗ 3ст: введен	Использование пуска МТЗ третьей ступени на блокирование ЛЗШ	SGF 8/1	1 – введен 0 – выведен
Уставки Блокировка ЛЗШ От МТЗ 2ст: введен	Использование пуска МТЗ второй ступени на блокирование ЛЗШ	SGF 8/2	1 – введен 0 – выведен
Уставки Блокировка ЛЗШ Контроль РПВ: выведен	Контроль включенного положения выключателя при блокировании ЛЗШ	SGF 8/3	1 – введен 0 – выведен
Уставки Сигнализация	Уставки предупредительной и аварийной сигнализаций		
Уставки\сигнал. Предупр.сигнал: МТЗ 3ст,Т1: введено	Разрешение действия третьей ступени МТЗ с выдержкой времени Т1 на реле «Предупредительная сигнализация»	SGF 14/1	1 – введено 0 – выведено
Уставки\сигнал. Предупр.сигнал: МТЗ 3ст,Т2: выведено	Разрешение действия третьей ступени МТЗ с выдержкой времени Т2 на реле «Предупредительная сигнализация»	SGF 14/2	1 – введено 0 – выведено
Уставки\сигнал. Предупр.сигнал: ТЗНП,Т1: введено	Разрешение действия защиты от замыкания на землю с выдержкой времени Т1 на реле «Предупредительная сигнализация»	SGF 14/3	1 – введено 0 – выведено
Уставки\сигнал. Предупр.сигнал: ТЗНП,Т2: введено	Разрешение действия защиты от замыкания на землю с выдержкой времени Т2 на реле «Предупредительная сигнализация»	SGF 14/4	1 – введено 0 – выведено
Уставки\сигнал. Предупр.сигнал: Орган 3Uo: введено	Разрешение действия защиты по напряжению нулевой последовательности на реле «Предупредительная сигнализация»	SGF 14/5	1 – введено 0 – выведено
Уставки\сигнал. Предупр.сигнал: ЗОФ: введено	Разрешение действия защит от обрыва фаз на реле «Предупредительная сигнализация»	SGF 14/6	1 – введено 0 – выведено
Уставки\сигнал. Предупр.сигнал: Длительность: длительно	Установка длительности сигнала «Предупредительной сигнализации». В длительном режиме сигнал держится до отпадания воздействующих сигналов	SGF 14/7 SGF 14/8	00 – длительно 10 – 1с 01 – 10 с 11 – длительно
Уставки\сигнал. Аварийн.сигнал: Длительность: длительно	Установка длительности сигнала «Аварийное отключение». В длительном режиме сигнал держится до квитирования РФК	SGF 15/1 SGF 15/2	00 – длительно 10 – 1с 01 – 10 с 11 – длительно
Уставки\сигнал. Сброс: От диск.входа: введен	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 Дискр. входы Вход 2.1: прямой	Установка программной инверсии на дискретный вход 1.1	SGC 1/1	1 – инверсный 0 – прямой

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки Дискр. входы …	Для остальных входов с программной инверсией предусмотрены аналогичные пункты меню. Подробнее в 1.4.6.2	SGC 1 SGC 2	
Уставки\Входы Газовая защита К входу 2.1: подключено	Подключение сигнала «Газовая защита» к дискретному входу 2.1	SGC 3/1	1 – подключено 0 – не подключено
Уставки\Входы Газовая защита К входу 2.2: не подключено	Подключение сигнала «Газовая защита» к дискретному входу 2.2	SGC 3/2	1 – подключено 0 – не подключено
Уставки\Входы Газовая защита …	Для подключения сигнала «Газовая защита» к остальным дискретным входам предусмотрены аналогичные пункты меню. Подробнее в 1.4.6.2	SGC 3	
Уставки\Входы … …	Для подключения остальных сигналов к дискретным входам предусмотрены аналогичные пункты меню. Подробнее в 1.4.6.2	SGC 4 … SGC 17	
Уставки\Входы ДЗ шин К входу 3.4: подключено	Подключение сигнала от датчика дуговой защиты шин к дискретному входу 3.4	SGC 18/1	1 – подключено 0 – не подключено
Уставки\Входы ДЗ шин К входу 3.5: подключено	Подключение сигнала от датчика дуговой защиты шин к дискретному входу 3.5	SGC 18/2	1 – подключено 0 – не подключено
Уставки\Входы ДЗ шин …	Для подключения сигнала от датчика дуговой защиты шин к остальным дискретным входам предусмотрены аналогичные пункты меню. Подробнее 1.4.6.2	SGC 18	
Уставки\Входы Реле времени Выдержка: 60.0с	Уставка выдержки по времени срабатывания встроенного реле времени, с		От 0 до 300
Уставки Выходные реле	Настройка выходных реле		
Уставки\Вых.реле МТЗ 1 ступень На реле К2.5 действует	Подключение сигнала срабатывания МТЗ 1 ступени к выходному реле 2.5	SGR 2/1	1 – действует 0 – не действует
Уставки\Вых.реле МТЗ 1 ступень На реле К2.6 действует	Подключение сигнала срабатывания МТЗ 1 ступени к выходному реле 2.6	SGR 2/2	1 – действует 0 – не действует
Уставки\Вых.реле МТЗ 1 ступень …	Подключение сигнала срабатывания МТЗ 1 ступени к остальным выходным реле выполняется аналогично. Подробнее в 1.4.7.	SGR 2	
Уставки\Вых.реле МТЗ 2ст,Т1 На реле К2.5 действует	Подключение сигнала срабатывания МТЗ второй ступени с выдержкой Т1 к выходному реле 2.5	SGR 3/1	1 – действует 0 – не действует
Уставки\Вых.реле … …	Подключение остальных сигналов к выходным реле выполняется аналогично. Подробнее в 1.4.7	SGR 3 - SGR 18	

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки\Вых.реле Вых.сигналы Реле К2.6 длительный	Выбор длительности срабатывания выходного реле 2.6	SGR 21/1	1 – импульсный 0 – длительный
Уставки\Вых.реле Вых.сигналы Реле К3.2 длительный	Выбор длительности срабатывания выходного реле 3.2	SGR 21/2	1 – импульсный 0 – длительный
Уставки\Вых.реле Вых.сигналы Реле К3.6 длительный	Выбор длительности срабатывания выходного реле 3.6	SGR 21/3	1 – импульсный 0 – длительный
Уставки\Вых.реле Вых.сигналы Подхват К2.6 выведен	Использование самоподхвата выходного реле 2.6 до сброса сигнализации и фиксации реле.	SGR 21/4	1 – введен 0 – выведен
Уставки\Вых.реле Вых.сигналы Подхват К3.2 выведен	Использование самоподхвата выходного реле 3.2 до сброса сигнализации и фиксации реле.	SGR 21/5	1 – введен 0 – выведен
Уставки\Вых.реле Вых.сигналы Подхват К3.6 выведен	Использование самоподхвата выходного реле 3.6 до сброса сигнализации и фиксации реле.	SGR 21/6	1 – введен 0 – выведен
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 активизирует
Уставки\Индикац. МТЗ 1 ступень VD2: не активизир.	Подключение сигнала срабатывания МТЗ первой ступени на второй светодиод	SGS 1/2	1 – активизирует 0 – не активизирует
Уставки\Индикац. МТЗ 1 ступень …	Подключение сигнала срабатывания МТЗ первой ступени на остальные светодиоды. Подробнее в 1.4.8.1	SGS 1	
Уставки\Индикац. МТЗ 2 ступень VD1: активизирует	Подключение сигнала срабатывания МТЗ второй ступени на первый светодиод. Как видно, на VD1 действуют срабатывания от МТЗ 1 и МТЗ 2	SGS 2/1	1 – активизирует 0 – не активизирует
Уставки\Индикац. … …	Подключение других сигналов на остальные светодиоды производится аналогично. Подробнее в 1.4.8.1	SGS 3 - SGS 28	
Уставки\Индикац. Самоподхват VD1: введен	Установка защелки на первый светодиод. С включенной защелкой индикация будет активна до сброса	SGS 29/1	1 – введен 0 – выведен
Уставки\Индикац. Самоподхват VD2: введен	Установка защелки на второй светодиод. Без защелки индикатор погаснет при возврате сигнала	SGS 29/2	1 – введен 0 – выведен
Уставки\Индикац. Самоподхват …	Установка защелки на остальные светодиоды аналогична. Подробнее в 1.4.8.1	SGS 29 SGS 30	
Уставки\Индикац. Полож. выкл-я На лиц.панели: отображать	Разрешение отображения положения выключателя с помощью ламп ВКЛ и ОТКЛ на лицевой панели	SGB 1/4	1 – отображать 0 – не отображ.

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки Выбор управлен.	Выбор управления выключателем		
Уставки Выбор управлен. Разреш.ручное: всегда	Разрешение ручного управления с учетом ключа местное\дистанционное, либо без учета этого ключа	SGB 1/1	1 – от ключа М/Д 0 – всегда
Уставки Выбор управлен. От кнопок: разрешено	Разрешение ручного управления от кнопок ВКЛ и ОТКЛ на лицевой панели терминала	SGB 1/2	1 – запрещено 0 – разрешено
Уставки Выключатель	Настройка диагностики износа выключателя		
Уставки Выключатель Расчет износа: введен	Ввод в действие алгоритма расчета коммутационного ресурса выключателя. Достижение предельных параметров уставок вызывает срабатывание сигнализации «Диагностика выключателя»		Введен Выведен
Уставки Выключатель Время вкл.: 1.00с	Максимальное время включения выключателя, с		От 0 до 1
Уставки Выключатель Время откл.: 0.05с	Максимальное время отключения выключателя, с		От 0 до 1
Уставки Выключатель Сигнализация: 85%	Уставка уровня износа выключателя по каждой фазе, %		От 40 до 100
Уставки Выключатель Кол-во циклов: 20000	Уставка уровня механического ресурса выключателя		От 0 до 60000
Уставки Выключатель Ток откл(1): 20.0кА	Ток отключения выключателя в точке 1 характеристики, кА		От 0 до 63
Уставки Выключатель Кол.откл(1): 100	Допустимое число отключений в точке 1 характеристики		От 0 до 30000
Уставки Выключатель Ток откл(2): 0.05кА	Ток отключения выключателя в точке 2 характеристики, кА		От 0 до 63
Уставки Выключатель Кол.откл(2): 30000	Допустимое число отключений в точке 2 характеристики		От 0 до 60000
Уставки Выключатель …	Для ввода полной характеристики см. «Рекомендации по настройке диагностики выключателя» ниже		
Уставки Трансформаторы	Уставки трансформаторов		
Уставки Трансформаторы Ктт фазн.: 120	Значение коэффициента трансформации фазных токов		От 1 до 8000
Уставки Трансформаторы Кттнп: 28	Значение коэффициента трансформации тока нулевой последовательности		От 0,1 до 999

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки Трансформаторы Ктн: 60	Значение коэффициента трансформации трансформатора напряжения на секции шин		От 1 до 2200
Уставки Трансформаторы Ктно: 60	Значение коэффициента трансформации трансформатора напряжения нулевой последовательности		От 1 до 2200
Уставки Трансформаторы Ном. ток ТЗНП: 1А	Значение номинального входного тока защиты от замыканий на землю, в амперах. Должно совпадать с использованной обмоткой ТТ 3I0 терминала, А		От 0,2 до 5
Уставки Трансформаторы Ном.фазн.ток: 5А	Значение номинальных входных токов максимальной токовой защиты, в амперах. Должно совпадать с использованной обмоткой ТТ фаз терминала, А		От 1 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
Уставки Метод измерений	Выбор метода измерений входных аналоговых величин		
Уставки Метод измерений Метод: Фурье	Выбор метода измерения аналоговых величин. Подробнее в 2.4.1		Амплитудный Среднеквадратичный 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: введен	Ввод в работу второго блока входов/выходов (разъемы X16 и X19)	SGR 1/2	1 – введен 0 – выведен
Уставки Блоки вх.\вых. Блок 3: выведен	Ввод в работу второго блока входов/выходов (разъемы X17 и X20)	SGR 1/3	1 – введен 0 – выведен
Уставки ОМП	Использование встроенной функции определения места повреждения		
Уставки ОМП Расчет ОМП: выведен	Ввод в работу встроенной функции определения места повреждения. Подробнее в приложении Л		Введен Выведен
Уставки Програм. ключи	Перечень всех программных ключей с контрольными суммами		
Уставки Програм. ключи SGF 1: 255	Установка контрольной суммы программного ключа SGF 1. Сумма рассчитывается методом преобразования двоичного числа в десятичное. Контрольная сумма взаимосвязана с уставками МТЗ 1 в меню	SGF 1	От 0 до 255

Надпись на дисплее	Уставка	Связанный ключ	Диапазон
Уставки Програм. ключи SGF 2: 12	Установка контрольной суммы программного ключа SGF 1. Контрольная сумма взаимосвязана с уставками МТЗ 2 в меню	SGF 1	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
(обязательное)
Расчет коэффициентов функции ОМП терминала ТОР 200 Л 22

Л.1 Общие сведения

Функция ОМП предназначена для определения места повреждения при междуфазных замыканиях в линиях 6-10-35 кВ с односторонним питанием (радиальные линии). В качестве основного критерия ОМП используется критерий резистивности повреждения, то есть равенство нулю реактивной мощности в ветви предполагаемого повреждения (рисунок Л.1). Данный метод имеет преимущества перед методом замера сопротивления, в котором расстояние определяется отношением сопротивления КЗ к удельному сопротивлению линии. В отличие от предложенного метода, метод замера сопротивления имеет методическую погрешность от величины переходного сопротивления и влияние нагрузки контролируемого фидера.

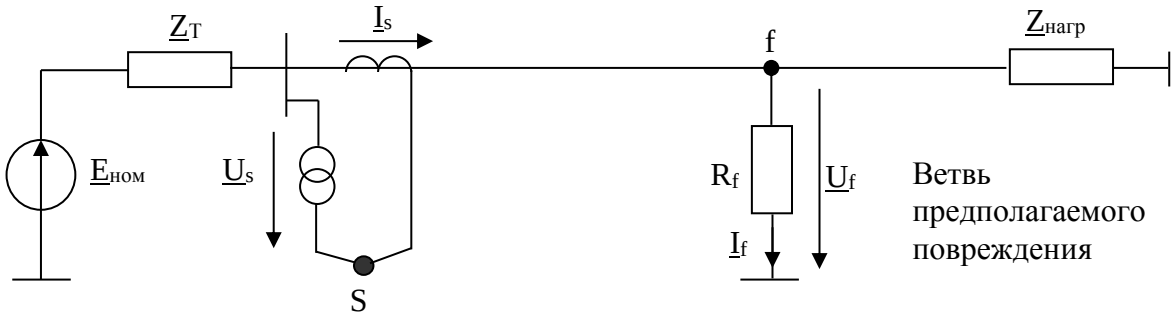


Рисунок Л.1 – Однолинейная схема замещения при трехфазном замыкании в точке f через переходное сопротивление R_f

Если принять допущение о резистивном характере дуги, то в месте повреждения должны выполняться следующие условия.

Для трехфазного замыкания:

$$Q_{f,3} = \mathrm{Im}(\underline{S}) = \mathrm{Im}(\underline{U}_{1A,f} \cdot \overset{*}{\underline{I}}_{1A,f}) = 0\,, \qquad (Л.1)$$

если представить ток и напряжение в ветви предполагаемого повреждения в алгебраической форме, то условие (Л.1) перепишется в виде:

$$\mathrm{Im}(\underline{U}_{1A,f})\,\mathrm{Re}(\underline{I}_{1A,f}) = \mathrm{Re}(\underline{U}_{1A,f})\,\mathrm{Im}(\underline{I}_{1A,f})\,.$$

Во всех других предполагаемых точках повреждения реактивная мощность будет отлична от нуля.

$$Q = \mathrm{Im}(\underline{U}_{1A,f})\,\mathrm{Re}(\underline{I}_{1A,f}) - \mathrm{Re}(\underline{U}_{1A,f})\,\mathrm{Im}(\underline{I}_{1A,f})\,.$$

Для междуфазного КЗ с особой фазой А, получим

$$Q_{BC} = \mathrm{Im}\left[(\underline{U}_{1A,f} - \underline{U}_{2A,f}) \cdot \overset{*}{\underline{I}}_{2A,f}\right], \qquad (Л.2)$$

соответственно для особых фаз В и С, с учетом того, что все последовательности рассчитываются относительно фазы А:

$$Q_{AC} = \mathrm{Im}\left[(\underline{a}^2\underline{U}_{1A,f} - \underline{a}\underline{U}_{2A,f}) \cdot (\underline{a}\overset{*}{\underline{I}}_{2A,f})\right], \qquad (Л.3)$$

$$Q_{AB} = \mathrm{Im}\left[\left(\underline{a}^2 \underline{U}_{1A,f} - \underline{U}_{2A,f}\right) \cdot \overset{*}{\underline{I}}_{2A,f}\right], \qquad (Л.4)$$

где $\underline{a} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$ – оператор фазы.

Используя выражения 1.1-1.4 можно построить эпюру реактивной мощности в ветви предполагаемого повреждения вдоль всей линии для каждого вида повреждения (рисунок Л.2).

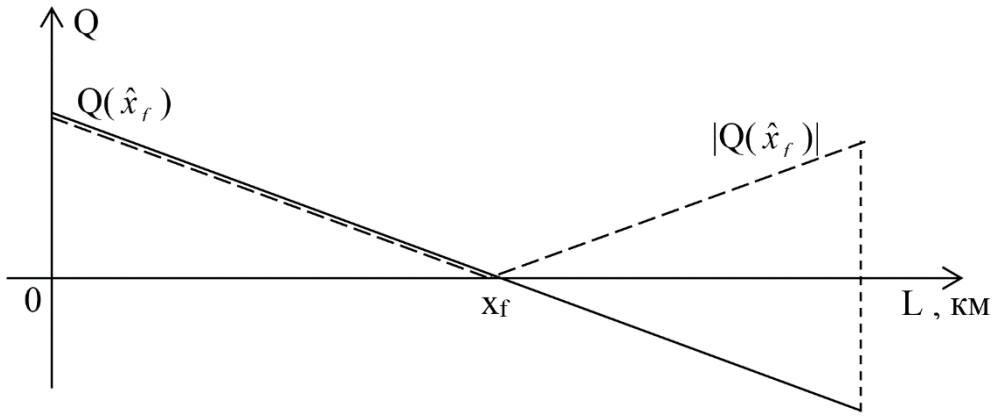


Рисунок Л.2 – Эпюра реактивной мощности в ветви предполагаемого повреждения вдоль защищаемой линии

Таким образом, поиск места повреждения сводится к поиску точки на линии, в которой реактивная мощность будет равна нулю или меняет свой знак.

Для расчета реактивной мощности в любой точке защищаемой линии необходимо рассчитать токи и напряжения в данной точке по наблюдаемым токам $\underline{I}_S$ и напряжениям $\underline{U}_S$ в месте установки терминала (рисунок Л.3).

Для связи токов и напряжений в любой точке линии с токами и напряжениями в месте установки терминала используется теория многополюсников. Для рассматриваемой линии составляются схема замещения и уравнения четырехполюсника в форме «В». Данная форма непосредственно связывает токи и напряжения в предполагаемой ветви повреждения с измеряемыми.

$$\begin{bmatrix} \underline{U}_{1A,f} \\ \underline{I}_{1A,f} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{B}_{11} & \underline{B}_{12} \\ \underline{B}_{21} & \underline{B}_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{U}_{1A,S} \\ \underline{I}_{1A,S} \end{bmatrix}, \qquad (Л.5)$$

Таким образом, основная задача расчета сводится к определению коэффициентов эквивалентного четырехполюсника в форме В. Для этого, весь защищаемый объект представляется в виде каскадного соединения элементарных четырехполюсников. Первый элементарный четырехполюсников представляет собой Г-образный четырехполюсник, описывающий участок линии и отпайку (рисунок Л.3).

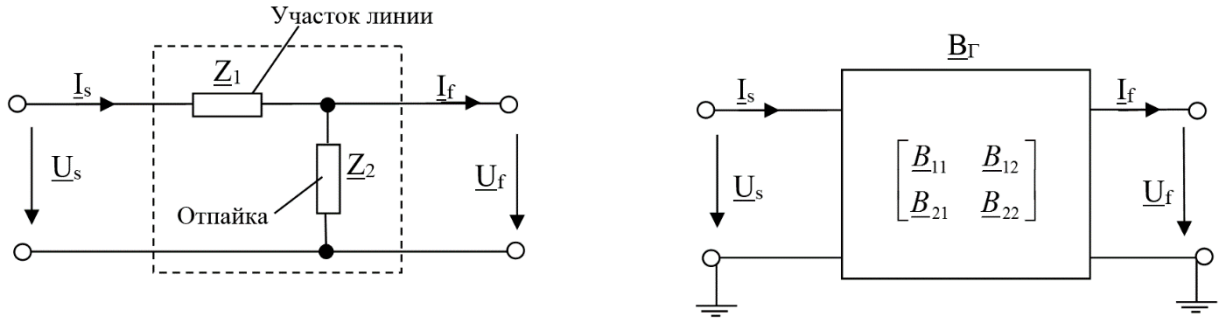


Рисунок Л.3 – Представление Г-образной схемы замещения в виде четырехполюсника формы В

Параметры схемы замещения:

$$\underline{Z}_1 = \underline{Z}_1^0 l_{\text{уч.}},$$

где $\underline{Z}_1^0$ – удельное сопротивление прямой последовательности, Ом/км;

$l_{\text{уч.}}$ – длина участка линии до отпайки, км.

$$\underline{Z}_2 = \underline{Z}_1^0 l_{\text{отп.}} + \underline{Z}_T + \underline{Z}_H,$$

где $l_{\text{отп.}}$ – длина ответвления, км;

$\underline{Z}_T$ – сопротивление трансформатора, приведенное к стороне ВН, Ом;

$\underline{Z}_H$ – усредненное сопротивление нагрузки отпайки, приведенное к стороне ВН, Ом.

Для данной схемы замещения коэффициенты четырехполюсника в форме В (Л.5), определяются следующим образом:

$$\underline{B}_{\text{Г}} = \begin{bmatrix} 1 & -\underline{Z}_1 \\ -1/\underline{Z}_2 & 1+\underline{Z}_1/\underline{Z}_2 \end{bmatrix}, \qquad (\text{Л.6})$$

Второй элементарный четырехполюсник описывает просто участок линии $\underline{Z}_1 = \underline{Z}_1^0 l_{\text{уч.}}$ или участок линии с отпайкой $\underline{Z}_1 = \underline{Z}_1^0 l_{\text{уч.}} + \underline{Z}_T + \underline{Z}_H$ (рисунок Л.4). Его коэффициенты:

$$\underline{B}_{\text{Л}} = \begin{bmatrix} 1 & -\underline{Z}_1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \qquad (\text{Л.7})$$

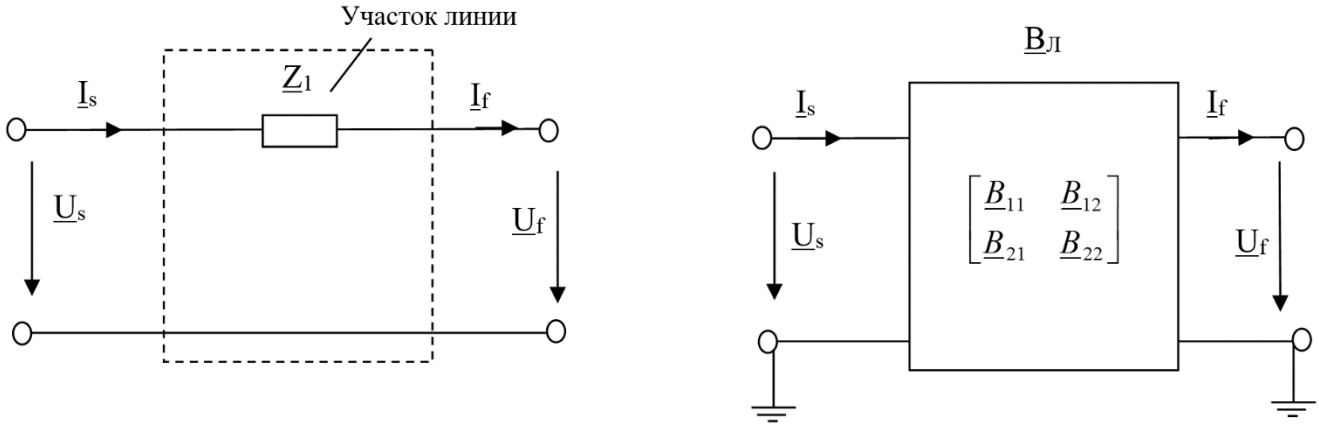


Рисунок Л.4 – Представление линейного участка в виде четырехполюсника формы В

Таким образом, представляя схему замещения защищаемого объекта в виде каскадного соединения элементарных четырехполюсников, можно получить эквивалентный четырехполюсник, связывающий токи и напряжения в месте наблюдения и в ветви

предполагаемого повреждения. Рассмотрим это на примере линии, структура которой представлена на рисунке Л.5.

В результате выполненных преобразований по «сворачиванию» ответвлений наша схема примет следующий вид (рисунок Л.7). Используя данный метод сворачивания, любую линию можно преобразовать до подобного вида.

Всю задачу определения места повреждения можно разделить на несколько пунктов:

– описание параметров защищаемой линии и ответвлений;

– сворачивание ответвлений и получение защищаемой линии в виде, представленном на рисунке Л.7;

– по известным токам и напряжениям КЗ нахождение точки на линии, в которой реактивная мощность равна нулю.

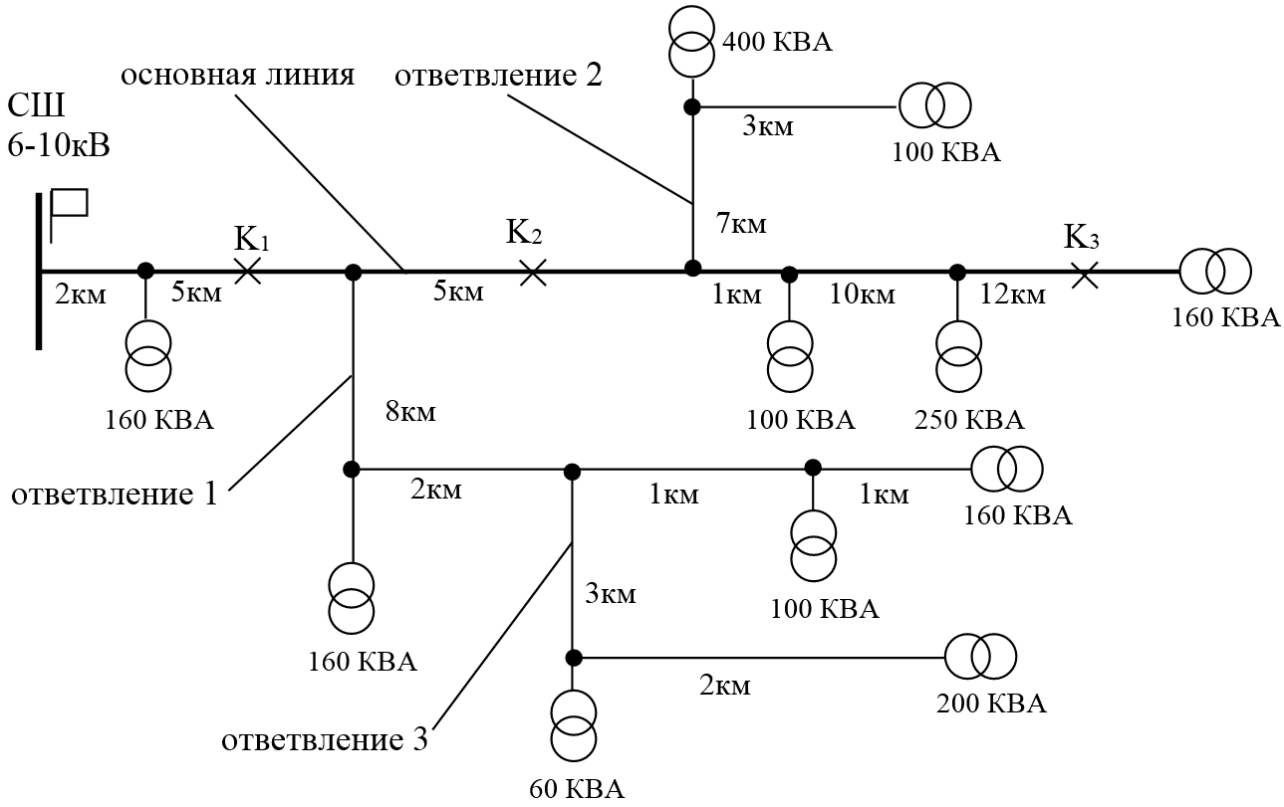


Рисунок Л.5 – Структурная схема сети

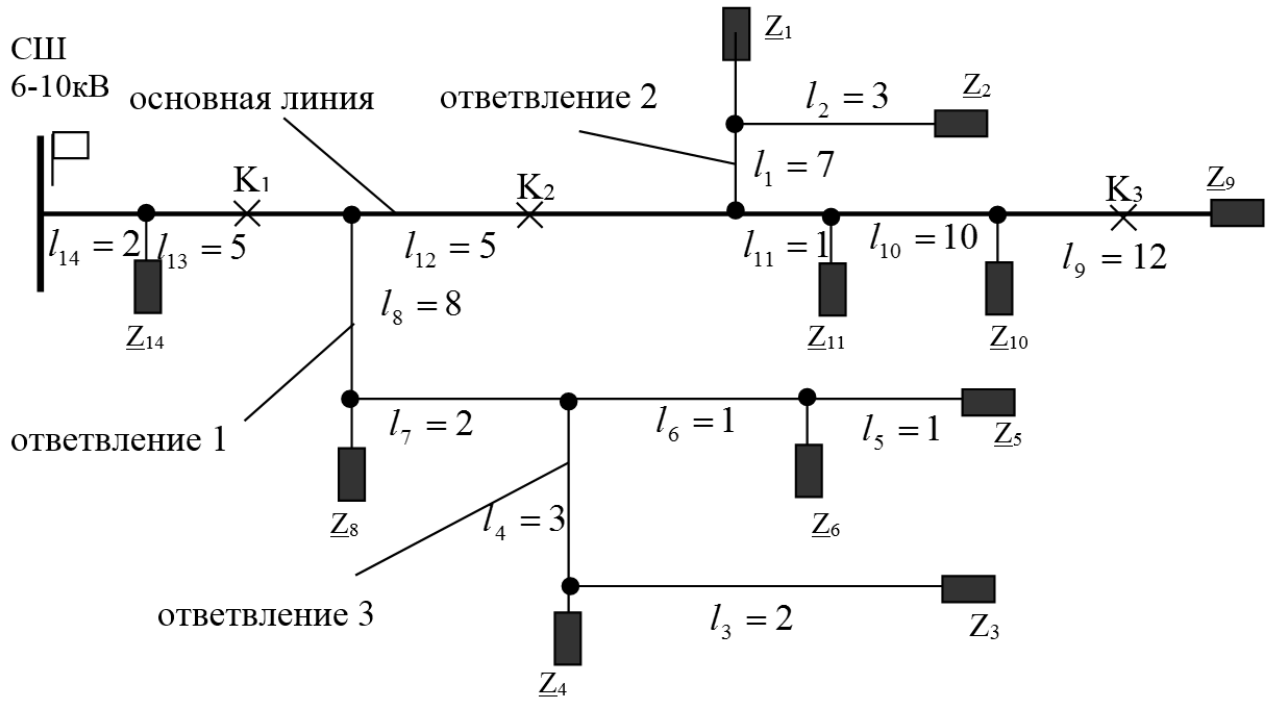


Рисунок Л.6 – Схема замещения сети

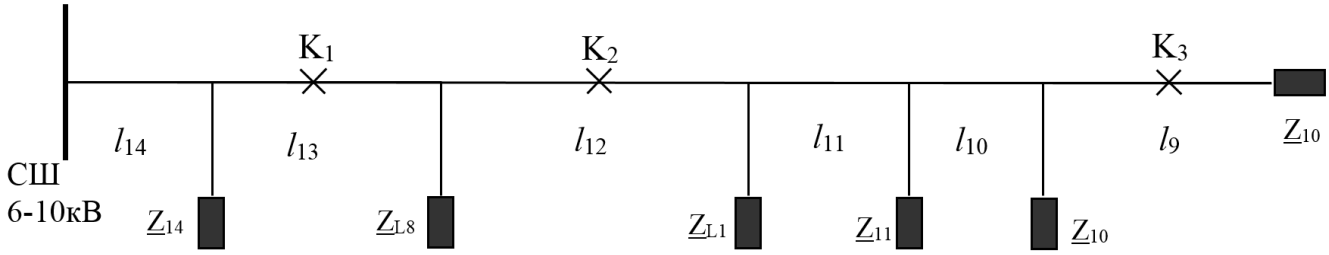


Рисунок Л.7 – Структурная схема защищаемой линии после эквивалентирования ответвлений

Для снижения требований к аппаратным ресурсам можно рассчитывать реактивную мощность в ветви предполагаемого повреждения не в произвольной точке линии, а в фиксированных, заранее определенных точках. Для этого необходимо заранее для этих точек рассчитать матрицы B. Естественно, чем больше точек используется для аппроксимации зависимости Q(x), тем точнее будет результат. Для определения места повреждения достаточно определить две соседние точки на линии, между которыми реактивная мощность меняет свой знак. Дальнейшая аппроксимация для повышения точности определения повреждения проводится между этими точками (рисунок Л.8). Функция Q(x) может быть и не линейна (чем выше загрузка и больше переходное сопротивление, тем выше нелинейность), в этом случае возникает методическая погрешность.

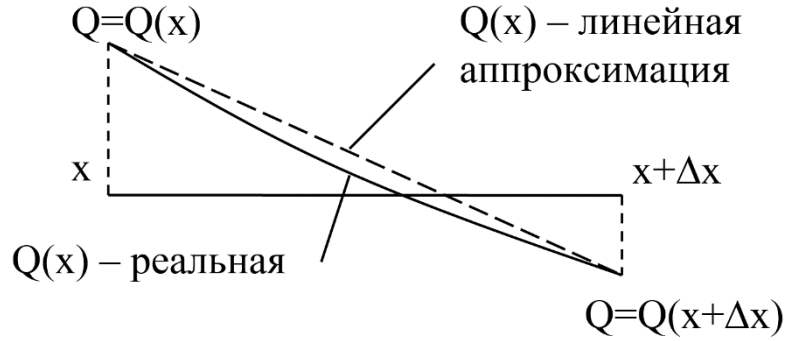


Рисунок Л.8– Методическая погрешность линейной аппроксимации по двум точкам

При коротком замыкании терминал измеряет токи и напряжения. Для работы функции ОМП из входных фазных токов и напряжений необходимо выделить прямую и обратную последовательности для особой фазы. При трехфазном замыкании достаточно выделить только прямую последовательность фазы А. При междуфазном замыкании за особую фазу принимается неповрежденная фаза и для этой фазы вычисляются токи и напряжения прямой и обратной последовательности.

Например для особой фазы А (замыкание ВС):

$$3\dot{U}_1 = \dot{U}_A + \underline{a}\dot{U}_B + \underline{a}^2\dot{U}_C \text{ и } 3\dot{U}_2 = \dot{U}_A + \underline{a}^2\dot{U}_B + \underline{a}\dot{U}_C,$$
$$3\dot{I}_1 = \dot{I}_A + \underline{a}\dot{I}_B + \underline{a}^2\dot{I}_C \text{ и } 3\dot{I}_2 = \dot{I}_A + \underline{a}^2\dot{I}_B + \underline{a}\dot{I}_C, \quad , \qquad (Л.8)$$

где $\underline{a} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$ – оператор фазы,

$\underline{a}^2 = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}$.

Если предусмотрено двухфазное исполнение токовых цепей (например, фаз А и С), то ток недостающей фазы определяется как $\dot{I}_B = -\dot{I}_A - \dot{I}_C$. С учетом этого выражение 1.8 перепишется в виде:

$$3\dot{I}_1 = (1-\underline{a})\dot{I}_A + (\underline{a}^2 - \underline{a})\dot{I}_C,$$
$$3\dot{I}_2 = (1-\underline{a}^2)\dot{I}_A + (\underline{a} - \underline{a}^2)\dot{I}_C = (1-\underline{a}^2)\dot{I}_A - (\underline{a}^2 - \underline{a})\dot{I}_C \qquad (Л.9)$$

где $(1-\underline{a}) = -\frac{3}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$,

$(1-\underline{a}^2) = -\frac{3}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}$,

$(\underline{a}^2 - \underline{a}) = \sqrt{3}$.

Если присутствуют только токовые цепи, то для оценки напряжения шин вводится эквивалентное сопротивление системы $\underline{Z}_{\text{сист}}$. Как правило, сопротивления прямой и обратной последовательностей одинаковые, тогда напряжения определяются как

$$\dot{U}_1 = \underline{Z}_{\text{сист}}\dot{I}_1,\ \dot{U}_2 = \underline{Z}_{\text{сист}}\dot{I}_2. \qquad (Л.10)$$

Используя выражения (1.8–1.10) рассчитываются токи и напряжения прямой последовательности для трехфазного замыкания и прямой и обратной последовательности – для междуфазных замыканий, которые в дальнейшем используются для ОМП.

По известным коэффициентам четырехполюсника и симметричным последовательностям токов и напряжений в месте наблюдения рассчитываются токи и напряжения в точках линии, по которым рассчитывается реактивная мощность. Расчет продолжается до тех пор, пока не обнаружится смена знака между соседними точками на линии. После нахождения точек с разными знаками реактивной мощности (Q_x – положительная мощность, $Q_{x+\Delta x}$ – отрицательная), оценивается координата точки перехода через ноль

$$\hat{x}_f = x + \frac{\Delta x}{1 - Q_{x+\Delta x}/Q_x}. \qquad (Л.11)$$

Л.2 Составление файла конфигурации для функции ОМП

Для расчетов параметров четырехполюсников, и нахождения коэффициентов схемы замещения необходимо составить описание защищаемой сети. Рассмотрим структуру файла конфигурации для расчета уставок функции ОМП, на примере сетевого района, схема которого приведена на рисунках Л.5 и Л.6.

Принцип описания линии состоит в следующем. Структурно схема разбивается на одну или несколько линий. Линия – участок сети, содержащий, как минимум один участок линейных проводов (или несколько последовательных участков) и одну или несколько отпаек. Если отпайка подключается к линии через участок линейных проводов, то она выделяется в отдельную линию.

Например, элементы L1, L2, Z1, Z2 могут быть рассмотрены как одна линия в последовательности: L1, Z1 (отпайка без участка проводов), L2, Z2. Те же самые элементы могут быть представлены как две отдельные линии: первая линия L1, Z1 и вторая линия (подсоединенная к первой) – L2, Z2.

Основные требования при составлении файла описания:

– при описании необходимо стремится к минимизации числа линий (ответвлений);

– линии и ответвления описываются поочередно в направлении от места установки терминала (сначала описывается ответвление 1, затем ответвление 2, рисунок Л.5);

– первой описывается основная линия, затем описываются ответвления от основной линии;

– если ответвления также содержат несколько ответвлений, то они также должны быть описаны в порядке удаления от места установки терминала;

– элементы (отпайки или участки линии) описываются также по порядку, в направлении от места установки терминала;

– расстояние до начала ответвления указывается от начала линии, от которой происходит ответвление.

Поясним на примере схемы, представленной на рисунках Л.5 и Л.6. Схема содержит четыре линии. Основная линия включает в себя следующие элементы: L14, Z14, L13, L12, L11, Z11, L10, Z10, L9, Z9.

Вторая линия (ответвление 1) состоит из линейных участков: L8, Z8, L7, L6, Z6, L5, Z5 (подсоединяется к основной линии на расстоянии 7 км от места установки терминала).

Для третьей линии (ответвление 2): L1, Z1, L2, Z2 (подсоединяется к основной линии на расстоянии 12 км от места установки терминала).

Четвертая линия (ответвление 3): L4, Z4, L3, Z3 (подсоединяется ко второй линии на расстоянии 10 км от начала второй линии).

Файл конфигурации включает в себя следующие основные разделы:

– [ModelSettings] – задает общие характеристики сетевого района, приведенные в таблице К.1.

– [Line–<LN>] – общие параметры линии (LN – порядковый номер линии), описанные в таблице К.2.

– [Line–<LN>, Section–<S>] – параметры элемента структурной схемы (LN – порядковый номер линии, S – порядковый номер элемента схемы для линии LN). Параметры элемента структурной схемы описаны в таблицах Л.2 и Л.3.

Общие параметры структурной схемы сетевого района по рисунку Л.5.

Таблица Л.1 – Общие параметры структурной схемы сетевого района

Параметр	**Значение**	**Обозначение в файле конфигурации**	**Примечание**
Напряжение Uнн, кВ	10	Unn=10	
Напряжение Uк, %	6,5	Uk=6,50	Для всех отпаечных трансформаторов
cosφ	0,8	cosFi=0,80	
Параметры линии	R1=(0.603÷1.8)=1.2015, Ом/км	Z1=1,2015 0,366	Приняты усредненные значения
	X1=(0.337÷0.395)=0.366, Ом/км		
	B1=(2.83÷3.31)·10^{-6}=3.07·10^{-6}, См/км	B1=0 0,00000307	
Число линий	4	NumLines=4	

Таблица Л.2 – Общие параметры линии

Параметр	**Комментарий**
Connect Point	Задает расстояние от начала линии, к которой присоединяется ответвление, до начала ответвления Для линии с номером 1 игнорируется Для ответвления 2: ConnectPoint=L14+L13+L12=12 км Для ответвления 3: ConnectPoint=L8+L7=10 км
Connect To Line	Задает номер линии, к которой присоединяется рассматриваемая линия Игнорируется для линии с номером 1 Для ответвления 2: ConnectToLine=1 (к основной линии) Для ответвления 3: ConnectToLine=3 (номер ответвления 1)
Num Sections	Количество элементов в описываемой линии Для линии 1: NumSections=10 Для ответвления 1: NumSections=4

Таблица Л.3 – Параметры элемента структурной схемы

Параметр	**Комментарий**
Line	Указывает принадлежность элемента (отпайки, участка линии) к определенной линии
Section	Порядковый номер элемента от начала линии
ScnType	Тип элемента: 0 – отпайка, 1 – участок линии
Length	Длина участка линии, км; для отпайки игнорируется
S	Мощность нагрузки, кВА; для участка линии игнорируется
Kload	Коэффициент загрузки, о.е; для участка линии игнорируется

По изложенному выше принципу описываются все элементы структурной схемы. Для примера составим описание ответвления 1 (рисунок Л.5, рисунок Л.6). Эта линия является первой (от места установки терминала), поэтому номер линии равен 2 (после основной линии с номером 1) – [Line–2]. Рассматриваемая линия подсоединяется к основной на расстоянии 7 км от начала основной линии, следовательно, для данного ответвления можно записать: ConnectPoint=7 (км); ConnectToLine=1 (к основной линии с номером 1). У данного ответвления семь элементов (L8, Z8, L7, L6, Z6, L5, Z5), поэтому параметр NumSections=7. В целом задание общих параметров для ответвления 2 выглядит следующим образом:

[Line–**2**]
ConnectPoint=**7**
ConnectToLine=**1**

NumSections=**7**

После задания общих параметров линии должно идти описание по порядку каждого элемента линии, начиная с первого.

Первый элемент – участок линии L8 длиной 8 км ([Line–2, Section–1]). Для него ScnType=1 (участок линии), Length=8:

[Line–**2**, Section–**1**]
ScnType=**1**
Length=**8**

Второй элемент – отпайка Z8 мощностью 160 КВА и коэффициентом загрузки 0,5:

[Line–2, Section–**2**]
ScnType=**0**
S=160,000
Kload=**0,50**

Аналогично составляются описания для остальных элементов ответвления 1 (L7, L6, Z6, L5, Z5):

Для L7 (2 км):
[Line–2, Section–3]
ScnType=1
Length=2

Для L6 (1 км):
[Line–2, Section–4]
ScnType=1
Length=1

Для Z6 (100 КВА, к–т загр. 0,7):
[Line–2, Section–5]
ScnType=0
S=100,00
Kload=0,70

Для L5 (1 км):
[Line–2, Section–6]
ScnType=1
Length=1

Для Z5 (160 КВА, к–т загр. 0,5):
[Line–2, Section–7]
ScnType=0
S=160,000000
Kload=0,500000

Следующей линией является ответвление 2. Для него составляется аналогичный фрагмент файла конфигурации:

[Line–3]
ConnectPoint=12
ConnectToLine=1
NumSections=4

[Line–3, Section–1]
ScnType=1
Length=7
[Line–3, Section–2]

ScnType=0
S=400,000
Kload=0,50

[Line–3, Section–3]
ScnType=1
Length=3

[Line–3, Section–4]
ScnType=0
S=100,00
Kload=0,50

В таблицах Л.4 и Л.5 показаны все элементы схемы рисунка Л.5 и указано их обозначение в файле конфигурации.

Таблица Л.4 – Параметры отдельных участков линий

Участок линии	**Длина, км**	**Обозначение в файле конфигурации**
[Line–1]		
L14	2.0	[Line–1, Section–1]
L13	5.0	[Line–1, Section–3]
L12	5.0	[Line–1, Section–4]
L11	1.0	[Line–1, Section–5]
L10	10.0	[Line–1, Section–7]
L19	12.0	[Line–1, Section–9]
[Line–2]		
L8	8.0	[Line–2, Section–1]
L7	2.0	[Line–2, Section–3]
L6	1.0	[Line–2, Section–4]
L5	1.0	[Line–2, Section–6]
[Line–3]		
L1	7.0	[Line–3, Section–1]
L2	3.0	[Line–3, Section–3]
[Line–4]		
L4	3.0	[Line–4, Section–1]
L3	2.0	[Line–4, Section–3]

Таблица Л.5 – Параметры отпаек

Отпайка	Мощность нагрузки, кВА	Обозначение в файле конфигурации
[Line–1]		
Z14	160	[Line–1, Section–2]
Z11	100	[Line–1, Section–6]
Z10	250	[Line–1, Section–8]
Z9	160	[Line–1, Section–10]
[Line–2]		
Z8	160	[Line–2, Section–2]
Z6	100	[Line–2, Section–5]
LZ	160	[Line–2, Section–7]
[Line–3]		
Z1	400	[Line–3, Section–2]
Z2	100	[Line–3, Section–4]
[Line–4]		
Z4	60	[Line–4, Section–2]
Z3	200	[Line–4, Section–4]

В целом файл конфигурации для сети из рисунка Л.5 представлен ниже на рисунке Л.9. Следует отметить, что необходимо точно и правильно создавать файл конфигурации, так как неправильное или некорректное задание значений может, в худшем случае, привести к неправильному расчету коэффициентов, что скажется на достоверности определения места повреждения. Чем точнее задаются данные в файле конфигурации (особенно коэффициентов загрузки отпаечных трансформаторов), тем точнее в конечном итоге получается результат.

Л.3 Расчет коэффициентов схемы замещения

После подготовки файла конфигурации, описывающего защищаемую линию, необходимо рассчитать коэффициенты схемы замещения линии (коэффициенты четырехполюсников). Для этого используется программа «OMP_Set.exe» из пакета программ.

После запуска откроется окно программы, в котором отображены пункты:

– «Файл конфигурации» – необходимо указать путь к файлу конфигурации линии (Л.2);

– «Файл уставок» – необходимо указать путь к файлу, в котором будут сохраняться рассчитанные матрицы коэффициентов. По умолчанию файл уставок «ompl.set», он располагается в папке с программой «OMP_Set.exe»;

– «Длина линии, км» – после указания пути к файлу конфигурации программа автоматически определяет длину основной линии. Данное значение может служить критерием проверки правильности задания данных. Длина, указанная в этом окне должна точно совпадать с длиной основной линии, описываемой в файле конфигурации. Если длина отличается, необходимо проверить правильность задания данных;

– «Количество точек» – указывается количество точек, на которое будет разбита линия (Л.1). Рекомендуемое количество точек – максимальное значение 16 точек;

– «Создать файл уставок» – запуск расчета коэффициентов. При успешном расчете коэффициентов должно появиться сообщение об успешном расчете и сохранении уставочных коэффициентов в указанном файле. Если этого сообщения не появилось, следует проверить правильность задания данных в файле конфигурации (следует также проверить правильность указания параметров, последовательность описания, грамматические ошибки). Следует помнить, что файл с правильно рассчитанными коэффициентами создается только после сообщения успешного завершения расчетов.

```
[ModelSettings]
Unn=10,00
Uk=6,50
cosFi=0,80
Z1=1,2015  0,366
B1=0 0,00000307
NumLines=4

[Line-1]
ConnectPoint=0
ConnectToLine=0
NumSections=10

[Line-1, Section-1]
ScnType=1
Length=2

[Line-1, Section-2]
ScnType=0
S=160,00
Kload=0,500

[Line-1, Section-3]
ScnType=1
Length=5

[Line-1, Section-4]
ScnType=1
Length=5

[Line-1, Section-5]
ScnType=1
Length=1

[Line-1, Section-6]
ScnType=0
S=100,00
Kload=0,500

[Line-1, Section-7]
ScnType=1
Length=10

[Line-1, Section-8]
ScnType=0
S=250,00
Kload=0,500
```

```
[Line-1, Section-9]
ScnType=1
Length=12

[Line-1, Section-10]
ScnType=0
S=160,000
Kload=0,500

[Line-2]
ConnectPoint=7
ConnectToLine=1
NumSections=7

[Line-2, Section-1]
ScnType=1
Length=8

[Line-2, Section-2]
ScnType=0
S=160,00
Kload=0,500

[Line-2, Section-3]
ScnType=1
Length=2

[Line-2, Section-4]
ScnType=1
Length=1

[Line-2, Section-5]
ScnType=0
S=100,00
Kload=0,70

[Line-2, Section-6]
ScnType=1
Length=1

[Line-2, Section-7]
ScnType=0
S=160,00
Kload=0,500


[Line-3]
ConnectPoint=12
```

```
ConnectToLine=1
NumSections=4

[Line-3, Section-1]
ScnType=1
Length=7

[Line-3, Section-2]
ScnType=0
S=400,00
Kload=0,500

[Line-3, Section-3]
ScnType=1
Length=3

[Line-3, Section-4]
ScnType=0
S=100,00
Kload=0,500

[Line-4]
ConnectPoint=10
ConnectToLine=2
NumSections=4

[Line-4, Section-1]
ScnType=1
Length=3

[Line-4, Section-2]
ScnType=0
S=60,00
Kload=0,500

[Line-4, Section-3]
ScnType=1
Length=2

[Line-4, Section-4]
ScnType=0
S=200,00
Kload=0,500
```

Рисунок Л.9

Л.4 Загрузка коэффициентов в терминал

Полученные коэффициенты связывают токи и напряжения в месте установки терминала с токами и напряжениями в определенных известных точках. Зная положение точки, ее коэффициенты (коэффициенты четырехполюсника в форме В), а также величины токов и напряжений в месте установки терминала, можно определить токи и напряжения в точке на линии. Для возможности терминалу при повреждении определять токи, напряжения и реактивную мощность в точках линии, необходимо загрузить эти коэффициенты в память терминала. Загрузка коэффициентов возможна с помощью программы «ТЕКОМ» из меню *«Уставки/Параметры/Коэффициенты ОМП»*. Необходимо открыть файл с рассчитанными коэффициентами и записать их в терминал. Коэффициенты ОМП сохраняются в энергонезависимой памяти терминала и при потере питания их значения не сбрасываются.

Л.5 Настройка параметров терминала

Настройка параметров ОМП осуществляется программой «ТЕКОМ» и через меню терминала. Полная настройка возможна только посредством программы «ТЕКОМ». Через меню терминала доступно только включение (отключение) функции и просмотр результата о найденном расстоянии до места повреждения. Управление работой ОМП доступно в меню терминала *«Уставки/ОМП»*. Результат последнего расчета места повреждения хранится в энергонезависимой памяти, и доступен для просмотра в меню *«Регистрация/ОМП»*. Также результат расчета места повреждения выводится в аварийном сообщении.

С помощью программы «ТЕКОМ» также возможно включение (отключение) функции ОМП и просмотр расстояния до места повреждения. Кроме этого доступны параметры конфигурации входных цепей. Уставкой «Параметры ОМП» задается исполнение токовых цепей (указывается недостающая фаза) и наличие цепей напряжения. При отсутствии цепей напряжения необходимо задать параметры – активное и реактивное сопротивления системы $\underline{Z}_{\text{сист}}$.

Признаком короткого замыкания является срабатывание ступеней МТЗ, действующих на выключатель. При этом регистрируются токи и напряжения аварийного режима, производится их преобразование и запускается алгоритм расчета. Результат расчета – расстояние до места повреждения индицируется на дисплее при отображении сообщения о срабатывании защиты и в меню *«Регистрация/ОМП»*. Погрешность определения места повреждения составляет не более 5 % от длины защищаемой линии.

Список сокращений

АВР	–автоматическое включение резерва;
АПВ	–автоматическое повторное включение;
АСУ ТП	–автоматизированная система управления технологическим процессом;
АЧР	–автоматическая частотная разгрузка;
БСК	–батарея статических конденсаторов;
ДЗ	–дуговая защита;
EEPROM	–микросхема с энергонезависимой памятью;
ЖКИ	–жидкокристаллический индикатор;
ЗИП	–запасные части и принадлежности;
ЗМН	–защита минимального напряжения;
ЗОФ	–защита от обрыва фаз;
ИЧМ	–интерфейс «человек–машина»;
ИО	–измерительный орган;
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;
МТЗ	–максимальная токовая защита;
МЭК	–международная электротехническая комиссия;
н.з.	–нормально закрытый (контакт);
н.о.	–нормально открытый (контакт);
НП	–нулевая последовательность
ОЗЗ	–однофазное замыкание на землю;
ПЗУ	–постоянное запоминающее устройство;
ПК	–персональный компьютер;
ПО	–программное обеспечение;
РЗА	–релейная защита и автоматика;
РПВ	–реле положения включено;
РПО	–реле положения отключено;
РФК	–реле фиксации команд;
РЭ	–руководство по эксплуатации;
сш	– система шин;
ТЗНП	–токовая защита нулевой последовательности;
ТН	–трансформатор напряжения;
ТО	–техническое обслуживание;
ТТ	–трансформатор тока;
ТТНП	–трансформатор тока нулевой последовательности;
УРОВ	–устройство резервирования при отказе выключателя;
ШМН	–шинка минимального напряжения;
± ШД	–шинки дуговой защиты;
ШЗА	–шинки звуковой аварийной сигнализации;
ШЗП	–шинки звуковой предупредительной сигнализации;
ШМ	–шинка мигания;
ШС	–шинки сигнализации;
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			137	АИПБ.82 –2015			13.04.2015
2		все			135	АИПБ.265 – 2015			12.2015
3		2–135			–	АИПБ.48 –2016			03.2016
4		1, 3, 77-80			–	АИПБ.188 – 2016			07.2016
5	–	7	–	–	–	АИПБ.251-2016			08.2016
6	–	13	–	–	–	АИПБ.297-2016			09.2016
7	–	33	–	–	–	АИПБ.331-2016			10.2016