

НПФ Техэнергокомплекс

Устройства микропроцессорной защиты
УМПЗ/ТЭК**Техническое описание и Инструкция по эксплуатации**



ВНИМАНИЕ: к эксплуатации устройства микропроцессорной защиты УМПЗ/ТЭК допускаются лица, изучившие данное техническое описание, инструкцию по эксплуатации и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок, электрических станций и подстанций.



ВНИМАНИЕ: При просмотре технического описания в электронном виде с использованием программы Adobe AcrobatReader работают перекрестные ссылки (ссылка в пределах документа). Ссылки помечены синим цветом. При наведении указателя мыши на перекрестную ссылку вид указателя изменяется и, кликнув по ссылке, можно перейти к соответствующему абзацу. Для возврата в содержание внизу каждой страницы слева имеется ссылка Содержание.

ООО «НПФ Техэнергокомплекс»
г. Люберцы, ул. Транспортная, д.1
тел. +7(495) 971-21-64
e-mail: mail@tecomplex.ru
<http://www.tecomplex.ru>

Список используемых сокращений	6
1. Структура условного обозначения	7
2. Общие сведения	8
2.1 Назначение.....	8
2.2. Требования безопасности.....	8
2.3. Устройство и работа изделия.....	8
2.4. Технические и эксплуатационные характеристики.....	11
2.5. Контроль исправности.....	12
2.6. Типы исполнения.....	12
2.7. Технические данные.....	14
3. Защита и автоматика	16
3.1. Максимальная токовая защита.....	16
3.1.1. МТЗ-1.....	23
3.1.2. МТЗ-2.....	23
3.1.3. МТЗ-3.....	24
3.1.4. Орган направления мощности.....	25
3.1.5. Пуск по напряжению.....	26
3.1.6. Ускорение МТЗ.....	27
3.1.7. АПВ от МТЗ.....	27
3.1.8. Блокировка при срабатывании.....	28
3.1.9. Логическая защита шин.....	28
3.1.10. МТЗ-4.....	29
3.2. Защита от обрыва фазы и несимметричных режимов.....	31
3.3. Защита от однофазного замыкания на землю.....	32
3.3.1. Защита от ОЗЗ по первой гармонике.....	32
3.3.2. Защита от ОЗЗ по верхним гармоникам.....	37
3.4. Защита от повышения напряжения.....	38
3.5 Защита минимального напряжения.....	41
3.6. Автоматическое повторное включение.....	43
3.7. Автоматическое включение резерва.....	46
3.8. Дуговая защита.....	47
3.9. Тепловая защита.....	48
3.10. Газовая защита.....	48
3.12. Устройство резервирования отказов выключателя.....	49
3.13. Внешняя неисправность.....	51
3.14. Блокировка выключателя.....	51
4. Аналоговые входы	52
4.1. Токовые входы.....	52
4.2. Входы напряжения.....	53
5. Дискретные входы	54
5.1. Входы с фиксированным назначением.....	55
5.2. Входы с программируемым назначением.....	55
6. Дискретные выходы	55
6.1. Выходы с фиксированным назначением.....	56
6.2. Выходы с программируемым назначением.....	57
7. Светодиодная сигнализация	58
7.1. Светодиоды с фиксированным назначением.....	58
7.2. Светодиоды с программируемым назначением.....	58

8. Часы-календарь	60
8.1. Установка даты и времени.....	60
8.2. Синхронизация времени.....	60
9. Аварийный журнал	60
10. Регистратор сигналов	61
11. Интерфейсы связи	62
11.1. Интерфейс USB.....	63
11.2. Интерфейс RS485.....	64
11.3. Интерфейс Ethernet 10/100Base-TX.....	65
12. Прикладное ПО	67
12.1. ПО для конфигурирования.....	67
12.2. ПО для просмотра и экспорта аварийных осциллограмм.....	67
12.3. ПО для обновления.....	67
13. Состав изделия	67
14. Инструкция по эксплуатации	67
14.1. Общие указания.....	67
14.2. Указания мер безопасности.....	68
14.3. Подготовка к работе.....	68
14.4. Человеко-машинный интерфейс.....	69
14.4.1. Клавиатура.....	69
14.4.1.1. Назначение кнопок.....	69
14.4.2. Дисплей.....	70
14.4.3. Интерфейс связи.....	70
14.4.4. Меню.....	70
14.5. Передняя панель устройства.....	71
14.6. Задняя панель устройства.....	73
14.7. Особенности замены модулей устройства.....	73
14.8. Порядок установки.....	74
14.9. Гарантии изготовителя.....	75
14.10. Хранение и транспортирование.....	75
Приложения	
1. Схемы включения	77
1.1. УМПЗ/ТЭК-505 – Защита линии к трансформатору.....	77
1.2. УМПЗ/ТЭК-506 – Защита ввода.....	78
1.3. УМПЗ/ТЭК-507 – Защита секционного выключателя.....	79
2. Измерения, информация, сообщения	80
2.1. Измерения, информация.....	80
2.2. Сообщение о срабатывании защиты.....	81
3. Меню устройства	82
3.0. Главное меню.....	82
3.1. Уставки МТЗ-1.....	83
3.2. Уставки МТЗ-2.....	84
3.3. Уставки МТЗ-3.....	85
3.4. Уставки МТЗ-4.....	86
3.5. Уставки МТЗ общие.....	87

3.6. Уставки ЗОФ.....	88
3.7. Уставки ЗОЗЗ 1г.....	89
3.8. Уставки ЗОЗЗ вг.....	90
3.9. Уставки ЗПН.....	91
3.10. Уставки ЗМН.....	92
3.11. Уставки АПВ.....	93
3.12. Уставки АВР.....	94
3.13. Уставки ДЗ.....	95
3.14. Уставки ГЗ.....	96
3.15. Уставки ТЗ.....	97
3.16. Уставки АЧР.....	98
3.17. Уставки УРОВ.....	99
3.18. Уставки общие.....	100
3.19. Уставки регистратора сигналов.....	101
3.20. Уставки интерфейса RS485.....	102
3.21. Уставки интерфейса USB.....	103
3.22. Уставки интерфейса Ethernet.....	104
3.23. Уставки светодиодов.....	105
3.24. Уставки входов.....	106
3.25. Уставки выходов.....	107
3.26. Уставки часов-календаря.....	108
3.27. Уставки доступа в меню.....	109
4. Время-токовые характеристики.....	110
4.1. Нормально инверсная.....	110
4.2. Сильно инверсная.....	111
4.3. Чрезвычайно инверсная.....	112
4.4. Реле РТ-80.....	113
4.5. Реле РТВ-I.....	114
4.6. Обратозависимая (аналог RXIDG).....	115
5. Назначение программируемых входов.....	116
6. Назначение программируемых выходов и светодиодов.....	117
7. Назначение функциональных кнопок.....	118
8. Скриншоты прикладного ПО.....	119
8.1. Скриншот программы конфигурирования.....	119
8.2. Скриншот программы просмотра аварийных осциллограмм.....	120
8.3. Скриншот программы обновления.....	121
9. Внешний вид устройства.....	122
10. Опросный лист для заказа защит УМПЗ/ТЭК.....	123

Список используемых сокращений

А – ампер;
АВР – автоматическое включение резерва;
АПВ – автоматическое повторное включение;
АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

ВВ – высоковольтный выключатель;
В – вольт;

ГЗ – газовая защита;

ДЗ – дуговая защита;
ДПФ – дискретное преобразование Фурье;
БПФ – быстрое преобразование Фурье;

ЗМН – защита минимального напряжения;
ЗОФ – защита от обрыва фазы и несимметричных режимов;
ЗПН – защита от повышения напряжения;
ЗОЗЗ 1г. – защита от ОЗЗ по 1-й гармонике;
ЗОЗЗ в.г. – защита от ОЗЗ по верхним гармоникам;

КРУ – комплектное распределительное устройство;
КСО – камера сборная одностороннего обслуживания;

ЛЗШ – логическая защита шин;

мин – минуты;
МК – микроконтроллер;
МТЗ – максимальная токовая защита;
мс – миллисекунды;

ОЗЗ – однофазное замыкание на землю;
ОЗУ – оперативное запоминающее устройство;
ОЛ – отходящая линия;
ОНМ – орган направления мощности;

ПЗУ – постоянное запоминающее устройство;
ПК – персональный компьютер;

РПО – реле положения "Отключено";
РПВ – реле положения "Включено";

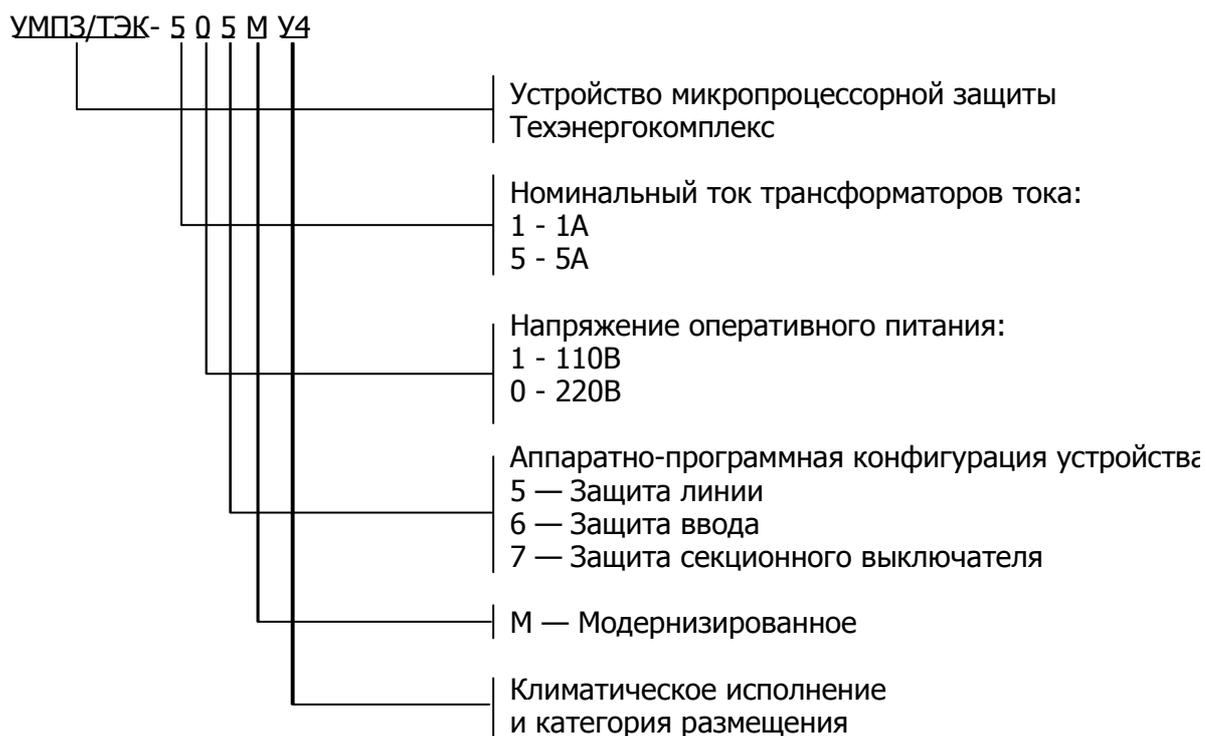
СВ – секционный выключатель;
с – секунды;

ТЗ – тепловая защита;
ТМ – телемеханика;
ТН – трансформатор напряжения;
ТО – токовая отсечка;
ТТ – трансформатор тока;
ТТНП – трансформатор тока нулевой последовательности;
ТЭК – Техэнергокомплекс;

УМПЗ – устройство микропроцессорной защиты;
УМЧ – угол максимальной чувствительности;
УРОВ – устройство резервирования отказа выключателя;

ЭНП – энергонезависимая память.

1. Структура условного обозначения



2. Общие сведения.

2.1. Назначение.

Устройство микропроцессорной защиты УМПЗ/ТЭК (в дальнейшем – устройство), является многофункциональным устройством релейной защиты и автоматики, выполняет функции релейной защиты, автоматики, управления, сигнализации в сетях 6–35 кВ.

Устройство предназначено для установки в релейных отсеках КРУ, КСО, в шкафах, в релейных залах и пультах управления подстанций 6–35 кВ.

Устройство предназначено для эксплуатации в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха – от -20 до $+55^{\circ}\text{C}$;
- относительная влажность при 25°C – до 98%;
- атмосферное давление – от 550 до 800 мм рт. ст.;
- окружающая среда – не взрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных паров и газов, разрушающих изоляцию и металлы;
- место установки должно быть защищено от попадания брызг, воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации;
- синусоидальная вибрация вдоль вертикальной оси частотой от 10 до 100 Гц с ускорением не более 1 g;
- многократные удары частотой от 40 до 80 ударов в минуту с ускорением не более 3g, Длительность ударного ускорения – от 15 до 20 мс.

Устройство может применяться для защиты элементов распределительных сетей как самостоятельное устройство, так и совместно с другими устройствами РЗА.

2.2. Требования безопасности

Устройство соответствует требованиям технического регламента таможенного союза ТР ТС 004/2011 "О БЕЗОПАСНОСТИ НИЗКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ".

Перед использованием необходимо заземлить корпус устройства.

2.3. Устройство и работа изделия

Конструктивно устройство выполнено в металлическом корпусе.

На передней панели располагаются клавиатура, дисплей, разъем интерфейса USB и светодиодная сигнализация. Клавиатура и дисплей могут использоваться для просмотра контролируемых параметров или для конфигурирования устройства через меню. Интерфейс USB предназначен для конфигурирования устройства с помощью прикладного ПО. Светодиодная сигнализация предназначена для отображения положения выключателя, срабатывания сигнализаций, событий.

На задней панели располагаются сменные модули:

- модуль датчиков тока (I_a , I_b , I_c , $3I_o$) и напряжения (U_a , U_b , U_c);
- модуль дискретных входов (16 входов);
- модуль дискретных выходов с фиксированным назначением (8 выходов);
- модуль дискретных выходов с программируемым назначением (8 выходов);
- модуль питания и интерфейсов (1PPS, RS485, Ethernet 10/100Base-TX).

На рисунке 1 изображена блок-схема устройства. Аналоговые сигналы тока и напряжения поступают на входы устройства, к которым подключены датчики тока и напряжения. Затем сигналы проходят предварительную обработку аппаратными

фильтрами защиты от наложения спектров с частотой среза порядка 750 Гц, масштабируются и поступают на входы 16-ти разрядного АЦП.

Сигналы от АЦП обрабатываются 32-х разрядным микроконтроллером. Обработка сигналов происходит по алгоритму преобразования Фурье относительно первой гармоники промышленной частоты, в результате чего получаются Декартовы координаты векторов входных токов и напряжений с относительной взаимной фазировкой относительно вектора фазного напряжения U_a , фаза которого принимается за 0 градусов.

Микропроцессор запрашивает значения АЦП с частотой выборки 1600 Гц, сохраняет выборки сигналов для цифрового регистратора, обрабатывает выборки по алгоритмам цифровой обработки сигналов (ДПФ, ВПФ).

Зная амплитуды и фазы семи (или шести – без тока I_b) измеренных векторов вычисляются следующие векторы :

- ток I_b (при отсутствии измерительного трансформатора в этой фазе);
- линейные напряжения основной гармоники U_{ab} , U_{bc} , U_{ca} ;
- сумма напряжений нулевой последовательности основной гармоники $3U_0$;
- ток обратной последовательности основной гармоники I_2 ;
- ток прямой последовательности основной гармоники I_1 .

При обратном чередовании фаз при расчете тока обратной последовательности токи и напряжения фаз В и С меняются местами.

Значения модулей и фаз векторов вычисляются каждые 10 мс.

Алгоритмы релейной защиты и автоматики тактируются каждые 10 мс.

Дополнительно устройство осуществляет поддержку интерфейсов связи, человеко-машинного интерфейса (клавиатура, дисплей, светодиоды), алгоритм синхронизации времени.

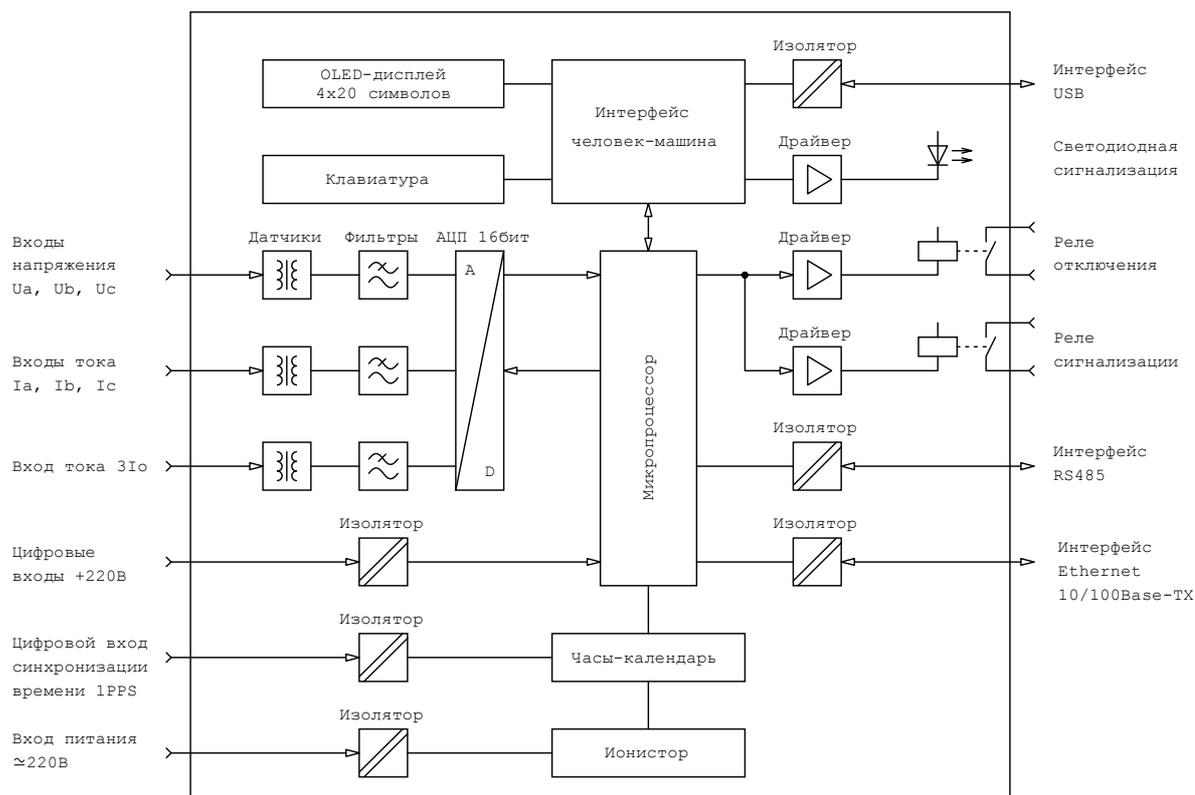


Рисунок 1 – Блок-схема устройства.

Каждая защита имеет независимый таймер выдержки и таймер возврата.

Любая защита может быть введена или выведена из работы с помощью соответствующих уставок. Конфигурация защит может изменяться уставками.

Для сравнения с уставками ступеней МТЗ используется максимальное из действующих значений первой гармоники фазного тока.

При превышении измеряемым значением значения уставки происходит пуск защиты и автоматическое уменьшение значения уставки на коэффициент возврата для исключения дребезга.

При наличии сигнала «пуск защиты» запускается соответствующий таймер выдержки времени.

При снижении измеряемого значения ниже уставки, умноженной на коэффициент возврата происходит приостановка таймера выдержки и пуск таймера возврата.

При пуске таймера возврата и последующем превышении измеряемым значением значения уставки происходит продолжение выдержки времени с ранее приостановленного значения, так называемое накопление выдержки.

При пуске таймера возврата, в случае, если измеряемое значение не превышает уставку, по окончании времени возврата происходит сброс выдержки времени и сброс пуска защиты.

Если выдержка времени закончилась, то устройство фиксирует значения параметров на момент выдачи импульса отключения в аварийном журнале и выдаёт импульс отключения на выход с фиксированным назначением «Отключение».

Длительность импульса отключения фиксирована и равна 100 миллисекунд. Это время достаточно для выключения высоковольтного выключателя.

Параметры аварийного отключения в аварийном журнале содержат:

- дата и время аварии;
- наименование сработавшей защиты;
- наименования других защит, которые были также запущены;
- значения аналоговых измеряемых величин;
- фазы аналоговых измеряемых величин;
- длительность аварийного режима.

Параметры аварийного отключения на OLED-дисплее устройства:

- наименование защиты;
- аварийный параметр и длительность аварийного режима.

При условии выдачи команды на отключение и отсутствии снижения тока через присоединение ниже уставки устройства резервирования отказа (I_{уров}) происходит пуск УРОВ.

При пуске УРОВ, через время T_{уст1} УРОВ выдаст повторный импульс отключения на свой выключатель от реле с фиксированным назначением «Отключение».

При пуске УРОВ и неотключении выключателя от повторного импульса отключения по окончании времени T_{уст2} устройство выдаст импульс на реле «УРОВ-выход».

Сигнал УРОВ будет выдаваться только при условии несрабатывания собственного выключателя. Это позволяет снизить время отключения вышестоящего выключателя и уменьшить последствия отказа собственного выключателя.

Замкнутое состояние контактов реле «УРОВ» обеспечивается до момента исчезновения тока через присоединение плюс 1 секунда.

2.4. Технические и эксплуатационные характеристики

Устройство обеспечивает следующие эксплуатационные возможности:

- конфигурирование (ввод/вывод защит и автоматики, уставок, выбор защитных характеристик);
- программирование входов, выходов, светодиодов, функциональных кнопок;
- выполнение функций защит, автоматики, управления;
- контроль и индикацию положения выключателя;
- контроль исправности цепей управления выключателем;
- непрерывный оперативный контроль работоспособности в течение всего времени работы (используется сторожевой таймер);
- блокировку всех выходов при неисправности устройства для исключения ложных срабатываний;
- получение дискретных сигналов управления и блокировок, выдачу команд управления, аварийной и предупредительной сигнализации;
- гальваническую развязку всех логических входов и релейных выходов, для обеспечения высокой помехозащищенности;
- конфигурирование устройства вручную через меню или с помощью прикладного ПО через интерфейсы связи USB, RS485;
- доступ к регистрам устройства (чтение измерений, состояний входов и

- выходов, светодиодов) по каналам связи RS485, Ethernet с использованием открытых протоколов связи, аналогичных Modbus RTU и Modbus TCP;
- ведение аварийного журнала (чтение доступно с помощью прикладного ПО – программа УМПЗ);
 - сохранение аварийных осциллограмм (чтение осциллограмм с помощью прикладного ПО – программа «УМПЗ», просмотр и экспорт в формат Comtrade с помощью прикладного ПО – программа «Осциллограф»);
 - синхронизацию времени между устройствами УМПЗ/ТЭК на удаленном объекте (в локальной сети RS485) при отсутствии подключения удаленного объекта к системам АСУ ТП и системе синхронизации времени (сервер точного времени);
 - обновление микропрограммного обеспечения устройства с помощью прикладного ПО (в случае необходимости, указать причину обновления).

В качестве базовой версии устройства используется одно универсальное устройство с максимальным количеством эксплуатационных характеристик.

С помощью прикладного ПО (программа «УМПЗ») базовое устройство конфигурируется как одно из устройств специального

- УМПЗ/ТЭК-505 – Защита линии на трансформатору;
- УМПЗ/ТЭК-506 – Защита ввода;
- УМПЗ/ТЭК-507 – Защита секционного выключателя.

Техническое писание и инструкция по эксплуатации соответствуют базовой версии.

2.5. Контроль исправности.

При включении питания устройство проверяет программно-аппаратные ресурсы, целостность памяти программ, ЭНП уставок, ход часов и, в случае успешного теста, переходит в режим работы, замыкая при этом контакты реле «Готов». В процессе работы микропроцессор периодически сбрасывает сторожевой таймер, в случае случайного сбоя и зависания микропрограммы сброс сторожевого таймера не происходит и по окончании выдержки времени происходит сброс микропроцессора. Такой сброс аналогичен режиму отключения и включения питания, т.е. полностью перезагружает устройство. Таким образом, сторожевой таймер позволяет исключить влияние случайных сбоев на работу устройства.

В случае обнаружения отказов, а также при отсутствии оперативного питания не выдается сигнал нормально замкнутыми контактами реле «Готов», на передней панели загорается светодиод «Неисправность» и устройство блокируется.

2.6. Типы исполнения.

Таблица 1 – Типы исполнения УМПЗ/ТЭК.

Функция	Код ANSI	Тип исполнения		
		505	506	507
Ненаправленная МТЗ с контролем двух или трёх фазных токов (4 ступени)	50/51	+	+	+
Зависимая и независимая выдержка времени МТЗ-2 и МТЗ-3		+	+	+
Ввод ускорения ступеней МТЗ-2 и МТЗ-3 (ступень МТЗ-1 всегда ускоренная)		+	+	+

Трехфазная направленная МТЗ	67	+	+	+
Группы уставок по току и времени для МТЗ (переключаются по входу)		+	+	+
Сигнализация или защита линии от длительной перегрузки по току (ступень МТЗ-4)		+	+	+
Пуск по напряжению для МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3		+	+	+
Автоматическое повторное включение (однократное или двукратное)		+	+	+
Блокировка включения при срабатывании защит		+	+	+
Сигнализация или защита при однофазном замыкании на землю (3I _о или 3I _о +3U _о ненаправленная)		+	+	+
Сигнализация или защита при однофазном замыкании на землю (3I _о +3U _о направленная)		+	+	+
Сигнализация или защита при однофазном замыкании на землю (по среднеквадратичному сумм токов верхних нечетных гармоник тока 3I _о с контролем напряжения 3U _о основной гармоники или без него)		+	+	+
Программное изменение чередования фаз		+	+	+
Защита от обрыва проводника и неполнофазных режимов (30Ф) (по отношению тока обратной последовательности к току прямой последовательности I ₂ /I ₁)	46R	+	+	+
Сигнализация или защита минимального напряжения (ЗМН)	27	+	+	+
Сигнализация или защита максимального напряжения (ЗПН)	59	+	+	+
Автоматическое включение резерва (АВР)		+	+	+
Дуговая защита с контролем тока и(или) напряжения (от внешнего датчика ДЗ)		+	+	+
Логическая защита шин (ЛЗШ)		+	+	+
Обнаружение отказа собственного выключателя (УРОВ)		+	+	+
Измерение действующих значений токов и напряжений основной гармоники (50 Гц)		+	+	+
Измерение максимального тока по каждой из фаз (максимум сбрасывается кнопкой «Сброс»)		+	+	+
Измерение действующего значения 3-ей, 5-ой, 7-ой, 9-ой, 11-й, 13-й гармоник тока		+	+	+

ЗІо				
Измерение частоты напряжения		+	+	+
Запоминание аварийных параметров при отключении		+	+	+
Запись событий в аварийный журнал		+	+	+
Регистратор аналоговых и цифровых сигналов на входах		+	+	+
Контроль исправности цепи отключения (по сигналу на входе с программируемым назначением)		+	+	+
Программируемые входы		+	+	+
Программируемые релейные выходы		+	+	+
Программируемые светодиоды на передней панели		+	+	+
Конфигурирование устройства из меню		+	+	+
Диагностика/контроль состояния устройства (исправно или неисправно)		+	+	+
Один порт связи USB (передняя панель)		+	+	+
Один порт связи RS485 (задняя панель)		+	+	+
Один порт связи Ethernet 10/100 Base TX (задняя панель)		+	+	+
Прикладное ПО для конфигурирования		+	+	+
Прикладное ПО для просмотра и экспорта аварийных осциллограмм		+	+	+
Прикладное ПО для обновления микропрограммного обеспечения		+	+	+

2.7. Технические данные.

Питание устройства осуществляется от источника переменного тока 50 Гц напряжением от 86 до 262 В или постоянного тока напряжением от 122 до 370 В.

Мощность, потребляемая устройством от источника оперативного тока в дежурном режиме – не более 7Вт, в режиме срабатывания защит – не более 10Вт.

Габаритные размеры устройства не превышают (ширина*высота*глубина) 237*163*180 мм.

Масса устройства без упаковки не превышает 4,5 кг.

Характеристики устройства УМПЗ/ТЭК указаны в таблицах части 3 настоящего описания.

Дополнительная погрешность измерения токов и напряжений, а также дополнительная погрешность срабатывания блока при изменении температуры окружающей среды в рабочем диапазоне не превышает 0,5 % на каждые 10°С относительно 20°С.

Дополнительная погрешность измерения токов, напряжений и срабатывания блока при изменении частоты входных сигналов в диапазоне от 45 до 55 Гц не превышает 2% на каждый 1 Гц относительно 50 Гц.

Устройство не срабатывает ложно и не повреждается при снятии и подаче оперативного тока, а также при перерывах питания любой длительности с последующим восстановлением.

Устройство обеспечивает хранение параметров настройки, конфигурация защит и автоматики (уставок) в течение всего срока службы вне зависимости от наличия питающего напряжения. Зафиксированные данные сохраняются в энергонезависимой памяти с гарантированным (производителем микросхем памяти) временем хранения не менее 38 лет при температуре +75°С, при более низкой температуре время хранения значительно больше.

Устройство выполняет функции защиты со срабатыванием выходных реле в течение 0,5 с при полном пропадании оперативного питания от номинального значения.

Время готовности устройства к работе после подачи оперативного тока не превышает 0,3 с.

Средняя наработка на отказ устройства составляет не менее 125000 часов.

В части воздействия механических факторов устройство соответствует группе М6 по ГОСТ 17516.1.

Устройство соответствует исполнению IP42 по лицевой панели и IP20 по остальным в соответствии с ГОСТ 14254 (МЭК 70-1, EN 60529), кроме клемм подключения токовых цепей.

Электрическое сопротивление изоляции между независимыми электрическими цепями и между этими цепями и корпусом в холодном состоянии составляет:

- не менее 100 МОм в нормальных климатических условиях;
- не менее 1 МОм при повышенной влажности (относительная влажность – 98%).

Нормальными климатическими условиями считаются:

температура окружающего воздуха – (25±10) °С;

относительная влажность – от 45 до 80%;

атмосферное давление – от 630 до 800 мм рт. ст.

Электрическая изоляция между независимыми электрическими цепями и между этими цепями и корпусом в холодном состоянии при нормальных климатических условиях без пробоя и перекрытия выдерживает:

- испытательное напряжение переменного тока 2 кВ (действующее значение) частотой 50 Гц в течение 1 мин;
- импульсное испытательное напряжение (по три импульса положительных и отрицательных) с амплитудой до 5 кВ, длительностью переднего фронта 1,2 мкс, длительностью импульса 50 мкс и периодом следования импульсов – 5 с.

Устройство выполняет свои функции при воздействии помех с параметрами, приведенными в таблице 8.

Таблица 2 - Описание помех не влияющих на работу устройства.

Вид помехи	Параметр	Значение
1 Высокочастотная ГОСТ 27918-88 (МЭК 255-4)	Частота Амплитуда Форма волны Частота повторения сигнала Время воздействия	1 МГц 2,5 кВ Затухающие колебания 400 Гц 2,0 с
2 Пачки импульсов ГОСТ 29156-91 (МЭК 801-4-88)	Амплитуда Длительность импульса Длительность пачки Период следования пачек Время воздействия	2 кВ 50 нс 15 мс 300 мс 30 мин
3 Электростатический разряд ГОСТ 29191-91 (МЭК 801-2-91)	Напряжение разряда Контактный Воздушный	6 кВ 8 кВ
4 Магнитное поле промышленной частоты ГОСТ 50648-94 (МЭК 1000-4-8-93)	Степень жесткости - 4	30 А/м
5 Импульсное магнитное поле ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93)	В трех взаимно перпендикулярных плоскостях	8/20 мкс ±600 А/м Критерий качества функционирования А
6 Затухающее колебательное импульсное магнитное поле ГОСТ Р 50652-94 (МЭК 801-2-91)	В трех взаимно перпендикулярных плоскостях	100 кГц ±100 А/м Критерий качества функционирования А

3. Защита и автоматика

3.1. Максимальная токовая защита.

Основной функцией максимальной токовой защиты является отключение высоковольтного выключателя по критерию протекающего через него тока.

МТЗ имеет 4 ступени:

- МТЗ-1 (токовая отсечка);
- МТЗ-2 (с зависимой или независимой время-токовой характеристикой);
- МТЗ-3 (с зависимой или независимой время-токовой характеристикой);
- МТЗ-4 (ступень защиты от длительной перегрузки по току).

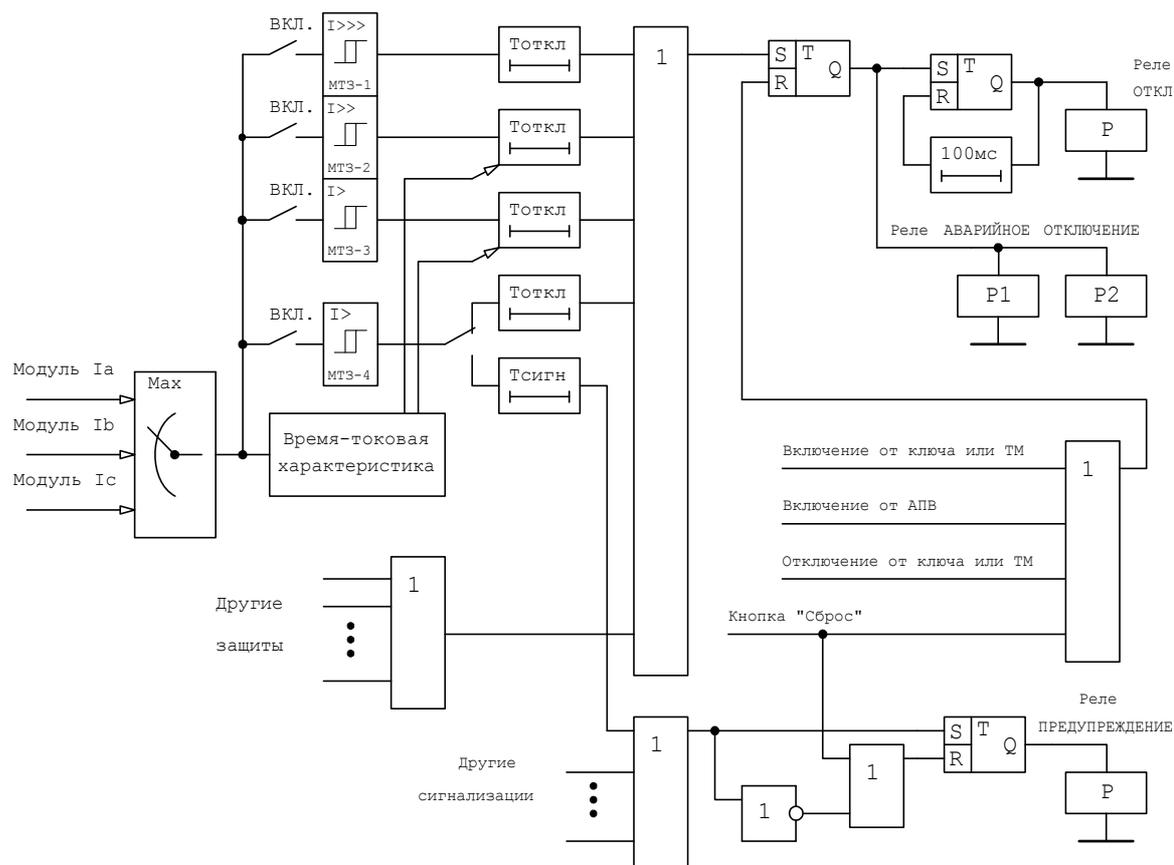


Рисунок 2 – Структура МТЗ.

Количество ступеней МТЗ и их конфигурация задается с помощью уставок. Все ступени МТЗ выполнены с возможностью выбора одной из двух групп уставок по току срабатывания и выдержке времени. Переключение групп уставок выполняется по наличию сигнала на соответствующем дискретном входе прибора. Ступени МТЗ-1, МТЗ-2 и МТЗ-3 могут быть выполнены направленными, т.е. срабатывать при условии заданного направления мощности.

Все ступени с независимой время-токовой характеристикой функционально идентичны и имеют характеристики, указанные в таблице XX.

Таблица - Характеристики ступеней МТЗ.

Наименование параметра	Значение
1. Диапазон уставок по току, А:	
для первой ступени	2,00 -200,00
для второй ступени	1,00 -100,00
для третьей ступени	0,40 -100,00
для четвертой ступени	0,40 -20,00
2. Диапазон уставок по времени (*), с:	
для первой ступени	0,00 - 10,00
для второй ступени	0,05 - 20,00

для третьей ступени	0,05 – 99,99
для четвертой ступени, минут	1 – 99
3. Дискретность уставок:	
По току, А	0,01
По времени, с	0,01
По фазовому углу, °	15
4. Диапазон уставок по углу максимальной чувствительности, °	-180 – +180
5. Дискретность уставок по углу максимальной чувствительности, °	±15
6. Диапазон уставок по углу сектора срабатывания, °	±15–165
7. Дискретность уставок по углу сектора срабатывания, °	±15
8. Основная погрешность срабатывания:	
По току, от уставки, %	±5
По времени для независимых характеристик:	
выдержка более 1 с, от уставки, %	±3
выдержка менее 1 с, мс	±25
зависимых характеристик, от уставки, %	±7
9. Коэффициент возврата по току (МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3, МТЗ-4)	0,92–0,95
10. Дискретность коэффициента возврата по току (МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3, МТЗ-4)	0,01
11. Время возврата, мс. (МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3)	0,04–0,10
12. Дискретность времени возврата, мс. (МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3)	0,01
13. Время возврата, мин. (МТЗ-4)	1–10
14. Дискретность времени возврата, минут (МТЗ-4)	1
15. Ускорение, с	0–2,00
16. Дискретность ускорения, с	0,01
17. Диапазон уставок сигнала «Пуск по напряжению», В	5,0–99,9
18. Дискретность уставок «Пуск по напряжению», В	0,1

Время отключения Тоткл для зависимых время-токовых характеристик рассчитывается по формуле или по графику из приложения.

Зависимые время-токовые характеристики нормально инверсная, сильно инверсная и чрезвычайно инверсная соответствуют требованиям стандарта МЭК 255-4. Стандарт определяет формулу в общем виде для расчета времени отключения:

$$T_{откл} = \frac{k \cdot \beta}{\left(\frac{I_{max}}{I_{уст}}\right)^{\alpha} - 1}$$

где:

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

I_{max} – входной ток (максимальный ток);

I_{уст} – уставка по току ступени МТЗ;

α, β – коэффициенты, определяющие степень инверсии.

Расчетные формулы и значения коэффициентов α и β приведены в таблице 10.

Зависимые время-токовые характеристики типа РТ-80 и РТВ-I аналогичны характеристикам соответствующих электромеханических реле.

Таблица 3 - Зависимые время-токовые характеристики.

№	Вид характеристики	Расчетная формула	α	β
1	Нормально инверсная	$T_{откл} = \frac{0,14 \cdot T_{уст}}{\left(\frac{I_{max}}{I_{уст}}\right)^{0,02} - 1}$	0,02	0,14
2	Сильно инверсная	$T_{откл} = \frac{13,5 \cdot T_{уст}}{\left(\frac{I_{max}}{I_{уст}}\right)^{1,0} - 1}$	1,0	13,5
3	Чрезвычайно инверсная	$T_{откл} = \frac{80 \cdot T_{уст}}{\left(\frac{I_{max}}{I_{уст}}\right)^2 - 1}$	2,0	80,0
4	РТ-80	$T_{откл} = \frac{1}{20 \cdot \left(\left(\frac{I}{I_{уст}} - 1\right) / 6\right)^{1,8} + T_{уст}} ;$	-	-
5	РТВ-I	$T_{откл} = \frac{1}{30 \cdot \left(\frac{I}{I_{уст}} - 1\right)^3 + T_{уст}} ;$	-	-

Функционирование МТЗ в устройствах УМПЗ/ТЭК в части пуск-выдержка-срабатывание изображено на рисунке.

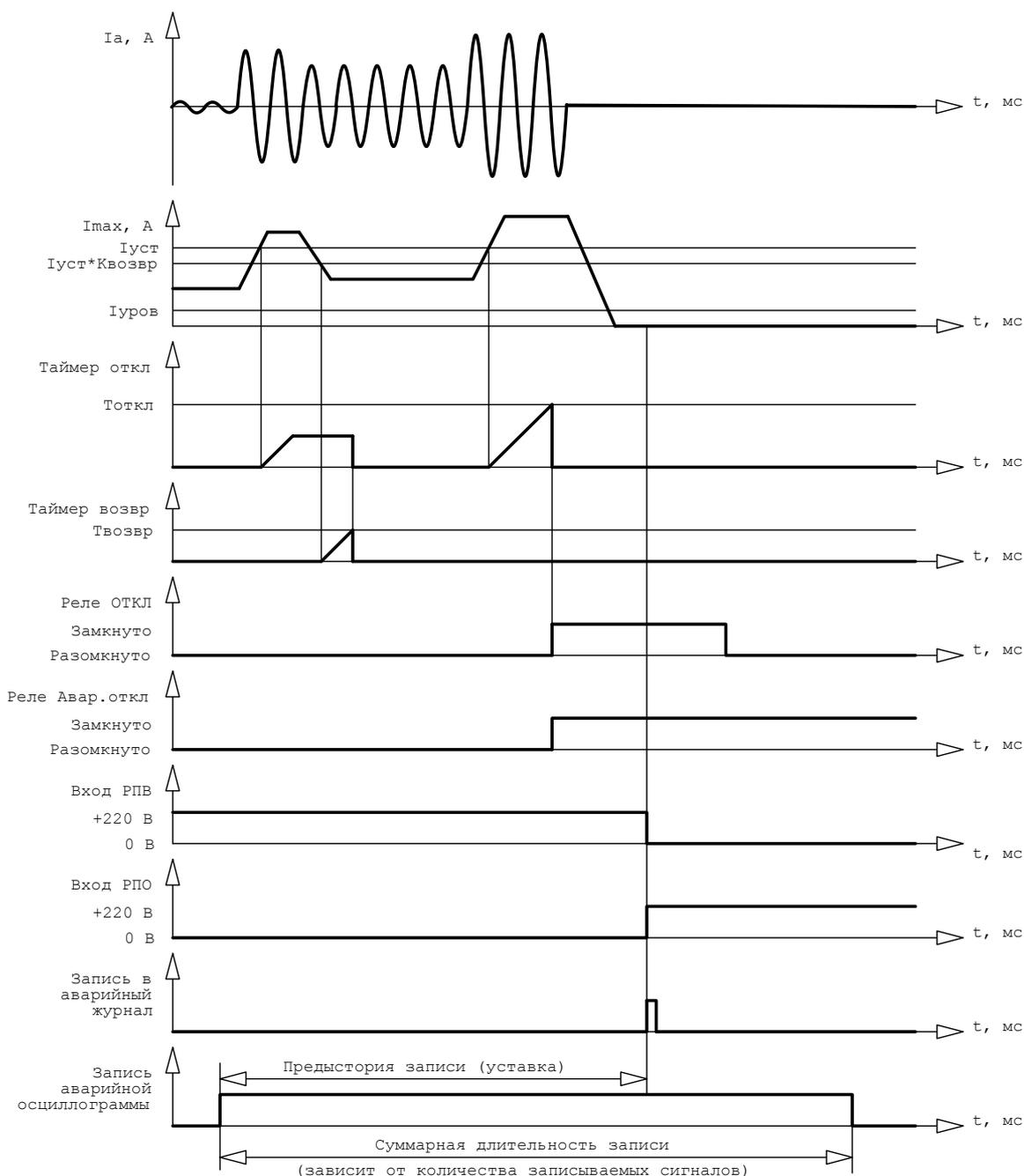


Рисунок 3 – Работа МТЗ (пуск-выдержка-срабатывание) .

В момент времени $t=0$ действующее значение максимального тока меньше тока уставки – защита находится в режиме слежения за максимальным током.

В момент времени t_1 значение максимального тока превышает значение тока уставки, при этом значение уставки становится равным $I_{уст} \cdot K_{возвр}$, где $K_{возвр}$ – значение коэффициента возврата по току. Запускается таймер выдержки времени.

В момент времени t_2 значение максимального тока стало меньше тока уставки, умноженного на K_v (точка В) и накопление времени прекращается, если такое состояние длится более, чем время возврата, то в момент времени t_3 происходит сброс таймера выдержки времени. Алгоритм с временем возврата необходим для исключения несрабатывания защиты при кратковременных снижениях максимального тока после пуска таймера ступени.

В момент времени t_4 значение максимального тока снова превышает значение тока уставки, при этом значение уставки становится равным $I_{уст} \cdot K_{возвр}$. Снова запускается таймер выдержки времени и, поскольку, максимальный ток превышает значение тока уставки, то выдержка времени продолжается в течение времени, равного $T_{уст}$.

В момент времени T_5 значение таймера выдержки стало равно уставке по времени ($T_{уст}$). Таймер обнуляется. Замыкаются контакты двух реле «Аварийное отключение 1» и «Аварийное отключение 2» на реле «ОТКЛ» выдаётся импульс отключения длительностью 100 миллисекунд (длительность импульса превышает собственное время отключения высоковольтного выключателя). При этом устройство в течении импульса отключения ожидает успешное отключение высоковольтного выключателя. Согласно рисунку, успешное отключение произошло где-то в середине импульса отключения, после этого устройство зарегистрировало успешное отключение исходя из условий:

- а) $I_{max} < I_{уров}$ (максимальный ток меньше тока УРОВ);
- б) наличие сигнала на входе РПО;
- в) отсутствие сигнала на входе РПВ;
- г) три предыдущих условия обнаружены в течение импульса отключения.

При обнаружении условий успешного отключения происходит запись в аварийный журнал:

- а) действующих значений всех аналоговых сигналов на момент выдачи импульса отключения;
- б) фазовых углов всех векторов (кроме вектора тока обратной последовательности);
- в) наименование сработавшей защиты;
- г) наименования других запущенных защит;
- д) запись об успешном отключении.

Функционирование ступеней МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3.

Функциональные схемы ступеней МТЗ-1, МТЗ-2 и МТЗ-3 аналогичны. Ступень МТЗ-1 имеет независимую время-токовую характеристику и работает всегда с ускорением, а ступени МТЗ-2 и МТЗ-3 имеют индивидуальные уставки «Время-токовая характеристика» и «Ускорение». Кроме того, все три ступени имеют различные диапазоны по току уставки и по выдержке времени.

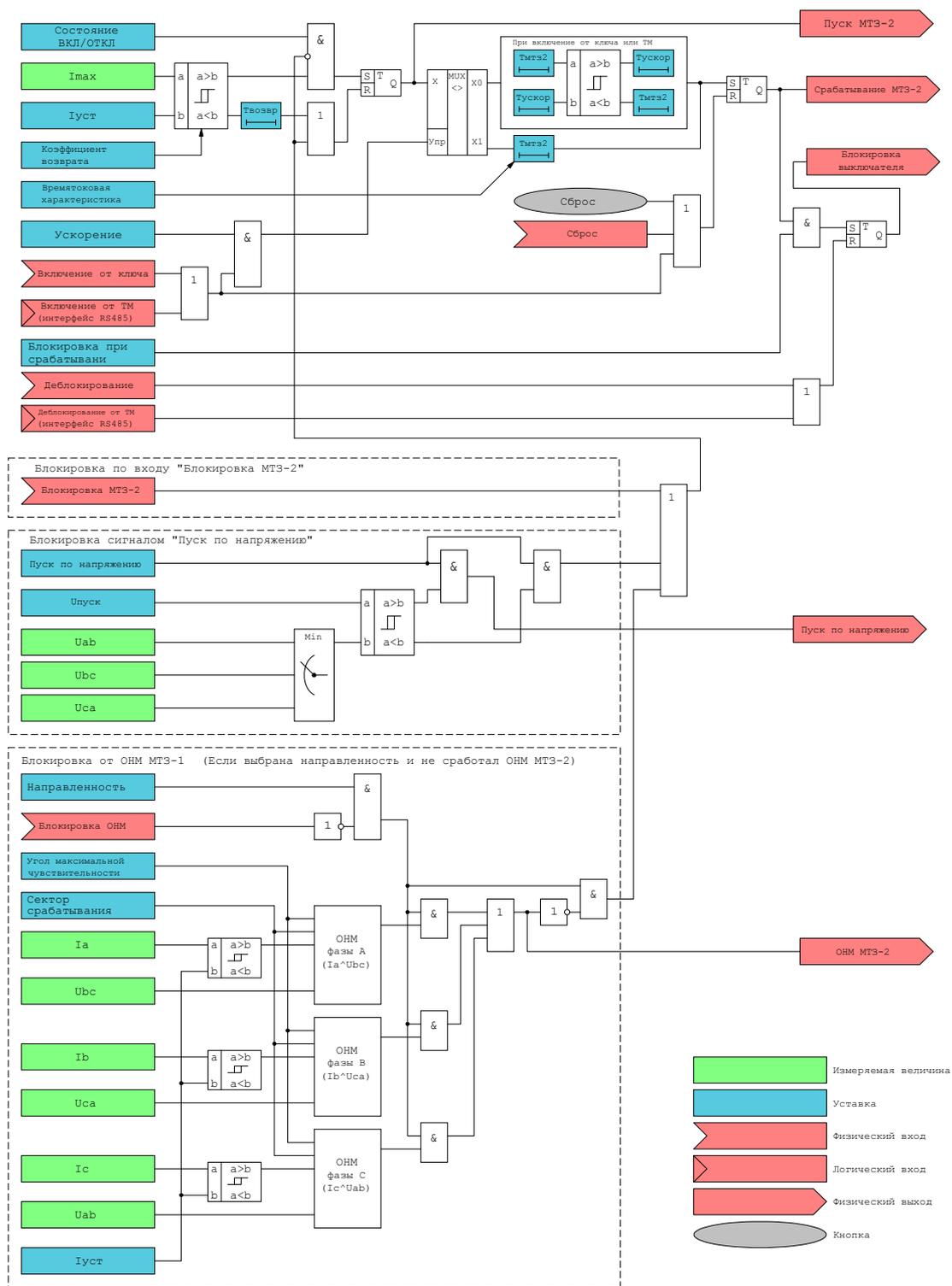


Рисунок 4 – Функциональная схема ступеней на примере ступени МТЗ-2.

МТЗ-1

Таблица - Уставки МТЗ-1.

Поз	Наименование	Диапазон уставок	Примечание
1	Состояние	ОТКЛ/ВКЛ	Отключена или включена ступень МТЗ-1
2	Туст, А (гр.А)	002,00-200,00	Уставка по току для группы А
3	Туст, с (гр.А)	00,00-10,00	Уставка по времени для группы А
4	Туст, А (гр.Б)	002,00-200,00	Уставка по току для группы Б
5	Туст, с (гр.Б)	00,00-10,00	Уставка по времени для группы Б
6	Направленность	ОТКЛ/ВКЛ	ОНМ для МТЗ-1, уставки ОНМ задаются в меню «Уставки МТЗ общие»
7	АПВ	ОТКЛ/ВКЛ	АПВ после срабатывания МТЗ-1, уставки АПВ задаются в меню «Уставки АПВ»
8	Блокировка при срабатывании	ОТКЛ/ВКЛ	Блокировка включения ВВ после срабатывания МТЗ-1
9	Пуск по напряжению	ОТКЛ/ВКЛ	Пуск по напряжению для срабатывания МТЗ-1, уставка Упуск задается в меню «Уставки МТЗ общие»

По умолчанию МТЗ-1 отключена, для ввода в работу МТЗ-1 нужно изменить уставку «Состояние» из положения «ОТКЛ» в положение «ВКЛ».

Группа уставок переключается по входу с фиксированным назначением «Группа А/Б».

По умолчанию направленность МТЗ-1 отключена, для направленной МТЗ-1 нужно изменить уставку «Направленность» .

Направление и ширина сектора срабатывания направленной МТЗ-1 задается уставками «Углом максимальной чувствительности» и «Сектор срабатывания» в меню «Уставки МТЗ общие»

На время действия ускорения, которое всегда включено для МТЗ-1, направленность МТЗ-1 отменяется.

МТЗ-2

Таблица - Уставки МТЗ-2.

Поз	Наименование	Диапазон уставок	Примечание
1	Состояние	ОТКЛ/ВКЛ	Отключена или включена ступень МТЗ-2
2	Туст, А (гр.А)	001,00-200,00	Уставка по току для группы А
3	Туст, с (гр.А)	00,05-20,00	Уставка по времени для группы А

4	Туст, А (гр.Б)	001,00-200,00	Уставка по току для группы Б
5	Туст, с (гр.Б)	00,05-20,00	Уставка по времени для группы Б
6	Характеристика	НЕЗАВИСИМАЯ НОРМ.ИНВЕРСНАЯ СИЛЬНО.ИНВЕРСНАЯ ЧРЕЗВ.ИНВЕРСНАЯ РТ-80 РТВ-I	Время-токовая характеристика для ступени МТЗ-2
7	Направленность	ОТКЛ/ВКЛ	ОНМ для МТЗ-2, уставки ОНМ задаются в меню «Уставки МТЗ общие»
8	Ускорение	ОТКЛ/ВКЛ	Ускорение для МТЗ-2, уставка по времени ускорения задается в меню «Уставки МТЗ общие». Время действия ускорения 1 секунда плюс уставка по времени ускорения.
9	АПВ	ОТКЛ/ВКЛ	АПВ после срабатывания МТЗ-2, уставки АПВ задаются в меню «Уставки АПВ»
10	Блокировка при срабатывании	ОТКЛ/ВКЛ	Блокировка включения ВВ после срабатывания МТЗ-2
11	Пуск по напряжению	ОТКЛ/ВКЛ	Пуск по напряжению для МТЗ-2, уставка Упуск задается в меню «Уставки МТЗ общие»

МТЗ-3

Таблица - Уставки МТЗ-3.

Поз	Наименование	Диапазон уставок	Примечание
1	Состояние	ОТКЛ/ВКЛ	Отключена или включена ступень МТЗ-3
2	Туст, А (гр.А)	001,00-200,00	Уставка по току для группы А
3	Туст, с (гр.А)	00,05-20,00	Уставка по времени для группы А
4	Туст, А (гр.Б)	001,00-200,00	Уставка по току для группы Б
5	Туст, с (гр.Б)	00,05-20,00	Уставка по времени для группы Б
6	Характеристика	НЕЗАВИСИМАЯ НОРМ.ИНВЕРСНАЯ СИЛЬНО.ИНВЕРСНАЯ ЧРЕЗВ.ИНВЕРСНАЯ РТ-80 РТВ-I	Время-токовая характеристика для ступени МТЗ-3
7	Направленность	ОТКЛ/ВКЛ	ОНМ для МТЗ-3, уставки ОНМ задаются в меню «Уставки МТЗ общие»
8	Ускорение	ОТКЛ/ВКЛ	Ускорение для МТЗ-3, уставка по

			времени ускорения задается в меню «Уставки МТЗ общие». Время действия ускорения 1 секунда плюс уставка по времени ускорения.
9	АПВ	ОТКЛ/ВКЛ	АПВ после срабатывания МТЗ-3, уставки АПВ задаются в меню «Уставки АПВ»
10	Блокировка при	ОТКЛ/ВКЛ	Блокировка включения ВВ после срабатывания МТЗ-3
11	срабатывании Пуск по напряжению	ОТКЛ/ВКЛ	Пуск по напряжению для МТЗ-3, уставка Упуск задается в меню «Уставки МТЗ общие»

Таблица - Уставки МТЗ общие (для ступеней МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3).

Поз	Наименование	Диапазон уставок	Примечание
1	УМЧ, градусов	-180°...+180°	Угол максимальной чувствительности в градусах. Задается с дискретностью 15°.
2	Сектор сраб ±	±15°... ±180°	Сектор срабатывания в градусах. Задается с дискретностью ±15°.
3	Тускор, с	0,00-2,00	Уставка по времени ускорения.
4	Упуск, В	05,0-99,9	Уставка по напряжению для сигнала «Пуск по напряжению»
5	Коэффициент возврата	0,92-0,95	Коэффициент возврата по току уставки.
6	Время возврата, с	00,04-00,10	Уставка по времени возврата

Орган направления мощности.

Ступени МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3 имеют уставку «Направленность». При выборе этой уставки соответствующая ступень МТЗ становится направленной, это означает, что ступень будет запускаться, если хотя бы один из фазных токов (действующее значение) превысил ток уставки и вектор этого тока попал в сектор срабатывания, в противном случае происходит блокировка ступени от ОНМ.

Определение направления мощности производится по 90-градусной схеме сочетания токов и напряжений отдельно для каждой пары векторов:

I_a и U_{bc} (ОНМ фазы А);

I_b и U_{ca} (ОНМ фазы В);

I_c и U_{ab} (ОНМ фазы С).

Схема именуется по углам между фазным током и линейным напряжением, подведенным к устройству в симметричном трехфазном режиме при условии, что токи в фазах совпадают с одноименными фазными напряжениями.

Угол максимальной чувствительности отсчитывается против часовой стрелки от вектора линейного напряжения.

Сектор срабатывания отсчитывается от угла максимальной чувствительности в обе стороны, в соответствии со знаком.

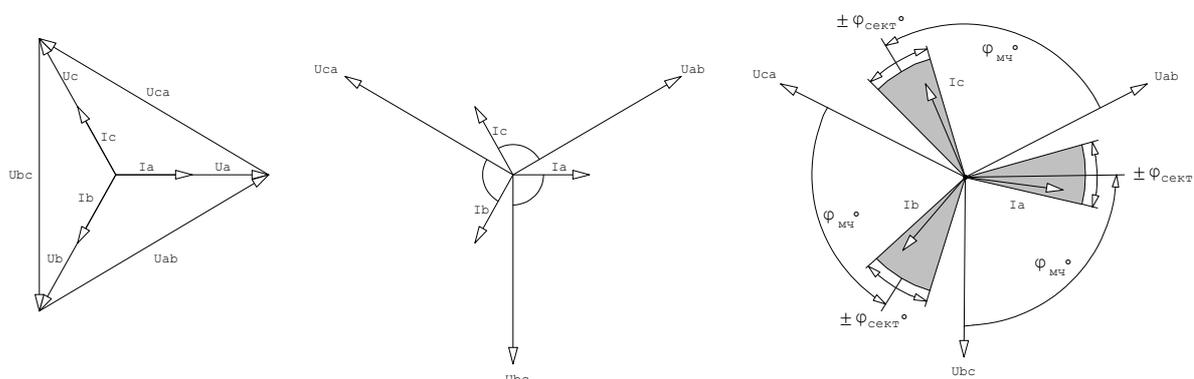


Рисунок 5 – 90-градусная схема сочетания токов и напряжений.

На рисунке изображено:

- векторная диаграмма фазных токов, фазных и линейных напряжений;
- векторная диаграмма фазных токов относительно линейных напряжений;
- векторная диаграмма фазных токов относительно линейных напряжений с углами максимальной чувствительности и секторами срабатывания, угол максимальной чувствительности равен 90° (прямое направление мощности), сектор срабатывания $\pm 15^\circ$, каждый из векторов попадает в сектор срабатывания.

Для пуска ОНМ при прямом направлении мощности угол максимальной чувствительности выбирают равным 90° , а ширина сектора срабатывания выбирается от $\pm 15^\circ$ до $\pm 75^\circ$.

Для пуска ОНМ при обратном направлении мощности угол максимальной чувствительности выбирают с отрицательным знаком -90° , а сектор срабатывания от $\pm 15^\circ$ до $\pm 75^\circ$.

Чувствительность ОНМ по току равна току уставки ступени.

Чувствительность ОНМ по напряжению равна 0,5 вольта.

Дискретность задания углов 15° .

Погрешность измерения углов не превышает $\pm 3^\circ$.

Для МТЗ-1, МТЗ-2 и МТЗ-3 направленность задается уставкой «Направленность» (ОТКЛ/ВКЛ) в уставках «Уставки МТЗ-1», «Уставки МТЗ-2», «Уставки МТЗ-3», а угол максимальной чувствительности и сектор срабатывания задается в уставках «Уставки МТЗ общие».

Пуск по напряжению.

Пуск по напряжению (или блокировка ступени МТЗ от реле минимального напряжения) позволяет улучшить чувствительность МТЗ.

МТЗ с функцией «Пуск по напряжению» будет действовать только при превышении

максимальным током тока уставки, сопровождающемся уменьшением линейного напряжения в сети ниже напряжения уставки Упуск.

Для МТЗ-1, МТЗ-2 и МТЗ-3 функция «Пуск по напряжению» задается уставкой «Пуск по напряжению» (ОТКЛ/ВКЛ) в уставках «Уставки МТЗ-1», «Уставки МТЗ-2» и «Уставки МТЗ-3», а уставка по напряжению Упуск задается в уставках «Уставки МТЗ общие».

Ускорение МТЗ.

Ускорение – автоматическое уменьшение выдержки времени ступени при включении выключателя (замена Туст на Тускор).

Если уставка ускорения Тускор меньше выдержки времени ступени, то выдержка времени будет равна Тускор, в противном случае выдержка будет равна Туст, т.о. при включении выключателя ступень МТЗ с выбранной функцией ускорения использует минимально возможное время выдержки.

Время действия ускорения равно одна секунда плюс Тускор.

Например, для МТЗ-1, ускорение которой всегда включено:

Туст = 0,5 секунды;

Тускор = 0,1сек;

Время действия ускорения равно 1 секунда + 0,1 секунда = 1,1 секунда.

В этом случае при включении выключателя в течении 1,1 секунды с момента включения выдержка ступени будет равна Тускор = 0,1 секунды, далее выдержка будет равна уставке по времени ступени Туст = 0,5 секунды.

Для МТЗ-1 ускорение всегда включено, поэтому его нет в уставках МТЗ-1. Для МТЗ-2 и МТЗ-3 функция ускорения задается уставкой «Ускорение» (ОТКЛ/ВКЛ) в уставках «Уставки МТЗ-2» и «Уставки МТЗ-3», а уставка по времени ускорения Тускор задается в уставках «Уставки МТЗ общие».

АПВ от МТЗ

Автоматическое повторное включение позволяет автоматически включить ВВ после срабатывания защиты с функций АПВ.

АПВ запрещено в течении 30 секунд с момента включения выключателя и с момента включения устройства.

Для ступеней МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3 функция «АПВ» (ОТКЛ/ВКЛ) задается в уставках «Уставки МТЗ-1», «Уставки МТЗ-2» и «Уставки МТЗ-3», а уставки автоматического повторного включения:

Состояние (ОТКЛ/ВКЛ);

Кратность (1-кратное, 2-кратное);

Туст, секунд (выдержка времени АПВ);

Фиксация блокировки АПВ (фиксировать блокировку АПВ после снятия сигнала с входа с программируемым назначением «Блокировка АПВ»);

задаются в уставках «Уставки АПВ».

После каждого АПВ счетчик циклов АПВ уменьшается на единицу.

После успешного АПВ с выдержкой 120 секунд запускается таймер восстановления счетчика циклов АПВ и, если в течении этого времени не было срабатывания защит, то счетчик циклов АПВ восстанавливается.

После последней попытки и неудачного АПВ счетчик циклов равен нулю, ВВ находится в положении «Отключен».

После включения от ключа или по каналу телеуправления (RS485) через 30 секунд с момента включения счетчик циклов инициализируется уставкой «Кратность» (1-КРАТ/2-КРАТ).

Блокировка при срабатывании.

Блокировка при срабатывании исключает возможность повторного включения высоковольтного выключателя. При срабатывании защиты с функцией «Блокировка при срабатывании» на передней панели устройства загорается светодиод с фиксированным назначением «Блокировка» и выключатель остается в отключенном состоянии, при этом отключение питания устройства (перезагрузка) никак не влияет на блокировку. Следующее включение ВВ будет возможно только после деблокирования по входу с фиксированным назначением «Деблокирование» или по каналу телеуправления (интерфейс RS485).

Уставка «Блокировка при срабатывании» отменяет уставку «АПВ», поэтому после срабатывания защиты АПВ не произойдет. Для одной из защит выбирается или «АПВ» или «Блокировка при срабатывании».

Логическая защита шин.

В устройстве реализована функция логической защиты шин на токовом логическом принципе: токовая отсечка (ступень МТЗ-1) позволяет блокировать себя внешним сигналом по входу «Вход ЛЗШ».

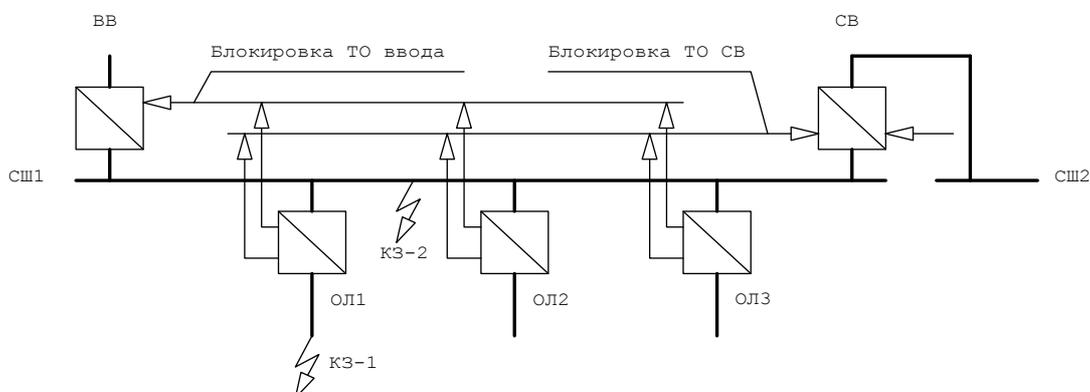


Рисунок 6 – Схема ЛЗШ на токовом логическом принципе.

Защита ввода имеет один вход «Вход ЛЗШ».

Защита секционного выключателя имеет два входа «Вход ЛЗШ 1-ой секции» и «Вход ЛЗШ 2-ой секции». Логика входов одинаковая.

На защитах отходящих линий имеется два одинаковых выхода «Выход ЛЗШ», один из которых подключён к шине «Блокировка ТО ввода», а второй – к шине «Блокировка ТО СВ».

При коротком замыкании на отходящей линии ОЛ1 в точке КЗ-1 защита отходящей линии выдаёт блокирующий сигнал на два релейных выхода «Выход-ЛЗШ», один из которых блокирует ТО ввода, а второй ТО секционного выключателя. Таким образом, отключится только повреждённая линия ОЛ1. Для исключения срабатывания ТО ввода и ТО СВ их выдержки времени выбираются большими, чем выдержка ТО ОЛ.

При коротком замыкании на секции шин №1 в точке КЗ-2 ток повреждения не протекает через защиты отходящих линий и поэтому они не выдают блокирующий сигнал на выходы «ЛЗШ-выход». Таким образом произойдёт отключение повреждённой секции шин СШ1 от защиты ввода или от защиты секционного выключателя, в зависимости от направления питания секции (от ввода или от секции шин №2).

МТЗ-4

Ступень МТЗ-4 предназначена для отключения присоединения при длительном превышении током заданной уставки. Сигнал «Пуск МТЗ-4» не влияет на сигнал «Пуск МТЗ» (он же «Выход ЛЗШ»), чтобы не блокировать ЛЗШ при длительных (1-99 минут) выдержках времени ступени МТЗ-4.

Ступень МТЗ-4 может действовать на отключение или сигнализацию. Время выдержки ступени МТЗ-4 при действии на сигнализацию задаётся в секундах с дискретностью 0,01 секунды, а при действии на отключение – в минутах с дискретностью 1 минута и не зависит от тока.

При действии на отключение в случае выбора функции «Блокировка при срабатывании» выключатель блокируется, при этом на лицевой панели устройства загорается светодиод «Блокировка». Сброс блокировки (деблокирование) возможно по сигналу на входе с фиксированным назначением «Деблокирование» или по каналу телемеханики (RS485). Время возврата задаётся в минутах от 1 до 10 минут.

При действии на сигнал после срабатывания сигнализации на лицевой панели устройства загорается светодиод с фиксированным назначением «Вызов в КРУ» и замыкаются контакты реле с фиксированным назначением «Предупредительная сигнализация», в устройстве появляется событие «Срабатывание сигнализации VNP-4», которое можно вывести на светодиод с программируемым назначением или на выход с программируемым назначением. При исчезновении аварийных параметров светодиоды гаснут, а контакты реле размыкаются. Сброс сигнализации происходит автоматически в случае снижения максимального тока ниже уставки по току, принудительно – нажатием на кнопку «Сброс» на лицевой панели или сигналом на входе с программируемым назначением «Сброс».

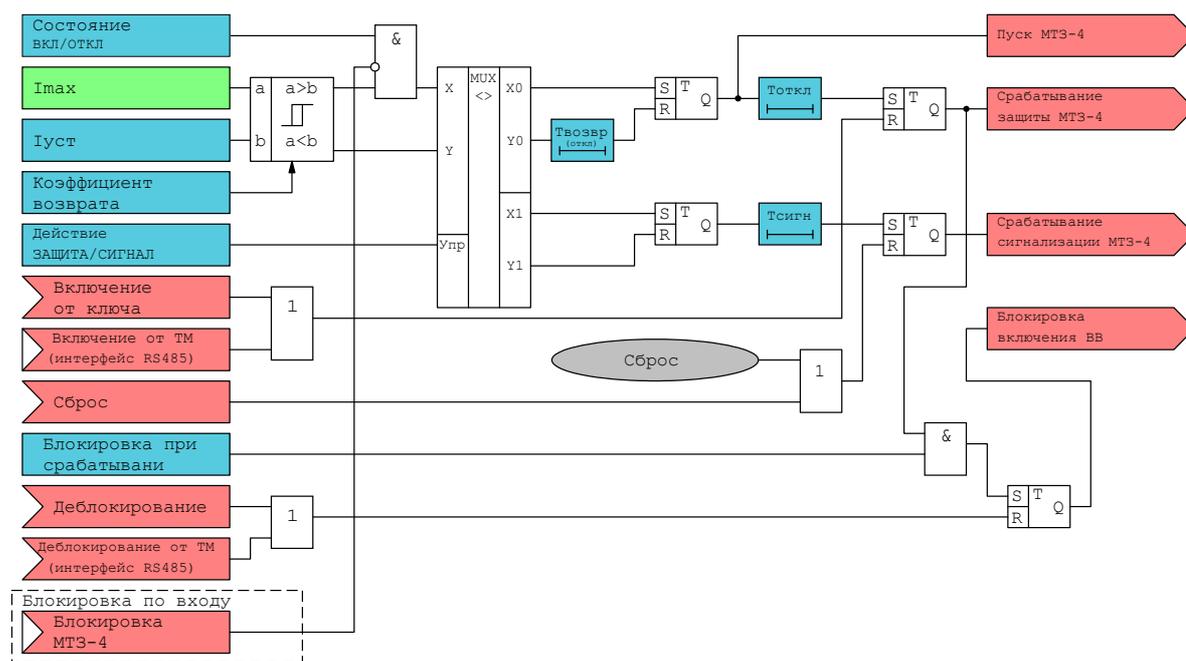


Рисунок 7 – Функциональная схема МТЗ-4.

Таблица – Уставки МТЗ-4

Поз	Наименование	Диапазон уставок	Примечание
1	Состояние	ОТКЛ/ВКЛ	Отключена или включена ступень МТЗ-4
2	Действие	ЗАЩИТА/СИГНАЛ	Действие на отключение или сигнализацию
3	Iуст, А (гр.А)	00,40-20,00	Уставка по току для группы А
4	Тсигн, с (гр.А)	00,20-99,99	Уставка по времени для группы А (действие на сигнализацию)
5	Тоткл, м (гр.А)	01-99	Уставка по времени для группы А (действие на отключение)
6	Iуст, А (гр.Б)	00,40-20,00	Уставка по току для группы Б
7	Тсигн, с (гр.Б)	00,20-99,99	Уставка по времени для группы Б (действие на сигнализацию)
8	Тоткл, м (гр.Б)	01-99	Уставка по времени для группы Б (действие на отключение)
9	Твозвр (откл) , м	01-10	Время возврата при действии на отключении
10	Блокировка при срабатывании	ОТКЛ/ВКЛ	Блокировка включения ВВ после срабатывания МТЗ-4 (при действии на отключение)

По умолчанию МТЗ-4 отключена, для ввода в работу МТЗ-4 нужно изменить уставку «Состояние» из положения «ОТКЛ» в положение «ВКЛ».

Для действия на отключение выбрать пункт «ЗАЩИТА», для действия на сигнализацию выбрать пункт «СИГНАЛ».

Задать уставки по току срабатывания для групп уставок А и Б.

Задать уставки по времени срабатывания для групп уставок А и Б:
 -при действии на сигнализацию задать уставку по времени Тсигн.
 -при действии на защиту задать уставку Тоткл.

Группа уставок переключается по входу с фиксированным назначением «Группа А/Б».

При действии на отключение задать уставку по времени возврата.

При действии на отключение и необходимости блокировки выключателя после длительной перегрузки по току изменить пункт «Блокировка при срабатывании» в положение «ВКЛ».

Защита от обрыва фазы и несимметричных режимов.

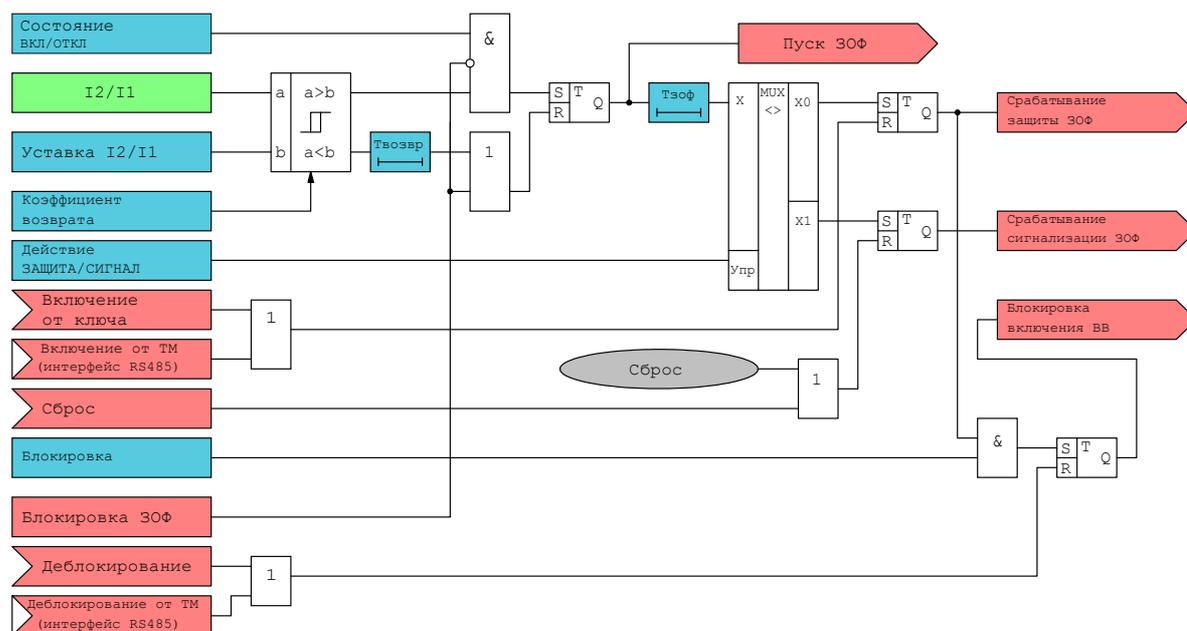


Рисунок 8 – Функциональная схема 30Ф.

Таблица - Характеристики защиты 30Ф.

Наименование параметра	Значение
1 Диапазон уставок по отношению токов I_2/I_1	0,10-1,00
2 Дискретность по отношению токов I_2/I_1	0,01
3 Диапазон уставок по времени, с	0,20 - 99,99
4 Дискретность уставок по времени, с	0,01
5 Основная погрешность, от уставок, % по отношению токов, по времени: выдержка более 1 с, от уставки, %	±5 ±3

выдержка менее 1 с, мс	±25
6 Коэффициент возврата	0,92 – 0,95
7 Дискретность коэффициента возврата	0,01
8 Время возврата, секунд	0,04 – 0,10
9 Дискретность времени возврата, секунд	0,01

Защита от обрыва фазы и несимметричных режимов реализована с использованием алгоритма по отношению тока обратной последовательности к току прямой последовательности I_2/I_1 , это наиболее достоверный алгоритм определения несимметричных режимов т.к. отношение токов не зависит от степени нагруженности защищаемой линии.

Ток прямой последовательности рассчитывается по формуле.

$$\vec{I}_1 = \frac{\vec{I}_a + \vec{I}_b \cdot e^{j120} + \vec{I}_c \cdot e^{-j120}}{3};$$

Ток обратной последовательности – по формуле (2).

$$\vec{I}_2 = \frac{\vec{I}_a + \vec{I}_b \cdot e^{-j120} + \vec{I}_c \cdot e^{j120}}{3};$$

При обрыве одной фазы отношение близко к 0,5, при обрыве двух фаз это отношение близко к 1,0, при отсутствии обрыва и аличии несимметрии отношение токов будет в диапазоне 0,01–0,5.

При обратном чередовании фаз на токовых входах прибора необходимо учесть уставку «Чередование фаз» в меню прибора «Уставки общие».

Конфигурация 30Ф задаётся уставками. 30Ф может действовать на отключение или сигнализацию.

Защита от однофазного замыкания на Землю.

В устройстве реализовано две защиты от ОЗЗ:

- 1) 30ЗЗ 1г. – защита по току первой гармоники;
- 2) 30ЗЗ в.г. – защита по сумме токов верхних гармоник (среднеквадратичное значение суммы верхних нечетных гармоник с третьей по тринадцатую).

Обе защиты могут действовать на отключение или сигнализацию.

Защита от ОЗЗ по первой гармонике

Таблица – Характеристики 30ЗЗ 1г.

Наименование параметра	Значение
1. Диапазон уставок по напряжению $3U_0$, В	0,5 – 99,9
2. Дискретность уставок по напряжению $3U_0$, В	0,1
3. Диапазон уставок по току $3I_0$ (во вторичных значениях), А	0,005 – 5,000
4. Дискретность уставок по току $3I_0$, А	0,001
5. Диапазон уставок по углу максимальной	-180 – +180

чувствительности, °	
6. Дискретность уставок по углу максимальной чувствительности, °	15
7. Диапазон уставок по углу сектора срабатывания, °	±15...±75
8. Дискретность уставок по углу максимальной чувствительности, °	±15
9. Диапазон уставок по времени, с	0,10 - 99,99
10. Дискретность уставок по времени, с	0,01
11. Основная погрешность, от уставок, %	±5
по напряжению $3U_0$	±5
по току $3I_0$ основной частоты	±5
по фазовому углу, °	±15
по времени	±3
12. Коэффициент возврата	0,92 - 0,95
13. Дискретность коэффициента возврата	0,01
16. Время возврата, секунд	0,00 - 2,00
17. Дискретность времени возврата, секунд	0,01

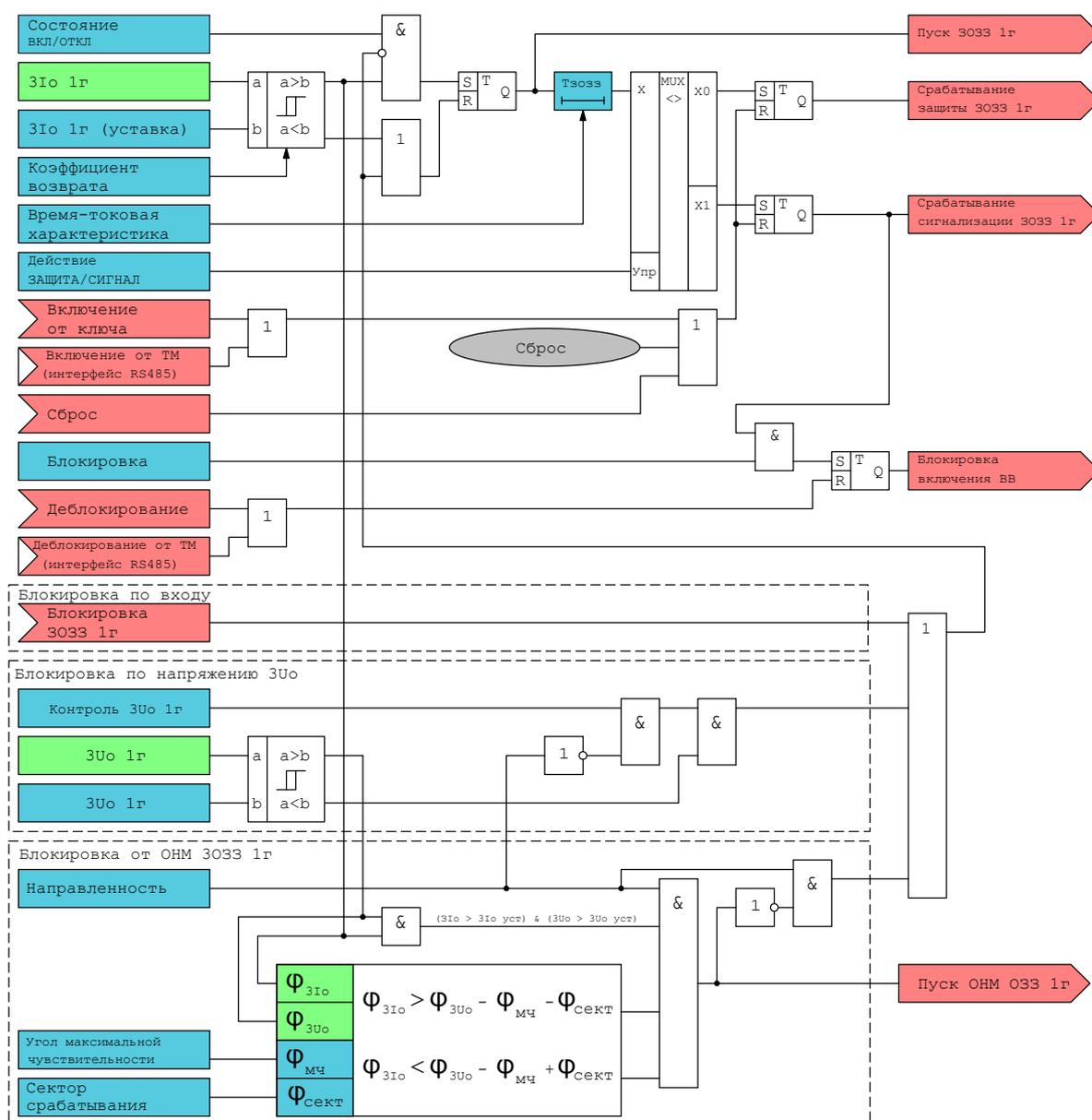


Рисунок 9 – Функциональная схема 3033 1г.

3033 1г имеет одну ступень с выдержкой времени, определяемой типом время-токовой характеристики (независимая или обратозависимая).

Конфигурация 3033 1г задается с помощью уставок.

Возможен выбор одного из трех алгоритмов:

- ненаправленная, по току нулевой последовательности $3I_0$ основной частоты;
- ненаправленная, по току нулевой последовательности $3I_0$ основной частоты с контролем напряжения нулевой последовательности $3U_0$, пуск происходит при дополнительном условии $3U_0$ больше уставки;
- направленная, по току $3I_0$ и напряжению $3U_0$ нулевой последовательности основной частоты с контролем угла между током и напряжением, пуск происходит при попадании вектора тока в сектор срабатывания.

Ток $I_{3\text{Io}}$ основной частоты измеряется на аналоговом входе устройства, к которому подключается любой отечественный трансформатор тока нулевой последовательности (ТТНП), например ТЗЛМ-1 и др.

Для большей достоверности определения однофазного замыкания на землю необходимо включить контроль по напряжению нулевой последовательности $U_{3\text{Uo}}$ в соответствующем пункте меню «Контроль $U_{3\text{Uo}}$ ».

Напряжение $U_{3\text{Uo}}$ основной частоты вычисляется из трех фазных напряжений U_a, U_b, U_c по формуле:

$$U_{3\text{Uo}} = U_a + U_b + U_c ;$$

Если функция «Контроль $U_{3\text{Uo}}$ » не выбрана, то пуск выдержки времени происходит только по превышению током $I_{3\text{Io}}$ тока уставки. Однако, в этом случае достоверность определения ОЗЗ снижается, т.к. ток $I_{3\text{Io}}$ может превышать уставку в режимах сети, отличных от ОЗЗ. Например, при неравномерной нагрузке фаз.

ЗОЗЗ 1г может быть заблокирована в трех случаях:

- сигналом на цифровом входе с программируемым назначением «Блокировка ЗОЗЗ 1г»;
- напряжением $U_{3\text{Uo}}$ при использовании функции «Контроль $U_{3\text{Uo}}$ », если вычисленное значение $U_{3\text{Uo}}$ меньше уставки;
- сигналом от ОНМ ОЗЗ 1г при использовании функции «Направленность», если вектор тока $I_{3\text{Io}}$ не попадает в сектор срабатывания.

Ненаправленная ЗОЗЗ по первой гармонике с зависимой время-токовой характеристикой RXIDG-типа может использоваться для определения присоединения с максимальным током ОЗЗ, для этого на нескольких отходящих присоединениях устанавливается одинаковая уставка по току $I_{3\text{Io}}$ и по времени. При ОЗЗ произойдет пуск всех защит, но первой сработает защита на присоединении с максимальным током ОЗЗ, сигнал срабатывания которой заблокирует срабатывание защит от ОЗЗ на других присоединениях.

Для реализации ненаправленной ЗОЗЗ 1г необходимо в меню «Уставки ЗОЗЗ 1г» выбрать алгоритм «Ненаправленная» задать уставку по току $I_{3\text{Io}}$.

Для реализации ненаправленной ЗОЗЗ 1г с контролем напряжения $U_{3\text{Uo}}$ необходимо в меню «Уставки ЗОЗЗ 1г» выбрать алгоритм «Ненаправленная» задать уставку по току $I_{3\text{Io}}$, включить «Контроль $U_{3\text{Uo}}$ » и задать уставку по напряжению $U_{3\text{Uo}}$. Функция «Контроль $U_{3\text{Uo}}$ » повышает достоверность определения ОЗЗ, но требует подключения к устройству трансформаторов напряжения для вычисления $U_{3\text{Uo}}$.

Для реализации направленной ЗОЗЗ 1г необходимо в меню уставки «Уставки ЗОЗЗ 1г» выбрать алгоритм «Направленная», задать уставки по току $I_{3\text{Io}}$ и напряжению $U_{3\text{Uo}}$, угол максимальной чувствительности и сектор срабатывания. Угол максимальной чувствительности отсчитывается против часовой стрелки от вектора тока $U_{3\text{Uo}}$, сектор срабатывания отсчитывается в обе стороны от угла максимальной чувствительности. Защита запускается, если ток $I_{3\text{Io}}$ превысил уставку, напряжение $U_{3\text{Uo}}$ превысило уставку и присутствует разрешающий сигнал от ОНМ ЗОЗЗ – вектор тока $I_{3\text{Io}}$ попал в сектор срабатывания. Чувствительность ОНМ ЗОЗЗ по напряжению $U_{3\text{Uo}}$ равна 0.5 вольта, при напряжении $U_{3\text{Uo}}$ меньше 0,5 вольта направленность не определяется и направленная защита не срабатывает.

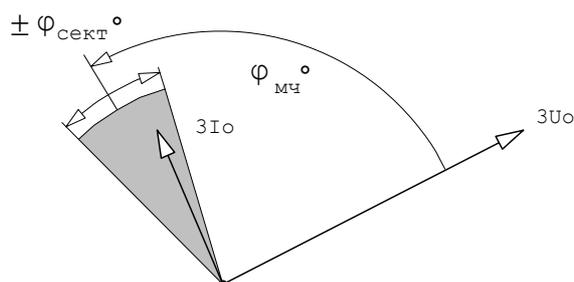


Рисунок 10 – Сектор срабатывания ОНМ 033 1г.

Рисунок 12 – К определению направления мощности нулевой последовательности. $\pm \varphi_{\text{сект}}$ – уставка, определяющая ширину зоны срабатывания; $\varphi_{\text{мч}}$ – уставка угла максимальной чувствительности, отсчитывается от вектора $3U_0$ против направления часовой стрелки.

На примере заданы уставки $\pm \varphi_{\text{сект}} = \pm 15^\circ$, $\varphi_{\text{мч}} = 90^\circ$, вектор тока $3I_0$ попадает в зону срабатывания.

Таблица – Уставки 3033 1г

Поз	Наименование	Диапазон уставок	Примечание
1	Состояние	ОТКЛ/ВКЛ	Отключена или включена 3033 1г
2	Действие	ЗАЩИТА/СИГНАЛ	Действие на отключение или сигнализацию
3	$3I_0$ 1г, А	0,005–5,000	Уставка по току нулевой последовательности первой гармоники
4	Кoeff.возврата	0,80–0,95	Кoeffициент возврата по току нулевой последовательности первой гармоники
5	Контроль $3U_0$	ОТКЛ/ВКЛ	Контроль напряжения нулевой последовательности первой гармоники
6	$3U_0$ 1г, В	00,5–99,9	Уставка по напряжению нулевой последовательности
7	Туст, с	00,20–99,99	Уставка по времени срабатывания
8	Характеристика	НЕЗАВ, RXIDG	Время-токовая характеристика: независимая или обратнoзависимая (аналог RXIDG)
9	Направленность	ОТКЛ/ВКЛ	Направленная 3033 1г
10	УМЧ, градусов	-180 – +180	Угол максимальной чувствительности ОНМ нулевой последовательности
11	Сектор сраб, \pm градусов	$\pm 15 \dots \pm 75$	Сектор срабатывания ОНМ нулевой последовательности
12	Блокировка при срабатывании	ОТКЛ/ВКЛ	Блокировка включения ВВ после срабатывания 3033 1г (при действии на отключение)

Защита от ОЗЗ по верхним гармоникам.

Конфигурация ЗОЗЗ по верхним гармоникам задается с помощью уставок.

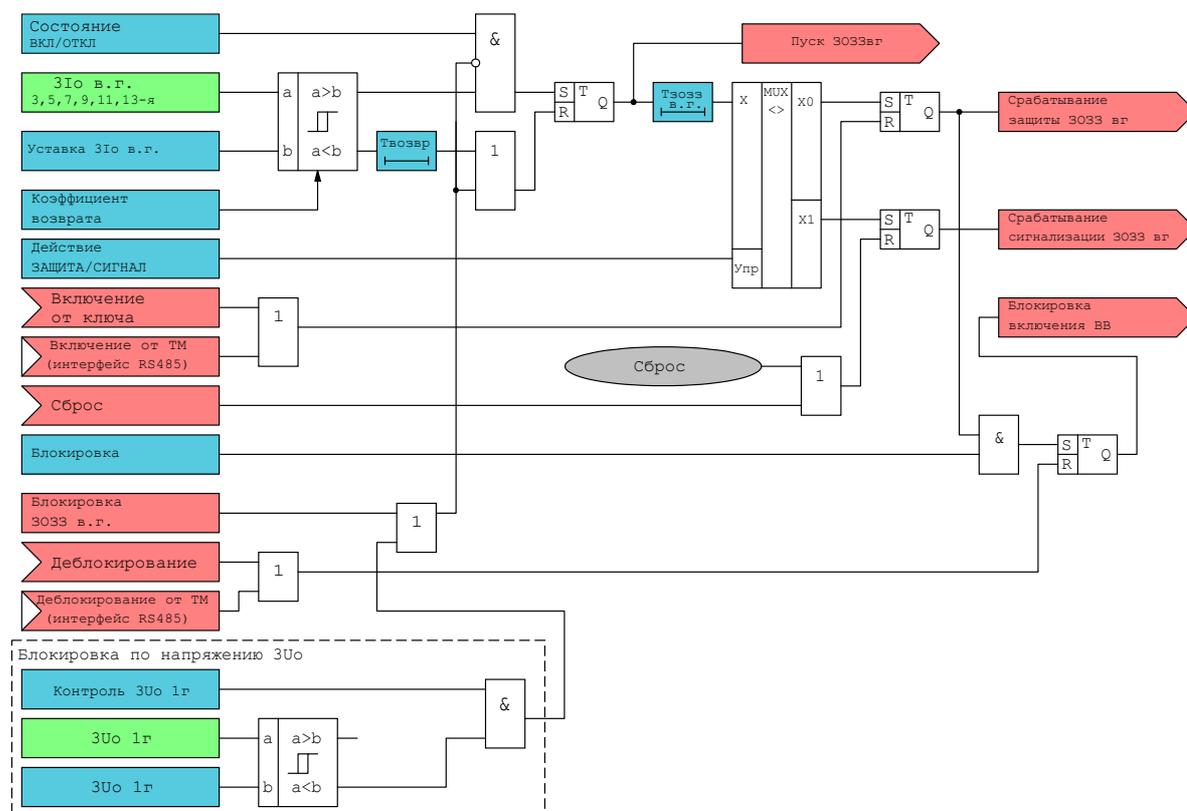


Рисунок 11 – Функциональная схема ЗОЗЗвг.

В качестве измеряемого значения тока нулевой последовательности используется среднеквадратичное значение суммы токов верхних нечетных гармоник 3-ей, 5-ой, 7-ой, 9-ой, 11-ой и 13-ой.

$$3I_{0\text{вг}} = \sqrt{\frac{I_3^2 + I_5^2 + I_7^2 + I_9^2 + I_{11}^2 + I_{13}^2}{6}};$$

Для большей достоверности определения однофазного замыкания на землю необходимо включить контроль по напряжению $3U_0$ в соответствующем пункте меню «Контроль $3U_0$ ». Напряжение $3U_0$ нулевой последовательности основной частоты.

$$3\vec{U}_0 = \vec{U}_a + \vec{U}_b + \vec{U}_c ;$$

Если функция «Контроль $3U_0$ » не выбрана, то пуск выдержки времени сигнализации происходит только по превышению током $3I_{0\text{вг}}$ тока уставки. Однако, в этом случае достоверность определения ОЗЗ снижается, т.к. ток $3I_0$ может превышать уставку например, при прохождении гармонических помех по броне силового кабеля.

Для улучшения качественных показателей ЗОЗЗвг при перемежающихся однофазных замыканиях на землю используется задаваемое уставкой в достаточно широких

пределах время возврата, которое позволяет таймеру выдержки ступени не сбрасываться при кратковременных провалах тока.

При действии 3033вг на сигнализацию, при наличии аварийного тока и напряжения на передней панели прибора загорается светодиод «Вызов в КРУ» и замыкаются контакты реле «Предупреждение», в устройстве появляется событие «Срабатывание сигнализации 033вг», которое можно вывести на светодиод или выход с программируемым назначением.

Таблица - Уставки 3033вг

Поз	Наименование	Диапазон уставок	Примечание
1	Состояние	ОТКЛ/ВКЛ	Отключена или включена 3033 вг
2	Действие	ЗАЩИТА/СИГНАЛ	Действие на отключение или сигнализацию
3	3Io вг, А	0,005-5,000	Уставка по току верхних гармоник (среднеквадратичное значение суммы верхних нечетных гармоник с 3-ей по 13-ю)
4	Кoeff. возврата	0,80-0,95	Коэффициент возврата по току
5	Туст, с	00,20-99,99	Уставка по времени срабатывания
6	Твозвр, с	0,00-2,00	Уставка по времени возврата
7	Блокировка при срабатывании	ОТКЛ/ВКЛ	Блокировка включения ВВ после срабатывания 3033 вг (при действии на отключение)

Защита от повышения напряжения.

Защита предназначена для защиты присоединения от повышения напряжения.

Таблица - Характеристики ЗПН.

Наименование параметра	Значение
1. Диапазон уставок по напряжению Узпн, В	100,0 - 170,0
2. Дискретность уставок по напряжению Узпн, В	0,1
3. Диапазон уставок по времени срабатывания, с	0,20 - 99,99
4. Дискретность уставок по времени, с	0,01
5. Основная погрешность, от уставок, % по напряжению	±5
по времени	±3
6. Коэффициент возврата по напряжению	1,04 - 1,
7. Дискретность коэффициента возврата по напряжению	0,01
8. Диапазон уставок по напряжению Uапв, В	60,0 - 120,0
9. Дискретность уставок по напряжению Uапв, В	0,1

Для сравнения с уставкой Узпн используется минимальное из линейных напряжений Uмах.

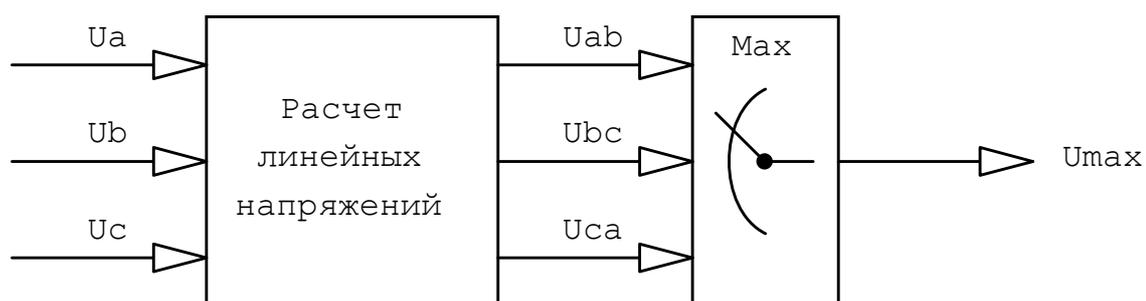


Рисунок 12 – Расчет максимального линейного напряжения из фазных.

В устройствах УМПЗ три аналоговых входа включены по фазному напряжению U_a , U_b , U_c , а для вычисления минимального напряжения необходимо знание линейных напряжений. Вектора линейного напряжения вычисляются через вектора фазных напряжений по формулам:

$$\vec{U}_{ab} = \vec{U}_a - \vec{U}_b;$$

$$\vec{U}_{bc} = \vec{U}_b - \vec{U}_c;$$

$$\vec{U}_{ca} = \vec{U}_c - \vec{U}_a;$$

Защита срабатывает, если уровень хотя бы одного из линейных напряжений больше установленного уровня, задаваемого уставкой Узпн.

Возможна работа ЗПН с функцией АПВ.

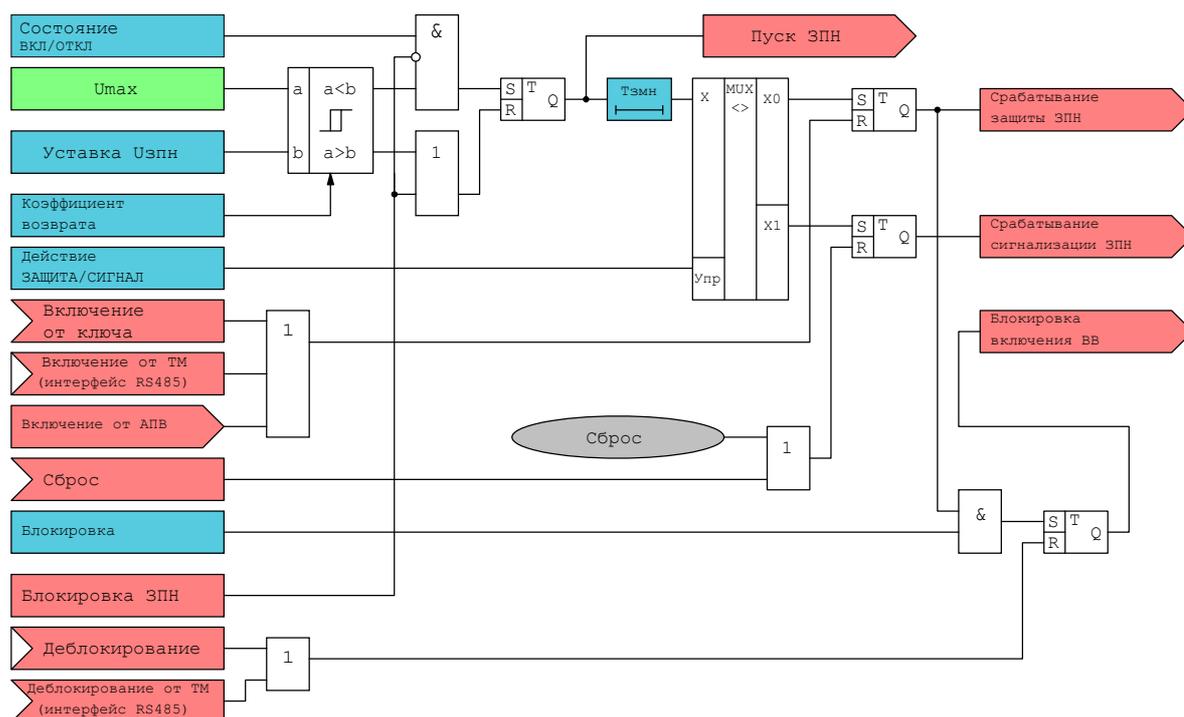


Рисунок 13 - Функциональная схема ЗПН.

Таблица - Уставки ЗПН.

Поз	Наименование	Диапазон уставок	Примечание
1	Состояние	ОТКЛ/ВКЛ	Отключена или включена ЗПН
2	Действие	ЗАЩИТА/СИГНАЛ	Действие на отключение или сигнализацию
3	Uзmn, В	100,0-170,0	Уставка по напряжению ЗМН
4	Uапв, В	60,0-120,0	Уставка по напряжению для АПВ от ЗМН
5	Туст, с	00,20-99,99	Уставка по времени срабатывания ЗПН
6	Коэфф. возврата	0,92-0,95	Коэффициент возврата по напряжению.
7	АПВ	ОТКЛ/ВКЛ	Отключено или включено АПВ от ЗПН
8	Блокировка при срабатывании	ОТКЛ/ВКЛ	Блокировка включения ВВ после срабатывания ЗПН (при действии на отключение)

Конфигурация ЗПН задается с помощью уставок.

Защита может действовать как на отключение присоединения, так и на сигнал, что задается выбором соответствующей уставки «Действие».

ЗПН имеет одноступенчатую независимую характеристику с одной выдержкой

времени.

Защита имеет индивидуальную функцию АПВ. При обратном понижении всех трёх напряжений до значения уставки $U_{апв}$ и при выборе функции АПВ соответствующей уставкой происходит автоматическое повторное включение выключателя. Функцию АПВ можно отключить уставкой «АПВ» в группе уставок ЗПН.

Защита имеет функцию «Блокировка при срабатывании». Это означает, что включение выключателя заблокировано до снятия блокировки кнопкой «Сброс» на лицевой панели прибора или появления сигнала на входе «Деблокирование».

Защита минимального напряжения.

Защита предназначена для отключения присоединения при снижении напряжения.

Таблица - Характеристики ЗМН.

Наименование параметра	Значение
1. Диапазон уставок по напряжению $U_{змн}$, В	5,0 - 99,9
2. Дискретность уставок по напряжению, В	0,1
3. Диапазон уставок по времени срабатывания, с	0,20 - 99,99
4. Дискретность уставок по времени, с	0,01
5. Основная погрешность, от уставок, % по напряжению	±5
по времени	±3
6. Коэффициент возврата	1,04 - 1,08
7. Дискретность коэффициента возврата	0,01

Для сравнения с уставкой $U_{змн}$ используется минимальное из линейных напряжений U_{min} .

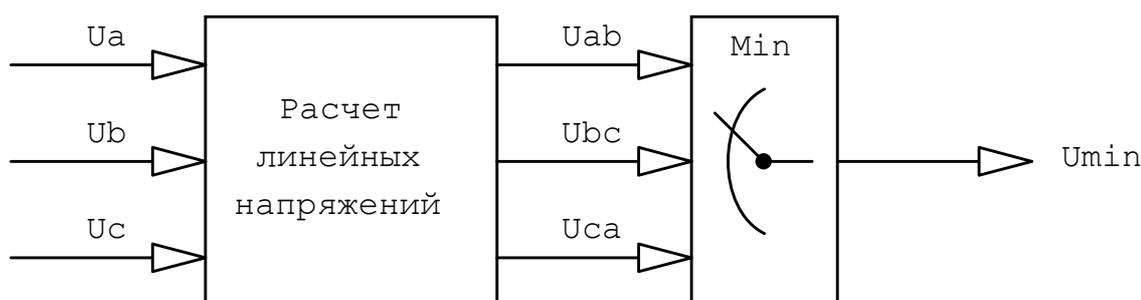


Рисунок 14 - Расчет минимального линейного напряжения из фазных.

В устройствах УМПЗ три аналоговых входа включены по фазному напряжению U_a , U_b , U_c , а для вычисления минимального напряжения необходимо знание линейных напряжений. Вектора линейного напряжения вычисляются через вектора фазных напряжений по формулам:

$$\vec{U}_{ab} = \vec{U}_a - \vec{U}_b;$$

$$\vec{U}_{bc} = \vec{U}_b - \vec{U}_c;$$

$$\vec{U}_{ca} = \vec{U}_c - \vec{U}_a;$$

Защита срабатывает, если значение U_{min} меньше уставки $U_{змн}$.

Защита не срабатывает при отсутствии напряжения на вводе (все три линейных напряжения одновременно ниже 5 вольт).

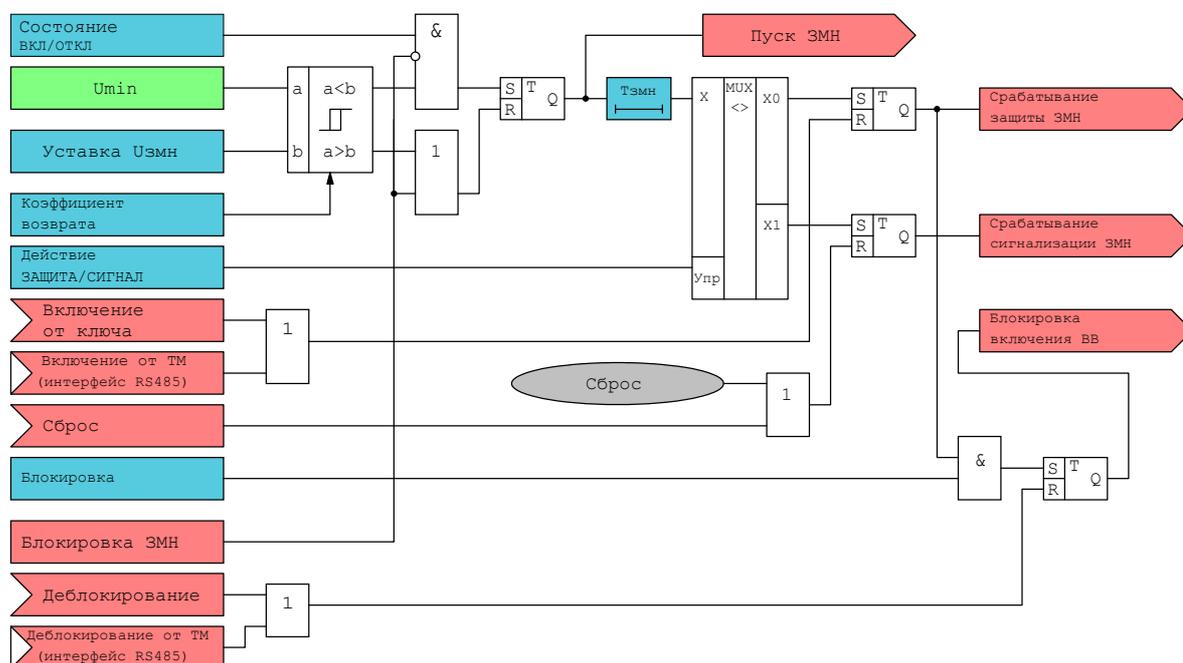


Рисунок 15 - Функциональная схема ЗМН.

Таблица - Уставки ЗМН.

Поз	Наименование	Диапазон уставок	Примечание
1	Состояние	ОТКЛ/ВКЛ	Отключена или включена ЗМН
2	Действие	ЗАЩИТА/СИГНАЛ	Действие на отключение или сигнализацию
3	Uзmn, В	00, 5-99, 9	Уставка по напряжению ЗМН
4	Коэфф. возврата	1, 04-1, 08	Коэффициент возврата по напряжению.
5	Туст, с	00, 20-99, 99	Уставка по времени срабатывания
6	Блокировка при срабатывании	ОТКЛ/ВКЛ	Блокировка включения ВВ после срабатывания ЗМН (при действии на отключение)

По умолчанию ЗМН отключена, для ввода в работу ЗМН нужно изменить уставку «Состояние» из положения «ОТКЛ» в положение «ВКЛ».

Для действия на отключение выбрать пункт «ЗАЩИТА», для действия на сигнализацию выбрать пункт «СИГНАЛ».

Задать уставку по напряжению срабатывания Узмн.

Задать коэффициент возврата по напряжению.

Задать уставку по времени.

При действии на отключение и необходимости блокировки выключателя после длительной перегрузки по току изменить пункт «Блокировка при срабатывании» в положение «ВКЛ».

Автоматическое повторное включение.

Таблица - Характеристики АПВ.

Наименование параметра	Значение
1. Кратность АПВ	1-кратное, 2-кратное
2. Выдержка, с	0, 20-99, 99
3. Функция «Фиксация блокировки АПВ»	ОТКЛ/ВКЛ
4. АПВ Доступно для защит	МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3, ЗПН
5. Длительность блокировки после включения, с	30
6. Время восстановления функции АПВ после успешного АПВ, с	120

Устройство имеет функцию однократного или двукратного автоматического повторного включения. Наличие АПВ, количество циклов и время выдержки АПВ задается уставками. Для использования АПВ необходимо выбрать функцию «АПВ», кратность, время выдержки в уставках автоматики, и далее выбрать индивидуальную функцию АПВ для требуемой защиты. Во время выдержки времени АПВ светится светодиод АПВ на лицевой панели прибора, что свидетельствует о том, что произойдет включение от АПВ.

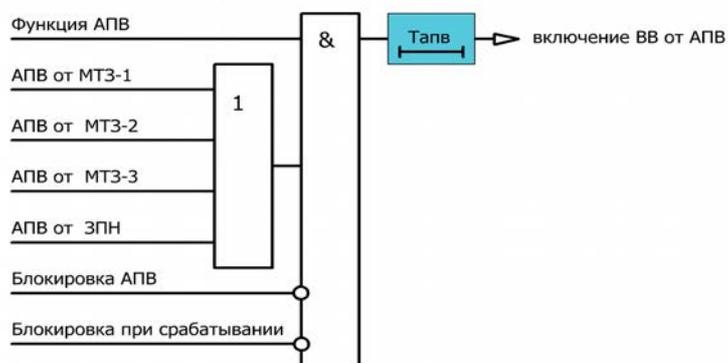


Рисунок 16 – Схема, поясняющая работу АПВ.

Время восстановления АПВ фиксированное и составляет 120 с (2 минуты). Это означает, что после срабатывания МТЗ с функцией 1-кратного АПВ и после успешного 1-кратного АПВ, через 120 секунд 1-кратное АПВ будет снова разрешено. В случае аварийного отключения в первые 30 с после включения выключателя линии функция АПВ будет заблокирована (блокировка АПВ при опробовании). Блокировка АПВ возможна внешним сигналом по входу «блокировка АПВ», причем, если в уставках АПВ выбрана функция «фиксация блокировки АПВ», то АПВ будет запрещено даже после снятия сигнала с входа «блокировка АПВ». В таком случае функция АПВ будет доступна после нажатия на кнопку «сброс» или после включения выключателя от ключа (если включение не заблокировано функцией «блокировка при срабатывании»). При замыкании контактов «Откл» прибора и отказе выключателя (ток через выключатель не прекратился) АПВ не происходит.

Алгоритм работы АПВ при срабатывании МТЗ поясняет график зависимости максимального тока от времени на рисунке Рисунок 3.7.2.

В момент времени t_1 (точка А) максимальный ток превысил ток уставки, уставка автоматически уменьшается на коэффициент возврата, запускается таймер выдержки времени на время $t_{уставки}$. По окончании выдержки в момент времени t_2 контакты реле «Откл» замыкаются на время, достаточное для отключения высоковольтного выключателя – в данном случае на 100 миллисекунд.

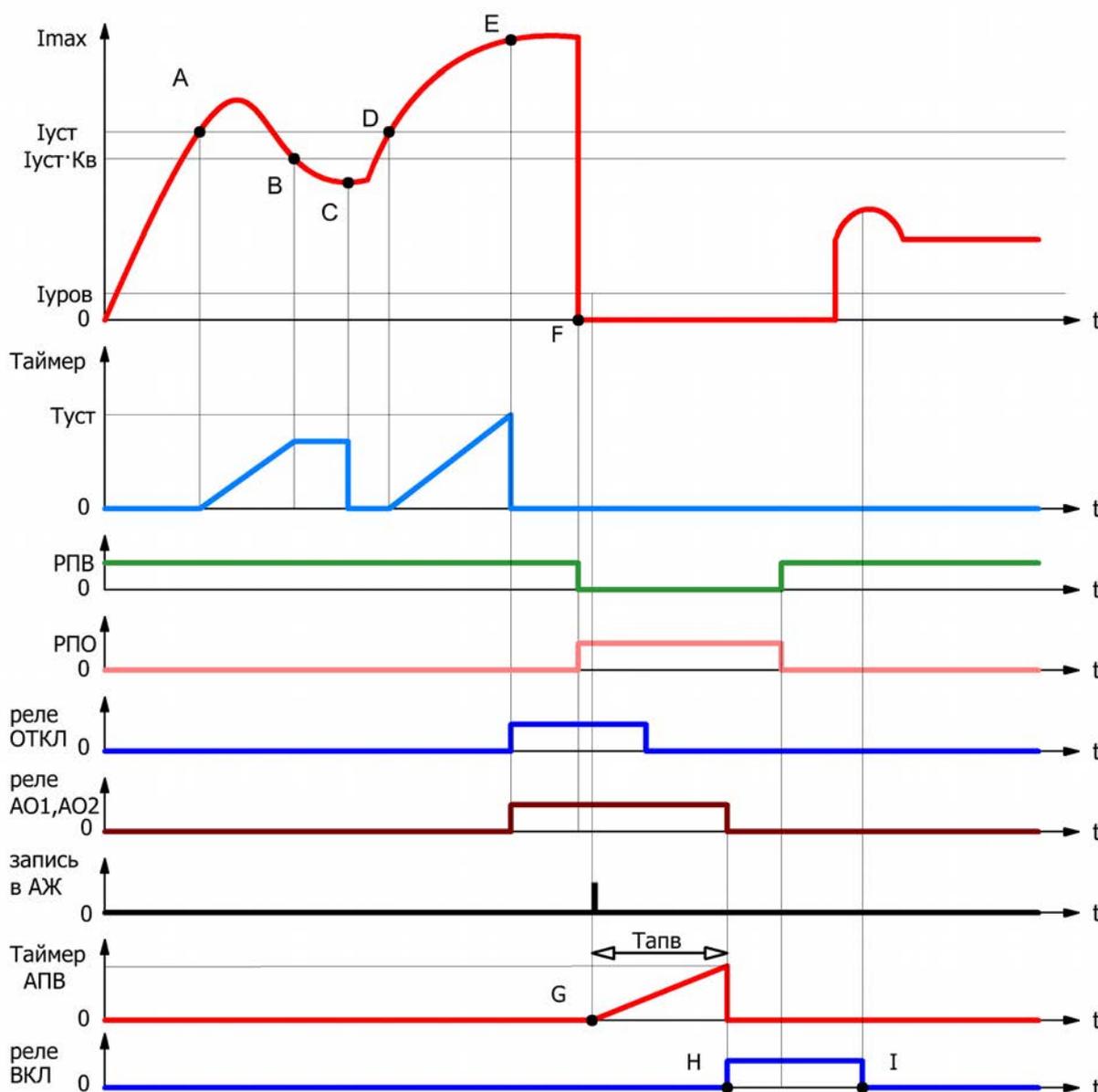


Рисунок 17 – Графики, поясняющие работу АПВ.

В течении импульса отключения устройство проверяет условие успешного отключения:

- а) на входе РПО прибора появился сигнал;
- б) максимальный ток через присоединение ниже уставки по току устройства резервирования отказа выключателя $I_{уров}$.

В случае обнаружения условий успешного отключени и выборе функции АПВ для данной ступени защиты, и при разрешении АПВ для устройства происходит пуск выдержки таймера АПВ, по истечении времени которого происходит повторное включение в момент времени Н, после этого счетчик циклов АПВ уменьшается на единицу. При включении от АПВ ВВ включается с ускорением. Если по окончании импульса включения от АПВ на входе РПВ присутствует сигнал (выключатель включен), на входе РПО отсутствует сигнал, то АПВ считается успешным.

Если после успешного АПВ на время две минуты запускается таймер восстановления счётчика циклов АПВ и, если в течении этого времени не было срабатывания защит, счётчик циклов АПВ восстанавливается. При этом становится возможной включение высоковольтного выключателя от АПВ в дальнейшем.

Если после последней попытки АПВ, по окончании импульса включения от АПВ, на входе РПО присутствует сигнал, на входе РПВ отсутствует сигнал (выключатель отключен), то АПВ считается неуспешным, в этом случае счётчик циклов не восстанавливается. Для восстановления счётчика циклов необходимо включать ВВ от ключа и выждать защитный интервал (30 секунд после включения).

Автоматическое включение резерва.

Устройство имеет функцию автоматического включения резерва. Наличие АВР задается уставкой. Время задержки выдачи сигнала АВР определяется уставкой Тавр.

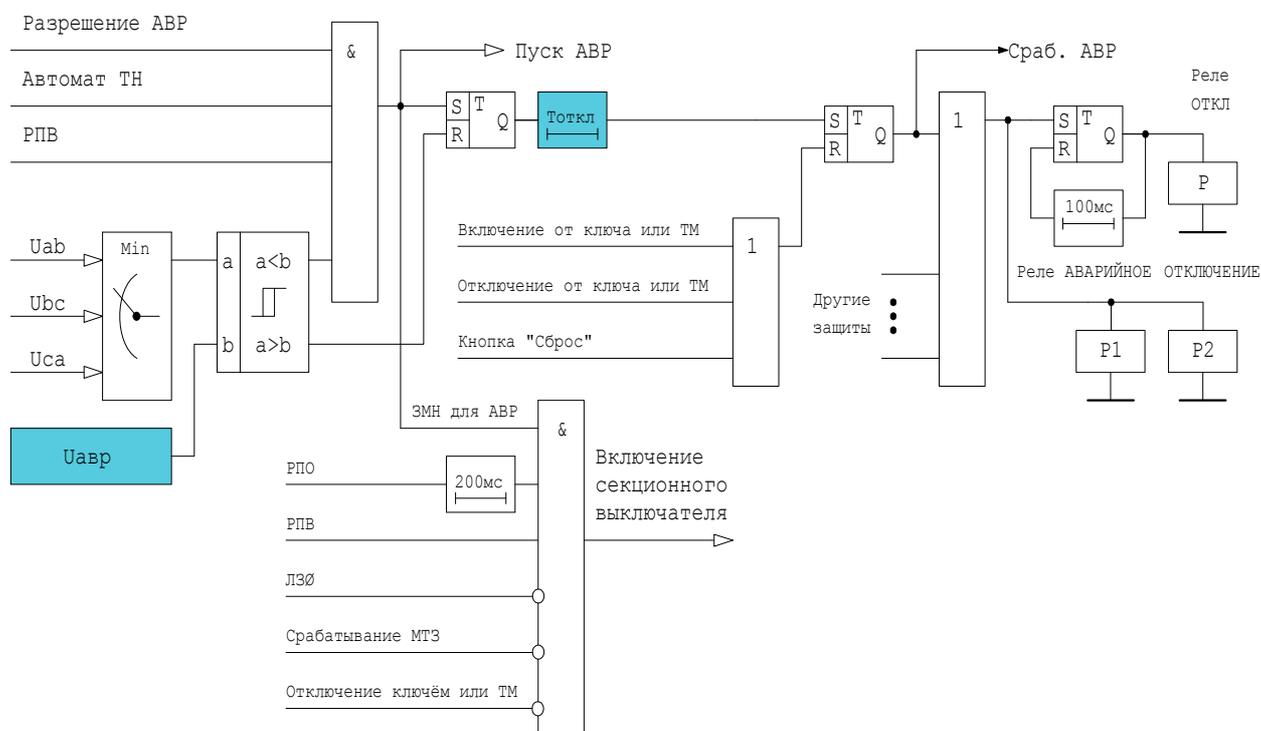


Рисунок 18 - Функциональная схема АВР.

Критерием отсутствия напряжения на вводе считается одновременное снижение трех линейных напряжений ниже уставки $U_{авр}$.

При наличии четырех условий одновременно:

- на вводе отсутствуют (ниже уставки $U_{авр}$, но более 5 вольт) три линейных напряжения;
 - высоковольтный выключатель включен;
 - наличие сигнала на входе прибора «Разрешение АВР»;
 - наличие сигнала на входе прибора «Автомат ТН»;
- происходит пуск выдержки времени таймера АВР и через время $T_{авр}$ произойдет отключение вводного высоковольтного выключателя от АВР.

Если вводной выключатель успешно отключился от АВР:

- на вводе отсутствуют напряжения (три линейных ниже 5 вольт);
- ток через присоединение отсутствует (ниже тока $I_{уров}$);
- выключатель находится в положении «отключен» (есть сигнал РПО);
- отключение не было вызвано срабатыванием других защит (ЛЗШ, МТЗ и др.) или отключением от ключа.

Прибор выдаст сигнал длительностью 1 секунда на релейный выход «АВР-выход» через который можно организовать цепь включения секционного выключателя. При этом секция переключается на питание от резерва (резервной секции или ввода).

Дуговая защита.

В устройстве реализована функция дуговой защиты (ДЗ) при подключении внешних датчиков дуги на входы прибора «ДЗ-1» и (или) «ДЗ-2» и выборе функции ДЗ в меню прибора.

Конфигурация ДЗ задается с помощью уставок. Наличие или отсутствие функции дуговой защиты определяется уставкой.

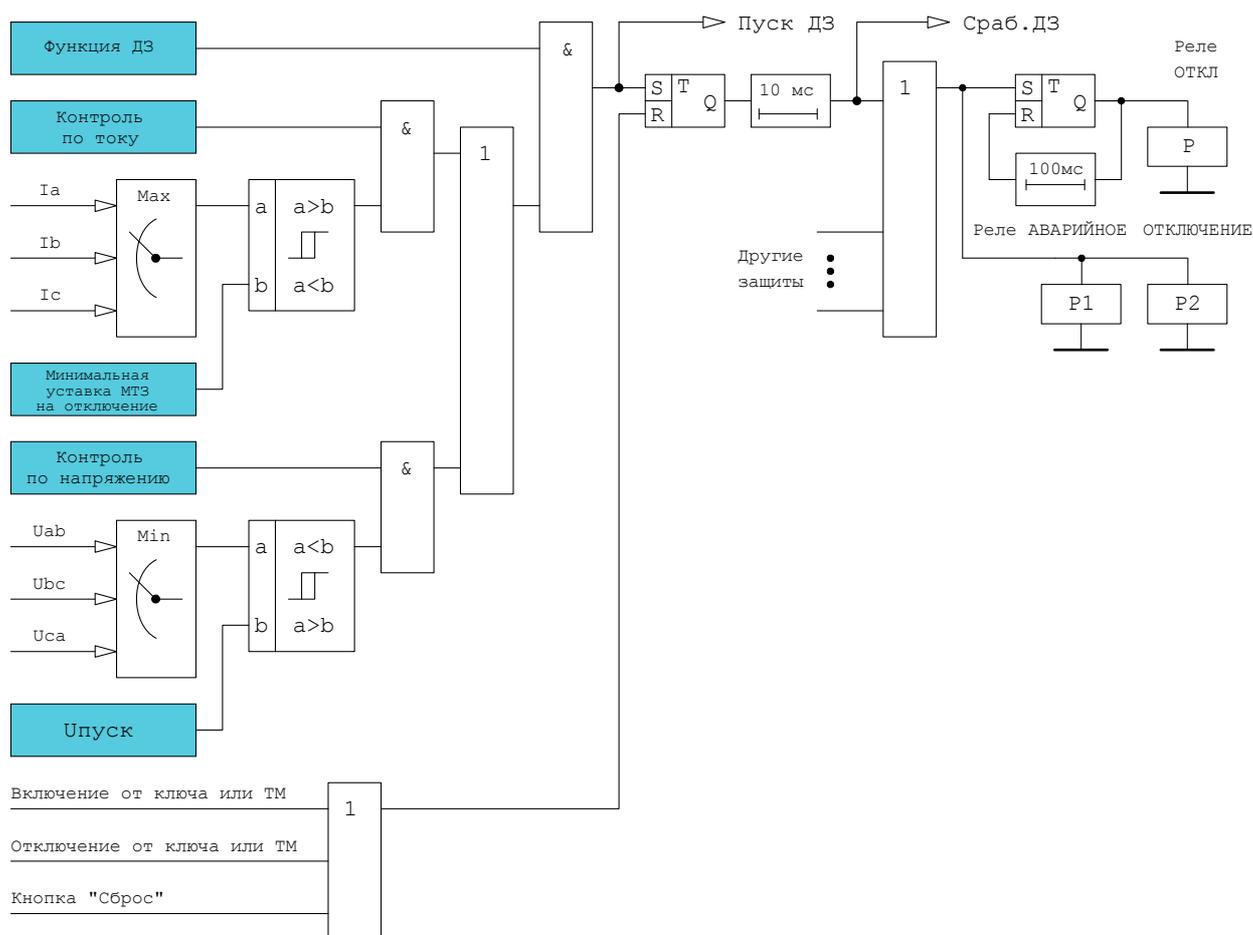


Рисунок 19 – Упрощённая схема дуговой защиты.

Для большей достоверности определения дуги может использоваться контроль по току и (или) по напряжению. В случае задания режима «с контролем по напряжению» для отключения выключателя будет необходимо наличие сигнала на любом из входов «Дуговая защита» «ДЗ-1» или «ДЗ-2», а также снижение одного из линейных напряжений ниже уставки Упуск по напряжению (Пуск по напряжению).

В случае задания режима «с контролем по току» для отключения выключателя будет необходимо наличие сигнала на любом из входов «Дуговая защита» «ДЗ-1» или «ДЗ-2», а также превышение током через выключатель самой минимальной уставки действующей на отключение.

В случае выбора функции ДЗ с «контролем по току» или с «контролем по напряжению» и при отсутствии аварийного тока или напряжения появление сигнала на входах «ДЗ-1» или «ДЗ-2» не вызовет срабатывания дуговой защиты.

Тепловая защита.

В устройстве реализована функция тепловой защиты. Тепловая защита может действовать на защиту и на сигнал.

Для действия на защиту внешний датчик температуры с дискретным выходом подключается к программируемому входу с функцией «тепловая защита». При появлении дискретного сигнала на входе устройство срабатывает на отключение своего выключателя, при этом в аварийном журнале фиксируется наименование сработавшей защиты и аварийные параметры.

Для действия на сигнал внешний датчик температуры с дискретным выходом подключается к программируемому входу с функцией «тепловая защита – сигнал». При появлении дискретного сигнала на входе устройства замыкается реле «Предупреждение» и зажигается светодиод «Вызов в КРУ». При пропадании сигнала размыкается реле «Предупреждение» и гаснет светодиод «Вызов в КРУ».

Сигнал «Тепловая защита» можно вывести на программируемый светодиод и на программируемый выход.

Газовая защита.

В устройстве реализована функция газовой защиты. Газовая защита может действовать на защиту и на сигнал.

Для действия на защиту внешний датчик газовой защиты с дискретным выходом подключается к программируемому входу с функцией «газовая защита». При появлении дискретного сигнала на входе устройство срабатывает на отключение своего выключателя, при этом в аварийном журнале фиксируется наименование сработавшей защиты и аварийные параметры.

Для действия на сигнал внешний датчик газовой защиты с дискретным выходом подключается к программируемому входу с функцией «газовая защита – сигнал». При появлении дискретного сигнала на входе устройства замыкается реле «Предупреждение» и зажигается светодиод «Вызов в КРУ». При пропадании сигнала размыкается реле «Предупреждение» и гаснет светодиод «Вызов в КРУ».

Сигнал «Газовая защита» можно вывести на программируемый светодиод и на программируемый выход.

Устройство резервирования отказов выключателя.

В устройстве реализована функция устройства резервирования отказа выключателя, причём устройство может как само выдавать сигнал «УРОВ-выход» при отказе своего выключателя, так и исполнять команду от нижестоящих защит по входу «Вход УРОВ».

Конфигурация УРОВ задаётся уставками. Пуск УРОВ осуществляется при отказе выключателя по любым командам на аварийное отключение, поступающим на выходное реле «ОТКЛ», то есть, как по токовым защитам, так и по входам от внешних защит –ДЗ-1, ДЗ-2, ГЗ-откл., ТЗ-откл.

Устройство выдаёт сигнал «Выход УРОВ» при условии неотключения своего выключателя после повторного импульса отключения на свой выключатель. Разрешающим условием выдачи сигнала «УРОВ-выход» является условие «ток через свой выключатель превышает уставку по току $I_{уров}$ ». Работу УРОВ при формировании сигнала «УРОВ-выход» поясняют графики на рисунке.

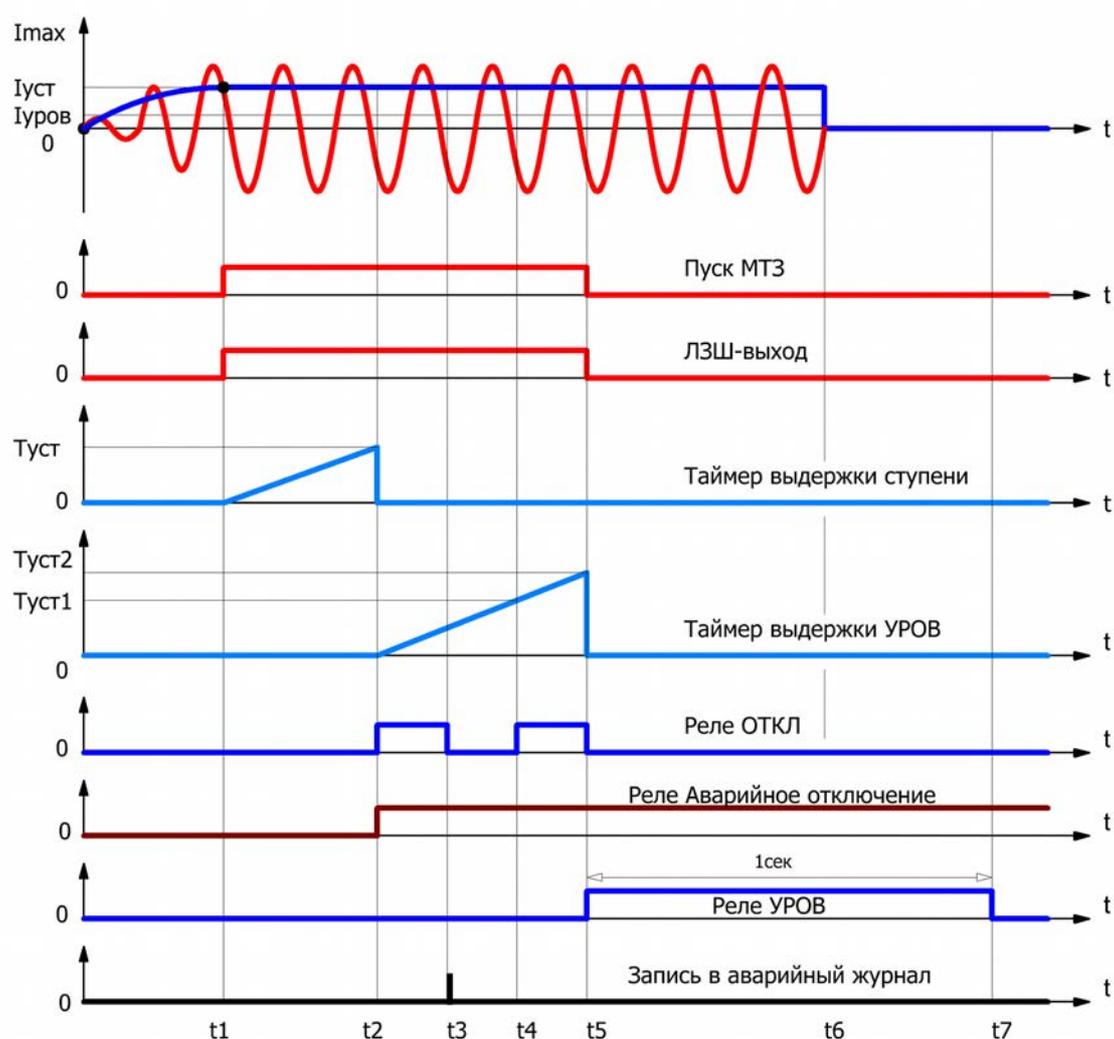


Рисунок 20 – График, поясняющий работу УРОВ.

В момент времени t_1 действующее значение тока основной гармоники сети

превышает ток уставки. Появляется сигнал «Пуск МТЗ» и дублирующий его сигнал «Выход ЛЗШ». Запускается таймер выдержки времени ступени.

В момент времени t_2 выдержка времени достигла уставки по времени срабатывания. Срабатывает защита. Устройство замыкает контакты реле «ОТКЛ», замыкает контакты реле «Аварийное отключение 1» и замыкает контакты реле «Аварийное отключение 2». Запускается таймер выдержки УРОВ.

В момент времени t_3 время замкнутого состояния контактов реле «ОТКЛ» достигло 100 миллисекунд (это максимальная и достаточная длительность импульса отключения для отключения высоковольтного выключателя). Происходит контроль величины тока через свой выключатель и проверка условия отказа (ток через присоединение превышает уставку тока $I_{уров}$). Происходит фиксация в аварийном журнале параметров аварийного отключения, наименования защиты с указанием факта отказа выключателя при срабатывании. Таймер выдержки УРОВ продолжает считать.

В момент времени t_4 таймер выдержки УРОВ достиг уставки $T_{уст1}$ и устройство выдаёт повторный импульс отключения длительностью 100 миллисекунд. Таймер выдержки УРОВ продолжает считать.

В момент времени t_5 время завершился повторный импульс отключения. Выключатель снова не отключился и ток через него продолжает протекать. Устройство уже не пытается отключить свой выключатель. Сбрасывает сигнал «Пуск МТЗ» и дублирующий его сигнал «Выход ЛЗШ» (эти сигналы могут быть использованы для блокировки токового органа защиты на вышестоящем присоединении). Выдержка таймера УРОВ достигает уставки $T_{уст2}$, реле «Выход УРОВ» замыкается. Длительность замкнутого состояния реле «Выход УРОВ» не менее одной секунды.

В момент времени t_6 вышестоящая защита отключила присоединение.

В момент времени t_7 контакты реле «Выход УРОВ» разомкнулись.

Если выключатель нормально отключился, то сигнал «УРОВ-выход» не формируется. Условием нормального отключения считается снижение тока через контролируемое присоединение ниже уставки $I_{уров}$ и наличие сигнала на входе «РПО» в течении длительности импульса отключения (100 миллисекунд). Сигнал используется при установке устройства на отходящих присоединениях.

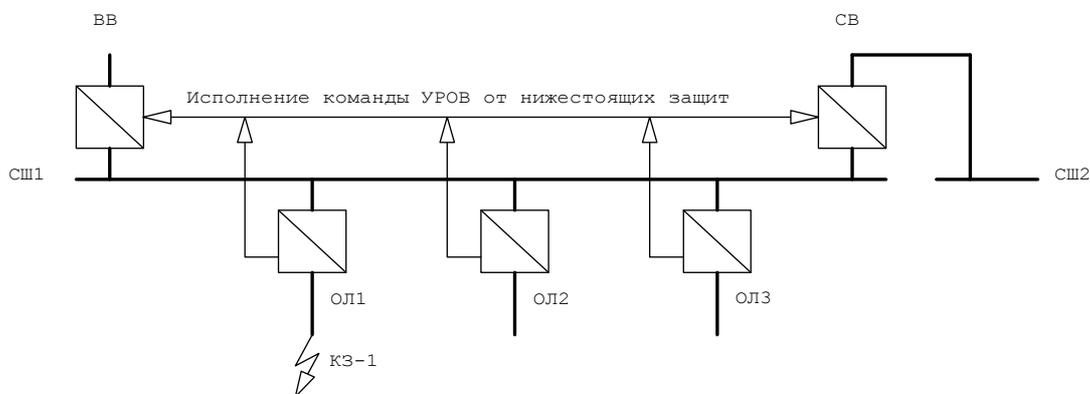


Рисунок 21 – Схема УРОВ на токовом логическом принципе.

Устройство исполняет команду от нижестоящих защит по входу «Вход УРОВ» при условии наличия сигнала на дискретном входе «Вход УРОВ». Для исключения ложных срабатываний от входа «Вход УРОВ» при отсутствии тока устройство дополнительно контролирует ток через свой выключатель. Разрешающим условием срабатывания является условие «ток через свой выключатель превышает самую минимальную уставку по току МТЗ, действующую на отключение».

Внешняя неисправность.

Реле внешняя неисправность замыкает свои контакты при наличии хотя бы одного события:

- отказ при включении (если по окончании длительности импульса включения нет сигнала на входе РПВ);
- отказ при отключении (если по окончании длительности импульса отключения нет сигнала на входе РПО);
- неисправность катушки отключения (если на программируемом входе с функцией «неисправность катушки отключения» присутствует активный сигнал);
- неисправность управления (если на программируемом входе с функцией «неисправность управления» присутствует активный сигнал);
- неисправность выключателя или его отсутствие (если входы РПО и РПВ находятся в одинаковом логическом состоянии более 100 миллисекунд).

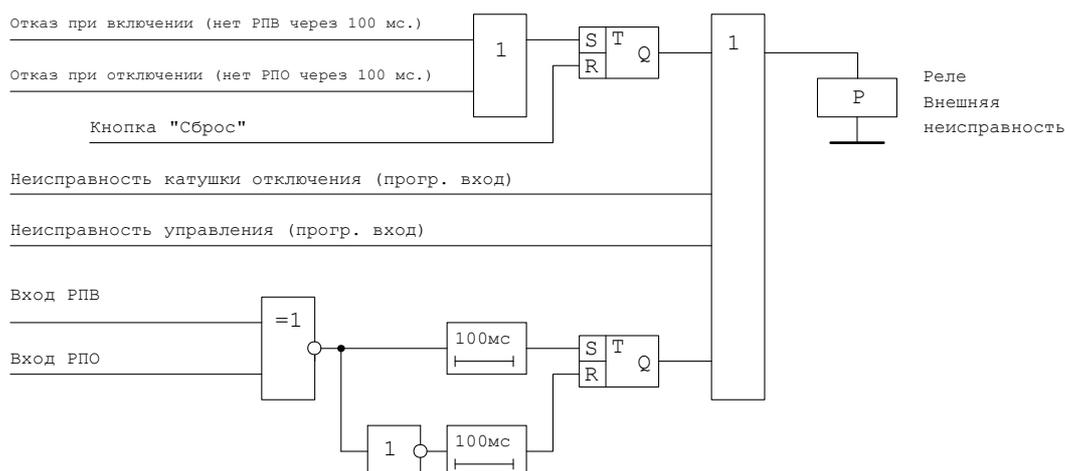


Рисунок 22 – Работа реле «Внешняя неисправность».

Состояние реле «Внешняя неисправность» можно вывести на светодиодную индикацию. Для этого программируемому светодиоду необходимо задать функцию «Внешняя неисправность».

Блокировка выключателя.

Функция блокировки предназначена для блокирования случайного включения высоковольтного выключателя после аварийного отключения до проведения необходимых работ по устранению неисправности.

Функция блокировки может быть введена, а также выведена с помощью уставки. Постановка на блокировку при срабатывании различных защит может быть запрограммирована для каждой ступени защиты индивидуально.

Снятие с блокировки выполняется подачей сигнала на вход «Деблокировка».

После снятия с блокировки перед включением должно быть произведено «квитирование» выключателя – подана команда на отключение аварийно отключившегося выключателя.

При установке устройства на блокировку функция АПВ блокируется.

4. Аналоговые входы.

Аналоговые входы предназначены для подключения трансформаторов тока и напряжения.

Таблица - Назначение токовых входов.

Контакт	Назначение
Вход суммы токов нулевой последовательности	
X1.5	Сумма токов 3I ₀ (начало)
X1.6	Сумма токов 3I ₀ (конец)
Входы фазных токов	
X1.7	Ток фазы А (начало)
X1.8	Ток фазы А (конец)
X1.9	Ток фазы В (начало)
X1.10	Ток фазы В (конец)
X1.11	Ток фазы С (начало)
X1.12	Ток фазы С (конец)

4.1. Токовые входы.

В устройстве имеется 4 токовых входа, из них три входа для подключения трансформаторов фазного тока и один вход для подключения трансформатора тока нулевой последовательности.

Таблица – Входы фазных токов.

Входы	Наименование	Значение
I _a , I _b , I _c	1. Количество входов по фазному току	3
	2. Номинальный ток фаз, А	5
	3. Максимальный контролируемый диапазон токов в фазах, А	0,05 – 200,00
	4. Рабочий диапазон токов в фазах, А	0,40 – 200,00
	5. Основная относительная погрешность измерения токов в фазах, %	±2
	6. Термическая стойкость токовых цепей, А, не менее: длительно кратковременно (2 с)	15 200
	7. Частота переменного тока, Гц	50±0,5
	8. Потребляемая мощность входных цепей в номинальном режиме (I = 5 А), ВА, не более:	0,5
	9. Напряжение изоляции (RMS, 1 мин), В	2000

Таблица – Вход тока нулевой последовательности.

Входы	Наименование	Значение
3Io	1. Количество входов по току нулевой последовательности	1
	2. Рабочий диапазон токов нулевой последовательности основной частоты	0,005 – 5,000
	3. Основная частота, Гц	50
	4. Основная относительная погрешность измерения токов нулевой последовательности основной частоты, %	±5
	5. Рабочий диапазон токов нулевой последовательности верхних гармоник	0,005 – 5,000
	6. Контролируемые верхние гармоники, Гц	
	150	+
	250	+
	350	+
	450	+
	550	+
650	+	
6. Максимальный контролируемый диапазон токов, А	0,005 – 5,000	
8. Основная относительная погрешность измерения по верхним гармоникам, %	±15	
9. Термическая стойкость токовой цепи нулевой последовательности, А, не менее:		
длительно	10	
кратковременно (2 с.)	200	

4.2. Входы напряжения.

В устройстве имеется 3 входа напряжения. Входы подключены по фазному напряжению, по схеме звезда.

Таблица – Характеристики входов напряжения.

Входы	Наименование	Значение
Ua, Ub, Uc	1. Количество входов по напряжению	3
	2. Номинальное напряжение фаз, В	100/√3
	3. Максимальный контролируемый диапазон фазных напряжений, В	0,1 –120,0
	4. Рабочий диапазон фазных напряжений, В	0,1 –120,0
	5. Основная относительная погрешность измерения напряжений в фазах, %	±1
	6. Потребляемая мощность входных цепей для напряжений в номинальном режиме (U = 100/√3 В), ВА, не более:	0,5
	7. Напряжение изоляции (RMS, 1 мин), В	1600

Таблица – Назначение входов напряжения.

Контакт	Назначение
X1.1	Напряжение фазы А
X1.2	Напряжение фазы В
X1.3	Напряжение фазы С
X1.4	Общий провод фазных напряжений

5.1. Дискретные входы.

Дискретные входы предназначены для подключения датчиков с дискретным выходным сигналом (датчики положения выключателя, ключ управления, внешних датчиков электрической дуги, газовой защиты, тепловой защиты и т.д.).

Таблица - Описание дискретных входов устройства.

Наименование	Значение
1. Количество входов	16
2. Номинальное напряжение, В	220
2. Напряжение надежного срабатывания, В	115-264
3. Напряжение надежного несрабатывания, В	0-110
4. Входной ток, мА, не более	5
5. Длительность сигнала, мс, не менее	10
6. Напряжение изоляции (RMS, 1 мин), В	2000

Таблица - Назначение дискретных входов устройства.

№ входа	Контакт	Назначение
Входы с фиксированным назначением		
1	X3.1	Включение выключателя от ключа
2	X3.2	Отключение выключателя от ключа
3	X3.3	РПО (реле положения «отключено»)
4	X3.4	РПВ (реле положения «включено»)
5	X3.5	Блокировка АПВ
6	X3.6	Переключение групп уставок (гр.А или гр. Б)
7	X3.7	Деблокировка включения
8	X3.8	ЛЗШ (логическая защита шин)
Входы с программируемым назначением		
	X3.9	Общий контакт первой группы входов
9	X3.10	Программируемый вход 9
10	X3.11	Программируемый вход 10
11	X3.12	Программируемый вход 11
12	X3.13	Программируемый вход 12
13	X3.14	Программируемый вход 13
14	X3.15	Программируемый вход 14
	X3.16	Общий контакт входов 9-14
15	X3.17	Программируемый вход 15
15	X3.18	Программируемый вход 15
16	X3.19	Программируемый вход 16
16	X3.20	Программируемый вход 16

Дискретные выходы предназначены для коммутации внешних цепей: управление выключателем, выдача сигналов о срабатывании защит, сигнализаций, организации блокировок и т.д. Каждый дискретный выход реализован на электромеханическом реле и гальванически изолирован от других цепей, корпуса устройства.

Таблица - Описание дискретных выходов устройства.

Наименование	Значение
1. Количество выходов	16
2. Количество нормально разомкнутых реле	15
3. Количество перекидных реле	1
4. Коммутируемое напряжение переменного тока, В, не более	250
5. Коммутируемый переменный ток замыкания/размыкания при активноиндуктивной нагрузке с постоянной времени L/R = 50 мс, А, не более	10/10
6. Коммутируемое напряжение постоянного тока, В, не более	250
7. Коммутируемый постоянный ток замыкания/размыкания при активноиндуктивной нагрузке с постоянной времени L/R = 50 мс. и напряжении 250 В, А, не более	10/0,3
8. Напряжение изоляции (RMS, 1 мин), В	200

Таблица - Назначение дискретных выходов устройства.

№ выхода	Контакт	Назначение
Выходы с фиксированным назначением		
1	X5.1	Реле Готов (перекидной контакт)
	X5.2	Готов (нормально замкнутый контакт)
	X5.3	Готов (нормально разомкнутый контакт)
2	X5.4 – X5.5	Включение
3	X5.6 – X5.7	Отключение
4	X5.8 – X5.9	Предупредительная сигнализация
5	X5.10 – X5.11	Аварийное отключение
6	X5.12 – X5.13	Аварийное отключение
7	X5.14 – X5.15	Зарезервирован (ранее «Сигнализация об ОЗЗ»)
8	X5.16 – X5.17	Внешняя неисправность
Выходы с программируемым назначением		
9	X4.1 – X4.2	Программируемый выход
10	X4.3 – X4.4	Программируемый выход
11	X4.5 – X4.6	Программируемый выход
12	X4.7 – X4.8	Программируемый выход
13	X4.9 – X4.10	Программируемый выход
14	X4.11 – X4.12	Программируемый выход
15	X4.13 – X4.14	Программируемый выход
16	X4.15 – X4.16	Программируемый выход

6.1. Выходы с фиксированным назначением.

В устройстве имеется восемь выходов с фиксированным назначением. Эти выходы необходимы для функционирования самого устройства в составе ячейки выключателя.

6.2. Выходы с программируемым назначением.

В устройстве имеется восемь программируемых выходов.

Конфигурация выходов задаётся с помощью уставок:

- назначение;
- режим (без фиксации / с фиксацией / импульсный);
- время срабатывания;
- время возврата.

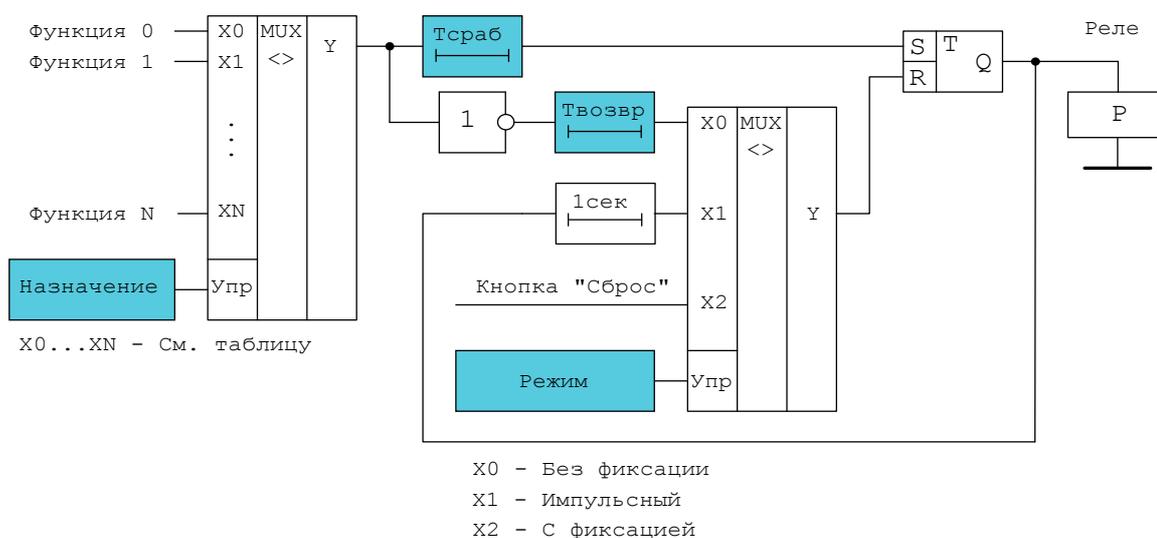


Рисунок 24 – Схема программируемого выхода.

Назначение выхода определяет точку подключения этого выхода к внутренней логической схеме устройства.

Перечень назначений выходов приведён в приложении к техническому описанию.

Разрешается одну и ту же точку на внутренней логической схеме подключать к нескольким выходам (размножение выходов).

Режим выхода определяет реакцию выхода на сигнал в точке подключения.

Режим «без фиксации» означает, что состояние выхода повторяет состояние сигнала в точке подключения после выдержки времени срабатывания и сбрасывается при исчезновении сигнала в точке подключения по истечении времени возврата.

Режим «с фиксацией» означает, что состояние выхода фиксируется (контакты выхода остаются замкнутыми) после выдержки времени срабатывания и не зависит от дальнейшего изменения сигнала в точке подключения. Сброс выполняется с помощью кнопки «Сброс» на передней панели устройства. Уставка по времени возврата не влияет на работу выхода.

Режим «импульсный» означает, что при появлении сигнала в точке подключения после выдержки времени срабатывания контакты реле переходят в замкнутое состояние на время импульса длительностью одна секунда. По окончании импульса контакты размыкаются. Уставка по времени возврата не влияет на работу выхода.

Конфигурация программируемых выходов может быть изменена в процессе работы устройства «на лету», например, для просмотра пусков защит при тестировании.

7. Светодиодная сигнализация.

Светодиодная сигнализация предназначена для оповещения персонала о событиях, регистрируемых устройством.

7.1. Светодиоды с фиксированным назначением.

В устройстве имеется семь светодиодов с фиксированным назначением, из них пять с фиксированным цветом свечения (красный) и два с программируемым цветом свечения (красный/зеленый).

Таблица – Светодиоды с фиксированным назначением.

Номер светодиода	Обозначение на лицевой панели устройства	Цвет свечения	Индицирует
1	СЕТЬ	Зеленый	Наличие оперативного питания 220 вольт
2	НЕИСПРАВНОСТЬ	Красный	Неисправность в устройстве
3	АВАРИЙНОЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ	Красный	Аварийное отключение после срабатывания какой-либо защиты
4	ВЫЗОВ В КРУ	Красный	Срабатывание предупредительной сигнализации и релейного «Предупредительная сигнализация»
5	БЛОКИРОВКА	Красный	Блокировка включения выключателя
6	ВКЛ.	Красный /Зеленый (программируется)	Выключатель включен (состояние входа РПВ)
7	ОТКЛ.	Зеленый /Красный (программируется)	Выключатель отключен (состояние входа РПО)

7.2. Светодиоды с программируемым назначением.

В устройстве реализована функция программируемой светодиодной сигнализации

для восьми светодиодов, находящихся на передней панели. Напротив каждого светодиода имеется карман для текстового обозначения светодиода. Текстовые обозначения можно распечатать на принтере на бумаге или специальной пленке для принтеров, затем вырезать ножницами и вставить в карман напротив соответствующего светодиода.

Конфигурация программируемой светодиодной сигнализации задаётся с помощью уставок:

- назначение;
- режим (с фиксацией / без фиксации);
- время срабатывания.

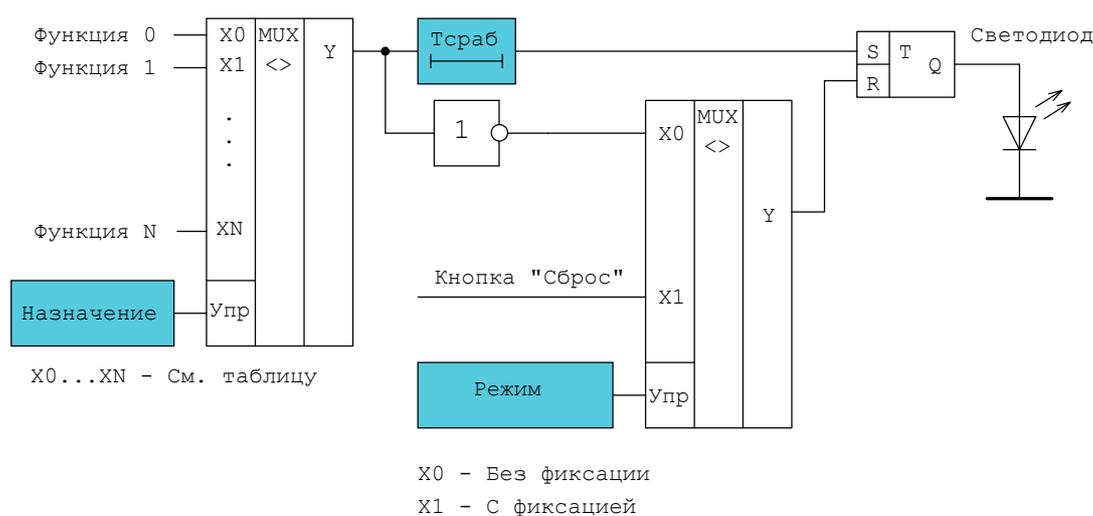


Рисунок 25 - Схема программируемой светодиодной сигнализации (для одного светодиода).

Назначение светодиода выбирается из перечня «[Назначение программируемых выходов и светодиодов](#)». Для всех пяти программируемых светодиодов доступен весь перечень точек подключения.

Перечень точек подключения программируемых светодиодов и программируемых реле одинаков. Таким образом, любой сигнал из перечня доступных может быть выведен одновременно на программируемый светодиод и программируемое реле.

Перечень функций приведён в приложении к техническому описанию.

Режим «без фиксации» означает, что состояние светодиода повторяет состояние сигнала в точке подключения после выдержки времени срабатывания и сбрасывается при исчезновении сигнала в точке подключения.

Режим «с фиксацией» означает, что состояние светодиода фиксируется (светодиод продолжает светиться) после выдержки времени срабатывания и не зависит от дальнейшего изменения сигнала в точке подключения. Сброс выполняется с помощью кнопки «Сброс» на передней панели устройства.

Конфигурация программируемых светодиодов может быть изменена в процессе работы устройства «на лету», например, для просмотра пусков защит при тестировании.

8. Часы-календарь.

Встроенные в устройство часы и календарь используются для сохранения даты и времени срабатывания защиты в аварийном журнале и аварийной осциллограмме.

Часы календарь не требуют батареи питания, т.к. питаются от ионистора, поэтому не нуждаются в периодическом обслуживании (замене элемента питания). После включения питания устройства ионистор полностью заряжается примерно за 5 минут, при наличии питания часы-календарь питаются от источника питания, а в случае длительных перерывов питания от ионистора способны работать не менее 1 месяца.

Формат времени 24-х часовой. Дискретность времени 0,01 секунды.

8.1. Установка даты и времени.

Установка даты и времени может быть выполнена через меню «Уставки часов-календаря» или с помощью прикладного ПО для конфигурирования.

8.2. Синхронизация времени.

Возможны два способа синхронизации времени при котором все устройства УМПЗ/ТЭК объединяются в сеть по интерфейсу RS485:

- при наличии АСУ ТП на удаленном объекте, используя соответствующее ПО, имеющее возможность получать от АСУ ТП точное время и рассылать его широкополосными запросами по протоколу Modbus RTU в порт, присоединенный к интерфейсу RS485;
- при отсутствии АСУ ТП на удаленном объекте одно из устройств настраивается как ведущее с функцией синхронизации времени, остальные – ведомые, и ведущее устройство широкополосными запросами по протоколу Modbus RTU рассылает в сеть RS485 дату и время, т.о. время всех устройств будет синхронизировано до 0,01 секунды.

Для более точной синхронизации времени можно использовать сервер точного времени с выходом 1PPS (один импульс в секунду), при этом внутренне время всех устройств, подключенных по интерфейсу 1PPS будет синхронизировано до 1 миллисекунды по приходу импульса 1PPS.

9. Аварийный журнал.

При срабатывании любой защиты происходит отключение выключателя и запись значений токов, напряжений, фазовых углов, длительности аварийного режима на момент отключения в аварийный журнал. Каждая запись в аварийном журнале содержит метку времени (дата, время).

Просмотр аварийного журнала доступен с помощью прикладного ПО – программа «УМПЗ».

Емкость аварийного журнала 10 записей, последняя запись стирает самую старую запись. Для последней записи аварийного журнала доступна аварийная осциллограмма, если регистратор аварийных сигналов включен.

Таблица - Формат одной записи в аварийном журнале.

Наименование параметра	Формат	Примечание
1 Дата	ДД.ММ.ГГ	

2	Время	ЧЧ.ММ.СС.СД	
3	Ток I_A , А	XXX,XX	Действующее значение основной гармоники
4	Фаза вектора I_A , °	XXX,X	0 – 359,9
5	Ток I_B , А	XXX,XX	Действующее значение основной гармоники
6	Фаза вектора I_B , °	XXX,X	0 – 359,9
7	Ток I_C , А	XXX,XX	Действующее значение основной гармоники
8	Фаза вектора I_C , °	XXX,X	0 – 359,9
9	Напряжение U_A , В	XXX,X	Действующее значение основной гармоники
10	Фаза вектора U_A , °	XXX,X	0 – 359,9
11	Напряжение U_B , В	XXX,X	Действующее значение основной гармоники
12	Фаза вектора U_B , °	XXX,X	0 – 359,9
13	Напряжение U_C , В	XXX,X	Действующее значение основной гармоники
14	Фаза вектора U_C , °	XXX,X	0 – 359,9
15	Напряжение U_{AB} , В	XXX,X	Действующее значение основной гармоники
16	Фаза вектора U_{AB} , °	XXX,X	0 – 359,9
17	Напряжение U_{BC} , В	XXX,X	Действующее значение основной гармоники
18	Фаза вектора U_{BC} , °	XXX,X	0 – 359,9
19	Напряжение U_{CA} , В	XXX,X	Действующее значение основной гармоники
20	Фаза вектора U_{CA} , °	XXX,X	0 – 359,9
21	Ток $3I_0$, А	X,XXX	Действующее значение основной гармоники или среднеквадратичное суммы верхних нечетных гармоник (3, 5, 7, 9, 11, 13-ей)
22	Фаза вектора $3I_0$, °	XXX,X	0 – 359,9
23	Напряжение $3U_0$, В	XXX,X	Действующее значение основной гармоники
24	Фаза вектора $3U_0$, °	XXX,X	0 – 359,9
25	Ток I_1 , А	XXX,X	Действующее значение основной гармоники
26	Ток I_2 , А	XXX,X	Действующее значение основной гармоники
27	Длительность аварийного режима, с	XXX,X	Длительность в секундах для всех защит, кроме МТЗ-4, для неё - в минутах.

10. Регистратор сигналов.

В составе прибора предусмотрен встроенный цифровой аварийный осциллограф с возможностью записи мгновенных значений сигналов на аналоговых измерительных входах и цифровых входах выходах. Аварийный осциллограф конфигурируется в соответствии с уставками в меню прибора при включении питания.

Аварийная осциллограмма соответствует последнему аварийному событию в аварийном журнале и сохраняется в энергонезависимой памяти прибора с соответствующим заголовком - «тип сработавшей защиты, дата и время» для всех защит, кроме МТЗ-4.

Для записи аналоговых сигналов предусмотрена возможность записи от одного до шести сигналов с общей длительностью записи 12 секунд. Общая длительность записи делится равномерно на количество записываемых сигналов. Например, при записи одного сигнала длительность аварийной осциллограммы равна 12 секунд, а при записи шести сигналов длительность каждого из них равна 2 секунды. Для записи состояния цифровых входов-выходов предусмотрен буфер на 500 событий. Событием считается любое изменение состояния цифровых входов-выходов.

Пуск аварийного осциллографа происходит при превышении измеряемыми значениями уставок следующих защит: МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3, ЗОФ, ЗМН, ЗПН, АВР, ДЗ-1-вход, ДЗ-2-вход, ЛЗШ-вход, УРОВ-вход.

Чтение аварийной осциллограммы доступно с помощью специального ПО для УМПЗ/ТЭК.

Таблица - Характеристики регистратора сигналов.

Наименование параметра	Значение
Аналоговые сигналы	
1. Количество записываемых аналоговых сигналов	6
2. Суммарная длительность записи Тзаписи, секунд	12
3. Длительность доаварийного режима, сек	0 - Тзаписи
4. Доступные для записи аналоговые сигналы*	Ia, Ib, Ic, Ua, Ub, Uc
5. Количество точек на период сети (20 мс)	16
6. Длительность записи сигналов, сек	
1 сигнал 2	12
сигнала 3	6
сигнала 4	4
сигнала 5	3
сигналов 6	2, 4
сигналов	2
Цифровые сигналы	
7. Количество записываемых цифровых сигналов** (16 дискретных входов, 16 дискретных выходов).	32
8. Количество цифровых записей на период сети (20мс)	2
9. Количество цифровых событий на одну запись ***	200

* - Записываются любые 1 – 6 сигналов на выбор.

** - Записываются все 32 цифровых сигнала.

*** - Цифровое событие – смена состояния любого дискретного входа или выхода.

11. Интерфейсы связи.

В устройстве имеются три гальванически изолированных интерфейса связи USB, RS485 и Ethernet 10/100Base-TX.

11.1. Интерфейс USB.

Интерфейс USB предназначен для работы с прикладным – программа УМПЗ и может использоваться для конфигурирования устройства, чтения измерений, аварийного журнала, аварийной осциллограммы, установки времени, обновления ПО устройства, в основном при проведении пусконаладочных работ и техническом обслуживании.

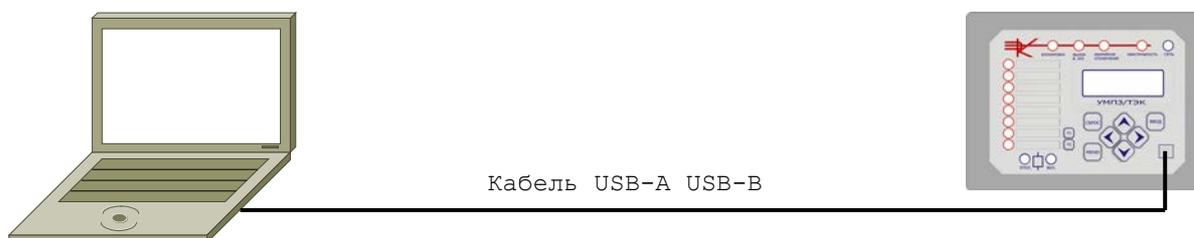


Рисунок 26 – Подключение по интерфейсу USB.

Возможно питание устройства со стороны USB кабеля без необходимости подключать кабель питания 220 вольт. В этом режиме алгоритмы релейной защиты не функционируют, однако, возможен доступа в меню устройства, конфигурирование устройства с помощью прикладного ПО, установка времени, чтение аварийного журнала, чтение аварийных осциллограмм, что в ряде случаев может оказаться полезным.

Таблица - Характеристики интерфейса связи USB.

Наименование параметра	Значение
1 Скорость обмена в настройках виртуального COM-порта, бит/сек	57600, 115200, 230400, 460800
2 Максимальная длина кабеля связи, м	1,8
3 Тип кабеля для связи с ПК	USB-A – USB-B
4 Микросхема виртуального COM-порта	FT232R
5 Напряжение изоляции (RMS, 1 мин), В	2000



Рисунок 27 – Внешний вид USB кабеля для УМПЗ.

В случае присоединения устройства к компьютеру через USB кабель и появлении сообщения от операционной системы Windows об обнаружении нового устройства, необходимо установить драйвер виртуального COM-порта с сайта производителя драйвера <http://www.ftdichip.com/>.

11.2. Интерфейс RS485.

Интерфейс RS485 предназначен для работы с ПО АСУ ТП. При отсутствии АСУ ТП и наличии сети RS485 с подключенными устройствами УМПЗ/ТЭК интерфейс может быть использован для периодической синхронизации времени. При отсутствии АСУ ТП интерфейс может использоваться для работы с прикладным ПО-программой УМПЗ или для обновления ПО устройства через адаптер USB-RS485.

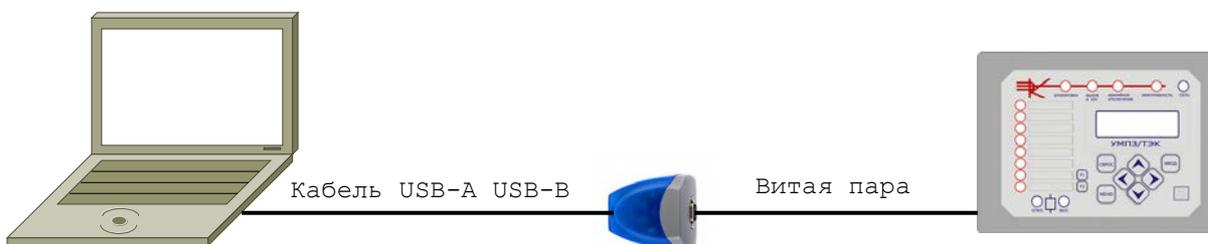


Рисунок 28 – Подключение по интерфейсу RS485.

Таблица - Характеристики интерфейса связи RS485.

Наименование параметра	Значение
1 Скорость связи, бит/сек	1200, 2400, 9600, 19200, 57600, 115200, 230400, 460800
2 Максимальная длина кабеля связи, м	Зависит от длины кабеля связи
3 Максимальное количество узлов в сети	256
4 Протокол обмена	Modbus RTU
5 Напряжение изоляции (RMS, 1 мин), В	2000

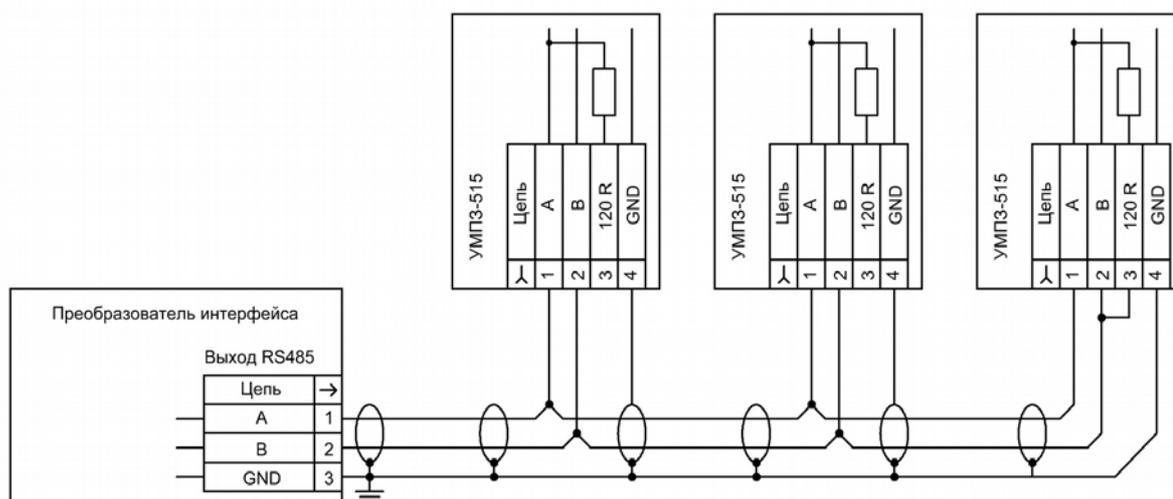


Рисунок 29 – Схема соединения по интерфейсу RS485 (для трех устройств).

Входной и выходной конец кабеля RS485 соединяются на ответной части винтового клеммника, который поставляется в комплекте к устройству.

Для согласования волнового сопротивления кабеля со входом устройства на клеммнике крайнего устройства необходимо соединить контакт В и 120R.

Для снижения шума при использовании экранированной витой пары экран заземлять в одной точке.

11.3. Интерфейс Ethernet 10/100Base-TX.

Таблица – Характеристики интерфейса.

Наименование параметра	Значение
1 Скорость связи, мегабит/сек	10 или 100
2 Протокол обмена	Modbus TCP
3 Напряжение изоляции (RMS, 1 мин), В	2000

Интерфейс Ethernet может использоваться с прикладным ПО для чтения уставок, измерений, аварийного журнала, аварийной осциллограммы, при этом можно использовать ноутбук и сетевой кабель.



Рисунок 30 – Прямое подключение по интерфейсу Ethernet.



Рисунок 31 – Сетевой кабель UTP для интерфейса Ethernet.

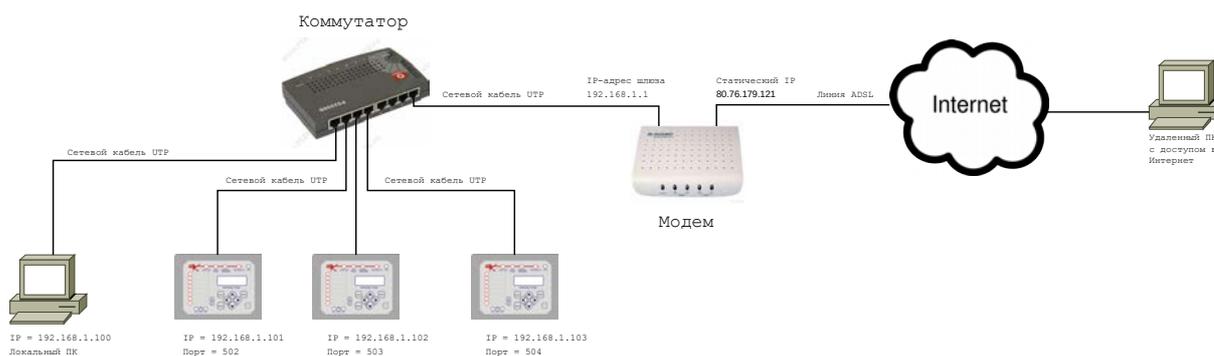


Рисунок 32 – Доступ из внешней сети в локальную сеть.

При наличии АСУ ТП с поддержкой протокола Modbus TCP и наличии на удаленном объекте локальной сети Ethernet можно организовать удаленный доступ к устройствам через сеть Интернет, при этом каждое устройство должно иметь свой локальный IP-адрес (задается в меню «[Уставки интерфейса Ethernet](#)»).

В настройках роутера необходимо переадресовать запросы на определенный порт внешнего статического IP в запросы к локальному IP.

Для организации локальной сети необходим ПК, коммутатор, сетевой кабель роутер со статическим IP (назначается провайдером связи и прописывается в настройках роутера). Такая локальная сеть будет доступна из любого компьютера, подключенного к сети Интернет, однако, в целях защиты локальной сети от несанкционированного доступа в настройках роутера необходимо прописать правила доступа. Можно разрешить доступ только одному конкретному ПК к конкретному диапазону IP-адресов и портов, все другие запросы при этом будут отклоняться.

На рисунке (левая часть) изображена локальная сеть в которой присутствуют следующие устройства:

- локальный ПК (IP-адрес 192.168.1.100);
- устройство УМПЗ/ТЭК-505 №1 (IP-адрес 192.168.1.101, порт 502);
- устройство УМПЗ/ТЭК-505 №2 (IP-адрес 192.168.1.102, порт 503);
- устройство УМПЗ/ТЭК-505 №3 (IP-адрес 192.168.1.103, порт 504).

Для доступа к конкретному устройству из локальной сети в настройках прикладного ПО указывается локальный IP-адрес и порт конкретного устройства, например:

- IP-адрес 192.168.1.101, порт 502 для доступа к устройству №1;
- IP-адрес 192.168.1.102, порт 503 для доступа к устройству №2;
- IP-адрес 192.168.1.103, порт 504 для доступа к устройству №3.

Для доступа из внешней сети в локальную сеть к конкретному устройству в настройках прикладного ПО указывается внешний статический IP-адрес и порт конкретного устройства, например:

- IP-адрес 80.76.179.121, порт 502 для доступа к устройству №1;
- IP-адрес 80.76.179.121, порт 503 для доступа к устройству №2;
- IP-адрес 80.76.179.121, порт 504 для доступа к устройству №3.

В настройках роутера необходимо разрешить доступ из внешней сети в локальную (создать правило) и настроить переадресацию TCP-пакетов данных:

- IP-адрес 80.76.179.121, порт 502 на IP-адрес 192.168.1.101, порт 502;
- IP-адрес 80.76.179.121, порт 503 на IP-адрес 192.168.1.102, порт 503;

- IP-адрес 80.76.179.121, порт 504 на IP-адрес 192.168.1.103, порт 504.

12. Прикладное ПО.

Прикладное программное обеспечение предназначено для конфигурирования устройства, чтения аварийного журнала, аварийных осциллограмм, установки времени, обновления программного обеспечения самого устройства.

Скриншоты программ находятся в приложении «[Скриншоты прикладного ПО](#)».

12.1. ПО для конфигурирования.

Для конфигурирования устройства, чтения аварийного журнала, аварийных осциллограмм, установки времени используется программа УМПЗ.exe.

Скриншот программы конфигурирования приведен в приложении «[Скриншот программы конфигурирования](#)». Подробное описание программы и системные требования можно найти в меню программы «Справка->Вызов справки».

12.2. ПО для просмотра и экспорта аварийных осциллограмм.

Для просмотра имеющейся в устройстве аварийной осциллограммы необходимо с помощью программы УМПЗ.exe прочитать аварийный журнал, затем для последней записи аварийного журнала прочитать аварийную осциллограмму. После чтения аварийной осциллограммы она отобразится в окне программы Осциллограф.exe.

При необходимости можно экспортировать аварийную осциллограмму из внутреннего формата в стандартный формат Comtrade, для этого необходимо воспользоваться пунктом меню «Файл->Экспортировать в Comtrade» после чего просматривать аварийную осциллограмму любым удобным просмотрщиком, поддерживающим формат Comtrade. Скриншот программы приведен в приложении «[Скриншот программы просмотра аварийных осциллограмм](#)».

12.3. ПО для обновления.

При возникновении любых вопросов к алгоритмам работы устройства необходимо связаться с производителем и описать проблему. При наличии технической возможности в кратчайший срок потребителю высылается новая версия микропрограммного обеспечения. Обновить ПО устройства можно с помощью программы «Обновление ПО УМПЗ/ТЭК». Обновление возможно через интерфейсы USB и RS485. Скриншот программы представлен в приложении «[Скриншот программы обновления](#)».

13. Состав изделия.

В состав изделия включены:

Устройство – 1 шт;

Комплект монтажных гаек – 4 шт;

Ответные части для разъемов (кроме разъема BNC) – 1 комплект;

Прикладное ПО – 1 комплект;

Паспорт – 1 шт;

Упаковка – 1 шт.

14. Инструкция по эксплуатации.

14.1. Общие указания.

В настоящей инструкции излагаются требования, предъявляемые к устройству

при его эксплуатации, техническом обслуживании, транспортировании и хранении.

При эксплуатации устройства, кроме требований данной инструкции, необходимо соблюдать общие требования, устанавливаемые инструкциями и правилами эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики энергосистем.

Перед установкой устройства рекомендуется произвести проверку его технических характеристик в лабораторных условиях.

14.2. Указания мер безопасности.

При работе с устройством необходимо соблюдать общие требования техники безопасности, распространяющиеся на устройства релейной защиты и автоматики энергосистем.

К эксплуатации допускаются лица, изучившие настоящее техническое описание, инструкцию по эксплуатации и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций.

14.3. Подготовка к работе.

Перед вводом в эксплуатацию устанавливаются (проверяются) значения уставок. Настройка конфигурации защиты, интерфейсов связи и регистратора сигналов осуществляется с клавиатуры устройства или по линии связи с помощью программного обеспечения и позволяет задать числовые значения следующих групп данных:

- первая ступень МТЗ (токовая отсечка);
- вторая ступень МТЗ;
- третья ступень МТЗ;
- четвертая ступень МТЗ (перегрузка);
- общие уставки МТЗ (МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3);
- защита от обрыва фаз и неполнофазных режимов;
- защита от ОЗЗ по первой гармонике;
- защита от ОЗЗ по верхним гармоникам;
- защита минимального напряжения;
- защита от повышения напряжения;
- уставки АВР;
- уставки ДЗ;
- уставки АПВ;
- уставки АЧР;
- уставки УРОВ;
- общие уставки;
- регистратор сигналов;
- интерфейс USB;
- интерфейс RS485;
- интерфейс Ethernet;
- уставки программируемых светодиодов;
- уставки программируемых входов;
- уставки программируемых выходов;
- установка часов-календаря;
- доступ в меню (задать пароль для редактирования меню).

Наличие или отсутствие перечисленных функций задается в режиме задания уставок по принципу ввода «Вкл/Откл» с помощью клавиатуры с диалогом на русском языке. Уставки меняются в устройстве сразу все единым блоком, что позволяет при необходимости производить их коррекцию даже при включенной

линии. Замена блока уставок происходит при выходе из меню. Числовые значения данных параметров вводятся с клавиатуры. Уставки не зависят от наличия питающего напряжения и сохраняются в течение всего срока службы изделия.

14.4. Человечно-машинный интерфейс.

В человеко-машинный интерфейс устройства включены:

- кнопки управления (6 кнопок);
- дисплей 4x20 символов (OLED);
- интерфейс USB;
- меню устройства.

14.4.1. Клавиатура.

Клавиатура устройства состоит из восьми кнопок и условно разделена на три группы по назначению:

- сброс сработавших защит или сигнализаций (только кнопка «СБРОС»);
- управление меню (кнопки МЕНЮ, ВВЕРХ, ВНИЗ, ВЛЕВО, ВПРАВО, ВВОД) и просмотр измерений, сведений (кнопки ВВЕРХ, ВНИЗ);
- программируемые кнопки (только кнопки F1, F2).

14.4.1.1 Назначение кнопок.

Таблица – Функция кнопки СБРОС.

№	Кнопка	Назначение
1	СБРОС	Сбрасывает событие и реле «Аварийное отключение»; Сбрасывает сработавшие сигнализации; Сбрасывает события с выходом на реле и светодиоды: <ul style="list-style-type: none"> ● реле с функцией «с фиксацией»; ● светодиоды с функцией «с фиксацией».

Кнопка СБРОС может быть назначена одному из входов с программируемым назначением, при этом кнопка и входа СБРОС будут работать аналогично.

Таблица – Функции кнопок в режиме просмотр измерений и сведений.

№	Кнопка	Назначение
1	ВВЕРХ	Переход по списку «Измерения, информация» вверх
2	ВНИЗ	Переход по списку «Измерения, информация» вниз

Таблица – Функции кнопок в режиме меню.

№	Кнопка	Назначение	
		Меню:Просмотр уставок	Меню:Редактирование уставки

1	МЕНЮ	Выход из меню	Выход из меню
2	ВВЕРХ	Переход по пунктам меню вверх	Увеличение значения уставки
3	ВНИЗ	Переход по пунктам меню вниз	Уменьшение значения уставки
4	ВПРАВО	Вход в подменю	-----
5	ВЛЕВО	Выход из подменю	-----
6	ВВОД	Вход в режим «Редактирование уставки»	Выход из режима «Редактирование уставки»

Таблица – Функции кнопок F1 и F2.

№	Кнопка	Назначение
1	F1	Кнопка с программируемым назначением из перечня « Назначение функциональных кнопок »
2	F2	Кнопка с программируемым назначением из перечня « Назначение функциональных кнопок »

14.4.2. Дисплей.

Дисплей может использоваться в режимах:

- просмотр списка «[Измерения, информация](#)»;
- просмотр и редактирование «[Меню устройства](#)»;
- текстовое сообщения «[Сообщение о срабатывании защиты](#)».

14.4.3. Интерфейс связи.

Интерфейс USB может использоваться совместно с прикладным ПО для конфигурирования устройства, чтения измерений и сведений, аварийного журнала, аварийной осциллограммы, а также, в случае необходимости, для обновления микропрограммного обеспечения устройства.

14.4.4. Меню.

Меню устройства может быть использовано для конфигурирования устройства вручную при отсутствии возможности конфигурировать устройство через интерфейс USB с помощью прикладного ПО.

Структура меню приведена в приложении «[Меню устройства](#)». Для каждого пункта меню на рисунке указаны допустимые переходы, т.е. какие кнопки нужно нажимать для переходов по пунктам, редактирования.

По умолчанию доступ в меню не ограничен (пароль не установлен), доступны два режима «Просмотр уставок» и «Редактирование уставок». Для ограничения доступа в меню необходимо в режиме «Просмотр уставок» войти в меню «[Уставки доступа в меню](#)», затем войти в режим «Редактирование» ввести ненулевое

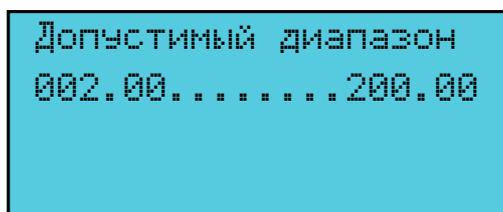
значение уставки «Пароль» и выйти из меню, после этих действий при входе в меню будет доступен режим «Просмотр уставок», а при входе в режим «Редактирование» на дисплее появится сообщение

Устройство имеет двухуровневое меню для уставок защит и трехуровневое для уставок программируемых входов, выходов, светодиодов. Первый уровень состоит из заголовков групп, второй – из пунктов, входящих в группу. Переход на младший уровень происходит после нажатия на кнопку ВЛЕВО. Переход на старший уровень происходит после нажатия на кнопку ВПРАВО.

Если дисплей устройства выключен, то нажатие на любую кнопку клавиатуры включает дисплей на время, заданное уставкой «Время активного состояния дисплея» в меню «Уставки общие» (от одной до тридцати минут). Гашение OLED-дисплея позволяет экономить ресурс дисплея и снизить энергопотребление.

При входе в меню (после первого нажатия на кнопку МЕНЮ) создается копия всех уставок, так называемый буфер уставок, который просматривается и доступен для редактирования, в т.ч. и во время работы защиты. По окончании редактирования при выходе из меню (после второго нажатия на кнопку МЕНЮ) уставки принимают значения буфера уставок.

При вводе значений через меню (после редактирования уставки и нажатия на кнопку ВВОД) происходит проверка введенного числового значения на допустимый диапазон. При попытке ввода значения вне диапазона значений выдается предупреждающее сообщение-подсказка со значениями диапазона и происходит возврат к предыдущему допустимому значению:



а)



б)

Рисунок – Сообщение-подсказка с диапазонами.

14.5. Передняя панель устройства.

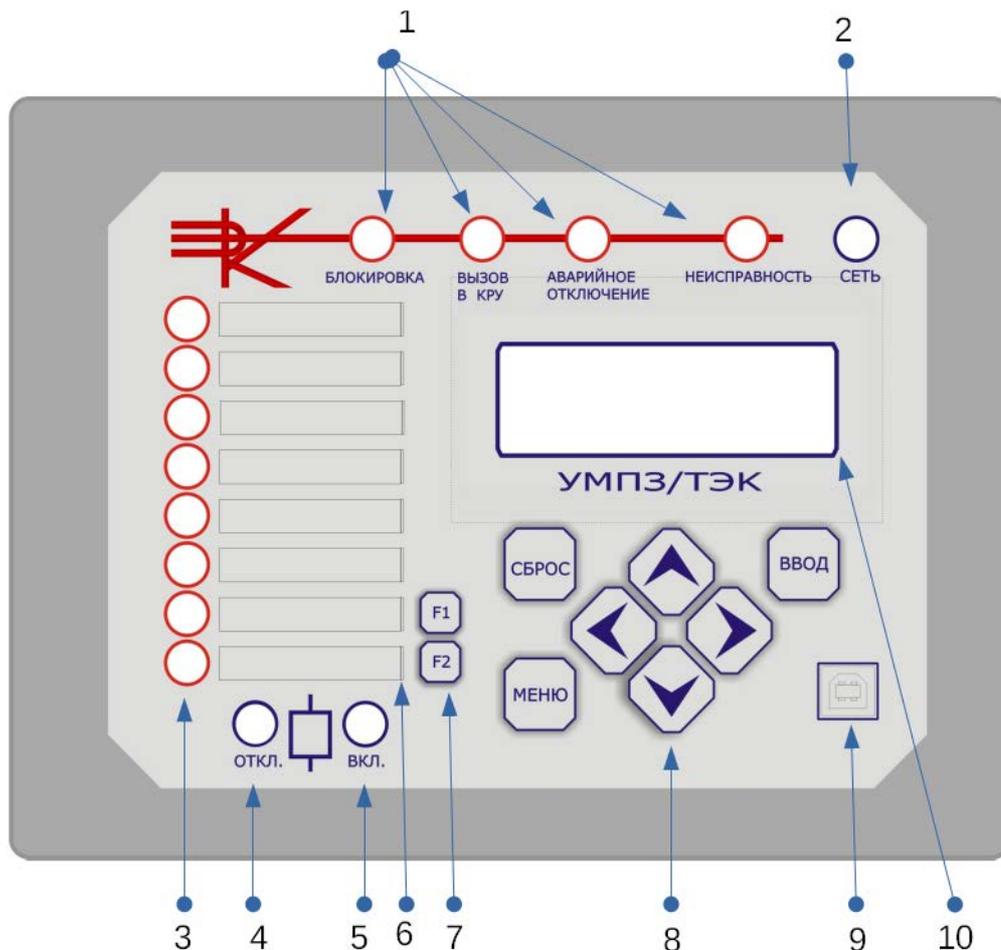


Рисунок 33 – Внешний вид передней панели.

- 1 – светодиоды с фиксированным назначением «БЛОКИРОВКА», «ВЫЗОВ В КРУ», «АВАРИЙНОЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ», «НЕИСПРАВНОСТЬ»;
- 2 – светодиоды с фиксированным назначением «СЕТЬ» (наличие питания на входе прибора) и фиксированным цветом свечения (зеленый);
- 3 – светодиоды с программируемым назначением (нумерация 01-08 сверху-вниз) и фиксированным цветом свечения (красный);
- 4 – светодиод с фиксированным назначением «ОТКЛ» (РПО) и программируемым цветом свечения (красный/зеленый);
- 5 – светодиод с фиксированным назначением «ВКЛ» (РПВ) и программируемым цветом свечения (зеленый/красный);
- 6 – карманы для надписей, соответствующих назначениям светодиодов;
- 7 – кнопки с программируемым назначением F1 и F2;
- 8 – кнопки с фиксированным назначением «СБРОС», «МЕНЮ», «ВЛЕВО», «ВВЕРХ», «ВНИЗ», «ВПРАВО», «ВВОД»;
- 9 – разъем X10, интерфейс USB;
- 10 – OLED-дисплей (4 строки по 20 символов).

14.6. Задняя панель устройства.

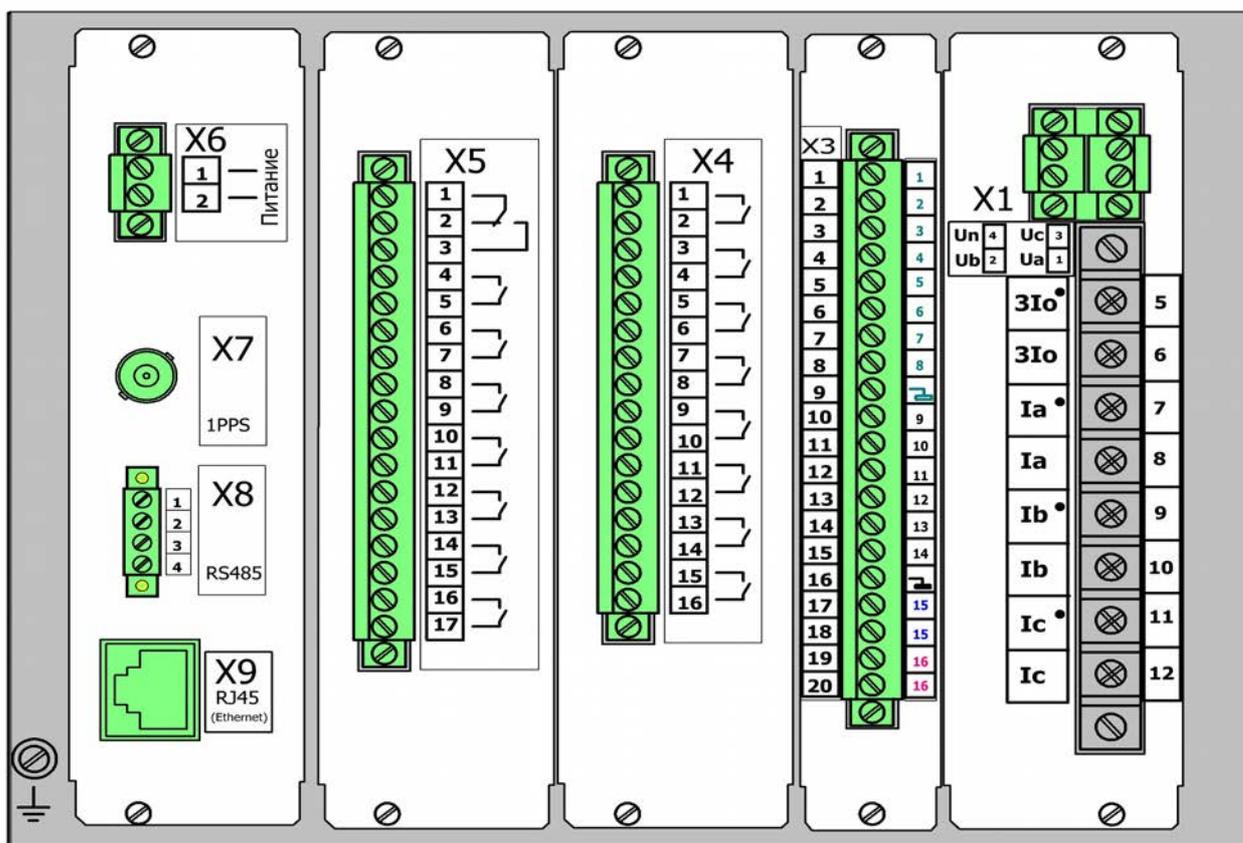


Рисунок 34 – Внешний вид задней панели прибора УМПЗ/ТЭК:

X1, X2 – аналоговые входы Ua, Ub, Uc, 3Io, Ia, Ib, Ic;

X3 – дискретные входы (входы с фиксированным и программируемым назначением);

X4 – выходы с программируемым назначением (8 групп на замыкание);

X5 – выходы с фиксированным назначением (1 группа на переключение и 7 групп на замыкание);

X6 – вход питания 220 вольт (постоянное или переменное);

X7 – вход интерфейса синхронизация времени импульсами 1PPS;

X8 – разъём интерфейса связи RS485 (Modbus RTU);

X9 – разъём интерфейса связи Ethernet-10/100-Base-TX (протокол Modbus TCP).

14.7. Особенности замены модулей устройства.



Наиболее подверженные износу модули устройства можно заменить со стороны задней панели.

ВНИМАНИЕ!!! В случае замены модуля датчиков тока и напряжения устройство необходимо откалибровать. В противном случае возможно увеличение погрешности измерения.

14.8. Порядок установки.

Крепление устройства к панели релейного шкафа осуществляется с помощью четырех винтов со стороны задней стенки прибора. Конфигурация отверстия в панели релейного шкафа изображена на рисунке 28.

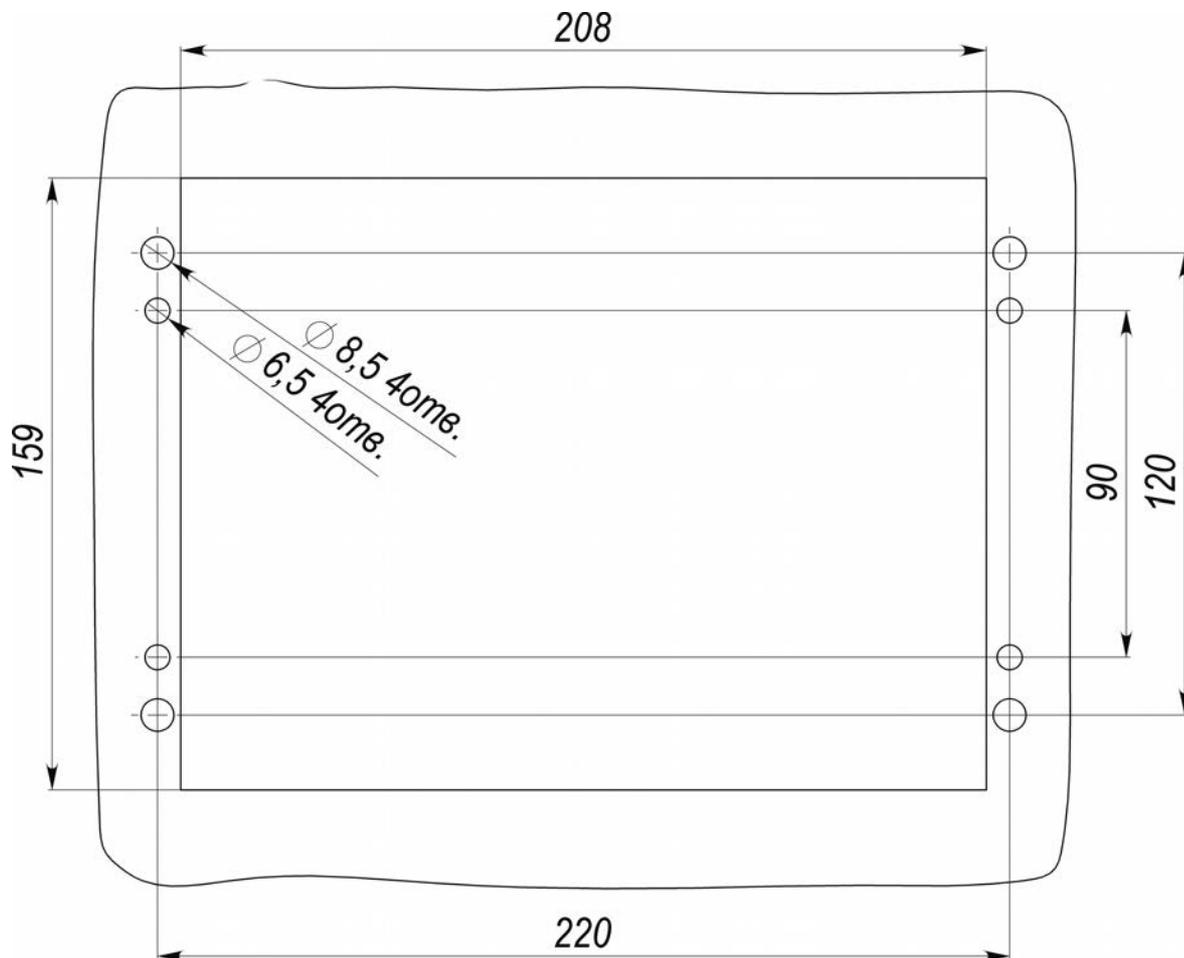


Рисунок 35 – Установочные размеры.

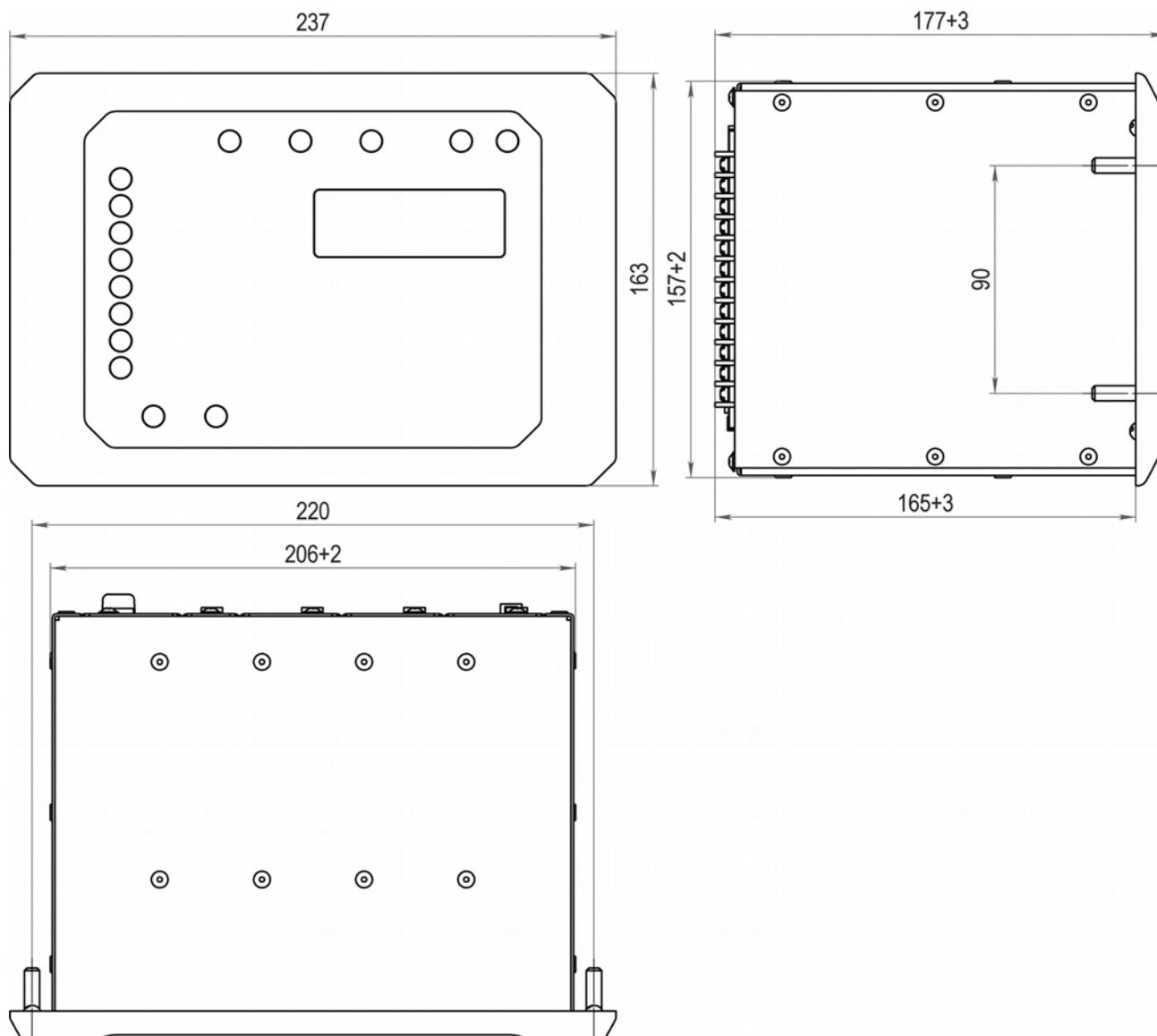


Рисунок 36 – Габаритные размеры устройства УМПЗ/ТЭК.

14.9. Гарантии изготовителя.

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие устройства требованиям технических условий ТУ 3428-012-18370720-09 при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортирования и хранения.

Гарантийный срок эксплуатации – 2 года со дня ввода в эксплуатацию, при условии, если не превышен гарантийный срок хранения.

Гарантийный срок хранения – 1 год.

14.10. Хранение и транспортирование.

Транспортирование устройств в транспортной таре допускается осуществлять любым транспортом с обеспечением защиты от дождя и снега, в том числе:

- прямые перевозки автомобильным транспортом на расстояние до 1000 км по дорогам с асфальтовым и бетонным покрытием (дороги первой категории) без ограничения скорости или со скоростью до 40 км/час на расстояние до 250 км

по каменным и грунтовым дорогам (дороги второй и третьей категории);

- смешанные перевозки железнодорожным, воздушным (в отапливаемых герметизированных отсеках), речным видами транспорта, в соединении их между собой и автомобильным транспортом, морские перевозки.

Виды отправок при железнодорожных перевозках – мелкие малотоннажные, среднетоннажные. Транспортирование в пакетированном виде – по чертежам предприятия изготовителя. При транспортировании должны выполняться правила, установленные в действующих нормативных документах.

Условия транспортирования должны удовлетворять требованиям:

- по действию механических факторов – группе С в соответствии с ГОСТ 23216 – 78;
- по действию климатических факторов – условиям хранения 5 в соответствии с ГОСТ 15150 – 69.

8.4. Условия хранения должны удовлетворять требованиям условий хранения 1 ГОСТ 15150 – 69.

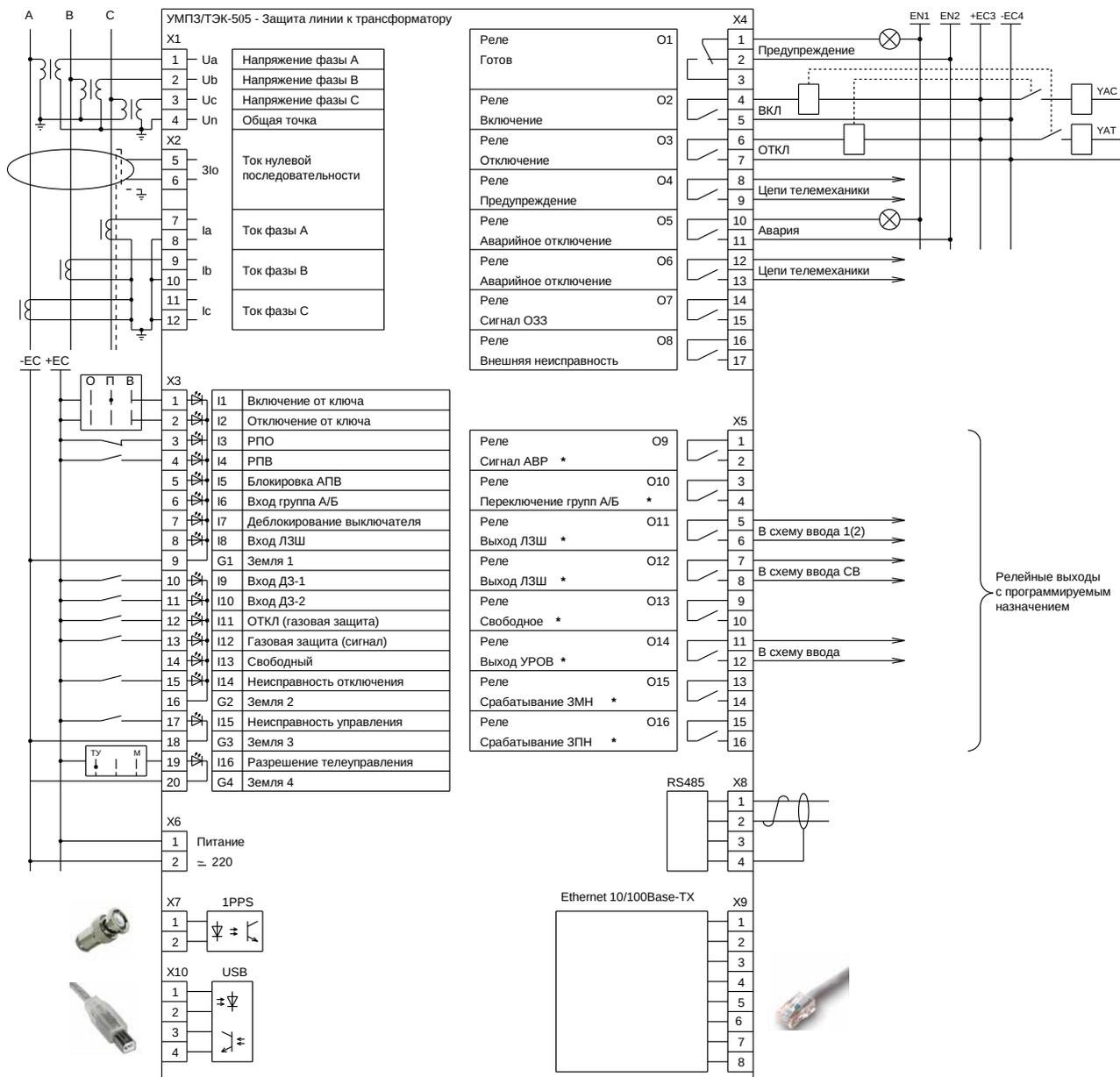
Устройства следует хранить в складах изготовителя (потребителя) на стеллажах в потребительской таре. Допускается хранение в складах в транспортной таре. При этом тара должна быть очищена от пыли и грязи. Размещение устройств в складах должно обеспечивать их свободное перемещение и доступ к ним.

Расстояние между стенами, полом склада и устройством должно быть не меньше, чем 100 мм. Расстояние между обогревательными приборами складов и устройством должно быть не меньше, чем 0,5 м.

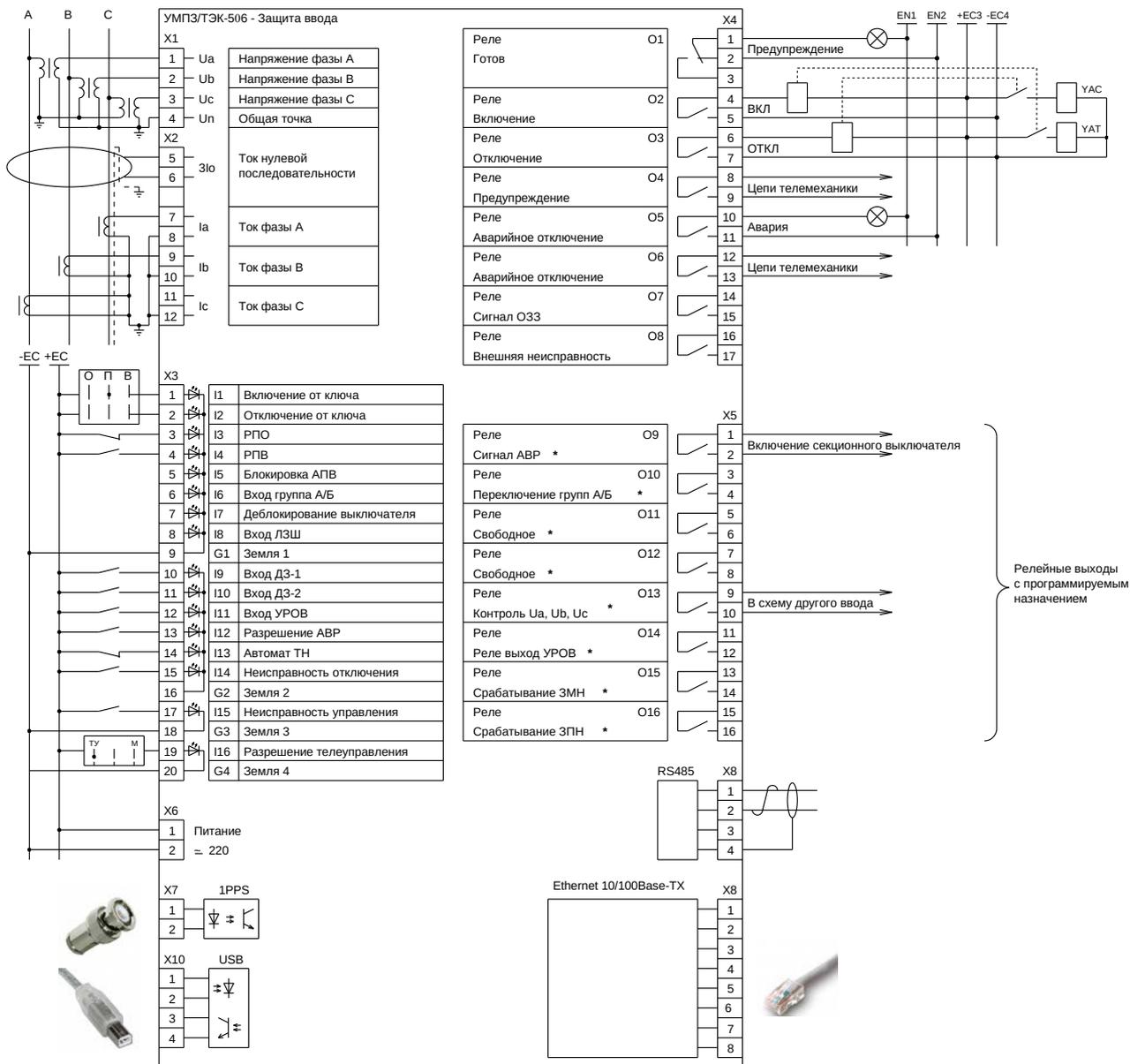
Приложения

1. Схемы включения

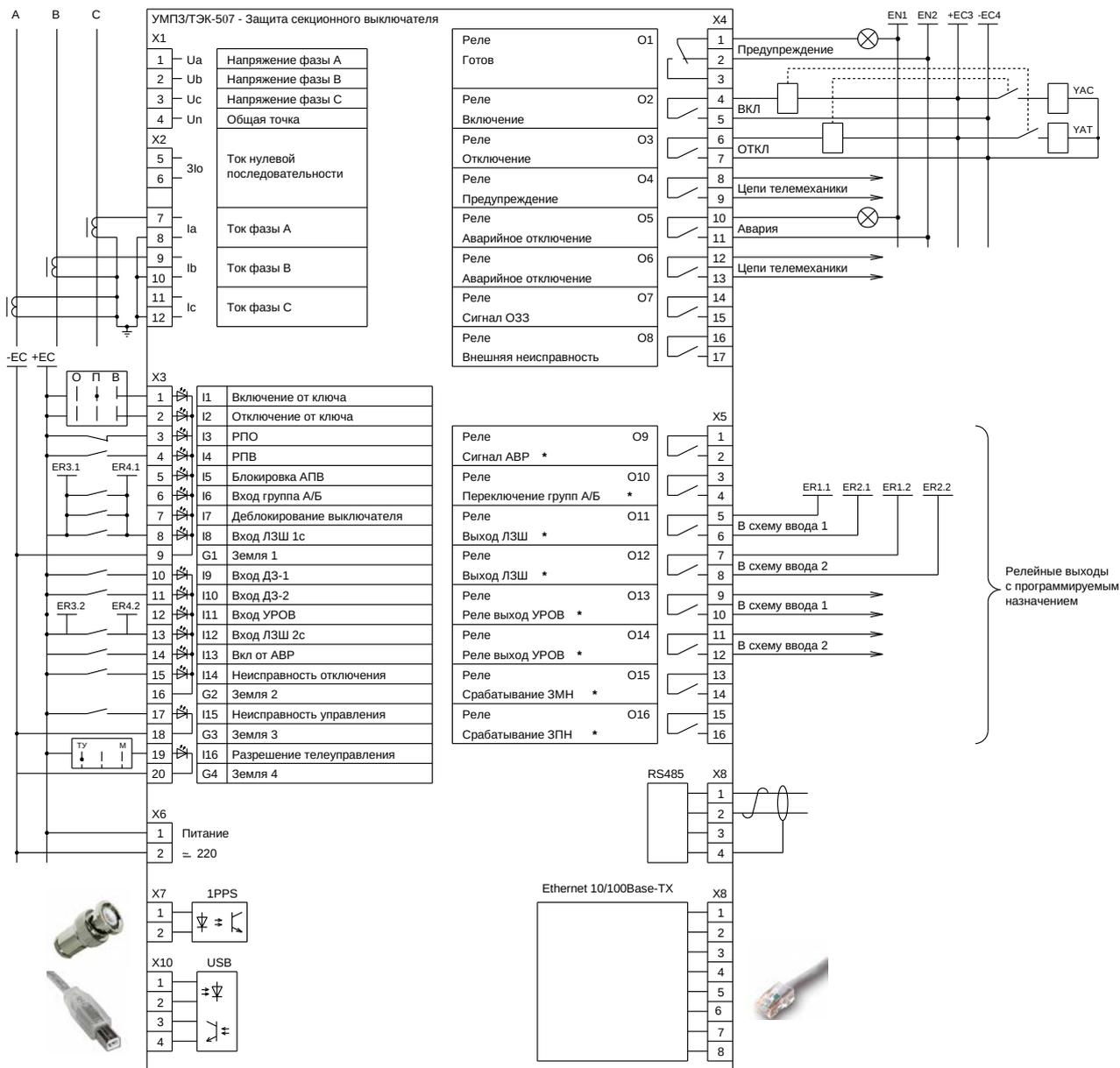
1.1. УМПЗ/ТЭК-505 – Защита линии к трансформатору



1.2. УМПЗ/ТЭК-506 – Защита ввода.

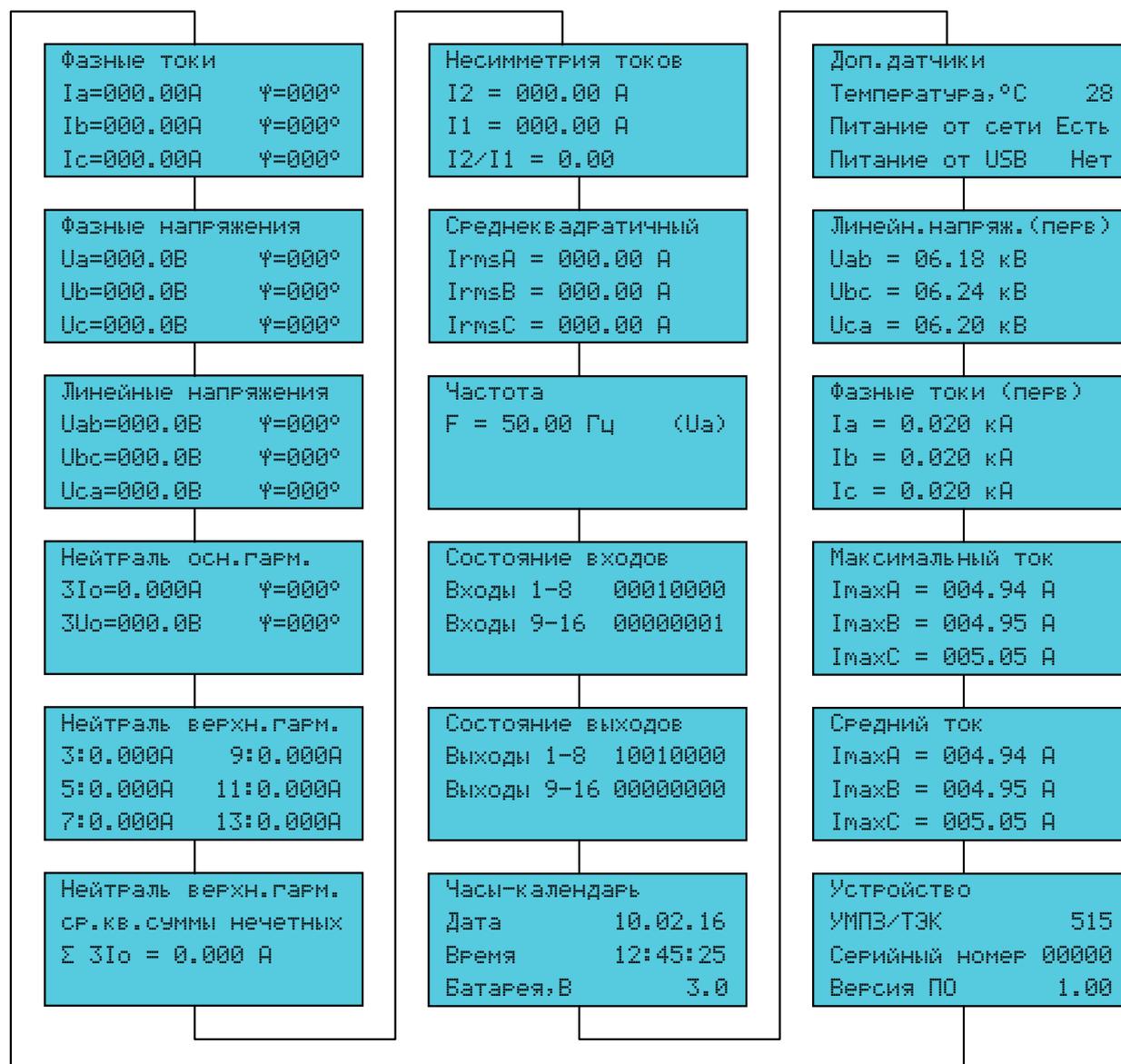


1.3. УМПЗ/ТЭК-507 – Защита секционного выключателя.



2. Измерения, информация, сообщения.

2.1. Измерения, информация.



2.2. Сообщение о срабатывании защиты.

МТЗ-1 Успешно
 $I_c=005.14A$
 Тоткл=00.05сек.
 11.02.16 10:53:11.87

ОЗЗ 1г Успешно
 $\Sigma I_{01г}=0.153A$
 Тоткл=00.20сек.
 11.02.16 11:08:26.17

ДЗ-1 Успешно
 $I_a=005.13A$
 Тоткл=00.02сек.
 11.02.16 11:18:35.78

МТЗ-2 Успешно
 $I_c=005.13A$
 Тоткл=00.10сек.
 11.02.16 10:55:23.42

ОЗЗ вг Успешно
 $\Sigma I_{0вг}=0.218A$
 Тоткл=00.20сек.
 11.02.16 11:10:35.43

ДЗ-2 Успешно
 $I_a=005.13A$
 Тоткл=00.02сек.
 11.02.16 11:20:14.23

МТЗ-3 Успешно
 $I_c=005.13A$
 Тоткл=00.20сек.
 11.02.16 10:57:38.20

ЗМН Успешно
 $U_{ав}=086.7B$
 Тоткл=00.20сек.
 11.02.16 11:12:24.36

ТЗ Успешно
 Вход 13
 Тоткл=00.02сек.
 11.02.16 11:22:56.05

МТЗ-4 Успешно
 $I_c=005.13A$
 Тоткл=01минут.
 11.02.16 10:59:28.01

ЗПН Успешно
 $U_{са}=122.5B$
 Тоткл=00.20сек.
 11.02.16 11:14:26.95

ГЗ Успешно
 Вход 12
 Тоткл=00.02сек.
 11.02.16 11:24:37.23

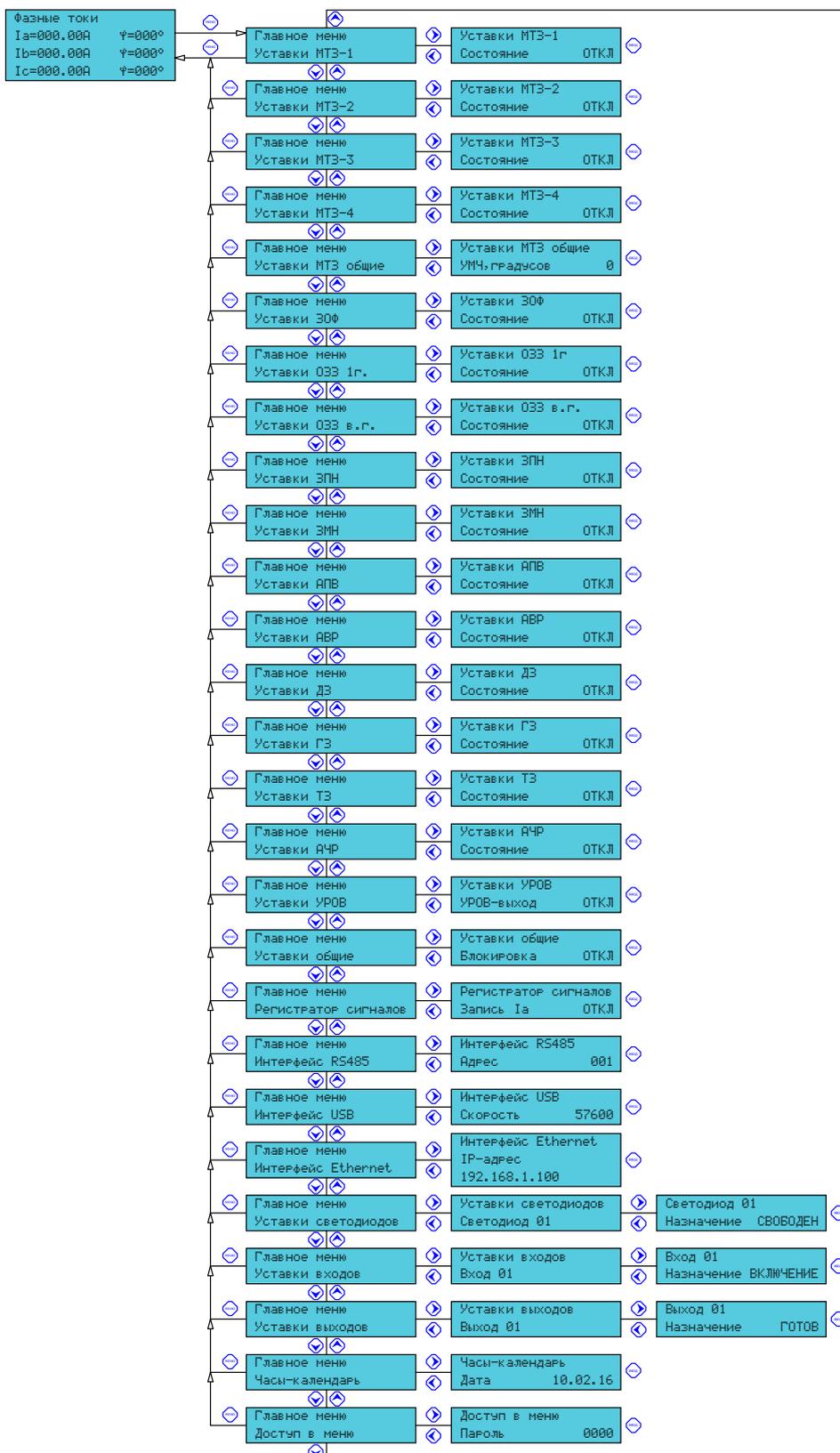
ЗОФ Успешно
 $I_2/I_1=0.12$
 Тоткл=00.20сек.
 11.02.16 11:06:58.82

АВР Успешно
 $U_{са}=086.9B$
 Тоткл=00.20сек.
 11.02.16 11:16:29.72

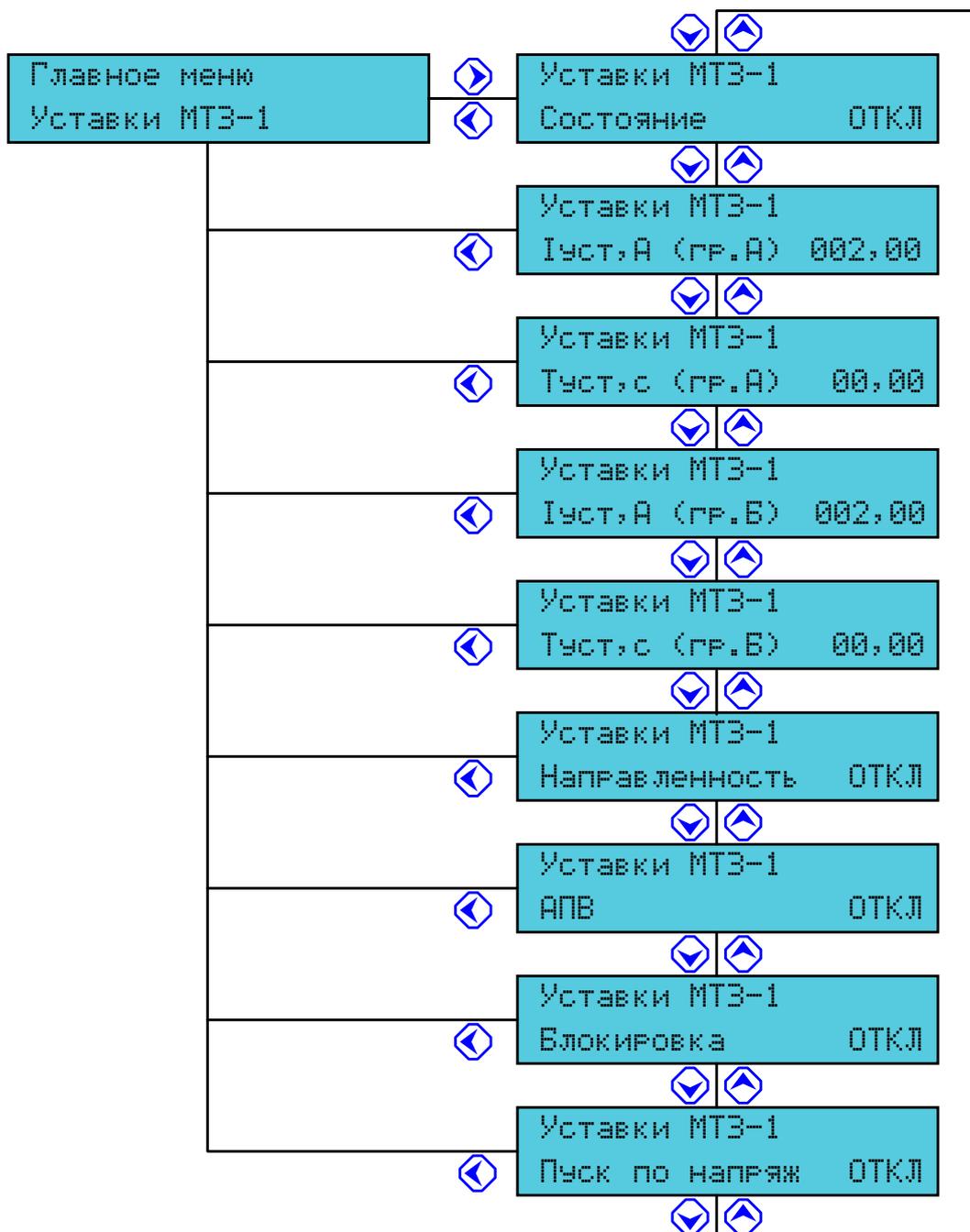
УРОВ-вход Успешно
 Вход 11
 Тоткл=00.02сек.
 11.02.16 11:26:15.56

3. Меню устройства.

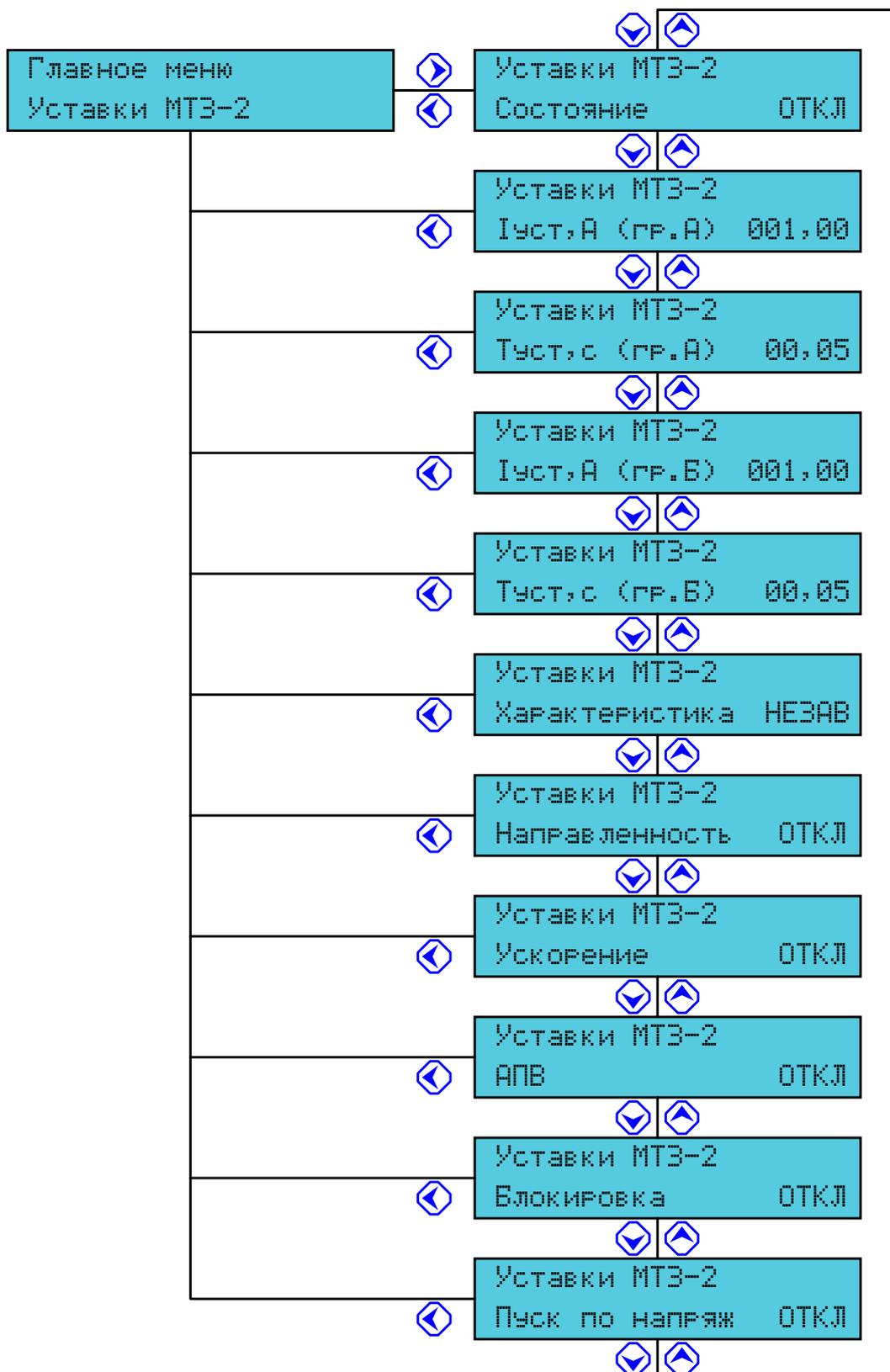
3.0. Главное меню.



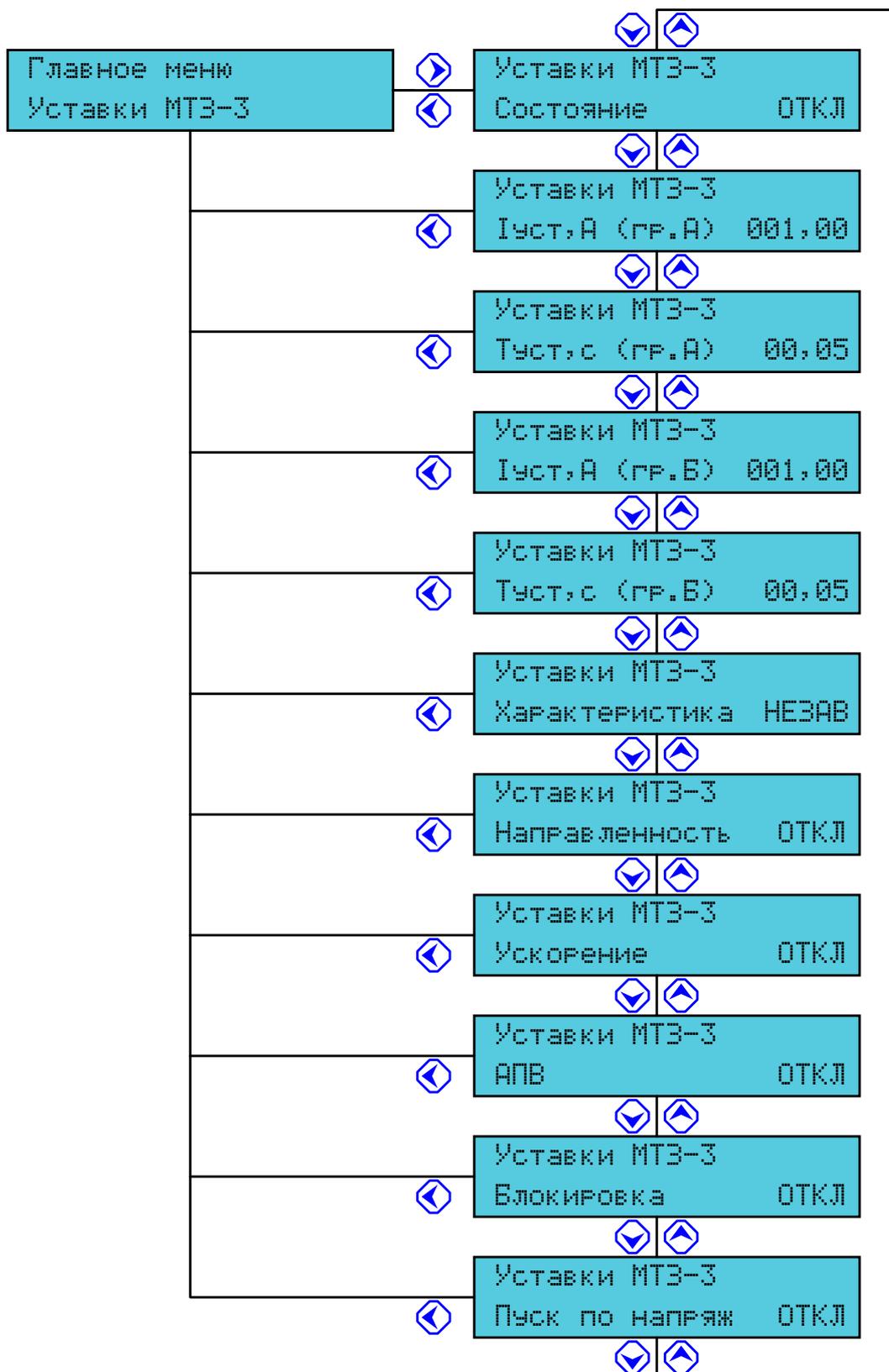
3.1. Уставки МТЗ-1.



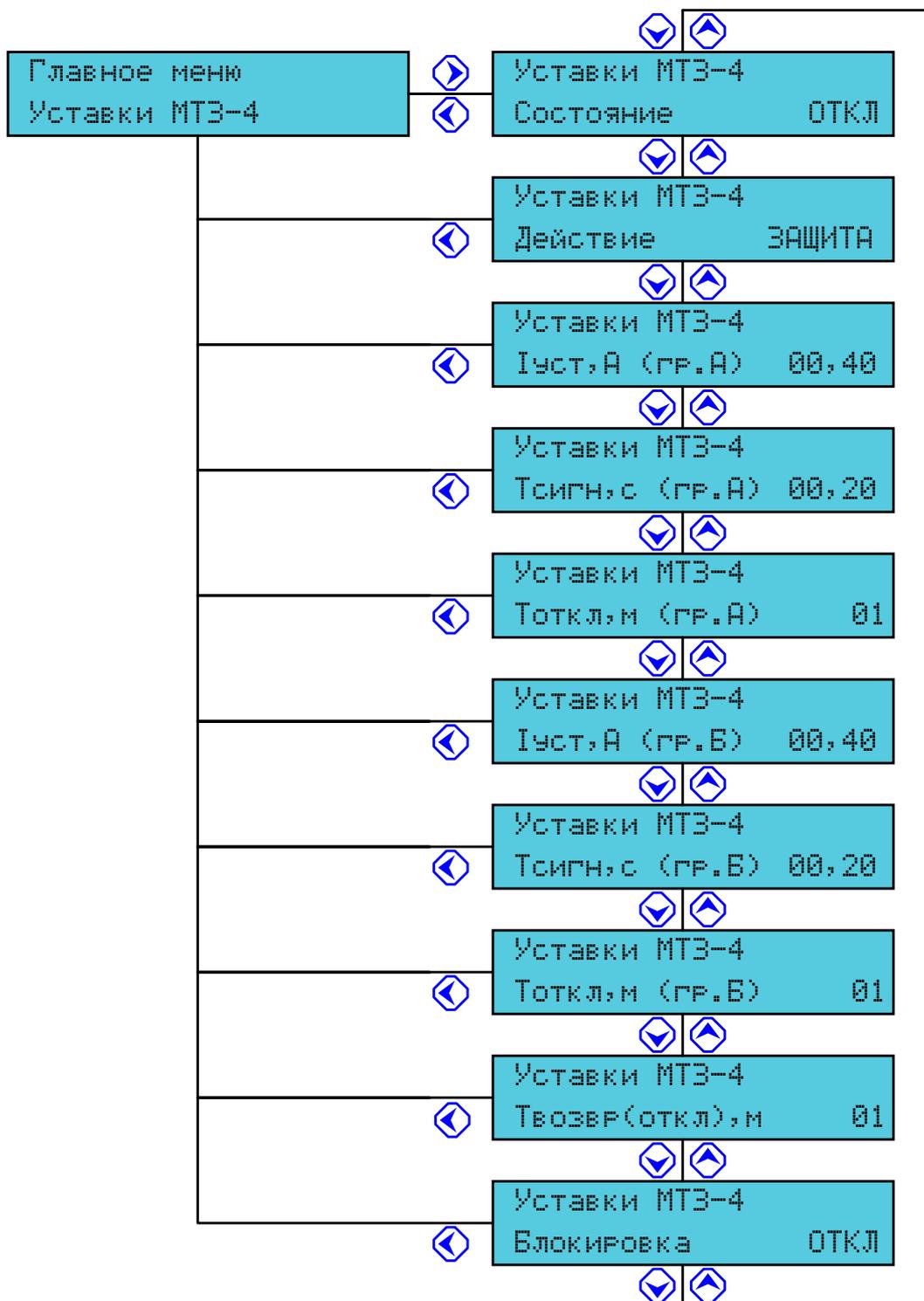
3.2. Уставки МТЗ-2.



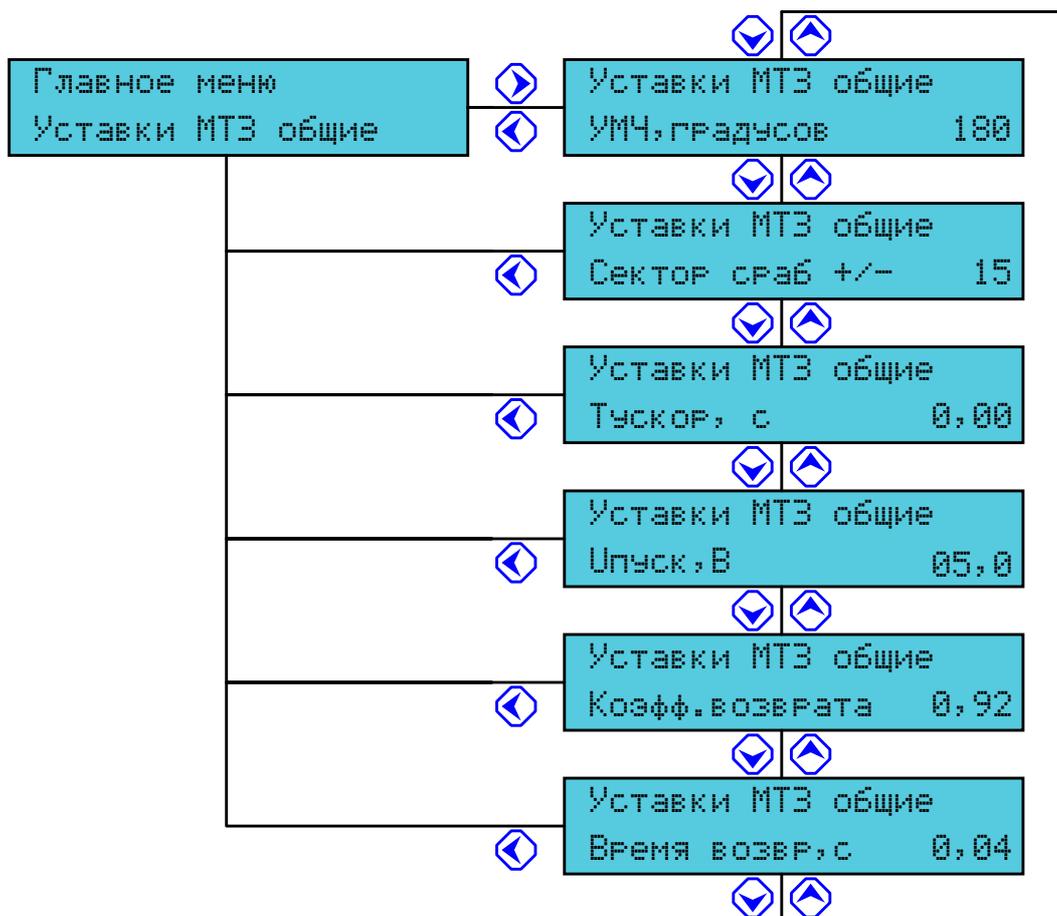
3.3. Уставки МТЗ-3.



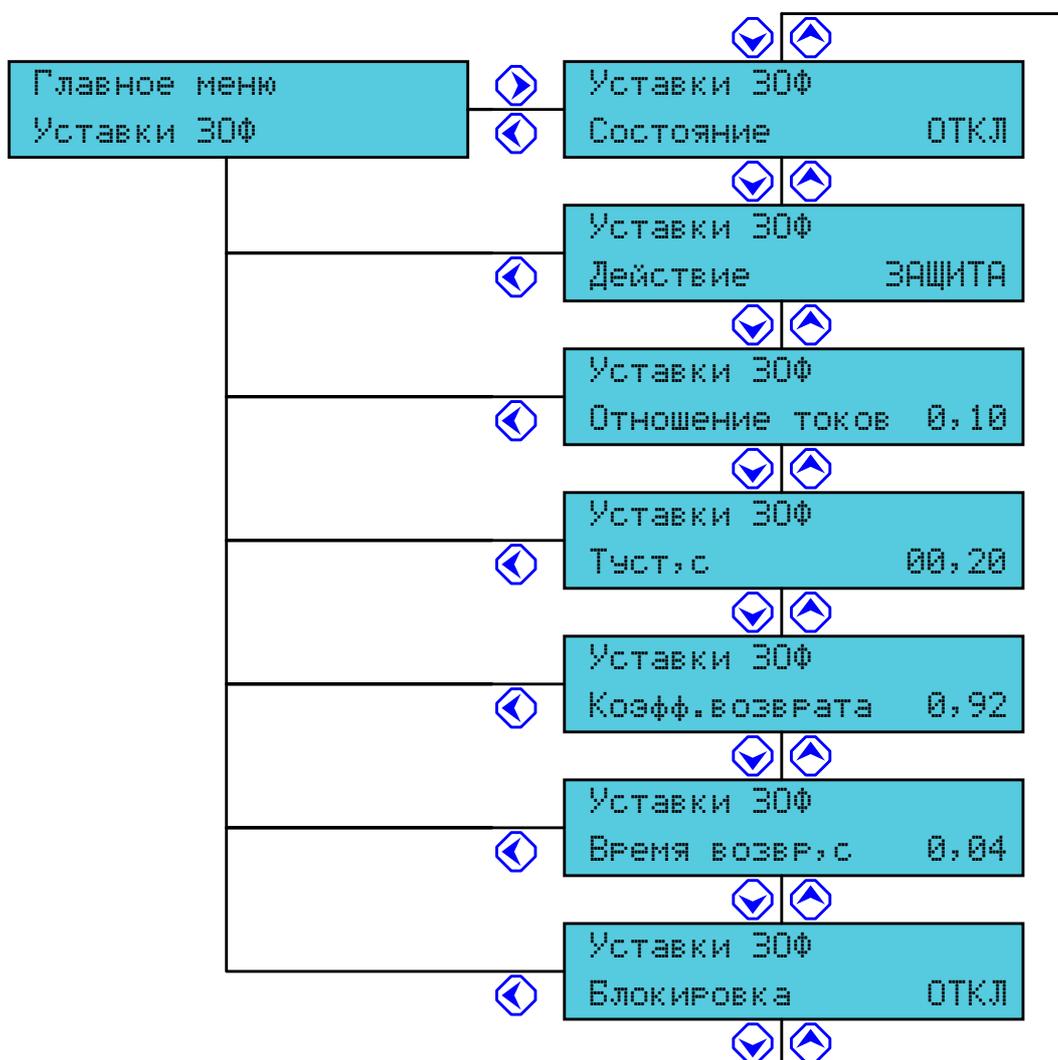
3.4. Уставки МТЗ-4.



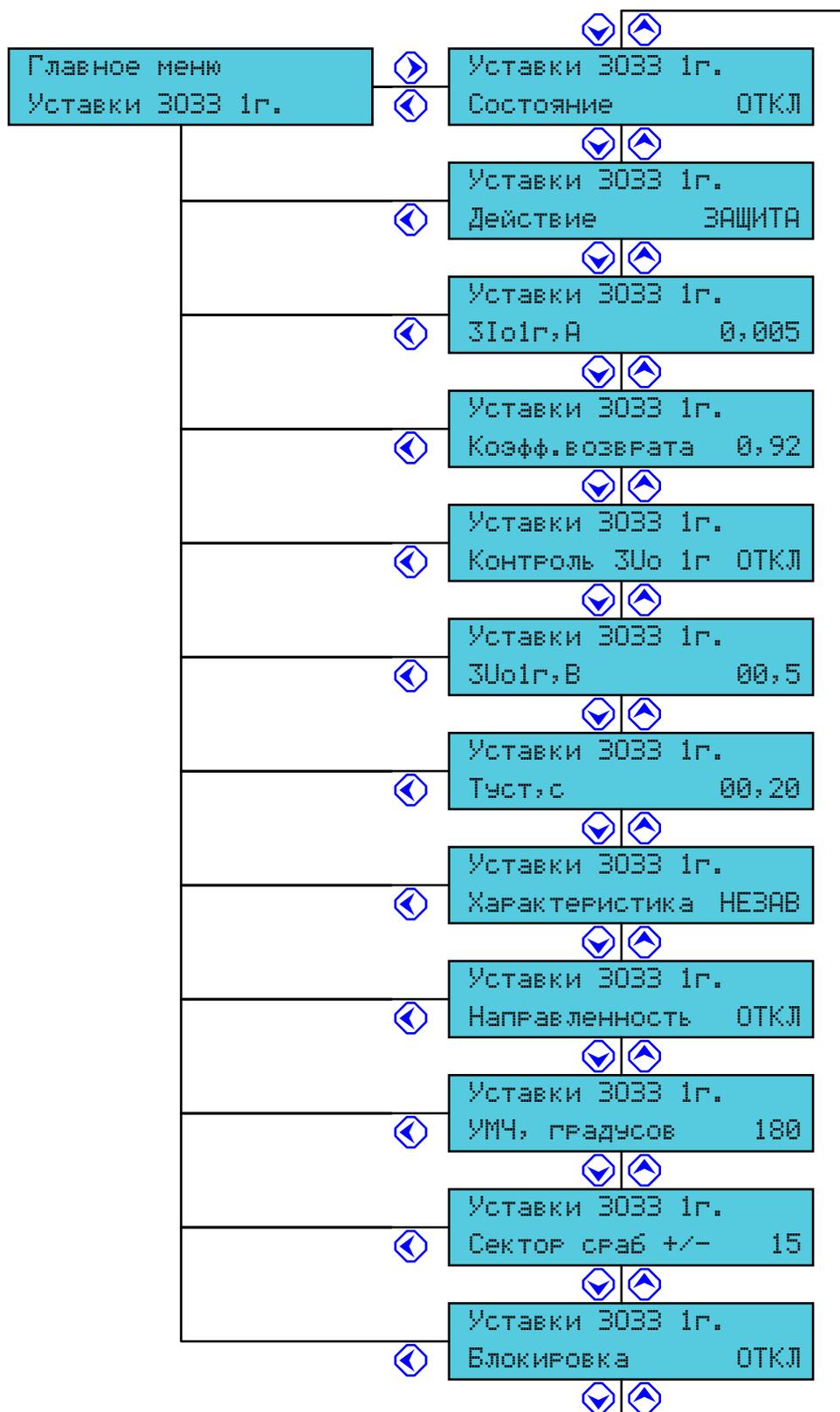
3.5. Уставки МТЗ общие.



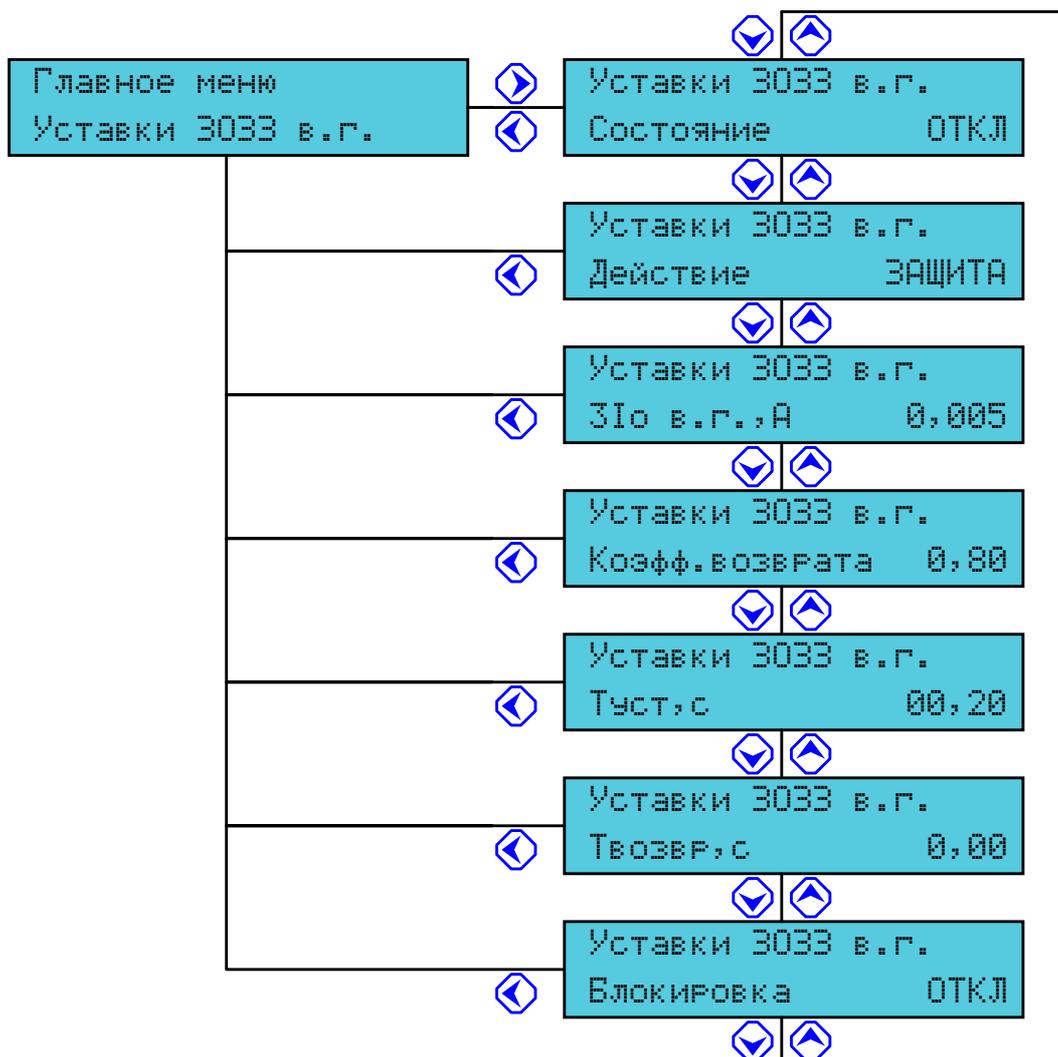
3.6. Уставки 30Ф.



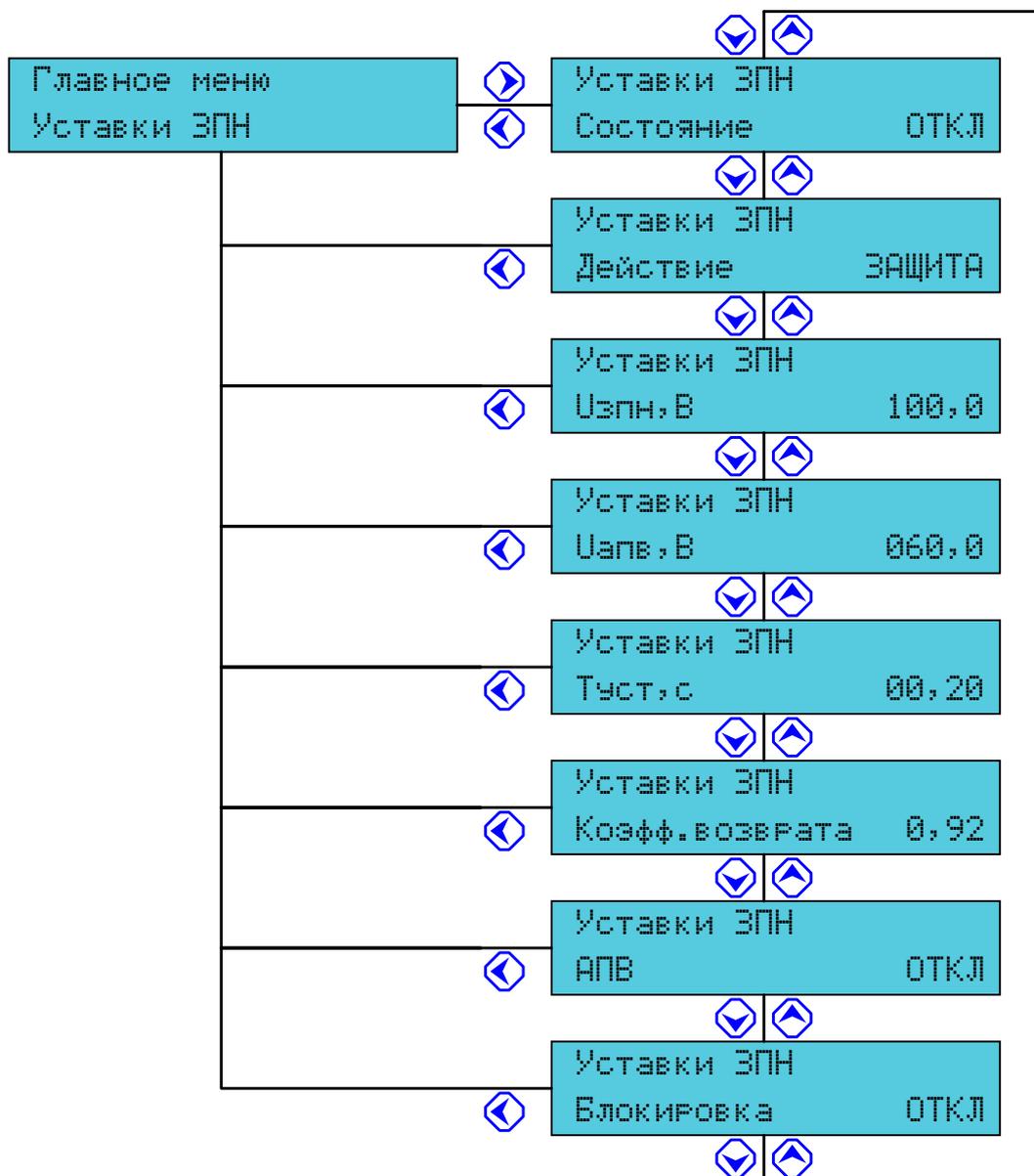
3.7. Уставки 3033 1г.



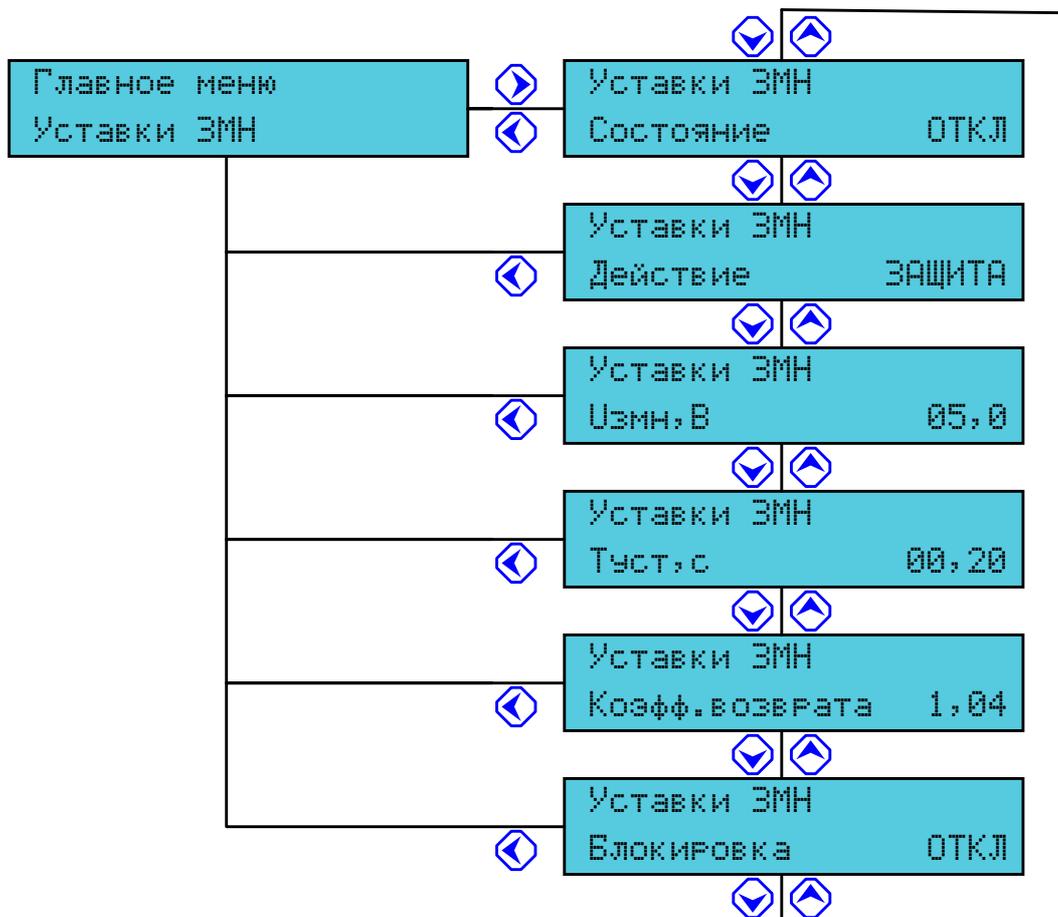
3.8. Уставки 3033 в.г.



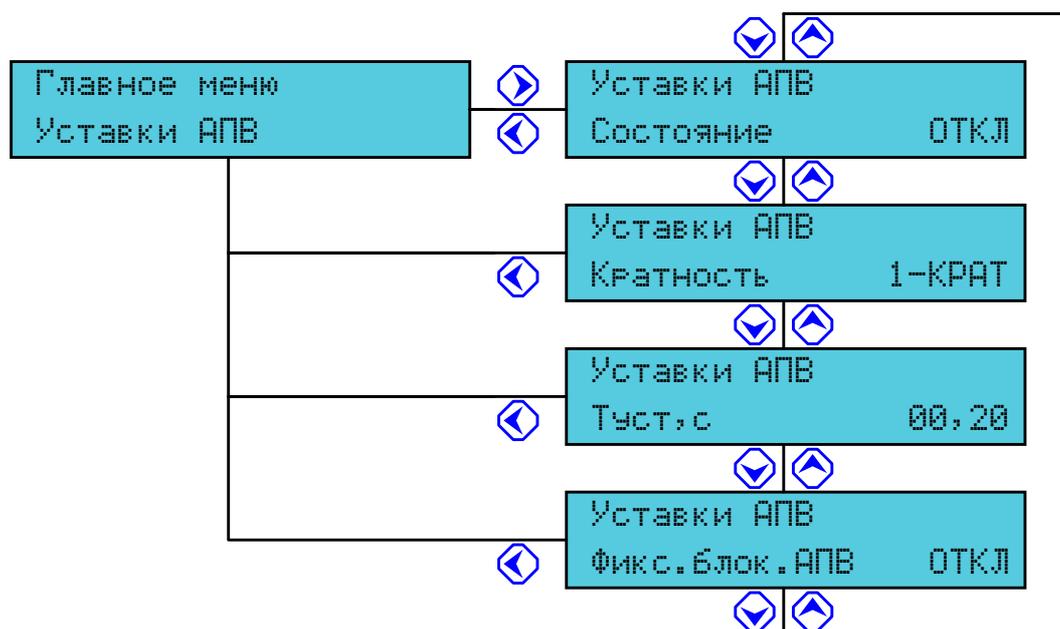
3.9. Уставки ЗПН.



3.10. Уставки ЭМН.



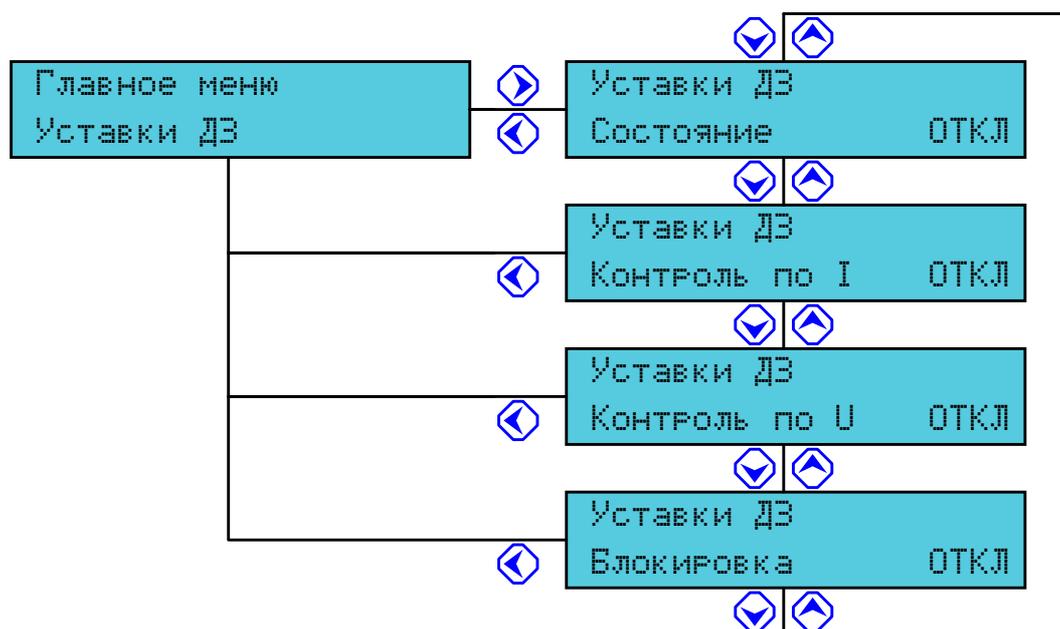
3.11. Уставки АПВ.



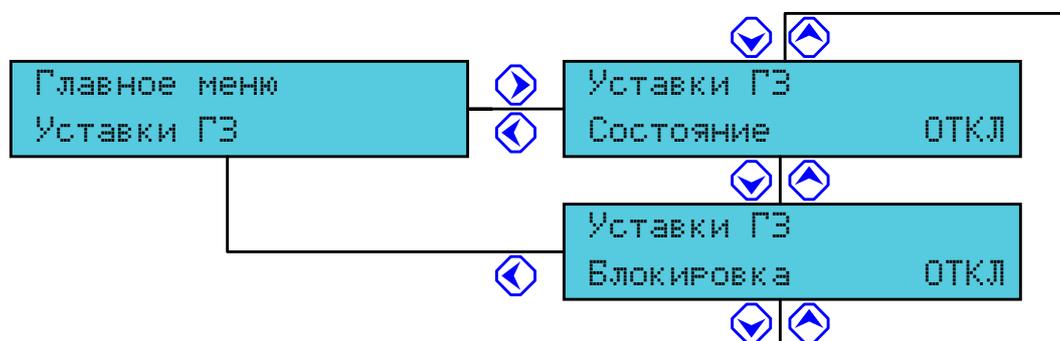
3.12. Уставки АВР.



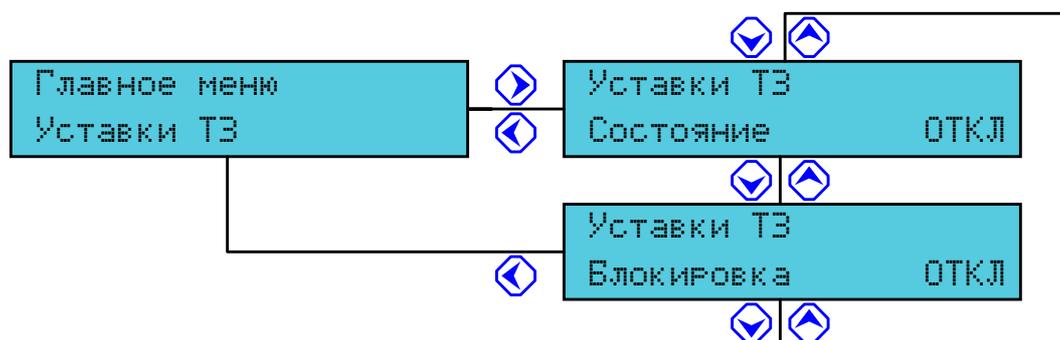
3.13. Уставки ДЗ.



3.14. Уставки ГЗ.



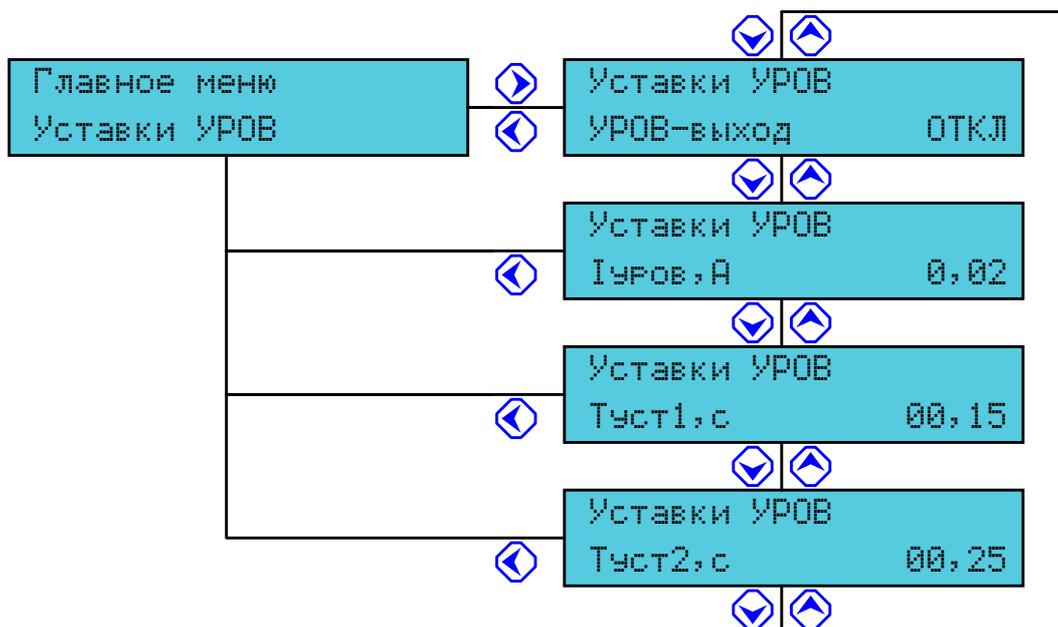
3.15. Уставки ТЭ.



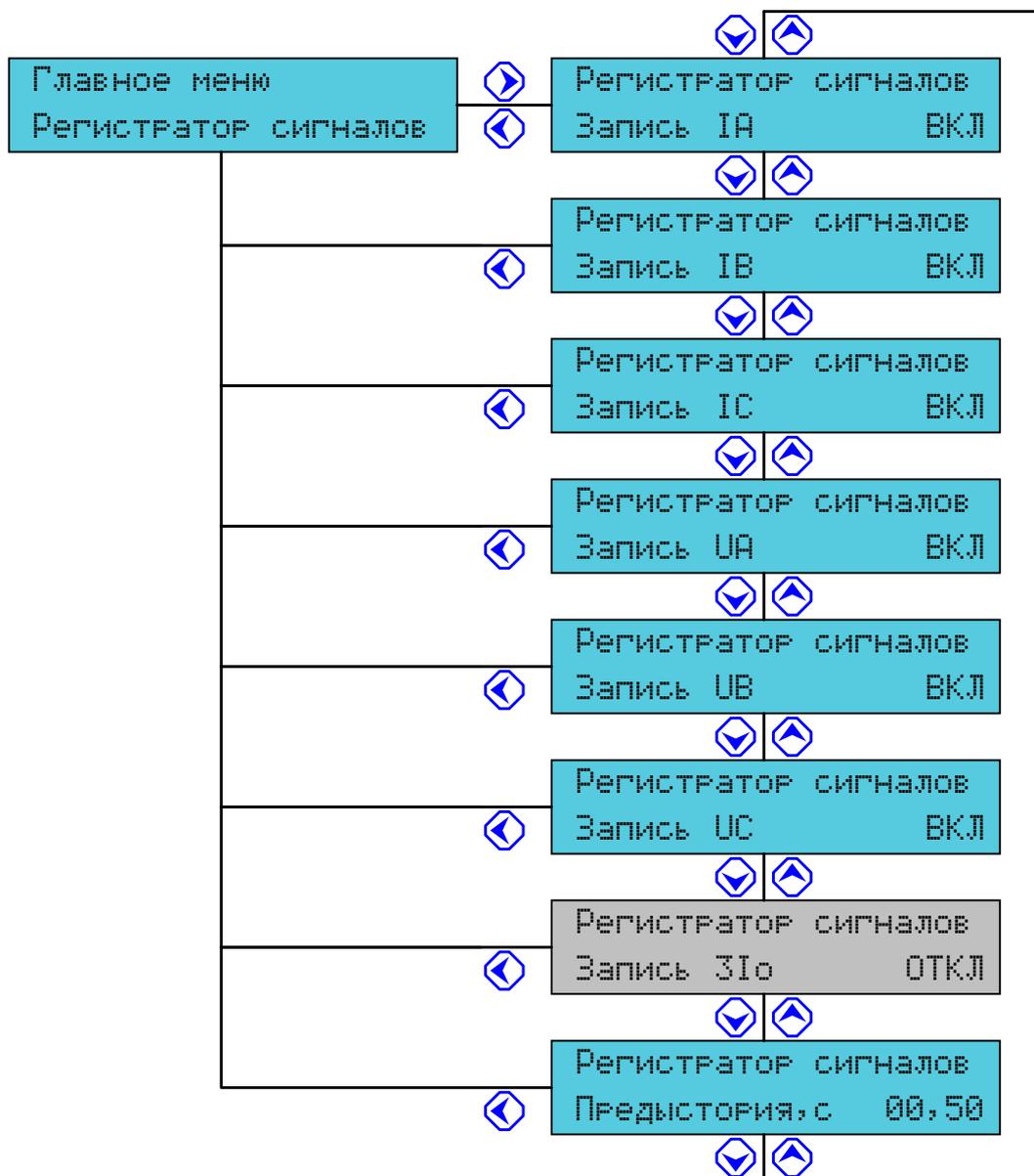
3.16. Уставки АЧР.



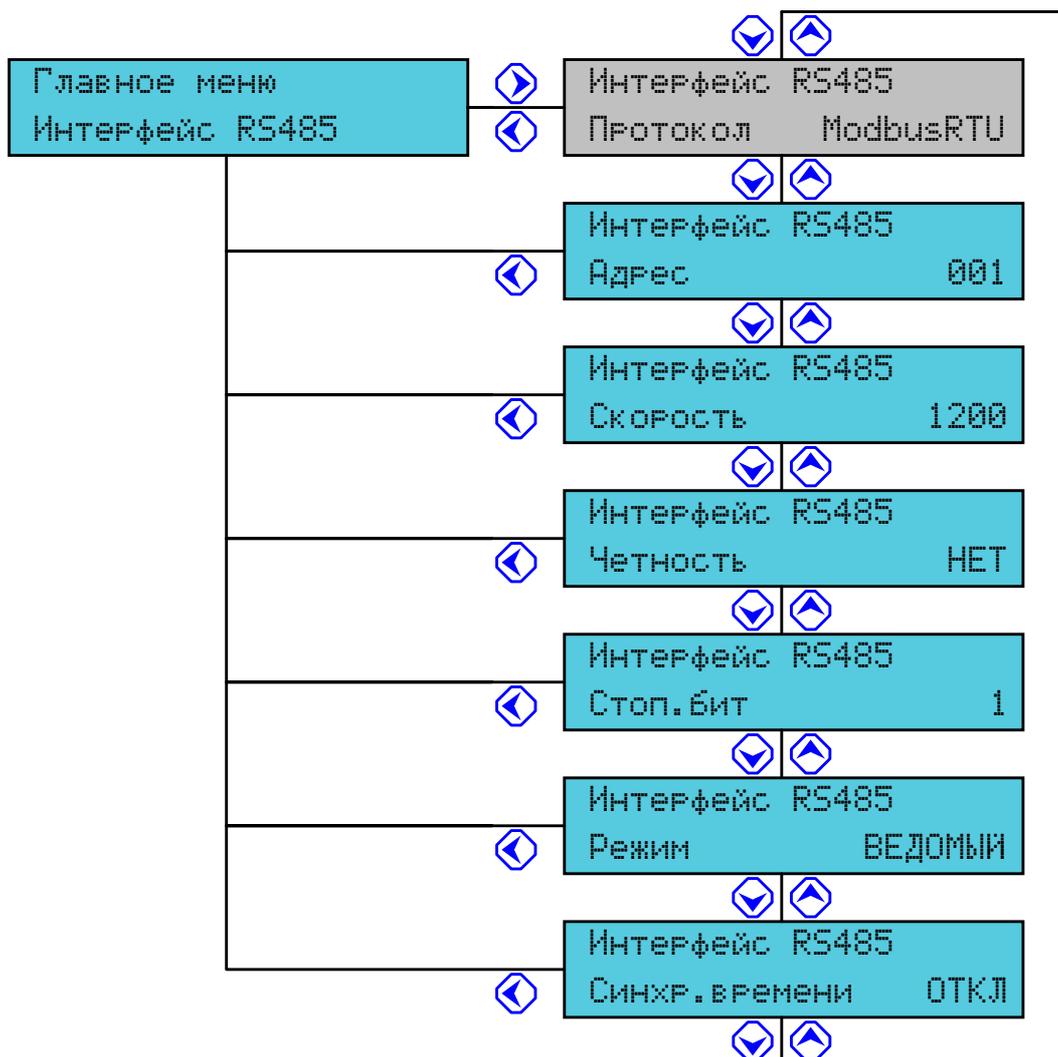
3.17. Уставки УРОВ.



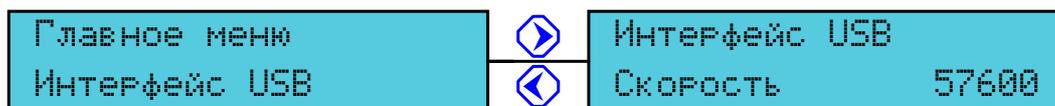
3.19. Уставки регистратора сигналов.



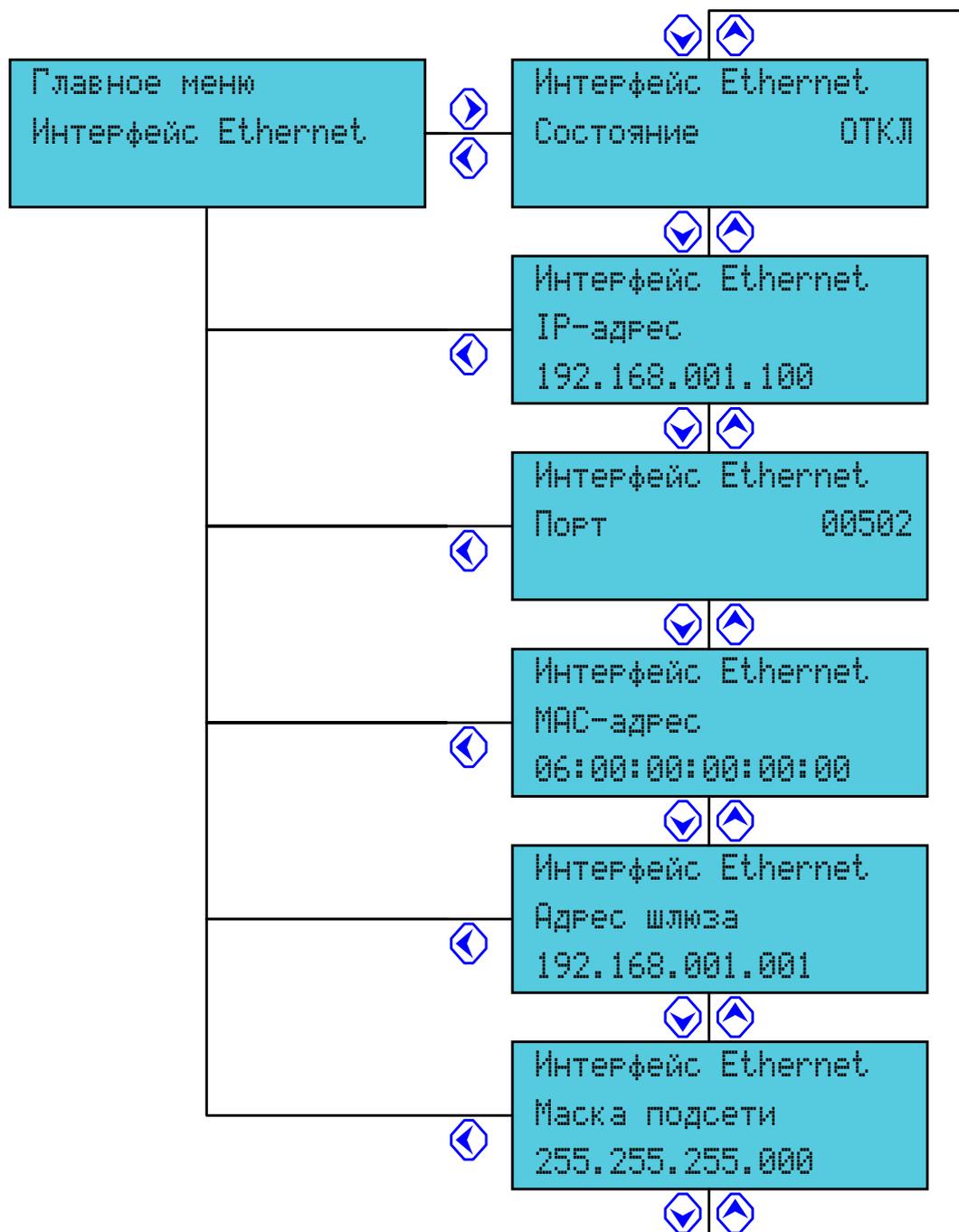
3.20. Уставки интерфейса RS485.



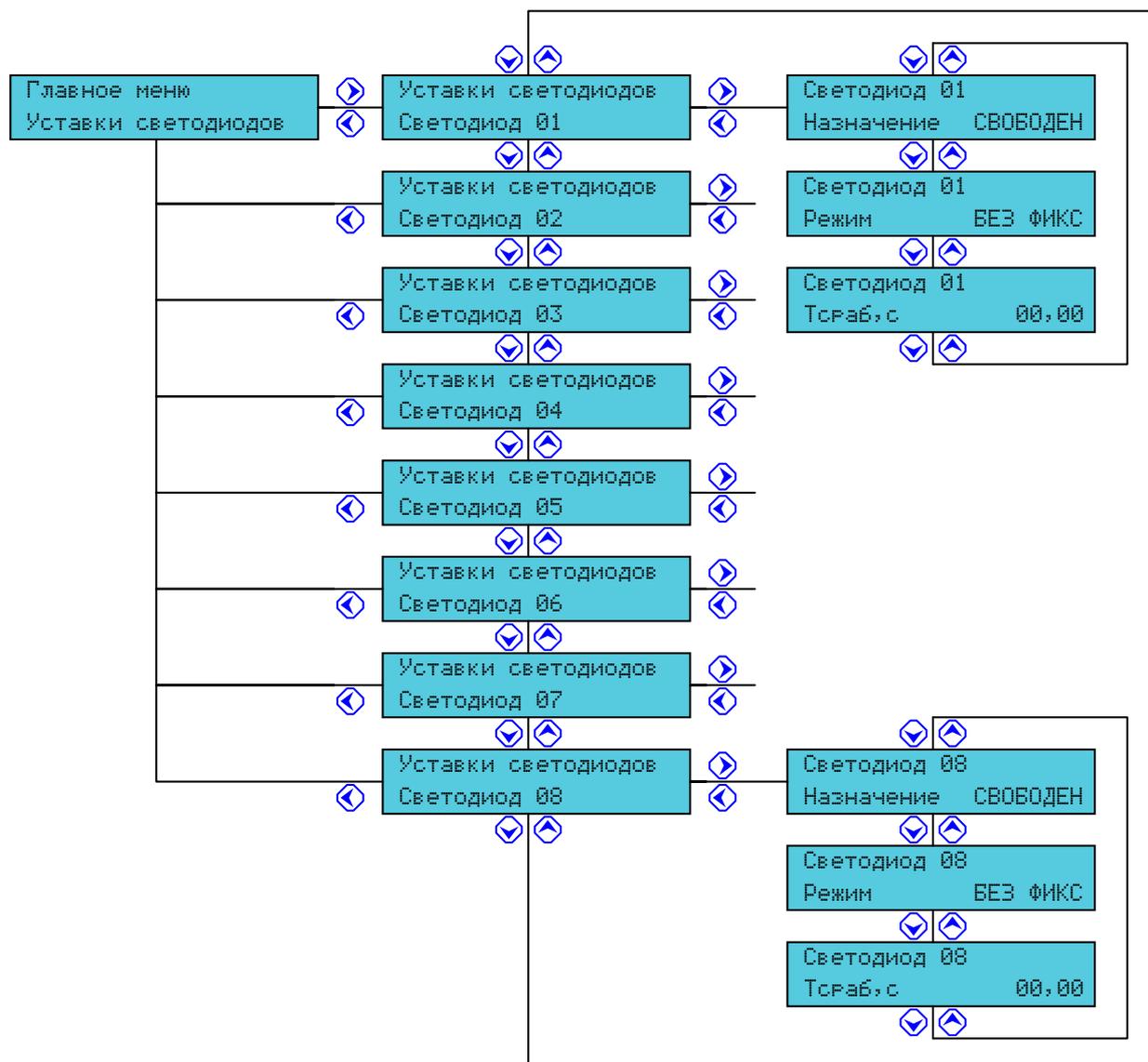
3.21. Уставки интерфейса USB.



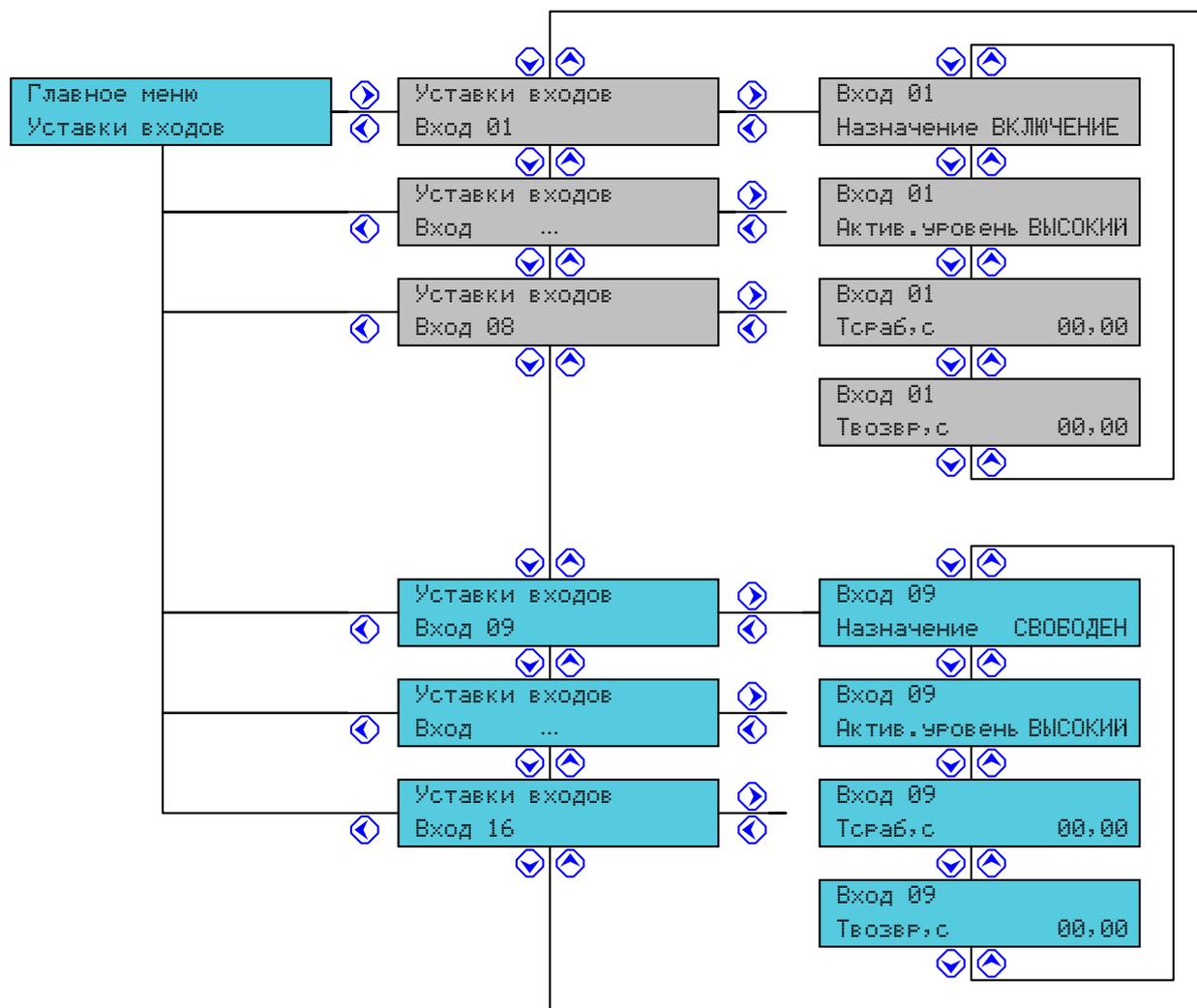
3.22. Уставки интерфейса Ethernet.



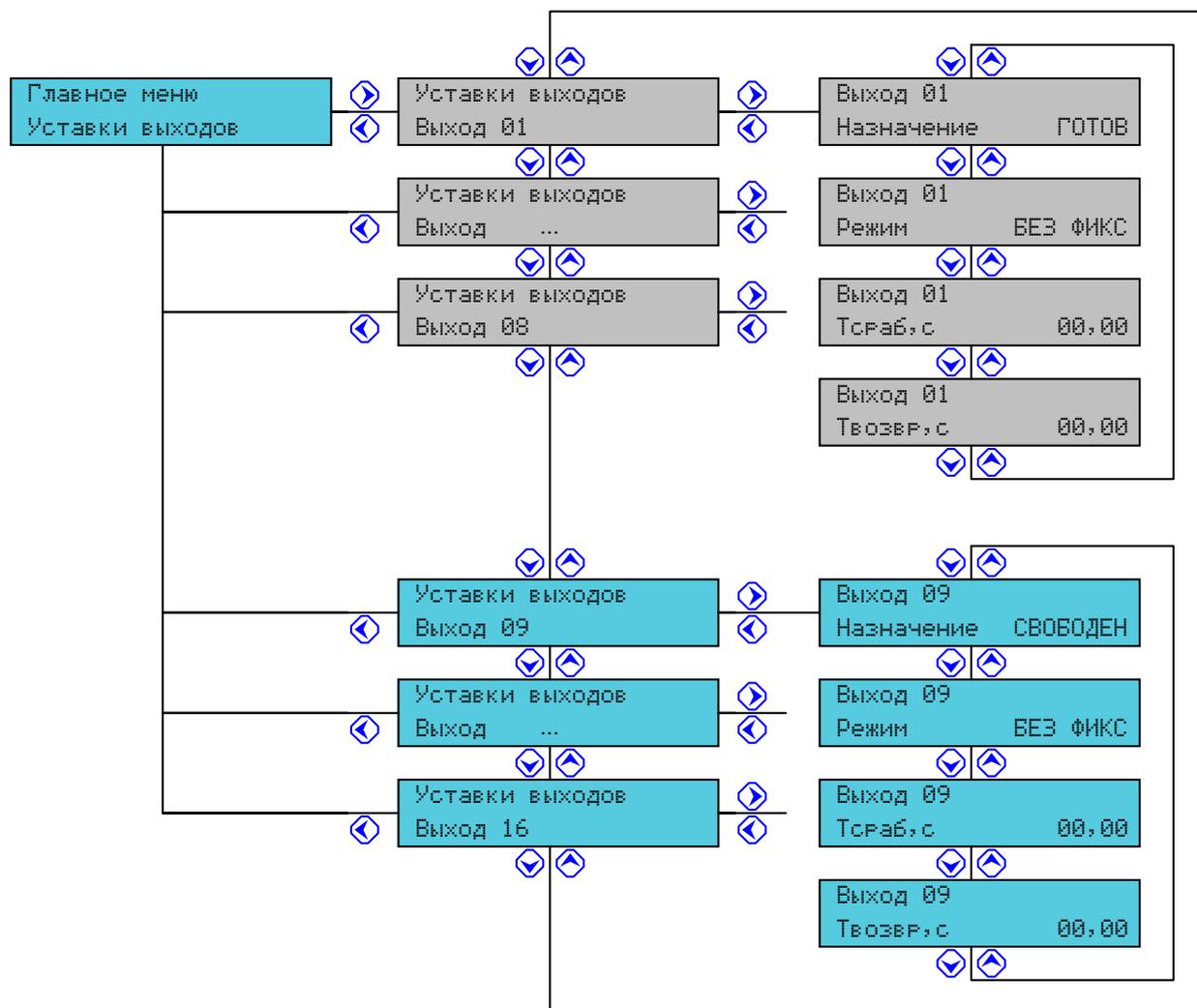
3.23. Уставки светодиодов.



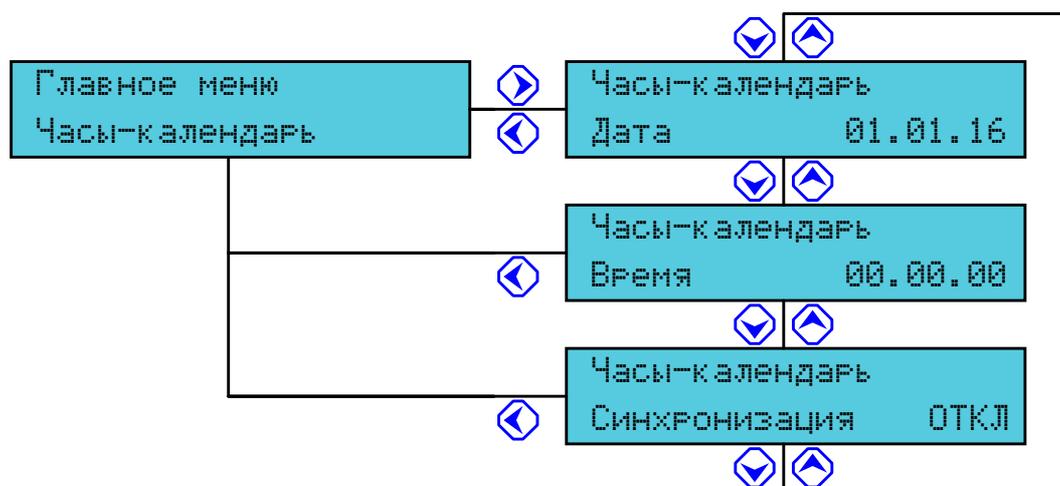
3.24. Уставки входов.



2.25. Уставки выходов.



3.26. Уставки часов-календаря.



3.27. Уставки доступа в меню.

Просмотр уставок: Пароль не установлен



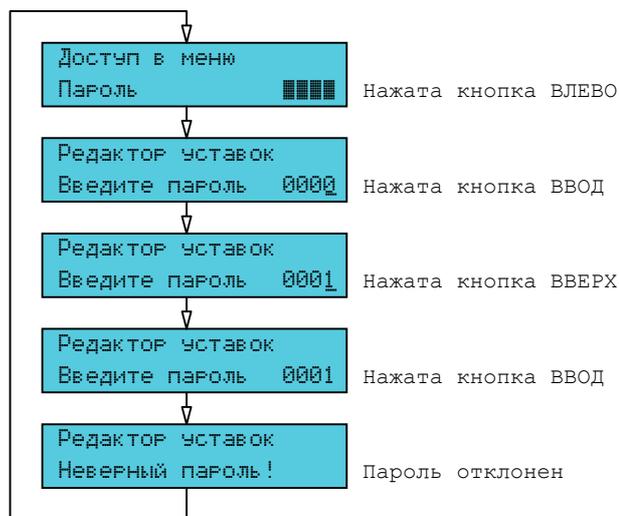
Просмотр уставок: Пароль установлен



Ввод правильного пароля



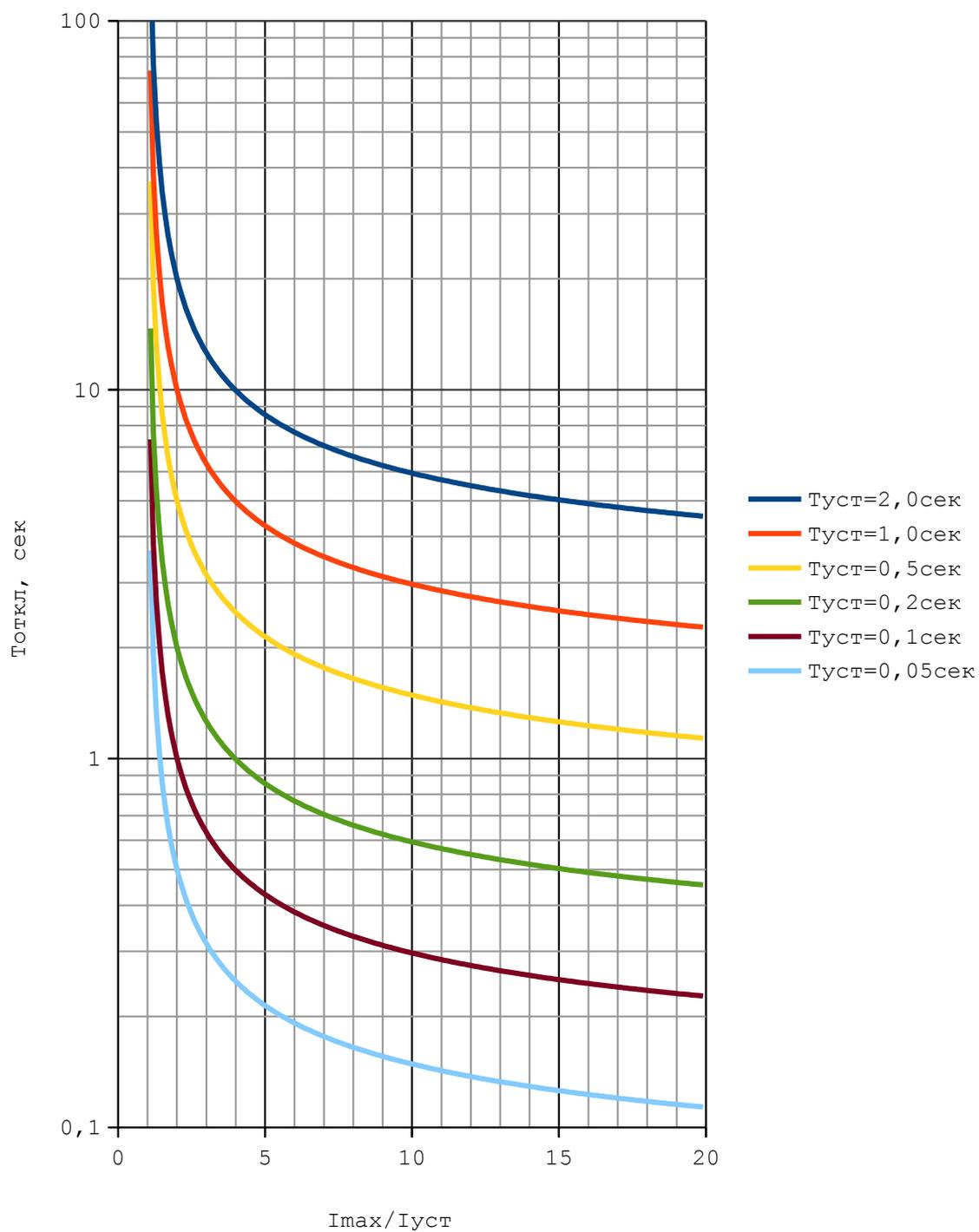
Ввод неправильного пароля



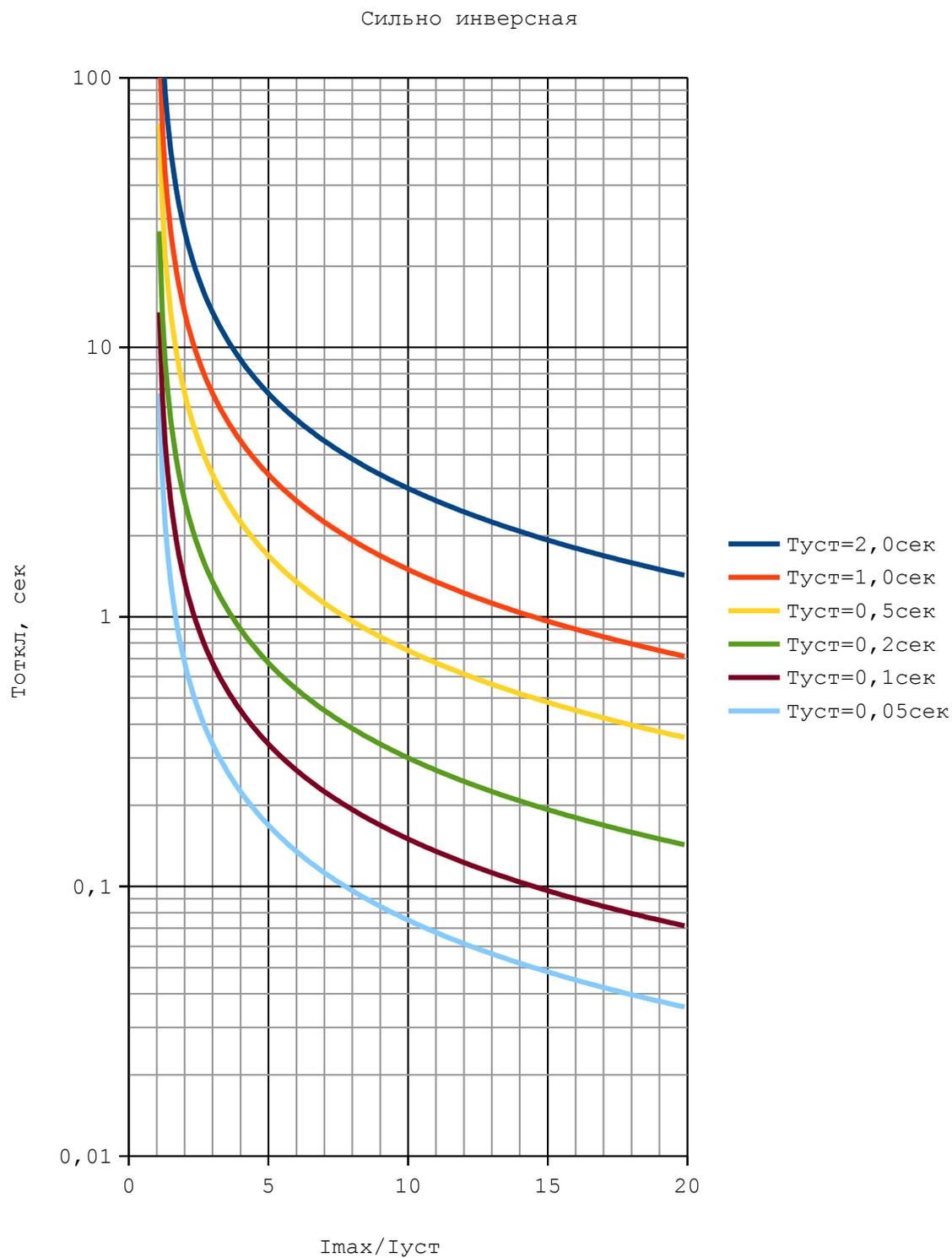
4. Время-токовые характеристики.

4.1. Нормально инверсная.

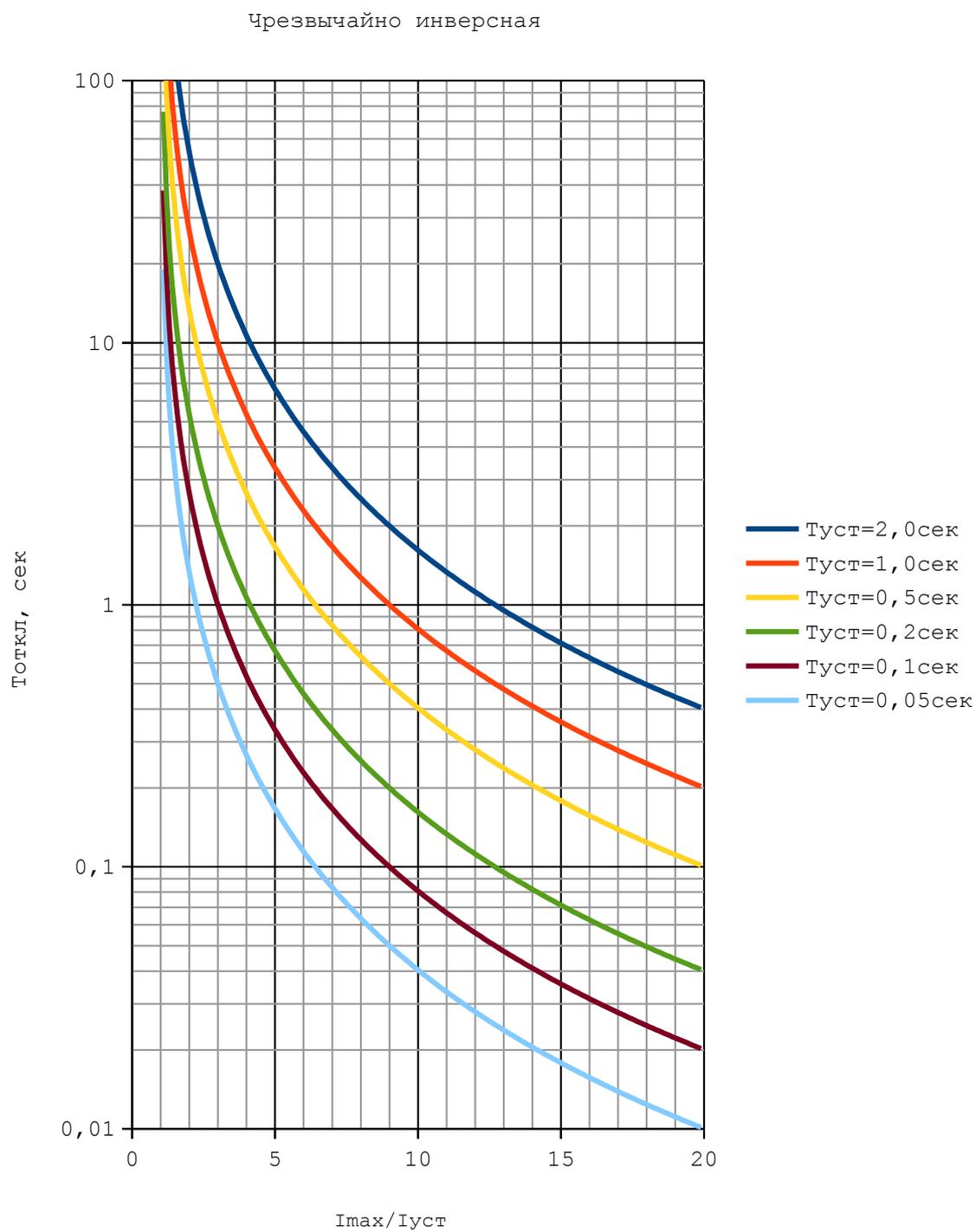
Нормально инверсная



4.2. Сильно инверсная.

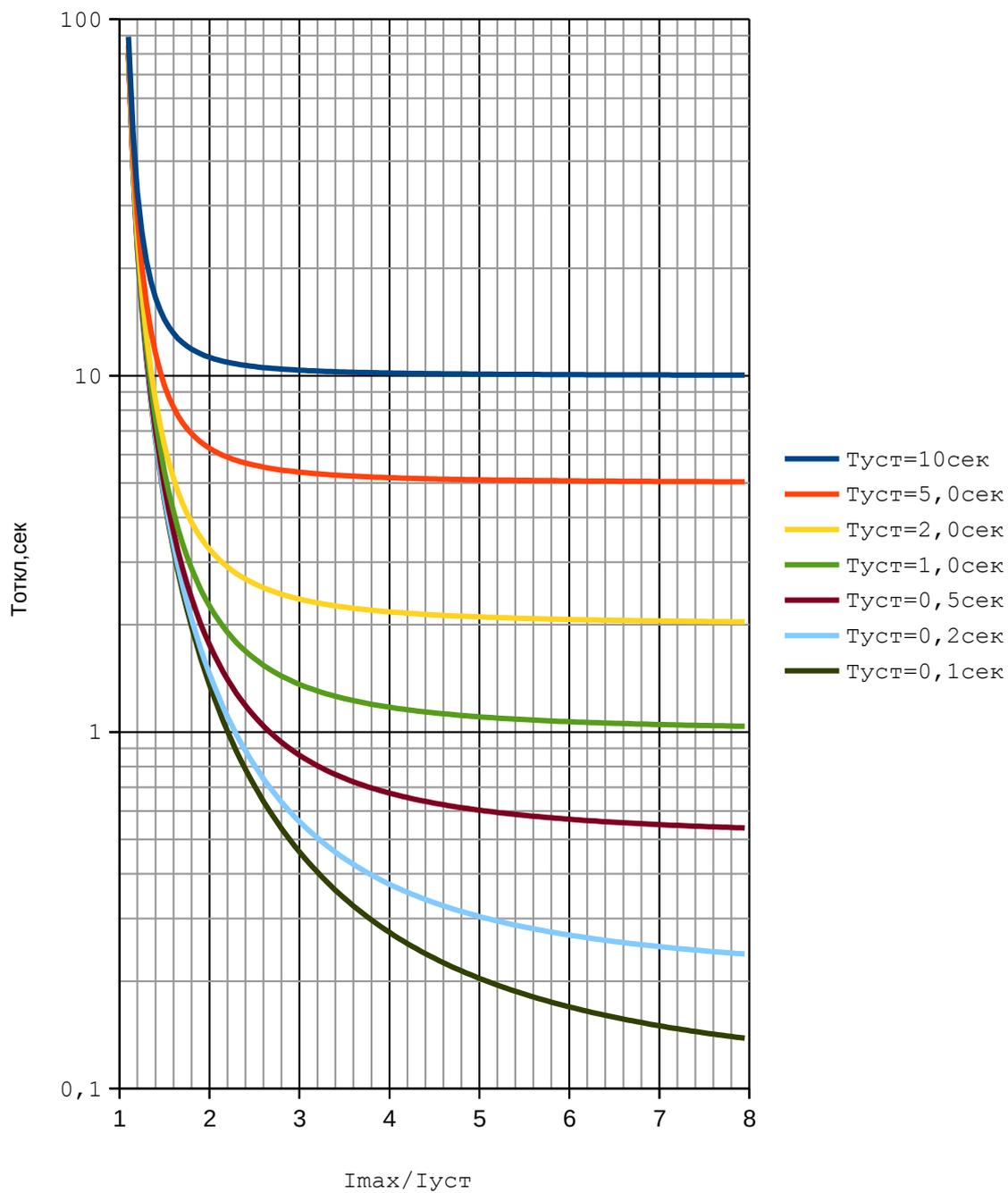


4.3. Чрезвычайно инверсная.

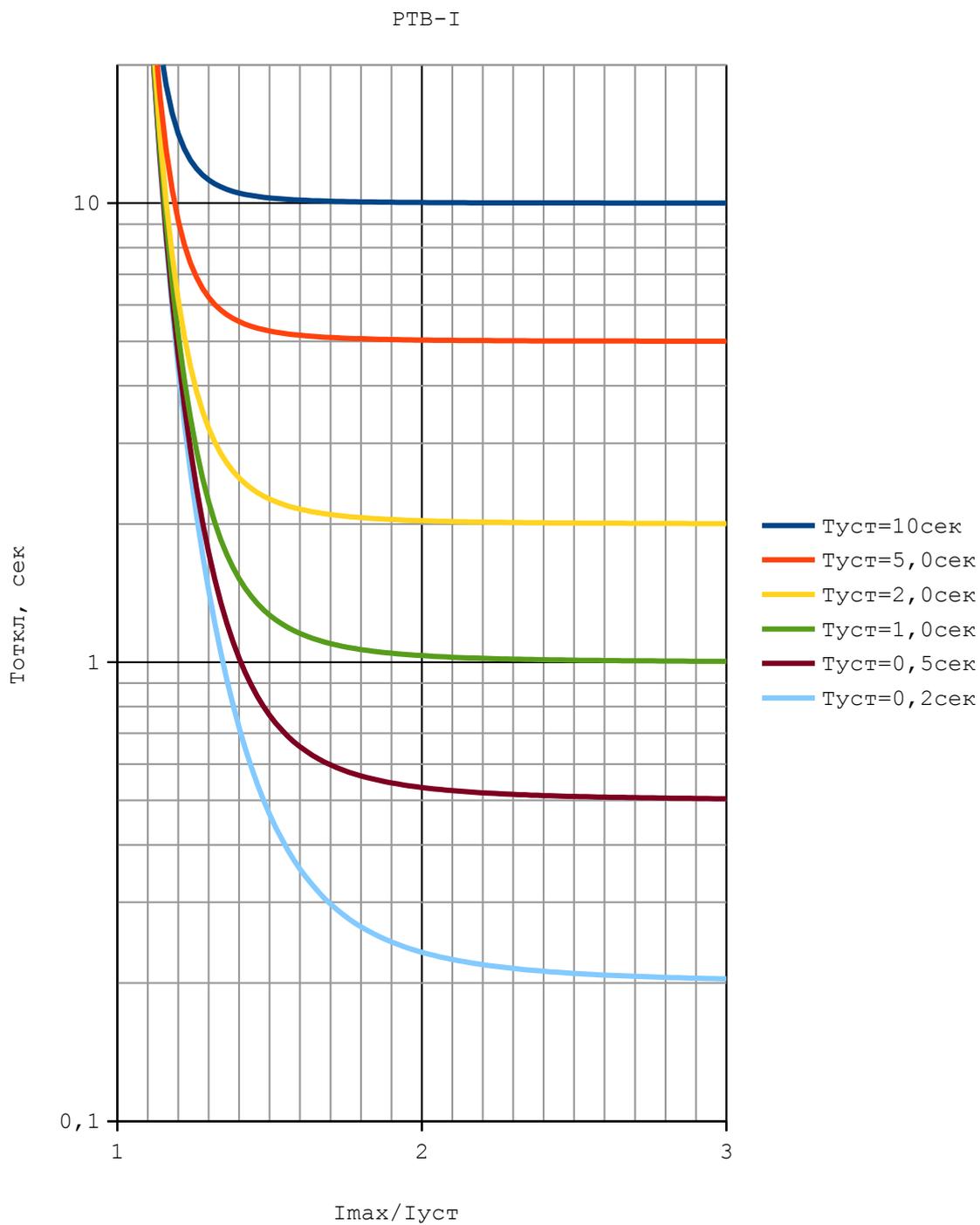


4.4. Реле РТ-80.

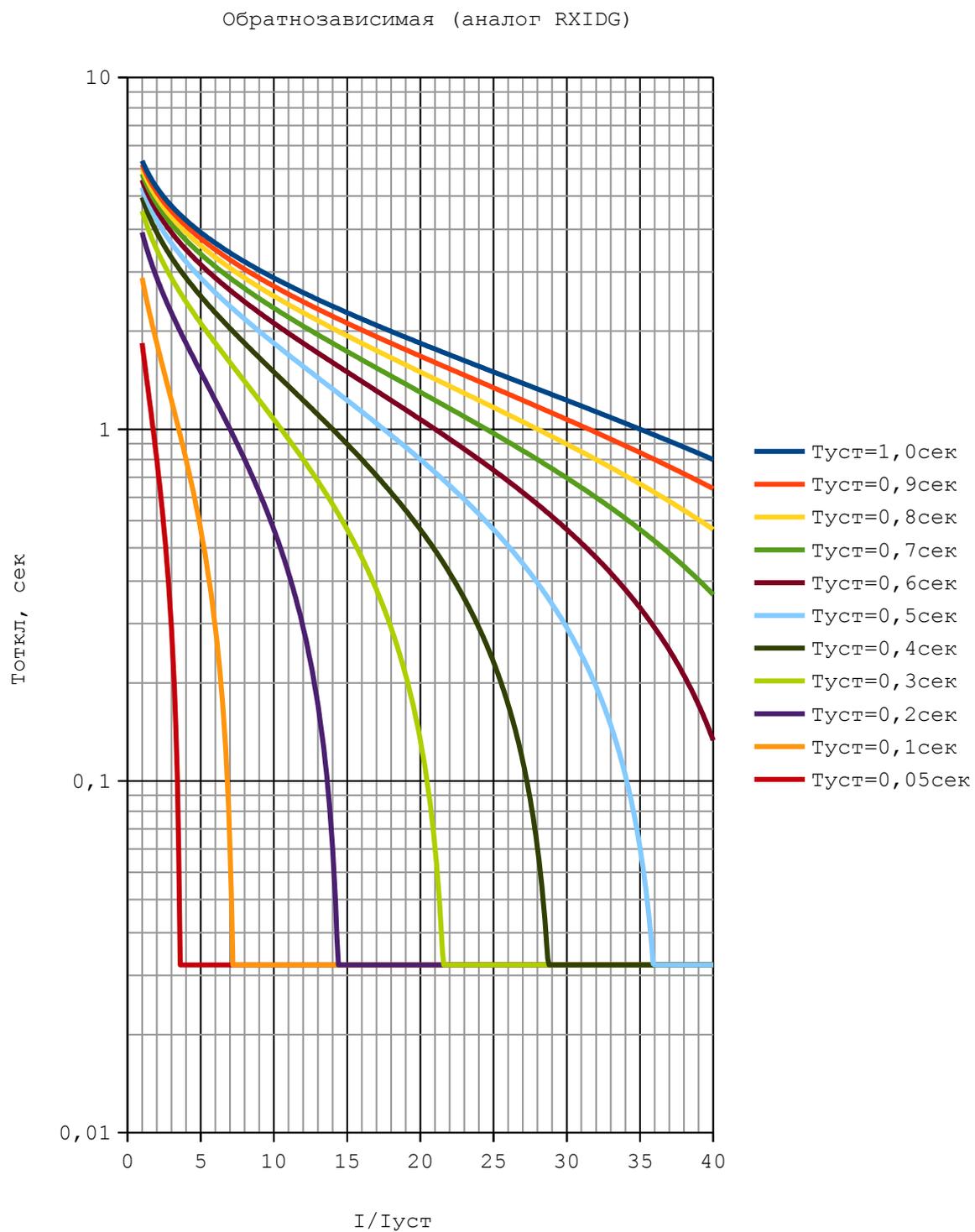
РТ-80



4.5. Реле РТВ-1.



4.6. Обратная зависимость (аналог RXIDG).



5. Назначение программируемых входов.

№	Назначение	Прим.	№	Назначение	Прим.
1	Свободный		15	Блокировка ЗПН	
2	Вход ДЗ-1		16	Блокировка ЗМН	
3	Вход ДЗ-2		17	Блокировка АВР	
4	Вход УРОВ		18	Блокировка ДЗ-1	
5	Разрешение АВР		19	Блокировка ДЗ-2	
6	Автомат ТН		20	Блокировка УРОВ	
7	Разрешение ДУ		21	Блокировка ЛЗШ	
8	Блокировка ДУ		22	Блокировка ОНМ-1	
9	Блокировка ВВ		23	Блокировка ОНМ-2	
10	Блокировка МТЗ-1		24	Блокировка ОНМ-3	
11	Блокировка МТЗ-2		25	Блокировка ОЗЗ 1г	
12	Блокировка МТЗ-3		26	Блокировка ОЗЗ вг	
13	Блокировка МТЗ-4		27	Сброс	
14	Блокировка ЗОФ		28		

6. Назначение программируемых выходов и светодиодов.

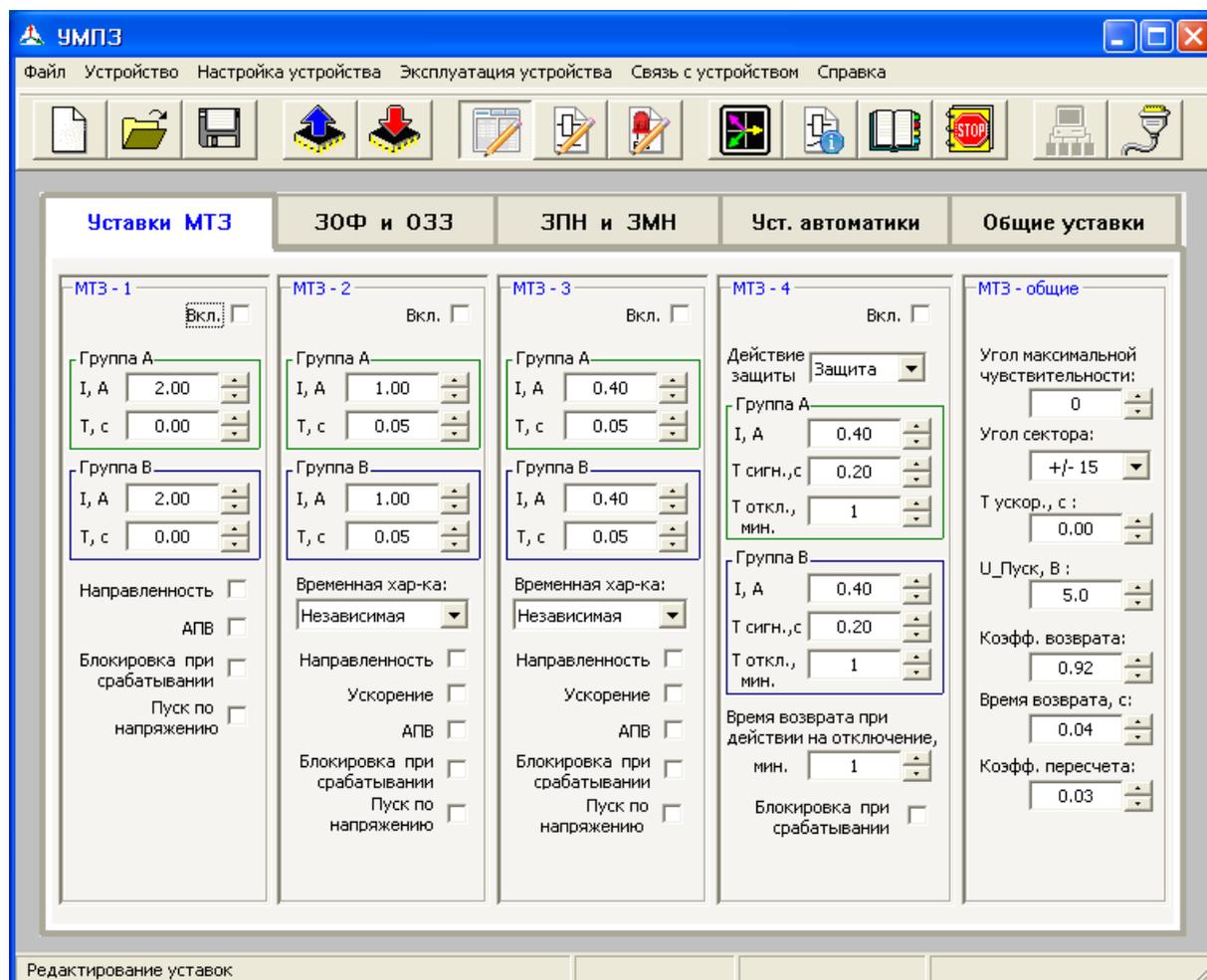
№	Назначение	№	Назначение	№	Назначение
1	Свободный	30	Пуск по напряжению	59	Состояние входа 13
2	Готов	31	Срабатывание МТЗ	60	Состояние входа 14
3	Включение	32	Срабатывание МТЗ-1	61	Состояние входа 15
4	Отключение	33	Срабатывание МТЗ-2	62	Состояние входа 16
5	Предупредительная сигнализация	34	Срабатывание МТЗ-3	63	Пуск ОНМ МТЗ-1
6	Аварийное отключение	35	Срабатывание МТЗ-4	64	Пуск ОНМ МТЗ-2
7	Сигнал ОЗЗ	36	Срабатывание 30Ф	65	Пуск ОНМ МТЗ-3
8	Внешняя неисправность	37	Срабатывание ЗПН	66	Блокировка включения
9	Выход АВР	38	Срабатывание ЗМН	67	Блокировка АПВ
10	Группа А/Б	39	Срабатывание АВР	68	Блокировка МТЗ-1
11	Выход ЛЗШ	40	Срабатывание ДЗ	69	Блокировка МТЗ-2
12	Выход УРОВ	41	Срабатывание ДЗ-1	70	Блокировка МТЗ-3
13	Сигнал МТЗ-4	42	Срабатывание ДЗ-2	71	Блокировка МТЗ-4
14	Сигнал 30Ф	43	Срабатывание УРОВ	72	Блокировка 30Ф
15	Сигнал ЗПН	44	Срабатывание ГЗ	73	Блокировка ЗПН
16	Сигнал ЗМН	45	Срабатывание ТЗ	74	Блокировка ЗМН
17	Сигнал ГЗ	46	Срабатывание АПВ	75	Блокировка АВР
18	Сигнал ТЗ	47	Состояние входа 01	76	Блокировка ДЗ-1
19	Контроль U_a, U_b, U_c	48	Состояние входа 02	77	Блокировка ДЗ-2
20	Пуск МТЗ	49	Состояние входа 03	78	Блокировка УРОВ
21	Пуск МТЗ-1	50	Состояние входа 04	79	Блокировка ЛЗШ
22	Пуск МТЗ-2	51	Состояние входа 05	80	Блокировка ОНМ МТЗ-1
23	Пуск МТЗ-3	52	Состояние входа 06	81	Блокировка ОНМ МТЗ-2
24	Пуск МТЗ-4	53	Состояние входа 07	82	Блокировка ОНМ МТЗ-3
25	Пуск 30Ф	54	Состояние входа 08	83	Неисправность цепей отключения
26	Пуск ОЗЗ	55	Состояние входа 09	84	Неисправность цепей управления
27	Пуск ЗПН	56	Состояние входа 10	85	Срабатывание ОЗЗ 1г
28	Пуск ЗМН	57	Состояние входа 11	86	Срабатывание ОЗЗ вг
29	Пуск АВР	58	Состояние входа 12	87	Срабатывание АЧР

7. Назначение функциональных кнопок.

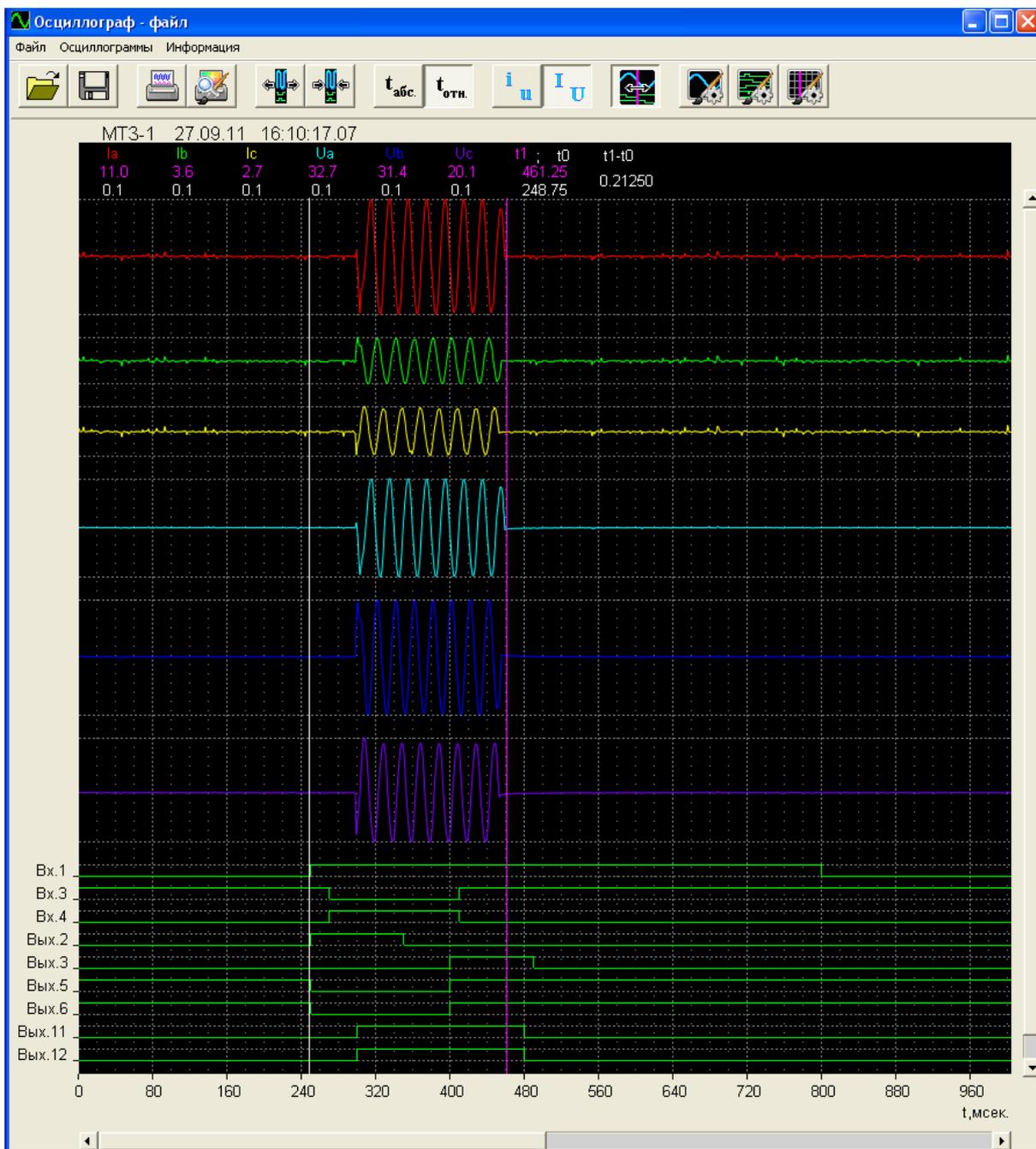
№	Назначение	Примечание
1	Нет функции	
2	Сброс сигнализаций	
3	Сброс сигнализации МТЗ-4	
4	Сброс сигнализации ЗОФ	
5	Сброс сигнализации ОЗЗ 1г	
6	Сброс сигнализации ОЗЗ вг	
7	Сброс сигнализации ЗПН	
8	Сброс сигнализации ЗМН	
9	Сброс сигнализации ГЗ	
10	Сброс сигнализации ТЗ	
11	Сброс светодиода 07	
12	Сброс светодиода 08	
13	Запрет АПВ	
14	Блокировка выключателя	
15	Деблокирование выключателя	
16	Отключение выключателя	

8. Скриншоты прикладного ПО.

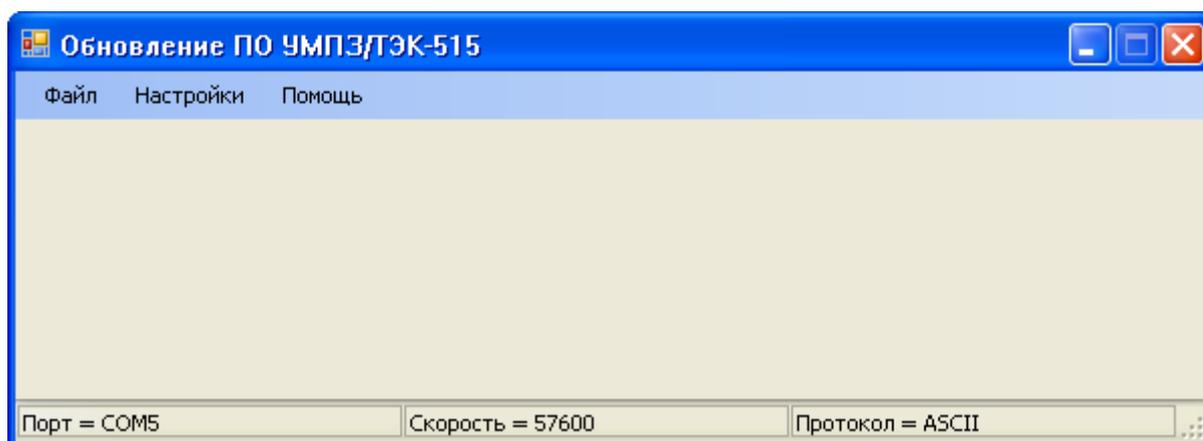
8.1. Скриншот программы конфигурирования.



8.2. Скриншот программы просмотра аварийных осциллограмм.



8.3. Скриншот программы обновления.



9. Внешний вид устройства.



10. Опросный лист для заказа защит УМПЗ/ТЭК.

Назначение	Обозначение	Доп	Кол
Линия к трансформатору	УМПЗ/ТЭК	<input type="text"/> <input type="text"/> 5	<input type="text"/>
Ввод	УМПЗ/ТЭК	<input type="text"/> <input type="text"/> 6	<input type="text"/>
Секционный выключатель	УМПЗ/ТЭК	<input type="text"/> <input type="text"/> 7	<input type="text"/>
Номинальный ток трансформаторов тока 1 - 1А 5 - 5А			
Напряжение оперативного питания 0 - 220В 1 - 110В			
Наличие модуля выходов с программируемым назначением (выходы 9-16)			
Количество			
Заказчик:	<input type="text"/>		
Ответственное лицо:	<input type="text"/>		
Телефон:	<input type="text"/>		
Факс:	<input type="text"/>		
E-mail:	<input type="text"/>		
Дата:	<input type="text"/>		