

Общество с ограниченной ответственностью  
Научно-производственное предприятие



## МИКРОКОНТРОЛЛЕРНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА С ТОРМОЖЕНИЕМ

Руководство по эксплуатации

3433-130-23566247-2014.РЭ



Новосибирск 2014

**СОДЕРЖАНИЕ**

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА.....	6
1.1 Назначение устройства.....	6
1.2 Основные функции устройства .....	7
1.3 Технические характеристики.....	8
1.3.1 Основные технические характеристики устройства .....	8
1.3.2 Требования к сопротивлению изоляции устройства .....	10
1.3.3 Требования к помехоустойчивости устройства .....	10
1.3.4 Требования к входным и выходным цепям устройства .....	11
1.3.5 Требования по надежности .....	13
1.3.6 Требования к защитному заземлению .....	13
1.4 Комплектность .....	13
1.5 Устройство блока .....	14
1.5.1 Состав изделия и конструктивное исполнение .....	14
1.5.2 Структурная схема .....	14
1.5.3 Работа составных частей устройства .....	15
1.5.4 Внешние цепи устройства .....	17
1.6 Описание функций устройства .....	19
1.6.1 Описание функций защит .....	19
1.6.2 Описание функций автоматики .....	22
1.6.3 Описание алгоритмов сигнализации.....	23
1.6.4 Описание функций измерения и регистрации .....	24
1.6.5 Счетчики .....	25
1.6.6 Цифровой осциллограф .....	25
1.6.7 Регистратор событий .....	26
1.6.8 Описание функций телеуправления, телеизмерения и телесигнализации.....	26
1.6.9 Другие функции .....	27
1.7 Маркировка и пломбирование.....	30
1.8 Упаковка .....	30
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ .....	31
2.1 Эксплуатационные ограничения .....	31
2.2 Подготовка устройства к использованию.....	31
2.2.1 Меры безопасности при подготовке устройства к использованию .....	31
2.2.2 Объем и последовательность внешнего осмотра устройства.....	31
2.2.3 Размещение и монтаж.....	31
3 ПОРЯДОК ПРОВЕРКИ БЛОКА .....	32
3.1 Схема испытания .....	32

---

3.2 Нормирование токов и напряжений.....	32
3.3 Проверка функционирования защит.....	34
3.3.1 Дифференциальная отсечка.....	34
3.3.2 Дифференциальная защита.....	35
3.3.3 Проверка действия УРОВ.....	35
3.3.4 Проверка логики отключения от внешних защит.....	35
3.3.5 Проверка мощности, потребляемой устройством по цепи питания.....	36
4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ БЛОКА.....	37
4.1 Общие указания.....	37
4.2 Меры безопасности.....	37
4.3 Виды технического обслуживания устройств РЗА.....	37
4.4 Виды работ при техническом обслуживании устройства.....	39
5 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ.....	42
6 ХРАНЕНИЕ.....	43
7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ.....	43
8 УТИЛИЗАЦИЯ.....	43
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	44
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	45
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	46
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	47
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	48
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	49
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	50
ПРИЛОЖЕНИЕ З.....	51
ПРИЛОЖЕНИЕ И.....	52

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с техническими данными, конструкцией, устройством, принципом работы и правилами эксплуатации микроконтроллерного блока дифференциальной защиты с торможением типа МК-ДЗТ-2.

Руководство включает в себя следующие разделы:

- «Описание и работа», в котором приводится информация о назначении блока, его технических характеристиках, составе, устройстве и работе;
- «Использование по назначению», в котором приводятся указания по работе с блоком;
- «Техническое обслуживание», «Текущий ремонт», «Хранение», содержащие рекомендации по обслуживанию, хранению и ремонту блока.

Блок разработан в соответствии с требованиями РД 34.35.310-97 «Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем» с соблюдением необходимых требований для применения на подстанциях как с постоянным, так и с переменным (выпрямленным переменным) оперативным током.

К эксплуатации блока допускаются лица, изучившие настоящий документ, паспорт, имеющие соответствующую группу допуска и подготовку в области промышленной электроники и микропроцессорной техники.

Предприятие-изготовитель может вносить изменения в устройство, связанные с его усовершенствованием, в целом не ухудшающие его характеристики.

#### Перечень сокращений:

РД	- руководящий документ;
МК-ДЗТ	- микроконтроллерная дифференциальная защита с торможением;
ДО	- дифференциальная отсечка;
ДЗ	- дифференциальная защита;
БТН	- бросок тока намагничивания;
КСО	- камера сборная одностороннего обслуживания;
КРУ	- комплектное распределительное устройство;
КРУН	- комплектное распределительное устройство наружной установки;
КТП СН	- комплектная трансформаторная подстанция собственных нужд;
АСУ ТП	- автоматизированные системы управления технологическим процессом;
УХЛ	- умеренно холодный;
УСО-ТА	- устройство сопряжения с объектом, трансформатор тока;
УРОВ	- устройство резервирования при отказе выключателя;
КУ	- ключ управления;
ТУ	- телеуправление;
ТС	- телесигнализация;
ТИ	- телеизмерение;
ТТ	- трансформатор тока;
ПУ	- пульт управления и индикации;
АЦП	- аналого-цифровой преобразователь;
МК	- микроконтроллер;
ОЗУ	- оперативно-запоминающее устройство;
ПЗУ	- постоянно-запоминающее устройство;
КЗ	- короткое замыкание;
ВВ	- вакуумный выключатель;
УД	- уровень доступа;
ПК	- персональный компьютер;
ПО	- программное обеспечение;
ЖКИ	- жидкокристаллический индикатор;

ЛАТР	- лабораторный автотрансформатор;
ИТТ	- измерительный трансформатор тока;
РЗА	- релейная защита и автоматика;
ПУЭ	- правила устройств электроустановок;
ПТЭ	- правила технической эксплуатации;
Н	- проверка (наладка) при новом включении;
К1	- первый профилактический контроль;
К	- профилактический контроль;
В	- профилактическое восстановление.

## 1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

### 1.1 Назначение устройства

1) Микроконтроллерная дифференциальная защита с торможением предназначена для использования в качестве основной защиты генераторов, двигателей и силовых трансформаторов напряжением 0,4 – 35 кВ от междуфазных и витковых замыканий.

Устройство предназначено для установки на подстанциях с постоянным и переменным оперативным током в релейных отсеках КСО, КРУ, КРУН, КТП СН.

Блоки могут включаться в АСУ ТП и информационно-управляющие системы в качестве подсистемы нижнего уровня. Устройство выдает на удаленные рабочие места эксплуатационного и диспетчерского персонала зарегистрированную информацию аварийных событий, текущую информацию по всем контролируемым параметрам.

2) Блок предназначен для эксплуатации в нормальных климатических условиях (вид климатического исполнения УХЛЗ.1 по ГОСТ 15150-69):

- диапазон рабочих значений температуры (предельные значения) – от минус 20 до плюс 50°С;
- относительная влажность воздуха (среднегодовое значение) – 75% при 15°С;
- тип атмосферы по содержанию на открытом воздухе коррозионно-активных агентов - II;
- диапазон рабочих значений атмосферного давления – от 94 до 120кПа;
- высота над уровнем моря не более 2000м.

3) Условия эксплуатации блока должны исключать воздействие прямого солнечного излучения, прямое попадание атмосферных осадков, конденсацию влаги и наличие агрессивной среды.

4) Блок соответствует группе механического исполнения М7 по ГОСТ 17516.1 по воздействию механических внешних воздействующих факторов. Блок выдерживает вибрационные нагрузки с максимальным ускорением до 1g в диапазоне частот от 0,5 до 100Гц, одиночные ударные нагрузки длительностью от 2 до 20мс с максимальным ускорением до 3g. Сейсмостойкость соответствует ГОСТ 17516.1-90.

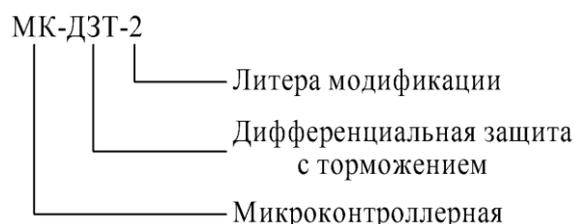
5) Степень защиты по ГОСТ 14254-96 для оболочки блока IP40, для разъемных контактов – IP20, лицевая панель имеет степень защиты IP65.

6) Блок соответствует классу I по ГОСТ 12.2.007-75 по способу защиты человека от поражения электрическим током.

7) Для подключения блока к внешним цепям предусмотрены клеммные колодки. Контактные соединения соответствуют классу 2 по ГОСТ 10434-82. Для связи блока с системами АСУ ТП на блоке предусмотрен разъем для подключения интерфейса RS485.

8) Требования настоящего документа в части внешних воздействующих факторов являются обязательными как относящиеся к требованиям безопасности.

9) Структура условного обозначения блока:



## 1.2 Основные функции устройства

Блок представляет собой комбинированное многофункциональное устройство, реализующее различные функции защиты, измерения, отображения информации и автоматики. Использование аналого-цифровой и микропроцессорной элементной базы обеспечивает высокую точность измерений, постоянство характеристик.

Конструктивно блок представляет собой корпус с разъемами. К блоку подключаются устройства сопряжения с объектом УСО-ТА, преобразующие токовые сигналы, а также пульт управления и индикации для местного отображения параметров и уставок защит. В качестве датчиков тока используются трансформаторы тока.

Устройство в зависимости от выбранной сервисной уставки может устанавливаться для защиты двигателя, генератора или трансформатора. Сервисная уставка может выставляться с пульта управления блоком или с персонального компьютера через «Терминал для блока» (далее терминал).

<b>Функции защиты</b>
Дифференциальная отсечка
Дифференциальная защита
<b>Функции автоматики</b>
УРОВ
Отключение от внешних защит
<b>Измерения, счетчики, регистраторы</b>
Фазные токи
Цифровой осциллограф
Счетчики срабатывания защит
Регистратор изменений уставок
Регистратор аварийных событий
Регистратор событий
<b>Дополнительные функции</b>
Телесигнализация, телеизмерения
Интерфейс RS485 с протоколом MODBUS-RTU
Хранение уставок в энергонезависимой памяти
Режим автоматической коррекции часов
Несколько уровней доступа к настройке конфигурации

## 1.3 Технические характеристики

### 1.3.1 Основные технические характеристики устройства

<b>Параметры защищаемого оборудования</b>		
Номинальное напряжение защищаемого объекта	0,4 – 35кВ	
Минимальный ток срабатывания защиты	0,1I <sub>НОМ</sub>	
Минимальное время срабатывания защиты при внутреннем КЗ	20мс	
<b>Аналоговые входы по току</b>		
Номинальная частота переменного тока	50Гц	
Рабочий диапазон частоты переменного тока	45 – 55Гц	
Количество входов по току	6	
Номинальный ток цепей защиты	1 – 5А	
Диапазон измерения фазных токов, во вторичный величинах	0,1 – 100А	
Основная относительна погрешность измерения токов в фазах	от 1 до 100А	±2 %
	от 100 до 200А	±5 %
Цепи фазных токов первой стороны (подключение через УСО-ТА-1)	I <sub>А</sub> - ток фазы А	X1:1 – X1:2
	I <sub>В</sub> - ток фазы В	X1:3 – X1:4
	I <sub>С</sub> - ток фазы С	X1:5 – X1:6
Цепи фазных токов второй стороны (подключение через УСО-ТА-2)	I <sub>А</sub> - ток фазы А	X2:1 – X2:2
	I <sub>В</sub> - ток фазы В	X2:3 – X2:4
	I <sub>С</sub> - ток фазы С	X2:5 – X2:6
Термическая стойкость всех цепей тока защиты, не более	длительно	20А
	в течение 10с	150А
	в течение 1с	250А
Потребляемая мощность всех цепей переменного тока	≤ 0,1ВА на фазу	
<b>Дискретные входы</b>		
Количество	5	
Номинальное напряжение входных сигналов	220В	
Уровень напряжения надежного срабатывания	≥ 140В	
Уровень напряжения надежного несрабатывания	≤ 100В	
Длительность входного сигнала на срабатывание	≥ 15мс	
Потребляемая мощность при номинальном напряжении	≤ 0,5Вт	

**Примечание:** I<sub>НОМ</sub> – номинальный ток защищаемого оборудования.

<b>Дискретные выходы</b>	
Количество	5
Коммутируемый постоянный ток напряжением 250В при активно-индуктивной нагрузке и постоянной времени до 0,05с	$\leq 0,25\text{А}$
Коммутируемый переменный ток напряжением 400В при активно-индуктивной нагрузке и постоянной времени до 0,05с	$\leq 4\text{А}$
Коммутируемый переменный ток напряжением 260В при активно-индуктивной нагрузке и постоянной времени до 0,05с	$\leq 7\text{А}$
<b>Интерфейс связи</b>	
Количество каналов связи	2
Протокол обмена	MODBUS RTU
Скорость обмена данными, бод	4800, 9600, 19200, 38400
Количество подключаемых устройств в сети	$\leq 32$
Максимально допустимая длина линии	1500 метров
<b>Питание</b>	
Номинальное напряжение оперативного тока	220В
Рабочий диапазон напряжения переменного оперативного тока	85÷265В
Рабочий диапазон напряжения постоянного оперативного тока	120÷370В
Потребление цепей оперативного тока	$\leq 7\text{Вт}$
<b>Габаритные размеры</b>	
МК-ДЗТ-2	266×169×43мм
УСО-ТА	100×32×96мм
МК-ДЗТ-2 с УСО-ТА	266×169×139мм
<b>Масса устройства</b>	
МК-ДЗТ-2	$\leq 2\text{кг}$
УСО-ТА	$\leq 0,5\text{кг}$

### 1.3.2 Требования к сопротивлению изоляции устройства

1) Сопротивление изоляции всех независимых цепей устройства (кроме порта последовательной передачи данных) относительно корпуса и между собой должно быть не менее 10МОм.

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

- температуре окружающего воздуха  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ ;
- относительной влажности не более 80%;
- атмосферному давлению от 86 до 106кПа;
- номинальному значению напряжения оперативного тока;
- номинальной частоте переменного тока.

2) Электрическая изоляция между всеми независимыми цепями (кроме порта последовательной передачи данных) относительно корпуса и всех независимых цепей между собой выдерживает без пробоя и перекрытия испытательное напряжение 1000В (эффективное значение) переменного тока частоты 50Гц в течение 1 мин.

Электрическая изоляция цепей связи с внешними устройствами с номинальным напряжением не более 60В относительно корпуса и других независимых цепей должна выдерживать испытательное напряжение 500В частоты 50Гц в течение 1 мин.

3) Электрическая изоляция независимых цепей (кроме порта последовательной передачи данных) между собой и относительно корпуса выдерживает три положительных и три отрицательных импульса испытательного напряжения, имеющих (при работе источника сигнала на холостом ходу):

- амплитуду –  $(4,5\div 5,0)\text{кВ}$ ;
- длительность переднего фронта –  $(1,2\pm 0,36)\text{мкс}$ ;
- длительность заднего фронта –  $(50\pm 10)\text{мкс}$ .

Длительность интервала между импульсами – не менее 5с.

### 1.3.3 Требования к помехоустойчивости устройства

Блок при поданном напряжении оперативного тока должен сохранять функционирование без нарушений и сбоев при следующих воздействиях.

1) Высокочастотного испытательного напряжения согласно международному стандарту IEC255-22-1 (степень жесткости 3), имеющего следующие параметры:

- форму затухающих колебаний частотой  $(1,0\pm 0,1)\text{МГц}$ ;
- модуль огибающей, уменьшающийся на 50% относительно максимального значения после трех-шести периодов;
- амплитудное значение первого импульса при общей схеме подключения источника сигнала –  $(2,5\pm 0,25)\text{кВ}$ , при дифференциальной схеме подключения –  $(1,0\pm 0,1)\text{кВ}$ ;
- время нарастания первого импульса 75нс с отклонением  $\pm 20\%$ ;
- частоту повторения импульсов  $(400\pm 40)\text{Гц}$ .

Внутреннее сопротивление источника высокочастотного сигнала –  $(200\pm 20)\text{Ом}$ . Продолжительность воздействия импульсов высокочастотного сигнала –  $(2\div 2,2)\text{с}$ .

2) Наносекундных импульсных помех (быстрых переходных процессов) в соответствии с требованиями стандарта IEC 255-22-4, класс 4 и ГОСТ 29156-91 (степень жесткости 4) с амплитудой испытательных импульсов:

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

3) Электростатического разряда согласно стандарту IEC 801-2, класс 3 и ГОСТ 29191-91 (степень жесткости 3) с испытательным напряжением импульса разрядного тока:

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

4) Радиочастотного электромагнитного поля в соответствии с требованиями стандарта МЭК 801-3-84 напряженностью 10В/м (степень жесткости 3).

5) Микросекундных импульсных помех большой энергии (импульсы напряжения/тока длительностью 1/50 и 6,4/16мкс соответственно) в соответствии с требованиями стандарта МЭК 255-22-1-88. Амплитуда напряжения испытательного импульса (степень жесткости 4) – 4кВ для входных цепей тока и напряжения, подключенных к установленным на подстанции высокого напряжения трансформаторам тока и напряжения.

6) Кондуктивных низкочастотных помех из-за провалов напряжения питания, кратковременных перерывов и несимметрии питающего напряжения.

Параметры испытательного воздействия: значение изменения напряжения не менее  $0,5U_{\text{НОМ}}$  при длительности провала 0,5с, длительность перерывов напряжения не менее 100мс. При испытаниях устройств, работающих на выпрямленном оперативном токе трехфазного источника питания, необходимо воздействовать провалами и перерывами напряжения на три фазы одновременно, затем на две фазы и на одну.

7) Импульсного магнитного поля с напряженностью 300А/м, возникающего в результате молниевых разрядов или коротких замыканий в первичной сети, в соответствии с требованиями стандарта МЭК 1000-4-9-93.

8) Магнитного поля промышленной частоты в соответствии с требованиями стандарта МЭК 1000-4-93 напряженностью 30А/м (степень жесткости 4). При этом аппаратура должна испытываться в тех конструкциях, в которых будет эксплуатироваться.

#### 1.3.4 Требования к входным и выходным цепям устройства

Клеммные колодки токовых цепей допускают присоединение под винт одного или двух одинаковых проводников общим сечением до  $6\text{мм}^2$  включительно и сечением не менее  $1\text{мм}^2$  каждый. Клеммные колодки цепей питания, входных и выходных цепей допускают присоединение под винт одного или двух одинаковых проводников общим сечением до  $2,5\text{мм}^2$  включительно и сечением не менее  $0,5\text{мм}^2$  каждый.

1) Цепи переменного тока.

Цепи переменного тока выдерживают без повреждений ток:

- 20А – длительно;
- 150А – в течение 10с;
- 250А – в течение 1с.

Устройство правильно функционирует при изменении частоты входных сигналов в диапазоне 45 – 55Гц. При этом дополнительная погрешность параметров срабатывания измерительных органов устройства не превышает  $\pm 3\%$  относительно параметров срабатывания на номинальной частоте.

2) Цепи оперативного питания.

Устройство предназначено для работы от источника переменного, выпрямленного переменного или постоянного оперативного тока. Рабочий диапазон по напряжению постоянного тока – 120÷370В, рабочий диапазон по напряжению переменного тока – 85÷265В (действующее значение).

Электронная часть устройства гальванически отделена от источника оперативного тока. Уровень изоляции входной цепи источника питания относительно корпуса и между остальными цепями – 3000В, сопротивление изоляции 100МОм.

Мощность, потребляемая устройством от источника оперативного тока в режиме срабатывания – не более 7Вт, в дежурном режиме – не более 5Вт.

Время готовности устройства к действию после подачи напряжения оперативного питания не более 0,5с. Минимальное время срабатывания защиты при одновременной подаче напряжения оперативного питания и тока повреждения не превышает 0,5с.

Устройство сохраняет заданные функции (в том числе с действием выходных реле) при кратковременных перерывах питания длительностью до 2 секунд.

Устройство не повреждается и не срабатывает ложно при включении или отключении источника питания, после перерывов питания любой длительности с последующим восстановлением, при подаче напряжения оперативного тока обратной полярности, при замыканиях на землю в сети оперативного тока.

3) Входные дискретные сигналы.

Все дискретные входы являются изолированными и обеспечивают гальваническое разделение внутренних цепей устройств с внешними цепями. Уровень изоляции между входной цепью относительно корпуса и между остальными цепями – 3750В в течение 1 минуты.

Дискретные входы предназначены для работы на постоянном и переменном оперативном токе, имеют пороговый элемент для разграничения уровня срабатывания логической «1» и логического «0». Номинальное значение напряжения входных сигналов – 220В. Уровень напряжения надежного срабатывания по дискретному входу – не менее 140В (действующего значения для переменного оперативного тока). Уровень надежного несрабатывания – не более 100В.

Потребление по дискретному входу – не более 0,5Вт при номинальном напряжении 220В. Длительность входного сигнала, достаточного для срабатывания входной цепи – не более 15мс.

Устройство имеет 5 дискретных входов, выполненных без общих точек.

4) Выходные цепи устройства.

Выходные цепи устройства выполнены с использованием малогабаритных реле, обеспечивающих гальваническое разделение внутренних цепей устройства от внешних цепей. Номинальное напряжение изоляции – 400В (АС), номинальное ударное напряжение – 4000В (АС). Напряжение пробоя:

- между катушкой и контактами – 4000В (АС);
- контактного зазора – 1000В (АС).

Максимальное напряжение контактов АС/DC – 400/250В. Номинальный ток нагрузки – 8А. Максимальная коммутируемая мощность (АС) – 2000ВА.

Максимальная способность коммутации резистивной нагрузки DC – 0,4А при напряжении 250В.

Коммутационная способность контактов, действующих на цепи управления и сигнализации - не менее 50Вт при коммутации цепи постоянного тока напряжением до 250В с индуктивной нагрузкой и постоянной времени до 0,05с.

Максимальная способность коммутации резистивной нагрузки АС – 4А при напряжении 400В, 7А при напряжении 260В.

Электрический ресурс при резистивной нагрузке – более  $10^5$  при 8А, 250В (АС).  
Механический ресурс – более  $2 \cdot 10^7$ .

Количество выходных реле – 5.

### 1.3.5 Требования по надежности

1) Средний срок службы устройства не менее 20 лет при условии проведения требуемых технических мероприятий по обслуживанию.

2) Средняя наработка на отказ не менее 50 000 часов.

3) Среднее время восстановления работоспособного состояния блока не более 2 часа без учета времени нахождения неисправности.

### 1.3.6 Требования к защитному заземлению

Блок должен быть обязательно заземлен. На боковой стороне блока выведен винт для подключения защитного заземления к общему контуру заземления. Заземляющий провод должен быть не более 2 метров и сечением  $4\text{мм}^2$ .

## 1.4 Комплектность

Таблица 1.4.1 – Комплект поставки

Наименование	Количество
МК-ДЗТ	1 шт
Ответные части разъемов	1 комплект
Устройство сопряжения с объектом УСО-ТА	2 шт
Программное обеспечение	1 экземпляр
Паспорт	1 экземпляр
Руководство по эксплуатации	1 экземпляр

## 1.5 Устройство блока

### 1.5.1 Состав изделия и конструктивное исполнение

Блок защиты состоит из печатной платы, которая содержит выходные разъемы для подключения внешних цепей (питания, тока, входных и выходных цепей), источник питания, микроконтроллер, интерфейсы RS485. К разъемам X1 и X2 блока подключаются устройства сопряжения с объектом УСО-ТА, преобразующие токовые сигналы. К разъему X1 подключается УСО-ТА-1, к которому подводятся сигналы от первичных ТТ со стороны фазных выводов генератора, двигателя (или со стороны высшего напряжения трансформатора). Соответственно, к разъему X2 подключается УСО-ТА-2, к которому подводятся сигналы от первичных ТТ со стороны нейтральных выводов генератора, двигателя (или со стороны низшего напряжения трансформатора).

Пульт управления и индикации предназначен для местного отображения контролируемых параметров, изменения уставок, просмотра протоколов срабатывания защит и событий.

ПУ содержит клавиатуру, ЖК индикатор и светодиоды, отображающие режимы работы блока.

### 1.5.2 Структурная схема

Структурная схема устройства приведена на рисунке 1.5.1. В её состав входят: микроконтроллер, съемное устройство сопряжения по току (УСО-ТА), блок дискретных входов, блок дискретных выходов, интерфейсы RS485, блок питания.

Микроконтроллер со встроенным 12-и разрядным аналого-цифровым преобразователем выполняет функции преобразования поступающих на его вход аналоговых сигналов в последовательный двоичный код, обработку дискретных сигналов и реализует заданный алгоритм работы устройства.

Микроконтроллер также управляет работой выходных реле, интерфейсом связи, осуществляет самотестирование для контроля исправности программной и аппаратной части устройства.

Входные устройства сопряжения по току осуществляют гальваническое разделение внутренних цепей устройства от цепей измерительных трансформаторов, преобразуют входные сигналы до приемлемого для работы АЦП уровня.

Блок дискретных входов воспринимает внешние дискретные сигналы напряжением 220В переменного или постоянного тока, преобразует их до необходимого уровня, осуществляет гальваническое разделение от внутренних цепей устройства. Дискретные входные сигналы подаются через разъем X6.

Блок дискретных выходов выполнен с использованием малогабаритных промежуточных реле постоянного тока. Выходные реле по командам, поступающим от микроконтроллера, осуществляют отключение выключателя в аварийных режимах, осуществляют сигнализацию по различным видам нештатных ситуаций. Контакты выходных реле выведены на разъем X4 блока.

Пульт управления и индикации позволяет управлять устройством (выставлять уставки, считывать информацию по текущим измеряемым параметрам, о состоянии дискретных входов и выходов и т.д.) по месту установки без использования компьютера. ПУ отображает срабатывание защит, характер неисправности, выявленной системой самодиагностики.

В устройстве предусмотрены два интерфейса RS485, позволяющие иметь связь с АСУ ТП и возможность подключения переносного компьютера без снятия оперативного питания с устройства. Связь осуществляется через разъем X3.

Блок питания обеспечивает стабилизированным напряжением +5В устройство защиты, осуществляет гальваническое разделение от внутренних цепей устройства. Оперативное питание от источника переменного или постоянного тока подается через отдельный разъем X5.

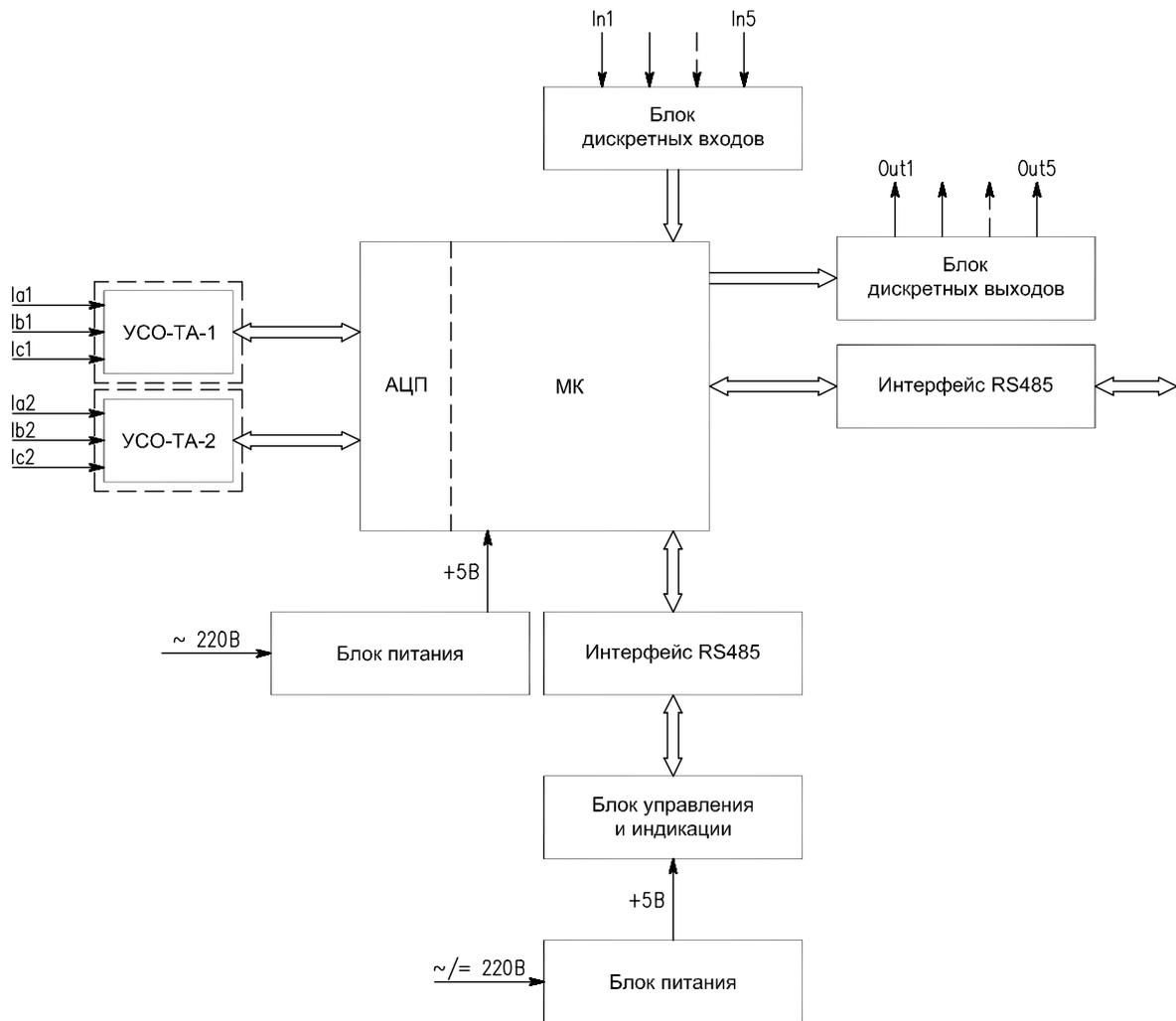


Рисунок 1.5.1 – Структурная схема блока

### 1.5.3 Работа составных частей устройства

#### 1) Устройство сопряжения по току.

Съемный блок УСО-ТА подключается к разъемам X1, X2 блока и содержит три промежуточных трансформаторов тока с коэффициентом трансформации 1000. Преобразованные вторичные сигналы поступают на входы операционных усилителей, обеспечивающих нормирование выходного сигнала для АЦП в широком диапазоне изменения входного. Промежуточные трансформаторы тока защиты от междуфазных коротких замыканий рассчитаны на диапазон вторичных номинальных токов от 1 до 5А. Вторичный номинальный ток вычисляется по заданным значениям первичного номинального тока защищаемого объекта и коэффициенту трансформации трансформатора тока. По вторичному номинальному току задается коэффициент усиления входных операционных усилителей для получения оптимального значения входного сигнала АЦП.

По каждому входу предусмотрены два канала измерения с разным рабочим диапазоном измерения, таблица 1.5.1:

Таблица 1.5.1 – Рабочие диапазоны каналов измерения

Канал измерения	Рабочий диапазон
Чувствительный	$0 \div 2,5I_{НОМ}$
Стандартный	$0 \div 20I_{НОМ}$

Промежуточные трансформаторы тока работают без насыщения при входном токе до 200А.

#### 2) Блок дискретных входов.

Устройство позволяет принять от внешних устройств 5 дискретных сигналов переменного или постоянного тока напряжением 220В. Исполнение блока с другим уровнем входного напряжения должно оговариваться при заказе устройства.

Каждый вход выполнен с использованием оптоэлектронного преобразователя, обеспечивающего гальваническое разделение входных цепей от внутренних цепей устройства с необходимым уровнем изоляции. Все входные цепи выполнены изолированно.

Ток в режиме срабатывания по каждому дискретному входу составляет около 3мА.

В блоке дискретных входов используются специальные схемные решения, исключающие ложные срабатывания по дискретным входам при замыканиях на землю в сети постоянного оперативного тока.

#### 3) Блок дискретных выходов.

Блок дискретных выходов состоит из 5 малогабаритных реле, управляемых микроконтроллером. Три реле имеют размыкающие контакты, два – переключающие.

Переключающий контакт реле К1 («Вызов») управляет вызывной сигнализацией при срабатывании защиты или неисправности устройства.

Реле К2 («Неисправность») и реле К1 («Вызов») при поданном напряжении оперативного питания и исправном состоянии устройства находится в подтянутом состоянии и возвращаются при выявлении системой самодиагностики неисправности в устройстве или при потере оперативного питания, а также при срабатывании защит на сигнал.

Замыкающий контакт 3 действует на цепи управления коммутационным аппаратом («ОТКЛ»).

Замыкающий контакт реле К4 («Авария») подает сигнал о срабатывании защиты.

Реле К5 срабатывает при действии УРОВ и выдает сигнал на соответствующие шинки управления.

#### 4) Пульт управления и индикации.

Пульт состоит из ЖКИ (4 строки по 20 символов), семи кнопок управления и светодиодов, отображающих режимы работы блока. Обозначения кнопок управления нанесены на самих кнопках.

Светодиоды обеспечивают дополнительную сигнализацию исправного состояния устройства и режимы его работы:

- зеленый мигающий светодиод «Контроль» сигнализирует исправное состояние устройства и его готовность к действию;
- красный светодиод «Авария» сигнализирует о срабатывании какой-либо защиты;
- желтый светодиод «Неисправность» сигнализирует о неисправности устройства.

По умолчанию на индикаторе отображаются основные текущие параметры защищаемого присоединения.

Перемещение по меню, изменение уставок осуществляется с помощью кнопок управления.

## 5) Микроконтроллер со встроенным АЦП.

Аналоговые сигналы от устройств сопряжения по току и по напряжению подаются на вход 12-и разрядного АЦП, преобразующего эти сигналы в двоичный код с частотой дискретизации 126 точек на период (6300Гц). Микропроцессор производит обработку сигналов, а также сигналов, поступающих по дискретным входам, производит по заданной программе вычисление требуемых для работы всех защит параметров, сравнивает с заданными уставками и, при выполнении условий срабатывания, формирует управляющие команды для блока выходных реле.

Микропроцессор имеет встроенное ОЗУ (16Кбайт), ПЗУ (256Кбайт) для хранения программы работы микропроцессора, ПЗУ (4Кбайт) для хранения уставок устройства ДЗТ. Кроме того, устройство содержит энергонезависимую память для хранения осциллограмм и протоколов срабатывания EEPROM.

## 6) Блок питания.

В устройстве используются импульсный источник питания мощностью 15Вт, обеспечивающий стабилизированным напряжением +5В питание цифровой, аналоговой частей устройства, блоков дискретных входов и выходов. Источник питания универсальный – работает как от сети постоянного, так и переменного оперативного тока.

## 1.5.4 Внешние цепи устройства

Внешние цепи устройства приведены в ПРИЛОЖЕНИИ Б, схема подключения разъемов приведена в ПРИЛОЖЕНИИ В.

## 1) Токовые цепи.

Таблица 1.5.4 – Цепи тока (подключение через УСО-ТА)

№ клемм	Назначение
X1:1	ток фазы А (вход)
X1:2	ток фазы А (выход)
X1:3	ток фазы В (вход)
X1:4	ток фазы В (выход)
X1:5	ток фазы С (вход)
X1:6	ток фазы С (выход)
X2:1	ток фазы А (вход)
X2:2	ток фазы А (выход)
X2:3	ток фазы В (вход)
X2:4	ток фазы В (выход)
X2:5	ток фазы С (вход)
X2:6	ток фазы С (выход)

## 2) Цепи последовательного интерфейса.

Таблица 1.5.5 – Цепи интерфейсов RS485

№ клемм	Назначение
X3:1	Экран G (пульт)
X3:2	Линия А(пульт)
X3:3	Линия В(пульт)

№ клемм	Назначение
X3:4	Экран G (сеть)
X3:5	Линия А(сеть)
X3:6	Линия В(сеть)

3) Выходные цепи устройства.

Таблица 1.5.6 – Выходные реле устройства

№ клемм	№ реле	Назначение	Контакт
X4:1 – X4:3	K1	Вызов	ПК
X4:4 – X4:6	K2	Неисправность	ПК
X4:7 – X4:8	K3	Отключение	НО
X4:9 – X4:10	K4	Авария	НО
X4:11 – X4:12	K5	Отключение от УРОВ	НО

4) Цепи питания устройства.

Таблица 1.5.7 – Цепи питания

№ клемм	Назначение
X5:1	220В
X5:2	220В

5) Дискретные входы.

Таблица 1.5.8 – Дискретные входы устройства

№ клемм	№ входа	Назначение
X6:1 – X6:2	In1	Внешнее отключение 1
X6:3 – X6:4	In2	Внешнее отключение 1
X6:5 – X6:6	In3	Внешнее отключение 1
X6:7 – X6:8	In4	Внешнее отключение 1
X6:9 – X6:10	In5	Зарезервировано

## 1.6 Описание функций устройства

Функциональные схемы блока приведены в ПРИЛОЖЕНИИ А. На функциональной схеме отражены алгоритмы построения защит и автоматики, назначение дискретных входов и выходов.

### 1.6.1 Описание функций защит

1) Дифференциальная отсечка (ДО).

ДО предназначена для резервирования дифференциальной защиты при протекании токов междуфазных КЗ большой кратности, приводящих к насыщению первичных измерительных трансформаторов тока. Данная защита действует без торможения и ее время срабатывания не превышает 30мс. Пусковые органы защиты по току объединены по схеме «ИЛИ».

Ток срабатывания отсечки задается в относительных номинальных единицах. В свою очередь номинальный ток определяется как максимум из вторичных номинальных токов сторон. Если вторичные номинальные токи равны, то за номинал принимается ток со стороны фазных выводов генератора или двигателя (высшего напряжения при защите трансформатора). Запуск защиты происходит при превышении дифференциальным током одной из фаз уставки срабатывания пусковых органов, и через выдержку времени « $T_{\text{ср ДО}}$ » формируется сигнал «ДО» на отключение выключателя и сигнализацию.

Как было упомянуто выше, в защите предусмотрена возможность задания выдержки времени. Небольшое замедление токовой отсечки (порядка 0,05с) может потребоваться:

- для отстройки от искусственных кратковременных КЗ;
- для лучшей отстройки от бросков тока при внешних КЗ и при пуске (самозапуске) для защиты электродвигателей.

Незначительная потеря в быстродействии защиты компенсируется в этом случае повышением её чувствительности.

Ввод/вывод защиты производится программным переключателем В1.

Функциональная схема ДО представлена на рисунке 1.6.1.

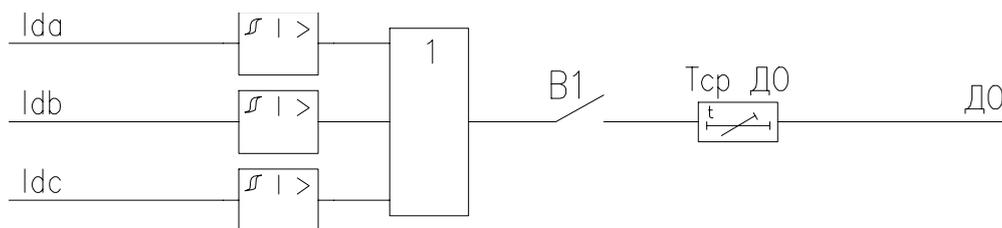


Рисунок 1.6.1 – Функциональная схема дифференциальной отсечки

Все параметры ДО настраиваются через ПУ в меню «Уставки защит» или через терминал во вкладке «Уставки».

Технические характеристики ДО приведены в таблице 1.6.1.

Таблица 1.6.1 – Характеристики срабатывания дифференциальной отсечки

Наименование параметра	Значение
Номинальный ток защиты, А	1 – 5
Диапазон уставок по току срабатывания, ое	1,0 – 10,0* $I_{НОМ}$
Дискретность задания уставок по току, ое	0,01
Диапазон уставок по времени срабатывания, с	0 – 0,1
Дискретность задания уставок по времени, с	0,01
Коэффициент возврата пусковых органов	0,95
Минимальное время срабатывания при кратности входного тока к уставке $K_1 = 2$ , мс	20
Основная абсолютная погрешность по времени срабатывания, мс	$\pm(2 \div 10)$

2) Дифференциальная защита (ДЗ).

ДЗ предназначена для селективной защиты генератора, двигателя и трансформатора от КЗ с малыми значениями дифференциальных токов. Функциональная схема ДЗ представлена на рисунке 1.6.2.

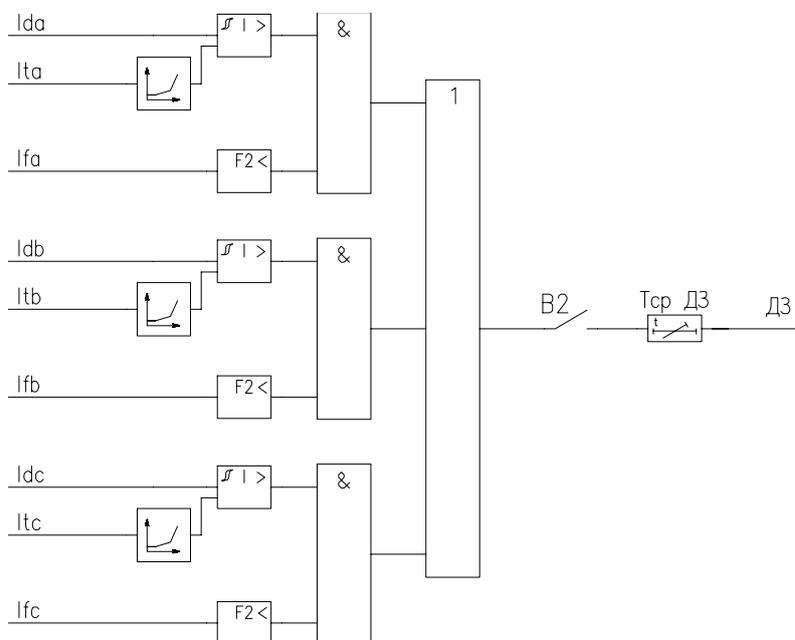


Рисунок 1.6.2 – Функциональная схема дифференциальной защиты

Дифференциальный ток защиты рассчитывается как действующее значение суммы мгновенных значений приведенных фазных токов. Срабатывание защиты происходит при превышении одним из дифференциальных токов фаз уставки срабатывания пороговых органов в соответствии с характеристикой срабатывания и одновременном отсутствии запрещающего сигнала от блока отстройки от БТН.

Для предотвращения ложного срабатывания защиты в режиме внешних замыканий, а также в режиме с максимальными нагрузочными токами предусмотрено торможение защиты сквозными токами.

Тормозной сигнал определяется как действующее значение полуразности мгновенных значений фазных токов. Зависимость тока срабатывания от тормозного сигнала представлена на рисунке 1.6.3.

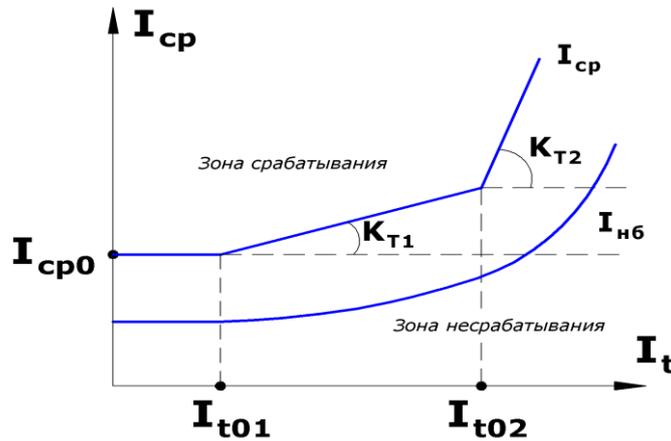


Рисунок 1.6.3 – Характеристика срабатывания ДЗ

Характеристика ДЗТ состоит из трех участков, первый из которых всегда определяется только начальным током срабатывания, а второй и третий участки – начальными токами торможения и коэффициентами торможения. Начальный ток срабатывания дифференциальной защиты, а также начальные токи торможения задаются в относительных номинальных единицах. Уставка по второй гармонике задается в процентах. Рекомендуемая величина – 20%.

Для компенсации фазового и амплитудного сдвига между сторонами защищаемого объекта необходимо также задать следующие уставки (таблица 1.6.2):

- Тип сборки вторичных цепей. Защита позволяет осуществлять программное соединение вторичных обмоток трансформаторов. Программная коррекция амплитуды и углов токовых сигналов осуществляется в соответствии с уставкой «Тип соединения обмоток трансформатора». Если вторичные цепи ТТ уже соединены соответствующим образом, то уставку «Тип сборки вторичных цепей» следует задать как «Физически».
- Тип соединения обмоток трансформатора. Данная уставка используется только при программной сборке вторичных цепей. Для корректной работы ДЗТ следует указать текущий тип соединения обмоток трансформатора (звезда или треугольник).
- Тип соединения вторичных цепей ТТ. Для корректного отображения токов следует указать тип соединения вторичных цепей трансформаторов тока. Для защиты генератора или двигателя следует установить эту уставку как «Звезда».

Таблица 1.6.2 – Уставки по вторичным цепям ТТ

Наименование уставки	Защита генератора, двигателя	Защита трансформатора
Тип сборки вторичных цепей	Всегда физически	Программно
		Физически
Тип соединения обмоток трансформатора	Не используется	Звезда
		Треугольник
Тип соединения вторичных цепей ТТ	Всегда звезда	Звезда
		Треугольник

Параметры и характеристики срабатывания дифференциальной защиты приведены в таблице 1.6.3.

Таблица 1.6.3 – Характеристики срабатывания дифференциальной защиты

Наименование параметра	Значение
Номинальный ток защиты, А	1 – 5
Диапазон уставок по начальному току срабатывания $I_{CPO}$ , ое	0,1 – 2,0* $I_{НОМ}$
Диапазон уставок по токам торможения $I_{01}$ , $I_{02}$ , ое	0,1 – 9,0* $I_{НОМ}$
Дискретность задания уставок по токам, ое	0,01* $I_{НОМ}$
Диапазон уставок по коэффициентам торможения $K_{T1}$ , $K_{T2}$ , ое	0,1 – 5,0
Дискретность задания уставок по коэффициентам торможения, ое	0,01
Диапазон уставок по времени срабатывания, с	0 – 0,1
Дискретность задания уставок по времени, с	0,01
Коэффициент возврата пусковых органов	0,95
Диапазон уставок по второй гармонике, %	10-80
Минимальное время срабатывания при кратности входного тока к уставке $K_I = 2$ , мс	20
Основная абсолютная погрешность по времени срабатывания, мс	$\pm(2 \div 10)$

### 1.6.2 Описание функций автоматики

1) Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ).

Функциональная схема УРОВ приведена на рисунке 1.6.4. МК-ДЗТ формирует сигнал «УРОВ» на отключение вышестоящего выключателя при срабатывании защит и отказе собственного выключателя. В алгоритме пуска УРОВ защиты ДО, ДЗ закреплены «жестко», а внешние сигналы на отключение вводятся программными переключателями В13-В16.

Об отказе выключателя будет свидетельствовать наличие тока через выключатель, превысившего выбранную уставку, сигнал «Пуск по I» предусматривается переключателем В11. Ввод/вывод УРОВ производится программным переключателем В12.

Параметры и характеристики УРОВ приведены в таблице 1.6.4.

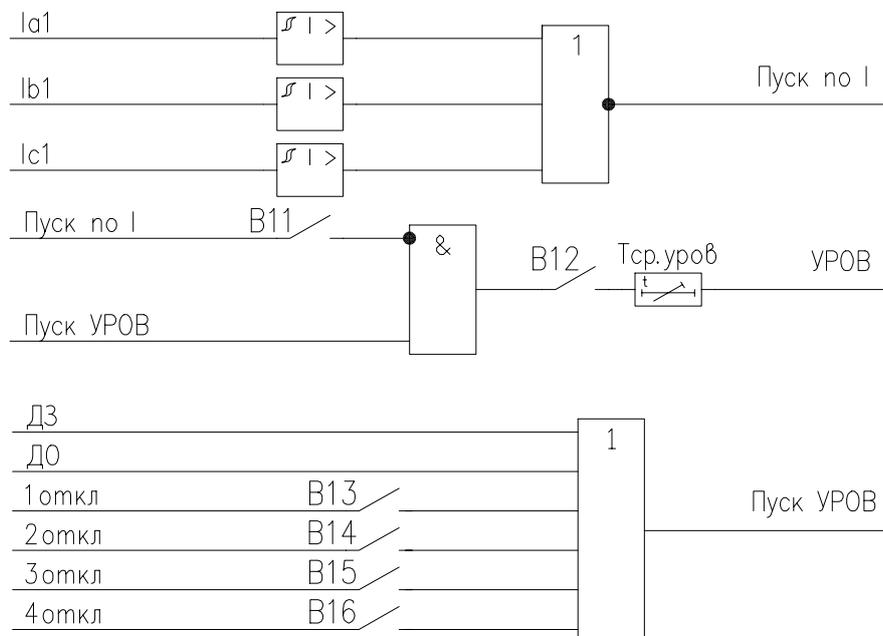


Рисунок 1.6.4 – Функциональная схема УРОВ

Таблица 1.6.4 – Технические характеристики УРОВ

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон уставок пускового органа тока во вторичных величинах, А	0 – 200
Дискретность задания уставок по току, А	0,01
Диапазон уставок по времени срабатывания, с	0 – 300
Дискретность задания уставок по времени, с	0,01
Минимальное время срабатывания при кратности входного тока к уставке $K_I = 2$ , мс	30
Коэффициент возврата пускового органа тока	0,95
Основная абсолютная погрешность по времени срабатывания, мс	$\pm(2\div 10)$

## 2) Отключение от внешних защит.

Алгоритм данной функции представлен на рисунке 1.6.5. Ввод/вывод функций «Внешнее ОТКЛ 1», «Внешнее ОТКЛ 2», «Внешнее ОТКЛ 3», «Внешнее ОТКЛ 4» производится программными переключателями В3 – В6 соответственно. Сигналы конфигурируются на любой из физических дискретных входов и могут действовать на отключение/сигнал в зависимости от положения программных переключателей В7 – В10.

Диапазон регулирования выдержки времени для каждого из внешних отключений – от 0 до 300 секунд с шагом 0,01.

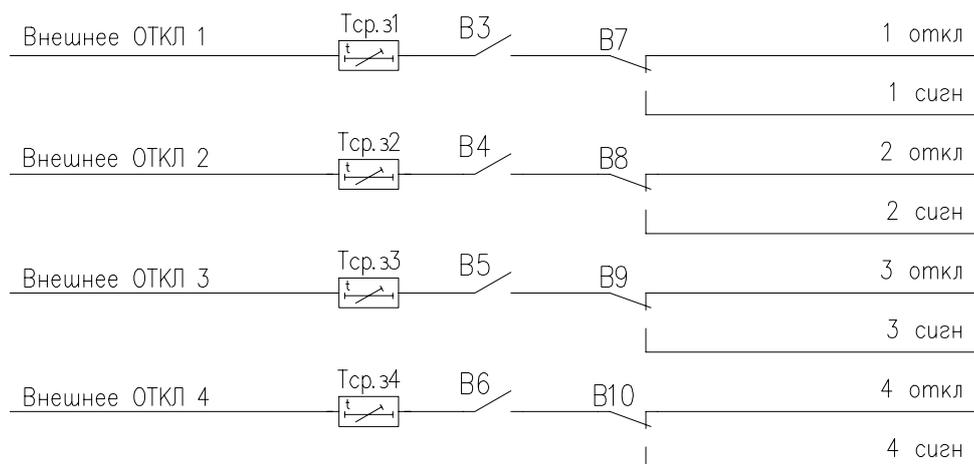


Рисунок 1.6.5 – Функциональная схема отключений от внешних защит

## 1.6.3 Описание алгоритмов сигнализации

Формирование сигналов управления выходными и сигнальными реле «ОТКЛ», «Авария», «Неиспр» и «Вызов» представлено на рисунке 1.6.6.

Управляющие сигналы от ДЗ, ДО и отключающих сигналов внешних защит действуют на отключение выключателя и устанавливают логическую «1» на выходе триггера, формируя сигнал «Авария».

Внешние защиты с действием на сигнал устанавливают в сработавшее положение триггер «Неисправность».

Сброс триггеров производится командой «Квитирование» от ПУ или ТУ.

Сигналы «Аваия» и «Неисправность» формируют сигнал «Вызов».

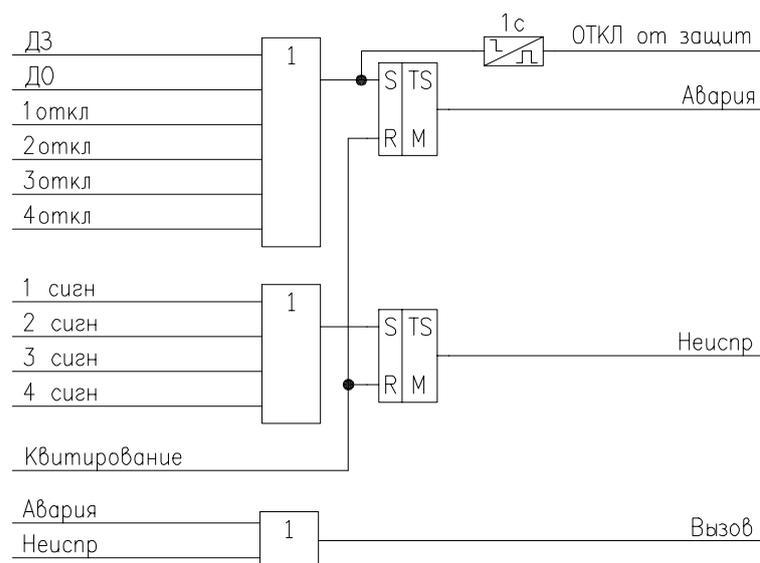


Рисунок 1.6.6 – Функциональная схема формирования сигналов управления выходными и сигнальными реле

Квитирование может производиться кнопкой «Сброс» на ПУ (сигнал «Сброс ПУ»), с терминала на компьютере или командой квитирования системы АСУ ТП (сигнал «Сброс ТУ»).

Сигнал «ОТКЛ от защит» формируется при срабатывании триггера в случае отключения от защит и снимается через 1 секунду после возврата сработавших защит. Сигнал «ОТКЛ от защит» жестко сконфигурирован на выходное реле устройства КЗ.

#### 1.6.4 Описание функций измерения и регистрации

1) Измеряемые и вычисляемые параметры сети.

Устройство имеет 6 аналоговых входов для измерения фазных токов  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$  обеих сторон защищаемого объекта.

Для измерения токов в устройстве предусмотрено по два канала измерения на каждую фазу: точный и грубый. При корректной настройке коэффициентов приведения ( $K_{ГР}$ ) точный и грубый каналы измерения обеспечивают заданную точность измерения в диапазонах до  $2,5I_{НОМ}$  и до  $20I_{НОМ}$  соответственно, где  $I_{НОМ}$  – номинальный первичный ток присоединения. В зависимости от того, в каком диапазоне находится ток нагрузки, с учетом точности измерения устройство отображает результат соответствующего канала измерения.

Все каналы измерения являются настраиваемыми. Для их настройки необходимо задать коэффициенты приведения ( $K_{ГР}$ ).

**ВНИМАНИЕ!!!** Настройку каналов измерения выполняет компания-производитель при поставке. Изменение параметров настройки самостоятельно не рекомендуется, поскольку это может привести к неправильной работе устройства. В отдельных случаях, когда требуется подстройка каналов измерения на месте, необходимо действовать в соответствии с методикой, описанной в ПРИЛОЖЕНИИ Д.

Настройка осуществляется пользователем с высшим уровнем доступа в разделе «Настройка блока» ПУ или во вкладке «Уставки» терминала.

### 1.6.5 Счетчики

Устройство оснащено счетчиком срабатывания на сигнал/отключение защит и устройств автоматики.

В устройстве предусмотрена возможность обнуления этих счетчиков. Для счетчика защит предусмотрена функция фиксации даты и времени последней очистки.

Для очистки счетчиков необходимо иметь соответствующий для этого уровень доступа, который определяется паролем (подробно в п. 1.6.9).

### 1.6.6 Цифровой осциллограф

Цифровой осциллограф используется для детального изучения изменения параметров сети в аварийном режиме.

Устройство обеспечивает запись осциллограмм всех аналоговых и дискретных сигналов во внутреннюю флэш-память. В объем одной осциллограммы входят значения всех аналоговых и дискретных сигналов.

Запуск осциллографирования производится при срабатывания ДО, ДЗ, внешних защит или при срабатывании УРОВ. Длительность осциллограммы программируемая. Общее время записи состоит из длительности предаварийной и аварийной записей.

Для настройки длительности осциллограммы необходимо указать частоту дискретизации (шаг осциллографирования) и длительность аварийной записи, при этом устройство отобразит длительность предаварийной записи и количество осциллограмм, ограниченных объемом флэш-памяти.

Настройка длительности аварийной записи и частоты дискретизации осциллограмм производится через ПУ в меню «Уставки сервисные» или во вкладке «Текущие параметры» терминала.

Уставки по частоте дискретизации: 64, 32, 21, 16. Зависимость настраиваемых характеристик показана в таблице 1.6.5, в которой показаны зависимости только для максимальной и минимальной длительности аварийной записи.

Таблица 1.6.5 – Характеристики цифрового осциллографа

Задаваемые параметры		Рассчитываемые параметры	
Частота дискретизации, кол-во точек на период	Длительность аварийной записи, с	Длительность предаварийной записи, с	Количество осциллограмм, шт
64	14,00	0,040	13
	1,50		135
32	28,00	0,081	13
	3,00		135
21	42,00	0,123	13
	4,50		135
16	56,00	0,162	13
	6,00		135

Скачивание осциллограмм производится через терминал по последовательному интерфейсу RS485. При скачивании предусмотрена возможность задания отрезка осциллограммы и формата вывода дискретных и аналоговых сигналов.

Предусмотрена возможность принудительного пуска осциллограммы через терминал.

Очистка флэш-памяти производится пользователем только с высшим уровнем доступа (сервисный пароль).

### 1.6.7 Регистратор событий

Для фиксации данных, используемых при анализе аварий и неисправностей в сети, в устройстве предусмотрен регистратор событий. В зависимости от произошедшего события регистратор формирует соответствующий протокол:

- протокол защит (срабатывание защит);
- протокол событий (штатные действия);
- протокол изменения уставок.

Скачивание протоколов производится с помощью кнопки «Скачать все» в соответствующей области терминала. На время скачивания папки протокола возможность скачивания другой блокируется.

Выбор номера протокола и просмотр всех зафиксированных параметров производится с помощью ПУ в меню «Журнал событий» или через терминал во вкладке «Протоколы защит» и вкладке «Протоколы, осциллограммы».

Устройство позволяет сохранять до 128 протоколов каждого вида. При заполнении памяти устройство производит запись нового события на место самого раннего.

#### 1) Протоколы защит (срабатывание защит).

Протокол защит формируется в момент фиксации устройством аварийного признака. В устройстве предусмотрено шесть групп аварийных признаков (ПРИЛОЖЕНИЕ Ж). Список аварийных признаков меняется в зависимости от сервисной уставки по типу присоединения.

В протоколе отображаются все текущие параметры сети, состояние всех регистров защиты и дискретных входов/выходов с фиксацией даты и времени на момент аварийного признака.

#### 2) Протоколы событий (штатные действия).

В протоколе отображаются события с фиксацией способа изменения (например, квитирование через ТУ или очистка счетчика моточасов через ПУ), пароля доступа, даты и времени. Список событий меняется в зависимости от сервисной уставки по типу присоединения и представлен в ПРИЛОЖЕНИИ З.

#### 3) Протоколы изменения уставок.

Устройство формирует протокол при изменении любых настроек блока и уставок защит. При этом отображается старое и новое значение уставки, дата и время изменения, способ изменения уставки или настройки (ТУ или ПУ), пароль доступа.

### 1.6.8 Описание функций телеуправления, телеизмерения и телесигнализации

Устройство позволяет передавать текущие параметры сети, дискретные сигналы, протоколы данных, осциллограммы, информацию о состоянии блока и управлять коммутационным аппаратом по последовательному каналу АСУ ТП.

В устройстве предусмотрено два последовательных интерфейса:

- RS485-1 для связи блока с ПУ;
- RS485-2 для связи с АСУ ТП или с ПК.

Возможность настраивать адрес устройства и скорость передачи информации в сети ModBUS реализована через ПУ в разделе «Уставки сервисные» и через терминал во вкладке «Уставки».

Диапазон регулирования уставок адреса устройства в сети ModBUS от 1 до 246 с шагом 1. Уставки по скорости в сети ModBUS [бод]: 4800, 9600, 19200, 38400, 57600.

Таблица адресов данных для опроса устройств МК-ДЗТ в АСУ ТП приведена в карте памяти, которая предоставляется компанией-производителем отдельно по запросу заказчика.

### 1.6.9 Другие функции

#### 1) Функция автоматической коррекции часов.

Принцип функции заключается в автоматическом подборе коэффициента коррекции часов. При наладке через ПК или ПУ в устройстве выставляется время, которое принимается за эталонное. После установки времени вводится функция коррекции часов. В объеме первого профилактического контроля (или другого контакта с устройством) в устройстве повторно устанавливается время, и если обнаруживается разница между эталонным и вторично заданным временем, то происходит расчет коэффициента коррекции часов, который в дальнейшем компенсирует временное отличие. После расчета коэффициента коррекции часов функция автоматически выводится. При необходимости данная опция может быть введена повторно.

В случае отключенной функции автоматической коррекции часов коэффициент коррекции задается уставкой. Доступны уставки от 0 до 63 с шагом 1. Уставке 32 соответствует номинальный ход внутренних часов, уставке более 32 – увеличение скорости внутренних часов, менее 32 – уменьшение скорости.

Включение/отключение функции автоматической коррекции часов, задание уставки коэффициента коррекции производится с помощью ПУ в меню «Уставки сервисные» или через терминал во вкладке «Уставки».

#### 2) Уровни доступа (УД).

В устройстве предусмотрено три уровня доступа: УД1 - низший, УД2 - средний, УД3 - высший, в зависимости от введенного пароля определяется уровень доступа оператора.

Первый уровень доступа активизируется шестью паролями, второй – пятью паролями, третий уровень доступа активизируется только сервисным паролем. Задание и изменение паролей для активации УД1 и УД2 может быть осуществлено только на третьем уровне доступа.

Информация об измеряемых параметрах и установленных настройках является открытой, ее просмотр осуществляется без ввода паролей.

Если настройка производится через ПУ, то пароль вводится один раз в каждом разделе основного меню при изменении какого-либо параметра данного раздела.

Если настройка производится через терминал, то пароль необходимо ввести один раз, предварительно нажав клавишу «Установить доступ» в верхнем рабочем поле ПО. Устройство автоматически запрещает доступ, если простой программы без работы с ней составляет более двух минут.

Возможности оператора с первым уровнем доступа минимальны:

- задание и изменение уставок защит;
- очистка протоколов защит, событий, изменения уставок;
- установка и изменение даты и времени.

Для оператора с УД2 кроме возможностей, представленных выше, доступно:

- изменение сервисных уставок;
- изменение коэффициентов трансформации трансформаторов тока, коэффициентов приведения, параметров вторичных обмоток ТТ и обмоток силового трансформатора;
- возможность осуществления принудительного пуска осциллографа;

На данном третьем уровне (УД3) доступа возможно изменение абсолютно всех параметров и настроек устройства, которые определяются пользователем.

## 3) Функция самодиагностики.

В процессе работы устройство постоянно выполняет внутреннюю самодиагностику с целью преждевременного выявления ошибок в аппаратной или программной части. В случае выявления внутренней ошибки или неисправности на ПУ включается светодиод «Неиспр». В зависимости от внутренней неисправности могут блокироваться алгоритмы устройства и выходные реле.

Внутренняя ошибка отображается в статусе блока, просмотр которого осуществляется в разделе «Текущие параметры – Статус» ПУ или во вкладке «Текущие параметры» терминала.

Кроме внутренних ошибок в статусе МК-ДЗТ отображаются информационные биты данных (т.е. несущие только информационную нагрузку), не вызывающие срабатывание светодиода «Неиспр» на ПУ и фиксирующие такую информацию как, например, запись осциллограммы, стирание флэш-памяти и т.д.

Список статуса блока с расшифровкой битов, последствиями для работы устройства и порядком действий при появлении неисправностей приведен в таблице 1.6.6.

Таблица 1.6.6 – Статусные биты блока МК-ДЗТ

№	Наименование	Расшифровка	Последствия	Порядок действий при появлении неисправностей
1	Неисправность Flash	Аппаратная неисправность флэш-памяти	Невозможна запись и скачивание осциллограмм	Сообщить компании-производителю. Замена или ремонт устройства
2	Неисправность RTC	Аппаратная неисправность часов реального времени	Прекращена работа часов. Невозможно скачивание протоколов	Сообщить компании-производителю. Замена или ремонт устройства
3	Ошибка CRC1 FLASH	Потеря данных пульта инициализации для доступа к осциллограммам в флэш-памяти	Невозможна запись и скачивание осциллограмм	Очистить флэш-память через терминал во вкладке «Протоколы, осциллограммы»
4	Ошибка CRC2 FLASH	Потеря данных пульта инициализации для доступа к осциллограммам в флэш-памяти	Невозможна запись и скачивание осциллограмм	Очистить флэш-память через терминал во вкладке «Протоколы, осциллограммы»
5	Ошибка CRC3 UZO	Ошибка контрольной суммы основного блока уставок	Блокировка работы всех алгоритмов. Возврат всех реле и последующая их блокировка до устранения неисправности	Перезадать сервисные уставки и уставки защит
6	Ошибка CRC4 UZD	Ошибка контрольной суммы дополнительного блока уставок	Блокировка работы дискретных входов. Возврат всех реле и последующая их блокировка до устранения неисправности	Перенастроить каналы измерения, дискретные входы и выходные реле

№	Наименование	Расшифровка	Последствия	Порядок действий при появлении неисправностей
7	Ошибка CRC5 счетчиков	Ошибка контрольной суммы счетчиков срабатывания защит	Не влияет на работу устройства	Очистить счетчики защит во вкладке «Протоколы защит» терминала или в разделе «Счетчики защит» ПУ
8	Ошибка даты/времени	Ошибка формата даты и времени	Неверное отображение даты и времени. Фиксация всех событий с ошибочной датой и временем	Задать дату и время
9	Очистка старой осциллограммы	Фиксация процесса очистки старой осциллограммы для записи новой на настоящий момент времени	Не влияет на работу устройства	
10	Неисправность АЦП (*)	Аппаратная неисправность каналов измерения устройства	Блокировка алгоритмов, опирающихся на данные поврежденного канала измерения	Сообщить компании-производителю для замены или ремонта устройства
11	Ошибка CRC заводских настроек	Сбой заводских настроек каналов измерения	Каналы измерения могут работать неверно	Сообщить компании-производителю для замены или ремонта устройства
12	Ошибка CRC уставок реле	Сбой заводских настроек выходных реле устройства	Выходные реле могут работать неверно	Сообщить компании-производителю для замены или ремонта устройства
13	Осциллографирование	Фиксация процесса записи осциллограммы на настоящий момент времени	Не влияет на работу устройства	
14	Очистка FLASH	Фиксация процесса очистки флэш-памяти на настоящий момент времени	Не влияет на работу устройства	
15	Тестирование FLASH	Фиксация процесса тестирования флэш-памяти после ее очистки на настоящий момент времени	Не влияет на работу устройства	

**Примечание:** (\*) – неисправность АЦП отображает неисправность любого из каналов измерения устройства

В таблице 1.6.7 отображены биты неисправностей «Статуса АЦП».

Таблица 1.6.7 – Статусные биты неисправности АЦП

№ пп	Наименование	Расшифровка
1	Неисправность «I <sub>1A</sub> »	Неисправность канала измерения тока I <sub>1A</sub>
2	Неисправность «I <sub>1B</sub> »	Неисправность канала измерения тока I <sub>1B</sub>
3	Неисправность «I <sub>1C</sub> »	Неисправность канала измерения тока I <sub>1C</sub>
4	Неисправность «I <sub>2A</sub> »	Неисправность канала измерения тока I <sub>2A</sub>
5	Неисправность «I <sub>2B</sub> »	Неисправность канала измерения тока I <sub>2B</sub>
6	Неисправность «I <sub>2C</sub> »	Неисправность канала измерения тока I <sub>2C</sub>

## 1.7 Маркировка и пломбирование

1) Маркировка блока выполнена на обратной стороне корпуса в соответствии с ГОСТ 18620-86.

На маркировке указаны основные данные блока:

- обозначение изделия;
- дата изготовления;
- заводской номер;
- товарный знак предприятия-изготовителя.

2) На обратной стороне корпуса нанесена маркировка разъемов блока, обозначение вывода защитного заземления.

3) Маркировка транспортной тары наносится транспортной компанией и содержит основные, дополнительные и информационные надписи и манипуляционные знаки согласно ГОСТ 14192-96.

## 1.8 Упаковка

1) Устройство упаковано в коробку, в ней осуществляется транспортирование.

2) Снятие транспортной тары должно производиться с соблюдением манипуляционных знаков.

## **2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ**

### **2.1 Эксплуатационные ограничения**

1) Климатические условия эксплуатации устройства указаны в разделе 1.1 настоящего РЭ, эксплуатационные технические характеристики не должны превышать значений, приведенных в разделе 1.2.

2) Эксплуатация устройства блока осуществляется в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей» и настоящим «Руководством по эксплуатации».

3) Возможность работы устройства в условиях, отличных от указанных в настоящем «Руководстве по эксплуатации», должна согласовываться с предприятием-изготовителем.

### **2.2 Подготовка устройства к использованию**

#### **2.2.1 Меры безопасности при подготовке устройства к использованию**

1) При эксплуатации устройства следует руководствоваться «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок, электрических станций и подстанций», а также настоящим «Руководством по эксплуатации».

2) К эксплуатации и обслуживанию устройства допускаются лица, изучившие настоящее РЭ, паспорт и прошедшие специальную подготовку в области микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики.

3) Опасным фактором при эксплуатации устройства является напряжение оперативного питания 220В. Все работы на зажимах устройства следует производить в обесточенном состоянии.

4) Заземление и защитные меры безопасности должны выполняться в соответствии с требованиями действующих "Правил устройства электроустановок". Для заземления устройства на корпусе блока защиты предусмотрен специальный заземляющий винт, который используется для подключения к заземляющему контуру.

#### **2.2.2 Объем и последовательность внешнего осмотра устройства**

1. Снять упаковку, проверить блок на наличие механических повреждений корпуса, разъемов, возникших при транспортировке.

2. Проверить соответствие собранной схемы технической документации на устройство.

3. Проверить надежность затяжки болтовых соединений.

#### **2.2.3 Размещение и монтаж**

1) Внешний вид блока защиты, устройства сопряжения с объектом, их габаритные и установочные размеры приведены в ПРИЛОЖЕНИИ И.

2) Все работы по монтажу, демонтажу и эксплуатации блока должны выполняться в соответствии с действующими «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок», а также действующими ведомственными инструкциями.

## 3 ПОРЯДОК ПРОВЕРКИ БЛОКА

### 3.1 Схема испытания

Перед установкой блока на объект проводятся испытания защиты в лабораторных условиях. Схема испытания блока приведена на рисунке 3.1. Для проверки устройства в лабораторных условиях необходимо иметь:

- испытательный комплекс «Ретом-61» или аналогичный;
- персональный компьютер;
- преобразователь интерфейса RS-485/USB;
- миллиамперметр;
- вольтметр.

К разъему X3 подключается преобразователь RS485/USB, к порту USB подключается компьютер, имеющий программное обеспечение для считывания информации, управления и настройки блока.

Фазные токи задаются с помощью токовых выходов «Ретома». Выходные контакты реле МК-ДЗТ подключаются к дискретным входам «Ретома», а дискретные входы защиты – к выходу по напряжению испытательного комплекса.

Подается напряжение питания на блок, при этом осуществляется контроль работоспособности блока по миганию зеленого светодиода на панели управления и индикации.

### 3.2 Нормирование токов и напряжений

Нормирование каналов измерения производится при заводских испытаниях, в условиях эксплуатации установленные коэффициенты приведения изменять не рекомендуется. Перед выполнением проверок необходимо задать номинальные параметры защищаемого генератора, двигателя или трансформатора и коэффициенты трансформации трансформаторов тока.

Для нормирования фазных токов необходимо задать с помощью «Ретома» равные токи в фазах. На мониторе отображаются токи в первичных и вторичных значениях. Сопоставляется измеренное амперметром и микроконтроллерным устройством значения вторичных токов. При их отличии более чем на (1-2)% необходимо произвести подстройку коэффициентами приведения. Первичное значение тока определяется через заданный коэффициент трансформации трансформатора тока:  $I_1 = I_2 K_1$ .

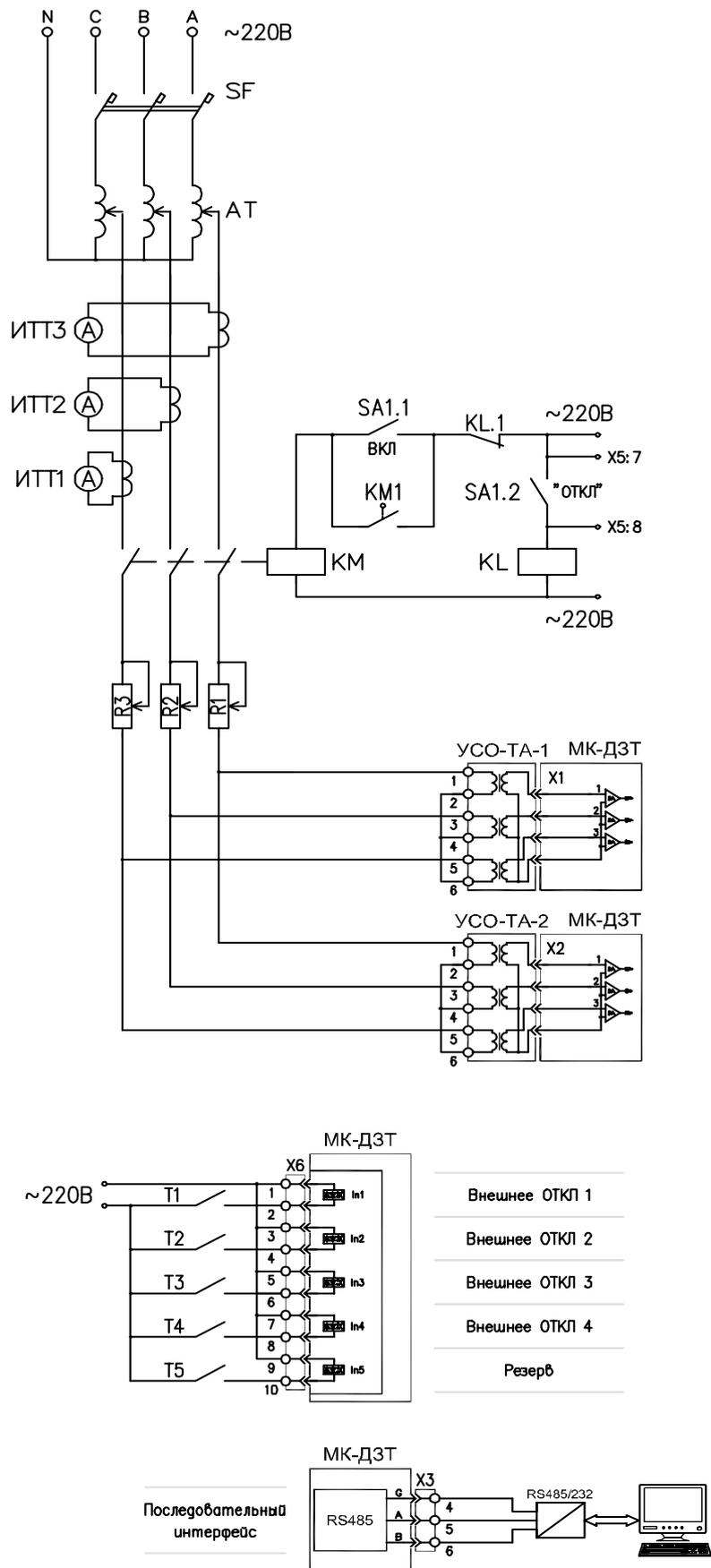


Рисунок 3.1 – Схема испытания блока

### 3.3 Проверка функционирования защит

#### 3.3.1 Дифференциальная отсечка

Проверке подлежат измерение тока срабатывания и тока возврата защиты, а также времени срабатывания.

Для измерения тока срабатывания плавно повышается ток до значения, определяемого уставкой защиты, предварительно необходимо вывести из действия защиты на отключение соответствующими программными переключателями и установить минимальную задержку на срабатывания ДО.

Фиксация срабатывания пускового органа защиты, действующей без выдержки времени, может производиться по состоянию пусковых органов соответствующих защит, отображенных на дисплее компьютера. Для этого в программе «Терминал МК-ДЗТ» во вкладке «Алгоритмы» для каждой защиты изображен алгоритм её работы, где отображаются текущие параметры, уставки, конфигурация настройки (установка программных переключателей) и состояние пусковых и выходных органов защиты. При превышении тока заданной уставки фиксируется срабатывание пускового органа по появлению метки красного цвета, при возврате – появляется метка серого цвета.

Для всех защит максимального действия принят коэффициент возврата равным 0,95. Изменяемая уставка выделена красным цветом (например, ток срабатывания).

Для измерения времени срабатывания отсечки используется секундомер, встроенный в «Ретом». Для останова секундомера используется замыкающий контакт реле КЗ «ОТКЛ». Для выполнения проверки необходимо задать ток, равный  $1,3I_{CP}$  ( $I_{CP}$  – ток срабатывания отсечки), и дать команду «Ретому» на его выдачу. После фиксации замыкания реле КЗ испытательный комплекс отобразит время срабатывания. Измеряется время срабатывания при различных значениях уставки по времени. Минимальное время срабатывания при данной кратности тока составляет 20мс. Результаты измерения для различных уставок по времени приведены в таблице 3.1.



Рисунок 3.2 – Схема запуска и останова миллисекундомера

Таблица 3.1 – Времена срабатывания защит

Уставка по времени, мс	Измеренное время срабатывания, мс	Погрешность, мс
0	25 – 30	Определяется собственным временем срабатывания реле 5÷10
50	55 – 60	
100	105 – 110	

По окончании проверки защита выводится из действия.

### 3.3.2 Дифференциальная защита

Для проверки дифференциальной защиты необходимо снять ее характеристику срабатывания и проверить функционирование блока отстройки от БТН. Порядок проверки:

- задать все уставки дифференциальной защиты и ввести ее в действие;
- задать с помощью «Ретома» две симметричные и равные по амплитуде группы токов, при этом одна группа токов должна втекать в зону защиты, а другая – вытекать (имитируется режим внешнего КЗ). Результирующий тормозной сигнал не должен превышать уставку тока начала торможения « $I_{t01}$ »;
- уменьшая по амплитуде один из токов в любой фазе, необходимо добиться срабатывания защиты: дифференциальный ток срабатывания в данном случае должен соответствовать принятому начальному току срабатывания;
- выровнять токи по амплитуде, при этом результирующий тормозной сигнал должен быть больше уставки « $I_{t01}$ »;
- уменьшая или увеличивая по амплитуде один из токов в любой фазе, необходимо добиться срабатывания защиты при разных значениях тормозного сигнала. Построенная по полученным точкам характеристика должна соответствовать принятым ранее уставкам.

Для дифференциальной защиты трансформатора необходимо также проверить функционирование блока отстройки от БТН. Для этого через любую группу ТТ необходимо пропустить выпрямленный однополупериодный ток, который имитирует бросок тока намагничивания. Такой сигнал не должен привести к срабатыванию защиты.

Время срабатывания защиты проверяется аналогично п. 3.3.1.

По окончании проверки защита выводится из действия.

### 3.3.3 Проверка действия УРОВ

Для выполнения проверки необходимо:

- установить ток в защите, превышающий уставку дифференциальной токовой отсечки;
- задать уставку пускового органа по току УРОВ меньше уставки ДО;
- задать выдержку времени УРОВ;
- клеммы X4:7–X4:8 «ОТКЛ» завести на «Ретом» в качестве внешнего пуска секундомера;
- выходные цепи реле «УРОВ» (X4:11–X4:12) завести на останов секундомера;
- включить программные переключатели В11 «Пуск по I» и В12.

Выдача токов приведет к срабатыванию ДО и выходное реле К3 запустит секундомер. Поскольку отключения выключателя не произойдет (имитируется его отказ), то по заданному алгоритму произойдет срабатывание УРОВ с действием выходного реле К5 на останов секундомера. Проверяется соответствие времени срабатывания УРОВ заданной уставке.

Аналогично произвести проверку при действии другой защиты.

Вернуть схему испытания в исходное состояние.

### 3.3.4 Проверка логики отключения от внешних защит

Для выполнения проверки прохождения команды «Внешнее отключение 1» необходимо включить программный переключатель В3 и задать выдержку времени по этому каналу отключения. Программный переключатель В7 установить в положение действия на отключение. Далее, с выхода по напряжению «Ретома» выдать переменный или постоянный сигнал 150-200В (соответствует логической единице) на соответствующий дискретный вход защиты. При этом с установленной выдержкой времени произойдет отключение. Программный

переключатель установить в положение действия на сигнал и повторить опыт. Должно сработать сигнальное реле К2 «Неисправность» и К4 «Вызов».

Аналогично выполняется проверка прохождения команд «Внешнее отключение 2» – «Внешнее отключение 4».

### 3.3.5 Проверка мощности, потребляемой устройством по цепи питания

Для выполнения проверки собирается схема по рисунку 3.3. Мощность, потребляемая устройством, вычисляется как произведение тока (А) на напряжение (В):  $P_{\text{пот}} = I \times U$ . Вычисленное значение мощности не должно превышать 5Вт в дежурном режиме и 7Вт в режиме срабатывания.

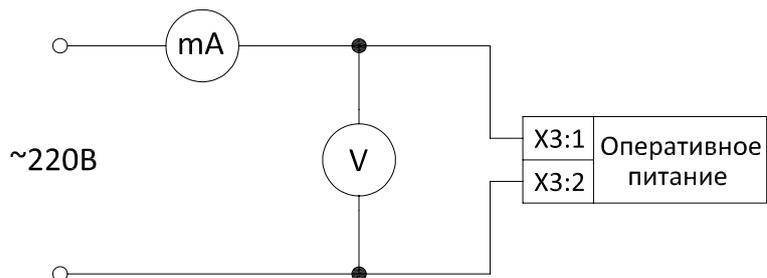


Рисунок 3.3 – Схема проверки мощности, потребляемой устройством

## 4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ БЛОКА

### 4.1 Общие указания

1) Техническое обслуживание и эксплуатация устройства осуществляется в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей» и настоящим «Руководством по эксплуатации».

2) Техническое обслуживание устройства должно осуществляться в нормальных климатических условиях испытаний в соответствии с ГОСТ 15150-69:

- температура – плюс  $25 \pm 10^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха – от 45 до 80%;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7кПа.

3) К техническому обслуживанию устройства допускаются лица, изучившие настоящее РЭ, паспорт, прошедшие специальную подготовку в области микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики.

### 4.2 Меры безопасности

1) При техническом обслуживании и эксплуатации устройства следует руководствоваться «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок, электрических станций и подстанций», а также настоящим «Руководством по эксплуатации».

2) Все работы по монтажу, демонтажу и эксплуатации блока должны выполняться в соответствии с действующими «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок», а также действующими ведомственными инструкциями.

3) Заземление и защитные меры безопасности должны выполняться в соответствии с требованиями действующих «Правил устройства электроустановок». Для заземления устройства на корпусе блока защиты предусмотрен специальный заземляющий винт, который используется для подключения к заземляющему контуру.

4) В процессе технического обслуживания блока необходимо исключить возможность обтекания токовых цепей при выполнении профилактических работ. Все виды монтажных работ, работ на зажимах разъемов и контактных соединений должны проводиться при обесточенном состоянии устройства, при этом должны быть предусмотрены мероприятия, исключающие возможность подачи оперативного питания и вторичного напряжения от измерительных трансформаторов напряжения.

### 4.3 Виды технического обслуживания устройств РЗА

Виды, периодичность и программа работ при техническом обслуживании блока разработаны на основании «Правил технического обслуживания устройств релейной защиты и электроавтоматики электрических сетей 0,4-35кВ». Устанавливаются следующие виды технического обслуживания устройства:

- проверка при новом включении (наладка);
- профилактический контроль;
- профилактическое восстановление (ремонт);
- опробование (тестовый контроль);
- технический осмотр.

Кроме того, в процессе эксплуатации могут проводиться следующие виды непланового технического обслуживания:

- внеочередная проверка;
- послеаварийная проверка.

1) Проверку (наладку) устройства при новом включении следует проводить при вводе вновь смонтированного оборудования или реконструкции устройств релейной защиты и автоматики на действующем объекте. Это необходимо для оценки исправности аппаратуры и вторичных цепей, правильности схем соединений, проверки работоспособности устройств РЗА в целом. Проверка при новом включении блока должна выполняться персоналом, прошедшим специальную подготовку.

2) Профилактический контроль проводится в целях выявления и устранения возникающих в процессе эксплуатации внезапных отказов элементов защиты, способных вызвать излишние срабатывания или отказы срабатывания защиты.

Первый после включения устройства РЗА в эксплуатацию профилактический контроль проводится главным образом в целях выявления и устранения приработочных отказов, происходящих в начальный период эксплуатации.

3) Профилактическое восстановление проводится в целях проверки исправности аппаратуры и цепей, соответствия уставок и характеристик устройства заданным, проверки устройства РЗА в целом.

4) Опробование проводится в целях проверки работоспособности устройства и приводов коммутационных аппаратов. Опробование может производиться с помощью встроенных элементов опробования либо имитацией срабатывания пусковых органов устройства. Допускается производить опробование средств РЗА присоединений, находящихся под нагрузкой, путем вызова срабатывания пусковых органов. Необходимость и периодичность проведения опробования определяется местными условиями и утверждается главным инженером предприятия. Правильное действие устройства РЗА в течение 6 месяцев до срока опробования приравнивается к опробованию.

5) Внеочередная проверка проводится при частичных изменениях схем или реконструкции устройств РЗА, при необходимости изменения уставок или характеристик устройства, а также для устранения недостатков, обнаруженных при проведении опробования.

6) Послеаварийная проверка проводится для выяснения причин отказов функционирования или неясных действий устройства.

7) Периодические технические осмотры проводятся в целях проверки состояния аппаратуры и цепей РЗА, а также соответствия положения накладок и переключающих устройств режиму работы оборудования.

Порядок и объемы испытаний блока приведены в разделе 3.

#### 4.4 Виды работ при техническом обслуживании устройства

1) Перечень проводимых работ при различных видах технического обслуживания (ТО) устройства приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Технические работы по обслуживанию блока

№	Перечень проводимых работ при техническом обслуживании	Вид ТО
1	Подготовительные работы. Подготовка необходимой документации (принятые к исполнению схемы подключения, заводская документация на устройство, уставки защит и автоматики, программное обеспечение для работы с устройством и т.д.). Подготовка испытательных устройств, средств измерения, соединительных проводов и инструментов, допуск к работе, отсоединение всех цепей связи на рядах зажимов проверяемого устройства (при новом включении), принятие мер против возможности воздействия проверяемого устройства на другие устройства.	Н, К1, В, К
2	Внешний осмотр. Проверяются: - выполнение требований ПУЭ, ПТЭ и других директивных документов, относящихся к налаживаемому устройству, а также соответствие устройства проекту и реальным условиям работы; - отсутствие механических повреждений аппаратуры, состояние изоляции выводов устройства; - состояние монтажа проводов и кабелей, соединений на рядах зажимов, разъемов интерфейса связи (состояние их контактов); - состояние уплотнений, кожухов, вторичных выводов трансформаторов напряжения и т.д.; - состояние и правильность выполнения заземлений цепей вторичных соединений; - наличие и правильность надписей на панелях и аппаратуре, наличие и правильность маркировки кабелей, жил кабелей, проводов.	Н, К1, В
3	Внутренний осмотр. Проверке подлежит: - целостность деталей реле и устройств, правильность их установки и надежности крепления; - отсутствие пыли и посторонних предметов; - надежность контактных соединений, затяжка винтовых соединений; - состояние элементов печатных плат, дорожек, отсутствие мест перегрева; - затяжка стяжных болтов, трансформаторов и т.д.	К1, В
4	Проверка сопротивления изоляции. Измеряется электрическое сопротивление изоляции независимых цепей устройства по отношению к корпусу и между собой (кроме порта(ов) последовательной передачи данных RS485). К независимым цепям устройства относятся: - входные цепи от измерительных трансформаторов тока; - входные цепи от измерительных трансформаторов напряжения; - входные цепи питания оперативным током; - выходные цепи дискретных сигналов от контактов выходных реле; - входные цепи дискретных сигналов от контактов реле других устройств. Сопротивление изоляции между каждой независимой цепью (гальванически не связанной с другими цепями) и корпусом, соединенным со всеми остальными независимыми цепями, должно быть не менее 10МОм. Измерение производится мегаомметром на напряжение 1000В. Элементы, не рассчитанные на испытательное напряжение 1000В, при измерении исключаются из схемы. Сопротивление изоляции цепей 24В и ниже измеряется омметром на напряжение до 15В.	Н, К1, В
5	Испытания электрической прочности изоляции независимых цепей устройства по	Н, К1

	отношению к корпусу и между собой (кроме порта последовательной передачи данных) проводятся испытательным напряжением 1000В (эффективное значение) переменного тока частотой 50Гц в течение 1 мин. При последующих проверках изоляция цепей устройства должна быть испытана напряжением 1000В переменного тока или мегаомметром на напряжение 2500В.	К, В
6	Проверка задания требуемой конфигурации устройства с пульта управления и индикации или с ПК по RS485. Проверка задания уставок устройства защиты с блока управления и индикации или с ПК по RS485.	Н, К1, В
7	Проверка отображения всех контролируемых параметров производится при поданных на устройство токов и напряжений в соответствии со схемой проверки электрических характеристик. Проверяется правильность подключения токовых цепей и цепей напряжения к устройству. Проверяется отображение на мониторе ПК по RS485 и на дисплее блока управления и индикации токов трех фаз, линейных напряжений, частоты, тока и напряжения нулевой последовательности. Проверяются вычисляемые параметры: токи и напряжения прямой и обратной последовательности, активная и реактивная мощность.	Н, К1, В
8	Проверка уставок срабатывания и коэффициентов возврата измерительных органов всех защит, проверка выдержек времени защит и автоматики – выполняется в соответствии с методикой проверки электрических характеристик.	Н, К1, В
9	Проверка взаимодействия измерительных органов и логических устройств в соответствии с заданным алгоритмом работы защиты и автоматики, контроль состояния дискретных входов, контактов выходных реле и светодиодов при срабатывании выполняется в соответствии с методикой проверки электрических характеристик.	Н, К1, В
10	Проверка функций управления выключателем (местное, дистанционное), проверка АПВ производится путем воздействия на коммутационный аппарат, моделирующий выключатель.	Н, К1, К, В
11	Проверка функций регистрации и осциллографирования аварийных параметров.	Н, В
12	Проверка функции самодиагностики.	Н, К1, К, В
13	Комплексная проверка устройства производится при номинальном напряжении оперативного тока при подаче на устройство параметров аварийного режима от постороннего источника и полностью собранных цепях устройства при закрытых кожухах. Выходные цепи устройства должны быть надежно разомкнутыми.	Н, К1, В, К
14	Проверка взаимодействия проверяемого устройства с другими включенными в работу устройствами защиты, автоматики, управления и сигнализации и действия устройства на коммутационную аппаратуру.	Н, К1, В
15	Проверка устройства рабочим током и напряжением.	Н, К1, В

2) Проверка сопротивления изоляции всех независимых цепей устройства должна производиться в соответствии с п.п.1.3.2 настоящего «Руководства по эксплуатации».

Проверка электрической прочности изоляции между всеми независимыми цепями (кроме порта последовательной передачи данных) относительно корпуса и всех независимых цепей между собой производится испытательным напряжением 1000В (эффективное значение) переменного тока 50Гц. Проверка производится при закороченных зажимах каждой группы электрически независимой цепи. Перечень групп независимых цепей приведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Независимые цепи блока

№	Наименование независимой цепи	Объединяемые клеммы
1	Цепи питания	X5:1 – X5:2
2	Цепи фазных токов	X1:1 – X1:6, X2:1 – X2:6
3	Дискретные входы In1-In5	X6:1 – X6:2; X6:3 – X6:4; X6:5 – X6:6; X6:7 – X6:8; X6:9 – X6:10
4	Реле К1	X4:1 – X4:2 – X4:3
5	Реле К2	X4:4 – X4:5 – X4:6
6	Реле К3	X4:7 – X4:8
7	Реле К4	X4:9 – X4:10
8	Реле К5	X4:11 – X4:12

### 3) Проверка электрических характеристик

Проверка производится в соответствии с п.п. 3.3 настоящего «Руководства по эксплуатации». Работы по проверке электрических характеристик должны завершаться выставлением и проверкой уставок и режимов, задаваемых МС РЗА, затем производится сборка всех цепей, связывающих проверяемое устройство с другими цепями, подключение жил кабелей к рядам зажимов панелей, шкафов.

### 4) Проверка взаимодействия элементов устройств

Проверяется правильность взаимодействия измерительных органов и логических цепей защиты с контролем состояния всех контактов выходных реле и светодиодов. Проверка производится путем имитации условий для срабатывания измерительных органов. Особое внимание при проверке необходимо обратить на отсутствие обходных цепей, правильность работы устройства при различных положениях накладок. Проверку следует производить при номинальном напряжении оперативного тока.

### 5) Комплексная проверка устройства

Производится при номинальном напряжении оперативного тока при подаче на устройство параметров аварийного режима от постороннего источника и полностью собранных цепях устройства при закрытых кожухах реле и разомкнутых выходных цепях. При комплексной проверке необходимо измерить время действия каждой из ступеней устройства и проверить правильность действия устройства сигнализации, правильность поведения устройства при имитации всех возможных видов КЗ в зоне и вне зоны действия устройства.

Проверка взаимодействия проверяемого устройства с другими включенными в работу устройствами РЗА проводится при номинальном напряжении оперативного тока. После окончания проверки следует подключить цепи связи к другим устройствам на рядах зажимов проверяемого устройства и проверить действие от выходного реле проверяемого устройства на коммутационную аппаратуру.

## 5 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

1) Устройство является восстанавливаемым и ремонтпригодным. Ремонтпригодность устройства обеспечивается:

- модульной конструкцией, позволяющей быстро заменить неисправный блок на исправный на месте установки без какой-либо настройки;
- внутренней самодиагностикой, позволяющей быстро выявлять факт неисправности и определять неисправный элемент;
- взаимозаменяемостью блоков.

2) При замене электронного блока необходимо открутить крепежные винты, отстыковать от разъемов блок, установить вместо неисправного запасной блок.

3) Ремонт устройства в период гарантийной эксплуатации производится заводом-изготовителем. В последующие годы эксплуатации ремонт производится по договору с заводом-изготовителем квалифицированными специалистами, аттестованными на право ремонта микропроцессорных устройств.

4) Возможные неисправности, вероятные причины и методы их устранения приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Возможные неисправности устройства

№	Внешние проявления	Возможная причина	Способ устранения
1	Не мигает светодиод «Контроль» на ПУ	Отсутствует питание блока	Проверить наличие напряжения питания
2	Большой уровень несимметрии токов	Несимметрия аналоговых сигналов, пропорциональных вторичным токам.  Неисправен датчик тока.	Измерить токоизмерительными клещами вторичные токи. При их симметрии проверить каналы по трактам усиления. Найти и устранить причину несимметрии. Заменить неисправный датчик.
3	ДЗТ не реагирует на запрос головного устройства	Неверно выполнено подключение кабеля. Неисправен кабель.	Проверить правильность подключения и исправность кабеля
4	При запросе головного устройства нет параметров от устройства	Неверно установлен адрес устройства	Проверить установку адреса устройства

## **6 ХРАНЕНИЕ**

1) Устройство до введения в эксплуатацию хранится на складе в упаковке предприятия - изготовителя, при температуре окружающего воздуха  $-20 - +40^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности 80% (при температуре  $25^{\circ}\text{C}$ ).

Изделие без упаковки хранится при температуре окружающей среды  $0 - 40^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности 80% (при температуре  $25^{\circ}\text{C}$ ).

2) В помещениях для хранения содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержание коррозионно-активных агентов для атмосферы типа I по ГОСТ 15150-69.

3) Гарантийный срок хранения устройства 18 месяцев со дня изготовления.

4) При снятии блока с хранения в условиях пониженной температуры необходимо выдержать его в упаковке не менее двух часов при комнатной температуре.

## **7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ**

1) Изделие транспортируется в крытых железнодорожных вагонах, перевозится автомобильным транспортом с защитой от дождя и снега, а также транспортируется в герметизированных отапливаемых отсеках самолетов. При перевозке в железнодорожных вагонах вид отправки - мелкий, малотоннажный.

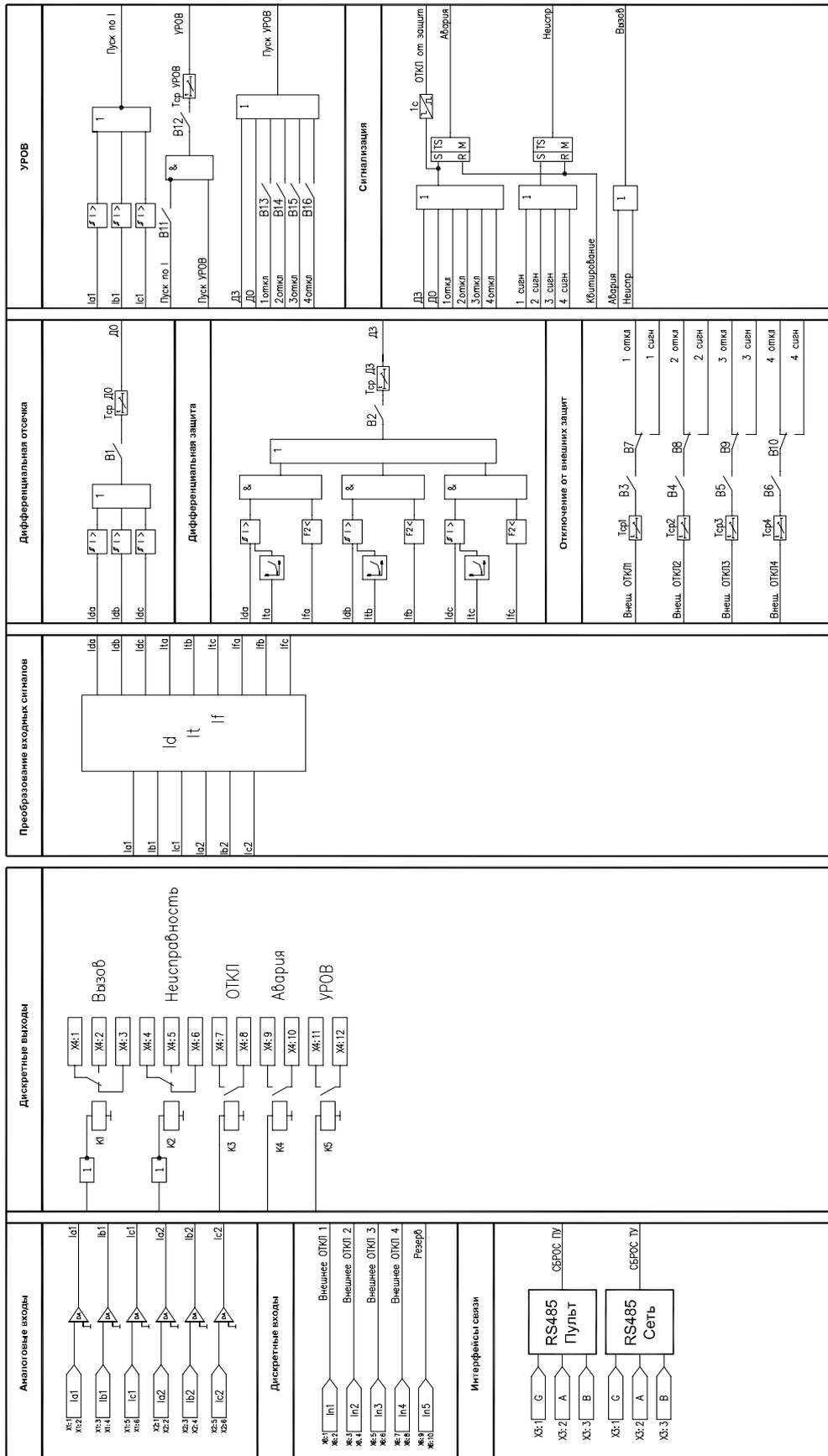
2) Климатические условия транспортирования блока являются такими же, как при хранении.

## **8 УТИЛИЗАЦИЯ**

Устройство не содержит веществ и компонентов, вредно влияющих на окружающую среду и здоровье человека, поэтому особых мер по защите при утилизации не требуется.

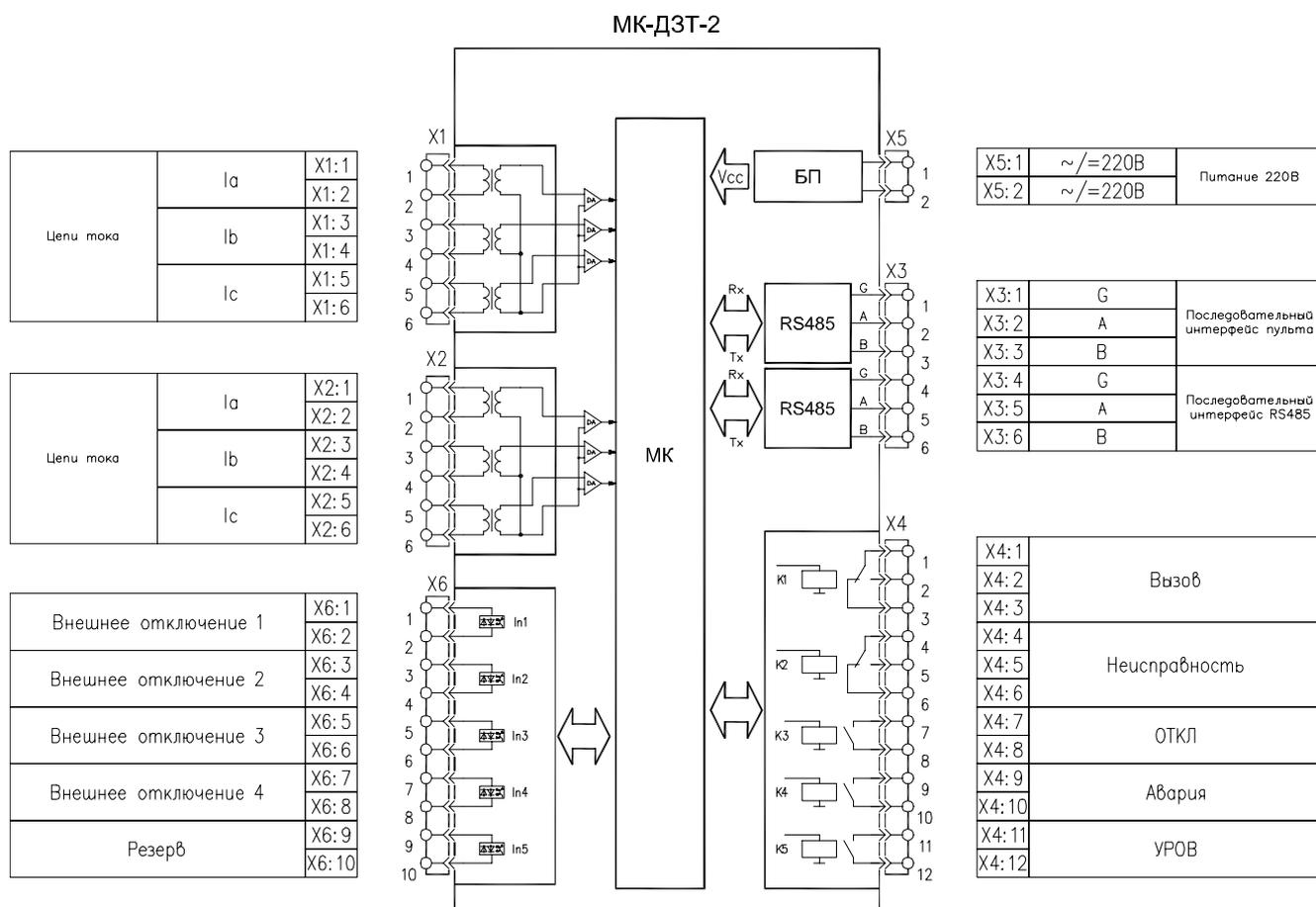
## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Функциональная схема блока



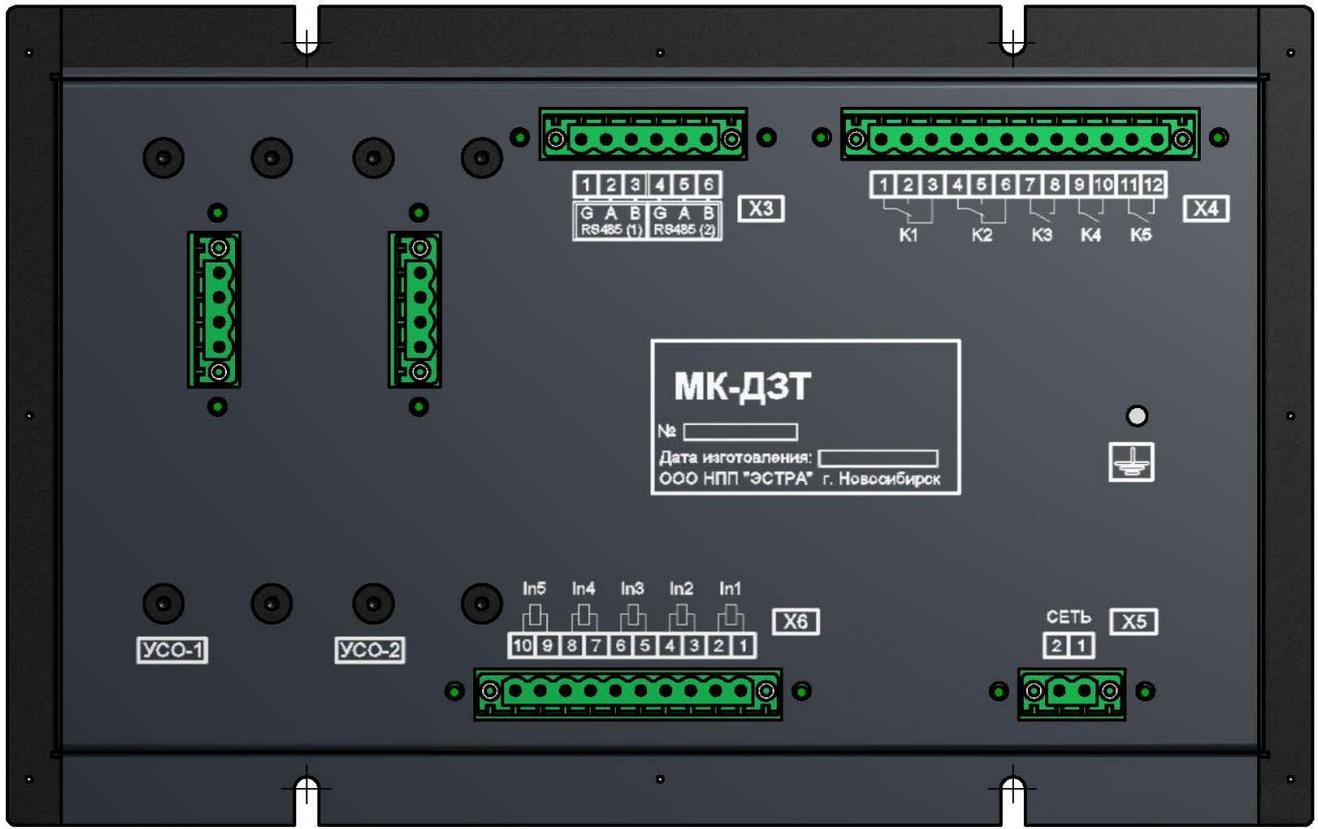
## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Внешние цепи блока



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Схема подключения разъемов



**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**

## Статусные регистры

Статус 0	Статус 1
–	ДО
–	ДЗ
СБРОС ТУ	–
СБРОС ПУ	–
Неисправность 1	Пуск по I
ОТКЛ от защит	Пуск УРОВ
ОТКЛ от защит 1	УРОВ
Квитирование	–
Неисправность	1 сигн
Авария	2 сигн
Вызов	3 сигн
Неисправность ДЗТ	4 сигн
–	1 откл
–	2 откл
–	3 откл
–	4 откл

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Настройка каналов измерения

***ВНИМАНИЕ!!!*** Для настройки параметров каналов измерения необходимо использовать только **ПОВЕРЕННЫЕ** измерительные приборы.

Перед началом настройки необходимо выполнить подключение датчика (источника) тока к устройству. В случае отсутствия у источника тока измерительных приборов, выполнить подключение амперметра.

Настройку необходимо осуществлять через ПУ в разделе «Настройка блока» или через терминал во вкладке «Каналы измерения».

Последовательность действий следующая:

- 1) подать ток на вход  $I_{1A}$  устройства;
- 2) задать уровень тока, соответствующий замеру 800-900 единиц АЦП, для точного канала измерения;
- 3) сравнить показания токов устройства и амперметра;
- 4) если измеряемый устройством ток отличается от задаваемого в меньшую сторону, то  $K_{ПР}$  необходимо увеличить до уровня, при котором токи станут равными. Соответственно, если измеряемый ток отличается от подаваемого в большую сторону,  $K_{ПР}$  необходимо уменьшить;
- 5) увеличить подаваемый ток до уровня, соответствующего замеру 800-900 единиц АЦП, для грубого канала измерения. Если датчик тока не позволяет выдать такую величину тока, то добиться данного замера в единицах АЦП можно путем уменьшения уставки  $K_{ТТ}$  (т.е. путем уменьшения вторичного номинального тока);
- 6) сравнить показания токов устройства и амперметра;
- 7) подобрать  $K_{ПР}$ .

Аналогично выполняется настройка точного и грубого каналов измерения для остальных токов.

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е**

## Список пускающих сигналов осциллограф

№ пп	Сигналы МК-ДЗТ
1	ДО
2	ДЗ
3	Пуск «Внешнее ОТКЛ 1»
4	Пуск «Внешнее ОТКЛ 2»
5	Пуск «Внешнее ОТКЛ 3»
6	Пуск «Внешнее ОТКЛ 4»
7	УРОВ
8	---
9	---

**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж**  
Группы аварийных признаков

Признак 0	Признак 1
–	ДО
–	ДЗ
СБРОС ТУ	–
СБРОС ПУ	–
Неисправность 1	Пуск по I
ОТКЛ от защит	Пуск УРОВ
ОТКЛ от защит 1	УРОВ
Квитирование	–
Неисправность	1 сигн
Авария	2 сигн
Вызов	3 сигн
Неисправность ДЗТ	4 сигн
–	1 откл
–	2 откл
–	3 откл
–	4 откл

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**  
Список «протоколов событий»

№ пп	События МК-ДЗТ
1	Питание снято/подано
2	---
3	---
4	Очистка флэш-памяти
5	---
6	---
7	Квитирование через ПУ / ТУ
8	---
9	Очистка счетчиков срабатывания защит
10	Программирование заводских настроек
11	Восстановление заводских настроек
12	Автоматический переход на зимнее/летнее время
13	Заводская конфигурация входов/выходов
14	Программирование заводских уставок
15	---

## ПРИЛОЖЕНИЕ И

### Внешний вид и габаритный чертеж

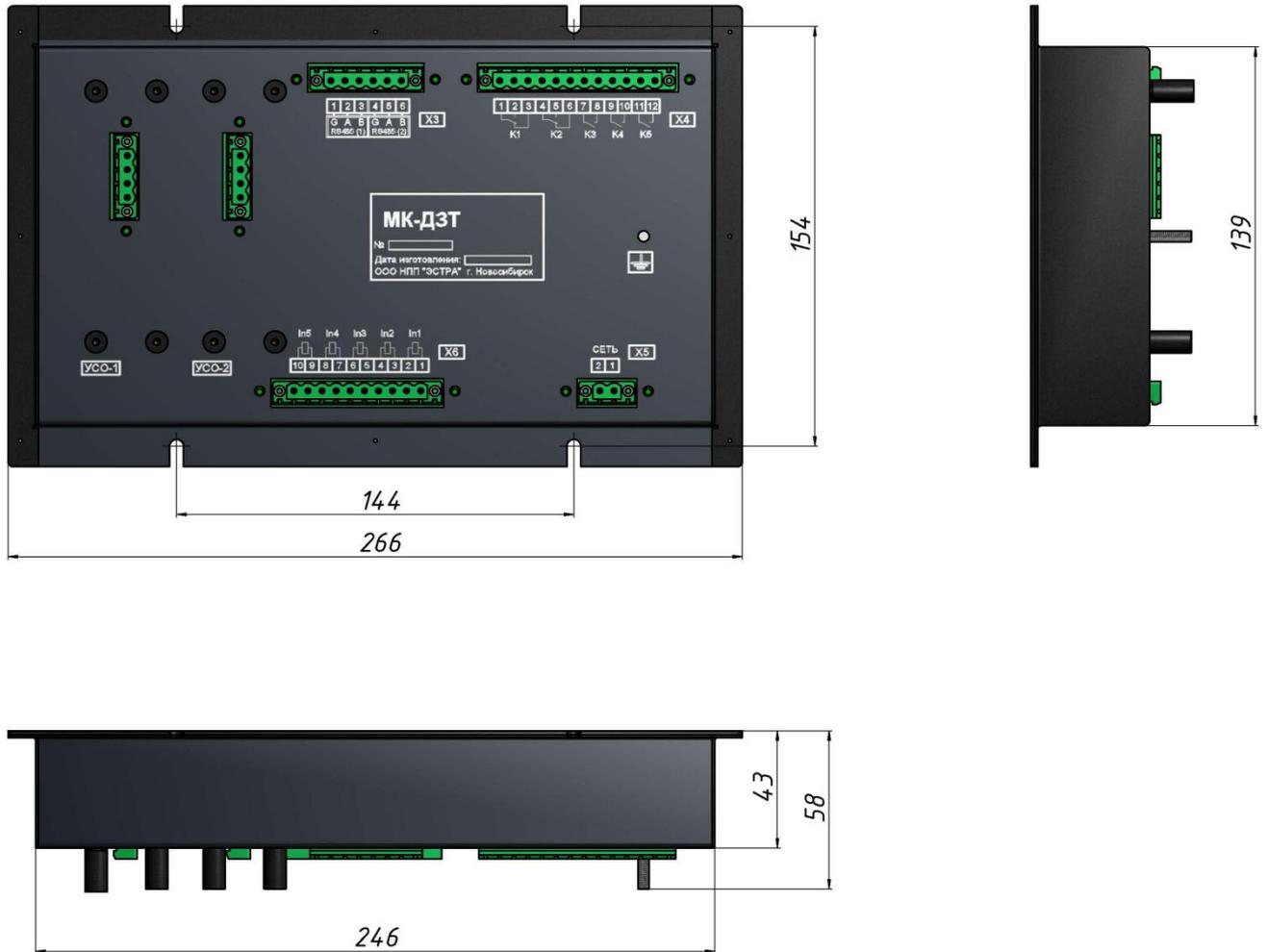


Рисунок И.1 – Внешний вид и габаритный чертеж блока защиты

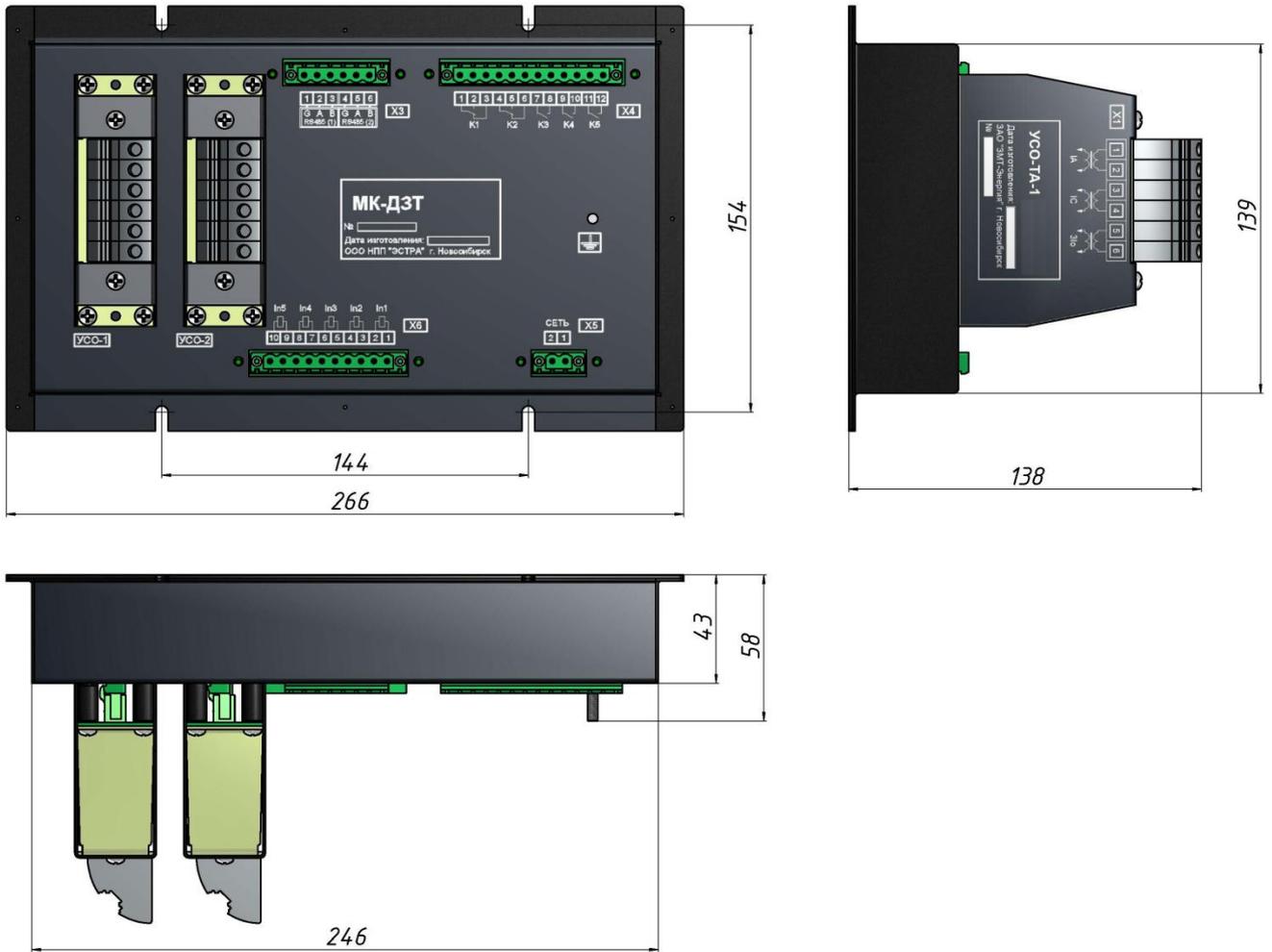


Рисунок И.2 – Внешний вид и габаритный чертеж блока с УСО-ТА

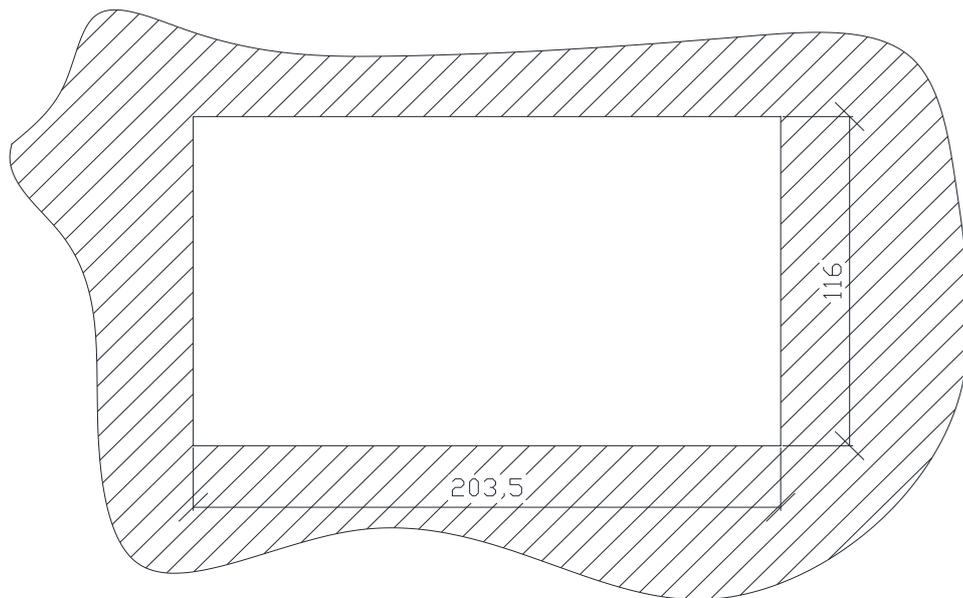
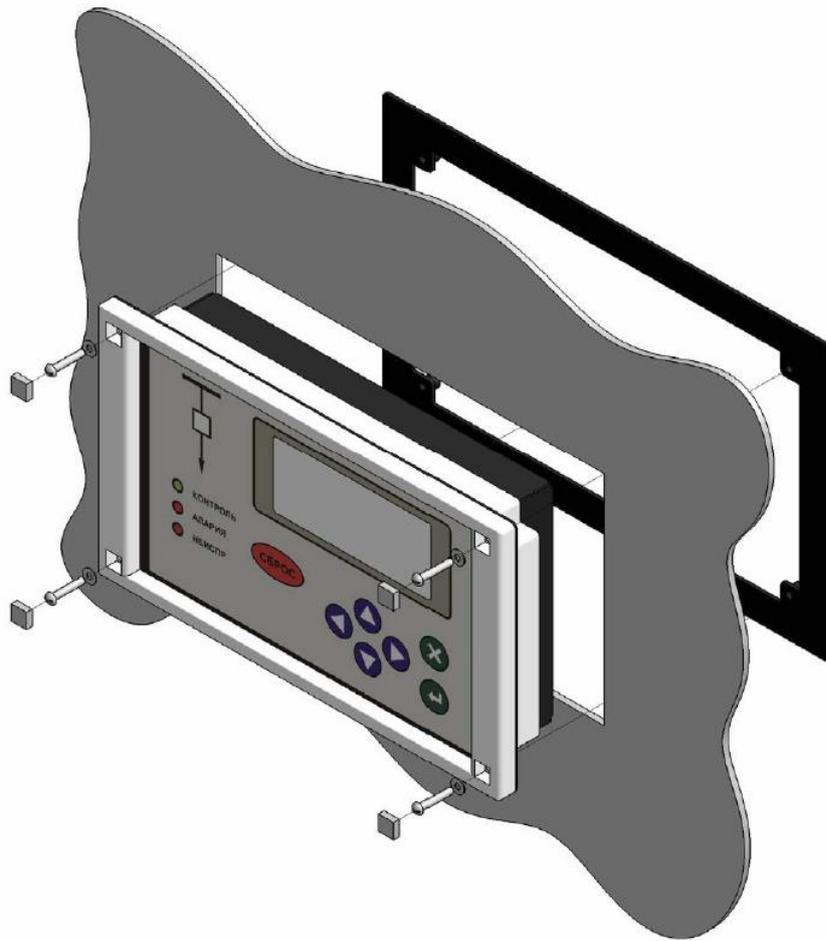


Рисунок И.3 – Установка пульта управления