



МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫЙ БЛОК ЗАЩИТЫ ГЕНЕРАТОРА ОТ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ В ОБМОТКЕ РОТОРА

Руководство по эксплуатации

27.12.31-136-23566247

(версия 1.01 от 28.07.23)



Содержание

1 НАЗНАЧЕНИЕ	6
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	8
2.1 Климатические условия эксплуатации.....	8
2.2 Конструктивное исполнение.....	8
2.3 Электрическая прочность изоляции.....	9
2.4 Электромагнитная совместимость.....	9
2.5 Аналоговый выход (выход наложенного напряжения).....	10
2.6 Дискретные входы и выходы.....	10
2.7 Оперативное питание.....	11
2.8 Габаритные размеры и масса устройства, сроки службы.....	12
3 РАБОТА УСТРОЙСТВА.....	13
3.1 Состав изделия и конструктивное исполнение.....	13
3.2 Работа составных частей устройства.....	14
3.3 Внешние цепи устройства.....	18
4 РАБОТА С БЛОКОМ ЧЕРЕЗ ПК.....	20
5 РАБОТА С БЛОКОМ ЧЕРЕЗ ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ.....	22
5.1 Меню пульта управления.....	22
5.2 Текущие параметры.....	22
5.3 Протоколы срабатывания.....	22
5.4 Уставки защит.....	24
5.5 Сервисная информация.....	24
6 ПРОВЕРКА БЛОКА ЗАЩИТЫ.....	25
6.1 Схема подключения.....	25
6.2 Порядок испытания.....	25
7 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ, МАРКИРОВКА, УПАКОВКА.....	30
7.1 Комплект поставки.....	30
7.2 Маркировка.....	30
7.3 Упаковка.....	30
8 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ.....	31
8.1 Эксплуатационные ограничения.....	31
8.2 Подготовка устройства к использованию.....	31
8.2.1 Меры безопасности при подготовке устройства к использованию.....	31
8.2.2 Размещение и монтаж.....	32
8.3 Текущий ремонт.....	32

8.4 Хранение.....	32
8.5 Транспортирование	33
8.6 Утилизация	33
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	34
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	35
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	38

Перечень сокращений

АСУ	- автоматизированная система управления;
АЦП	- аналого-цифровой преобразователь;
БВО	- блок выходных органов;
ВВ	- высоковольтный выключатель;
ДВ	- дискретный вход;
ИНН	- стабилизированный источник наложенного напряжения;
ИП	- стабилизированный источник питания;
МК	- микроконтроллер;
ОК	- оптронный ключ;
ОУ	- операционный усилитель;
РЩ	- релейная щетка;
ПК	- персональный компьютер;
ПФ	- преобразователь функциональный;
ПУ	- пульт управления и индикации;
ТИ	- телеизмерение;
ТН	- трансформатор напряжения;
ТС	- телесигнализация;
ТУ	- телеуправление;
УП	- устройство подключения;
ЭК	- электронный ключ-коммутатор.

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с техническими данными, конструкцией, устройством, принципом работы и правилами эксплуатации микроконтроллерной защиты генератора то замыканий в обмотке ротора МК-РЗР.

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 и 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 и не отраженные в данном документе.

Внимание!

Не включать устройство до изучения настоящего руководства по эксплуатации.

1 НАЗНАЧЕНИЕ

Устройство микроконтроллерной защиты генератора предназначено для защиты от замыканий на землю в обмотке ротора блочного генератора.

По принципу действия защита осуществляет контроль тока через сопротивление изоляции. Для защиты 100% обмотки ротора и определения электрической удаленности точки в обмотке ротора со сниженным уровнем изоляции к измерительной цепи периодически подключается внешний источник постоянного тока.

Кроме функции защиты, на МК-РЗР возлагается функция контроля уровня изоляции обмотки ротора и всех электрически связанных с ним цепей, а также протоколирование изменений сопротивления изоляции, контроля цепей наложенного тока и исправности самой защиты.

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 и текущую информацию по всем контролируемым параметрам.

Таблица 1.1 – Функции защиты

Название
Мониторинг уровня изоляции ротора генератора в рабочем режиме, а также перед его включением в работу
Сигнализация о снижении уровня изоляции ниже уставки первой ступени, при которой генератор выводится из работы (если недопустим длительный режим работы при замыкании обмотки ротора на корпус в одной точке)
Отключение генератора (или сигнализация) при замыкании на корпус во второй точке обмотки ротора, если ни одна из точек замыкания не расположена вблизи выводов обмотки возбуждения
Определение электрической удаленности точки замыкания вдоль обмотки ротора при снижении сопротивления изоляции ниже уровня, представляющего опасность для генератора при металлическом замыкании во второй точке обмотки ротора
Диагностика целостности цепи наложенного напряжения

Таблица 1.2 – Функции измерения

Измеряемая величина	Обозначение
Сопротивление изоляции обмотки ротора и всех электрически связанных с ней цепей	Rиз
Уровень наложенного напряжения	Uнал
Уровень напряжения возбуждения	Uf

Таблица 1.3 – Протоколирование, счетчики

Название	Количество
Протоколы изменения сопротивления изоляции	256
Протоколы срабатывания на отключение	256
Протоколы срабатывания на сигнал	
Протоколы неисправностей	
Счетчик времени работы текущий	---
Счетчик времени работы общий	---

Таблица 1.4 – Сервисные функции

Телеизмерение, телесигнализация
Хранение уставок в энергонезависимой памяти
Последовательный интерфейс RS485 с протоколом обмена MODBUS RTU
Встроенный символьный индикатор и клавиатура для задания уставок и просмотра текущих параметров
Светодиодная индикация срабатывания защит
Парольная защита для ввода настроек и уставок
Часы реального времени

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Климатические условия эксплуатации

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

Таблица 2.1 – Климатические условия эксплуатации

Климатическое исполнение (по ГОСТ 15150)		УХЛ3.1
Диапазон рабочих значений температуры блока защиты (предельные значения)		-40° ÷ +55°С
Диапазон рабочих значений температуры пульта управления (предельные значения)	ЖК индикатор	-25° ÷ +55°С
	OLED индикатор	-40° ÷ +55°С
Относительная влажность воздуха (среднегодовое значение)		≤ 80% при 25°С
Тип атмосферы по содержанию на открытом воздухе коррозионно-активных агентов		II
Диапазон рабочих значений атмосферного давления		75 ÷ 106,7кПа
Высота над уровнем моря		≤ 2000м

2.2 Конструктивное исполнение

Клеммные колодки цепей питания, входных и выходных цепей допускают присоединение под винт одного или двух одинаковых проводников общим сечением до 2,5мм² включительно и сечением не менее 0,5мм² каждый. Клеммные колодки цепей наложенного напряжения допускают присоединение под винт проводников общим сечением до 4мм² включительно.

Таблица 2.2 – Конструктивное исполнение

Группа механического исполнения (ГОСТ 30631-99)	M7
Сейсмостойкость по MSK-64 при уровне установки над нулевой отметкой до 10м (30546.1-98)	≤ 9 баллов
Степень защиты для оболочки блока (ГОСТ 14254-96)	IP40
Степень защиты для разъемных контактов (ГОСТ 14254-96)	IP20
Способ защиты человека от поражения электрическим током (ГОСТ 12.2.007-75)	класс I
Исполнение контактных соединений (ГОСТ 10434-82)	класс 2

2.3 Электрическая прочность изоляции

Блок должен быть обязательно заземлен. На тыльной стороне корпуса блока выведен винт для подключения защитного заземления к общему контуру заземления. Заземляющий провод должен быть не более 2 метров и сечением 4мм².

Таблица 2.3 – Электрическая прочность изоляции

Сопротивление изоляции всех независимых цепей устройства относительно корпуса и между собой при 500В	≥ 100МОм
Выдерживаемое испытательное напряжение переменного тока между всеми независимыми цепями относительно корпуса и между собой (кроме портов передачи данных)	1кВ;50Гц в течение 1мин
Выдерживаемое испытательное импульсное напряжение между всеми независимыми цепями относительно корпуса и между собой	5кВ;1,2мкс/ /50мкс с интервалом 5с

2.4 Электромагнитная совместимость

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

Таблица 2.4 – Электромагнитная совместимость

Тип помехи	Степень жесткости	Испытательный уровень
Магнитное поле промышленной частоты (IEC 61000-6-2, IEC 61000-4-8)	4	30А/м (непрерывно), 300А/м (1с)
Радиочастотное электромагнитное поле (IEC 61000-4-3)	3	10В/м
Электростатические разряды (IEC 61000-4-2)	3	6кВ (контактный разряд), 8кВ (воздушный разряд)
Микросекундные импульсные помехи большой энергии 1/50мкс, 6,4/16мкс (IEC 61000-4-5)	4	4кВ
Наносекундные импульсные помехи (IEC 61000-4-4)	4	2кВ, 5/50нс
Повторяющиеся колебательные помехи (IEC 61000-4-18)	3	2,5кВ на частоте 1МГц

2.5 Аналоговый выход (выход наложенного напряжения)

Источник наложенного напряжения выполняется с использованием импульсных преобразователей напряжения с гальваническим разделением цепей. При этом измеряемое сопротивление изоляции не зависит от изменения питающего напряжения

Таблица 2.5 – Параметры аналогового выхода

Стабилизированное напряжение постоянного тока	250В
Максимальный выходной ток выхода	5мА
Основная относительная погрешность измерения сопротивления изоляции от 20кОм до 2000кОм	±10%
Измеряемое напряжение возбуждения	400В

2.6 Дискретные входы и выходы

Дискретные входы обеспечивают гальваническое разделение внутренних цепей устройств от внешних цепей, предназначены для работы на постоянном или переменном оперативном токе и имеют пороговый элемент для разграничения уровня срабатывания логической «1» и логического «0». Уровень изоляции между входной цепью относительно корпуса и между остальными цепями – 3750В в течение 1 минуты.

Таблица 2.6 – Параметры дискретных входов

Количество входов	1
Номинальное напряжение входных сигналов	~/=220В
Уровень напряжения надежного срабатывания	≥ 140В
Уровень напряжения надежного несрабатывания	≤ 100В
Длительность входного сигнала, достаточного для срабатывания	20мс
Предельно-допустимое значение напряжения входных сигналов	1,3U _{НОМ}
Потребляемая мощность при номинальном напряжении	0,8Вт

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).

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

Таблица 2.7 – Параметры дискретных выходов

Количество выходов	6
Коммутируемый постоянный ток напряжением 250В при активно-индуктивной нагрузке и постоянной времени до 0,05с	$\leq 0,25А$
Коммутируемый переменный ток напряжением 400В при активно-индуктивной нагрузке и постоянной времени до 0,05с	$\leq 4А$
Коммутируемый переменный ток напряжением 260В при активно-индуктивной нагрузке и постоянной времени до 0,05с	$\leq 7А$
Время срабатывания	$\leq 10мс$

2.7 Оперативное питание

Устройство предназначено для работы от источника переменного, выпрямленного переменного или постоянного оперативного тока. В цепях питания устройства необходима установка защитного автоматического выключателя с номинальным током 2А и характеристикой срабатывания «С».

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.

Таблица 2.8 – Параметры оперативного питания

Номинальное напряжение оперативного тока	~/=220В
Рабочий диапазон частоты переменного тока	45 – 63Гц
Рабочий диапазон напряжения переменного оперативного тока	85 – 265В
Рабочий диапазон напряжения постоянного оперативного тока	120 – 370В
Потребление цепей оперативного тока в состоянии покоя и срабатывания блока защиты, не более	5/6Вт
Время готовности устройства к действию после подачи напряжения оперативного питания, не более	1с
Допустимый перерыв питания от оперативных цепей, при котором блок сохраняет работоспособность, не менее	1с

2.8 Габаритные размеры и масса устройства, сроки службы

Габаритные чертежи устройства приведены в ПРИЛОЖЕНИИ Б.

Таблица 2.9 – Габаритные размеры и масса устройства

Наименование	Габаритные размеры	Масса
МК-РЗР	280×178×86мм	≤ 1,5кг

Таблица 2.10 – Сроки службы

Срок службы устройства*	25 лет
Средняя наработка на отказ	125000 часов

(*) – при условии проведения требуемых технических мероприятий по обслуживанию с заменой, при необходимости, материалов и комплектующих, имеющих меньший срок службы.

3 РАБОТА УСТРОЙСТВА

3.1 Состав изделия и конструктивное исполнение

Функциональная схема приведена на Рисунке 3.1.

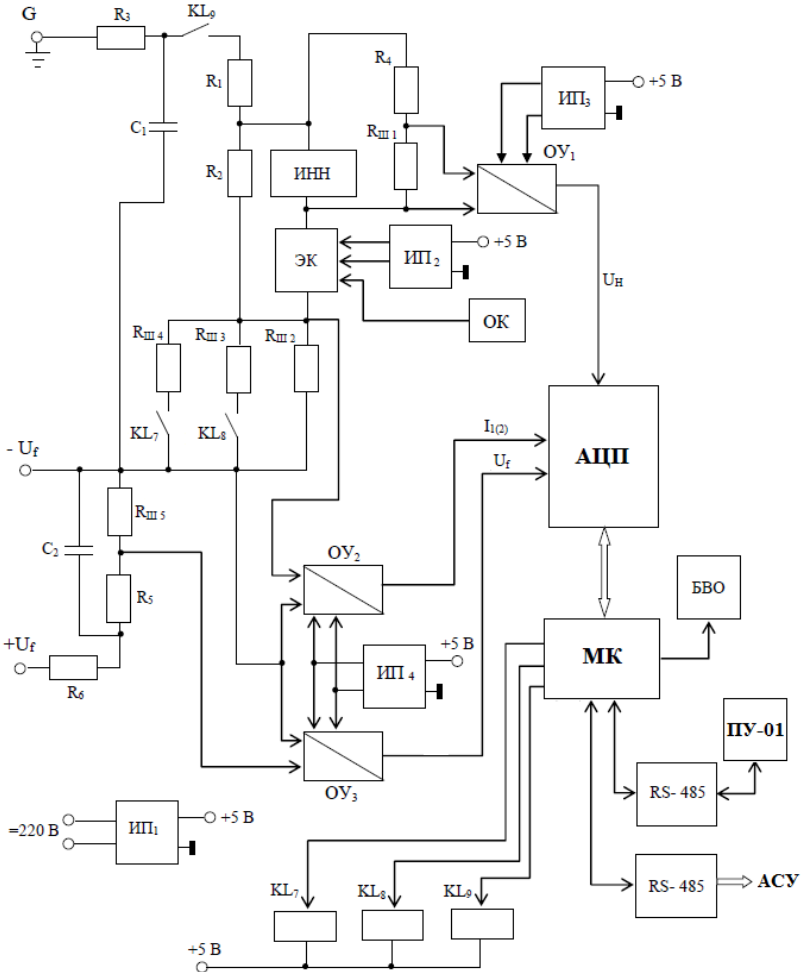


Рисунок 3.1 – Функциональная схема МК-РЗР

Конструктивно устройство МК-РЗР выполнено двумя блоками в отдельных корпусах. Первый из которых – блок защиты. Он предназначен для реализации функций защиты. Блок защиты состоит из нескольких печатных плат, которые содержат выходные разъемы для подключения внешних цепей, микроконтроллер, интерфейс RS485, малогабаритные выходные реле, дискретные входы и источник питания.

В состав функциональной схемы входят следующие элементы:

- стабилизированный источник питания (ИП1/2/3);
- стабилизированный источник наложенного напряжения (ИНН);
- электронный ключ-коммутатор (ЭК);
- операционные усилители с гальваническим разделением (ОУ1/2/3);
- устройство подключения (УП);
- оптронный ключ (ОК);
- микроконтроллер (МК);
- пульт управления и индикации (ПУ-01);
- блок выходных органов (БВО);
- два интерфейса RS-485.

Второй блок – выносной пульт управления и индикации. Устанавливается на дверце релейного отсека шкафа и предназначен для местного отображения контролируемых параметров, изменения уставок, просмотра протоколов срабатывания защит и событий. Связь между блоками осуществляется по последовательному интерфейсу RS-485.

3.2 Работа составных частей устройства

1) Источники питания и наложенного напряжения.

Питание защиты осуществляется от постоянного (либо переменного) напряжения 220В. Напряжение для питания электронных элементов схемы формируется импульсным источником питания.

Источник наложенного напряжения выполняется с использованием импульсных преобразователей напряжения с гальваническим разделением цепей. Включенные последовательно преобразователи формируют напряжение 250В. Стабилизированное напряжение 250В подается на обмотку возбуждения.

2) Контроль сопротивления изоляции.

Принцип действия защиты основан на поочередном измерении токов утечки по сопротивлению изоляции (Риз) при подключении источника наложенного напряжения. Ун к зажиму «минус» обмотки возбуждения генератора. Для коммутации источника наложенного напряжения используется высоковольтный электронный ключ, управляемый микроконтроллером.

Электронный ключ с определенным интервалом подключают в измерительную цепь источник наложенного напряжения. По измеренным значениям I_1 и I_2 производится вычисление сопротивления изоляции. На выходе ОУ1 формируется напряжение, пропорциональное напряжению ИНН, на выходе ОУ2 – напряжение, пропорциональное измеренному току утечки через сопротивление изоляции, и на выходе ОУ3 формируется напряжение, пропорциональное напряжению обмотки ротора.

Для повышения диапазона измеряемых сопротивлений с помощью промежуточных реле KL7 – KL8 изменяется сопротивление шунта, являющего входом ОУ2. Промежуточное реле KL9 отключает ИНН от земли при снятии оперативного питания с блока.

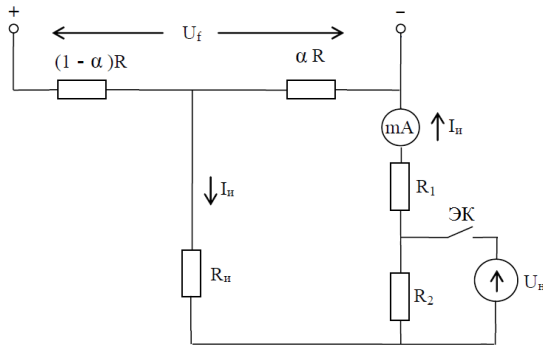


Рисунок 3.2 – Схема замещения для расчета сопротивления изоляции ротора

При отсутствии возбуждения ключ остается замкнутым и ток утечки через сопротивление изоляции задается только источником наложенного напряжения. На Рисунке 3.2 приведена поясняющая схема замещения для определения сопротивления изоляции $R_{из}$.

$$R_{из} = \frac{U_n + I_{и1}(R_1 + R_2) - I_{и2}R_1}{I_{и2} - I_{и1}}$$

$$\alpha = \frac{I_{и2}(R_{из} + R_1) - U_n}{U_f}$$

Где:

$I_{и2}$ – измеренный устройством ток при замкнутом ключе, формируемый источником наложенного напряжения и частью напряжения возбуждения αU_f ;

$I_{и1}$ – измеренный устройством ток при разомкнутом ключе, формируемый только частью напряжения возбуждения αU_f ;

α – коэффициент, определяющий электрическую удаленность точки обмотки возбуждения со сниженным уровнем изоляции ($\alpha = 0$ при замыкании вблизи «минуса» обмотки, $\alpha = 1$ – при замыкании вблизи «плюса» обмотки);

U_n – уровень напряжения ИНН;

U_f – уровень напряжения обмотки возбуждения генератора.

Из полученных выражений для правильного вычисления сопротивления изоляции устройство должно измерять как напряжения ИНН, так и напряжение обмотки ротора.

При невозбужденном генераторе ЭК включен постоянно, и сопротивление изоляции вычисляется по формуле:

$$R_{из} = \frac{U_n}{I_n} - R_1$$

Ток от ИНН ограничивается сопротивлением R_1 , R_3 . Сопротивление R_3 с конденсатором C_1 выполняет функцию фильтра, подавляя высшие гармоники. Аналогичную функцию выполняет Т-образный фильтр на резисторах R_5 , R_6 и конденсаторе C_2 .

В штатном режиме работы генератора замыкание во второй точке определяет по изменению коэффициента α после выявления первого замыкания, если при первом замыкании коэффициент α не равен 1 и не равен нулю. Опасность для генератора такого режима представляет металлическое замыкание. Поэтому в алгоритме действия защиты предусмотрено выполнение следующих действий:

- фиксирование значения коэффициента α_1 при снижении сопротивления изоляции ниже минимального значения R_{min} , заданного отдельной уставкой R_f ;
- разрешение действия защиты при отклонении текущего значения α от зафиксированного α_1 свыше заданной уставки по этому параметру, если выполняется условие $R < R_f$.

3) Блок выходных органов.

БВО состоит из шести реле: трех – с замыкающими контактами, двух - с переключающими и одного с размыкающими контактами. Размыкающий контакт используется в реле контроля исправности защиты, что позволяет сформировать выходной сигнал в случае исчезновения оперативного питания. Отключающее реле срабатывает при снижении сопротивления изоляции ниже 200кОм, сигнальное реле срабатывает при снижении сопротивления ниже 500кОм (уставки могут изменяться в зависимости от конкретных условий). Дополнительно предусмотрены еще два реле, дублирующие сигнальное и отключающее реле.

4) Пульт управления.

ПУ устройства предназначен для местного отображения контролируемых параметров, изменения уставок и настроек, просмотра протоколов. ПУ содержит клавиатуру управления (Таблица 3.1), индикатор и светодиоды, отображающие режимы работы блока (Таблица 3.2).

Таблица 3.1 – Назначение кнопок управления

Обозначение	Название	Назначение
	Ввод	1. Вход в меню 2. Подтверждение ввода уставки или команды
	Отмена	1. Выход из меню 2. Отмена ввода уставки или команды
	Возврат	Квитирование защиты
	Вверх, вниз, влево, вправо	1. Навигация по меню 2. Ввод уставок

Таблица 3.2 – Светодиодная индикация

Название светодиода	Состояние	Расшифровка
Контроль	Постоянное свечение зеленым с кратковременным промаргиванием	Исправное состояние устройства
	Постоянное свечение зеленым или не горит	Сбой в работе программы устройства
Неиспр	Постоянное свечение желтым	Аппаратная неисправность блока
Авария	Постоянное свечение красным	Аварийное событие на отключение
	Мигающий красный	Аварийное событие на сигнал

3.3 Внешние цепи устройства

Внешние цепи устройства приведены в ПРИЛОЖЕНИИ А.

Таблица 3.3 – Внешние цепи устройства

№ клемм	Назначение
Каналы наложенного напряжения	
X1:1	Плюс наложенного напряжения ($+U_{\text{нал}}$) – к контактным кольцам обмотки возбуждения
X1:2	Минус наложенного напряжения ($-U_{\text{нал}}$) – к контактным кольцам обмотки возбуждения
X1:3	Земля (Gnd) – контактная щетка вала ротора (РЩ)
X1:4	Не используется (резерв)
X1:5	Не используется (резерв)
Цепи интерфейсов RS485	
X2:1	Экран А – связь с блоком ПУ-01
X2:2	Линия В – связь с блоком ПУ-01
X2:3	Линия G – связь с блоком ПУ-01
X3:1	Экран А – связь с АСУ
X3:2	Линия В – связь с АСУ
X3:3	Линия G – связь с АСУ
Цепи источника питания	
X5:1	220В
X5:2	220В

Таблица 3.4 – Дискретные входы и выходы

№ клемм	Обозначение	Назначение
Дискретные выходы		
X4:1-X4:2	K1	Отключение при двойных замыканиях
X4:3-X4:4	K2	Срабатывание защиты 1 (отключение)
X4:5-X4:6	K3	Срабатывание защиты 2 (отключение)
X4:7-X4:9	K4	Срабатывание защиты 1 (сигнал)
X4:10-X4:12	K5	Срабатывание защиты 2 (сигнал)
X4:13-X4:14	K6	Неисправность
Дискретные входы		
X4:15-X4:16	ДВ	Не используется (резерв)

4 РАБОТА С БЛОКОМ ЧЕРЕЗ ПК

Управление блоком (задание уставок, считывание текущей информации, чтение протоколов) может осуществляться с переносного компьютера при его подключении к интерфейсу RS-485 через преобразователь USB/RS-485. Удаленность компьютера от места установки блока может составлять до 1500м. Связь осуществляется экранированным кабелем типа «витая пара». Для выполнения этих функций вместе с блоком поставляется соответствующее программное обеспечение.

В программе предусмотрена возможность управления каналом связи, формирования протоколов срабатывания защит. Программный модуль содержит четыре раздела: «Текущие параметры», «Уставки защиты», «Настройки защит», «Протоколы защит».

1) Текущие параметры.

В данном разделе программного модуля осуществляется индикация состояния защит микроконтроллерного блока, производится вывод текущего значения сопротивления изоляции цепей ротора, состояние дискретных выходов. Существует возможность графического вывода информации. При выборе нужного параметра на экране появляется дополнительное окно вывода.

В данном режиме также осуществляется контроль часов реального времени. При расхождении текущего времени ПК и часов блока защиты существует возможность корректировки последнего. Для этого необходимо выбрать требуемый параметр (секунды, минута и т.д.) и в окне ввода данных с клавиатуры произвести необходимые изменения. Запись нового значения параметра в блок МК-РЗР подтверждается нажатием кнопки «ввод».

2) Уставки и настройка.

Раздел программы «Уставки», «Настройка» позволяет изменять значения уставок и других параметров настройки защит. При переходе в этот раздел текущий опрос данных прекращается. После чего окно ввода уставки доступно для изменения значения. Для записи нового значения уставки МК-РЗР необходимо нажать клавишу «ввод». Данные по уставкам после этого обновятся.

3) Протоколы защиты.

Раздел программы «Протоколы» предназначен для отображения значений параметров блока защиты МК-РЗР, записанных предварительно в аварийном режиме. Протоколы формируются:

- по факту срабатывания любого из трех реле – выходного, сигнального, реле неисправности цепей наложенного тока (кроме неисправности самого блока);
- в случае превышения отклонения сопротивления изоляции свыше заданной уставки (отклонение вычисляется относительно последнего значения, записанного в протокол).

Каждый протокол содержит следующую информацию:

- текущее (на момент формирования протокола) значение сопротивления;
- предыдущее значение сопротивления;
- время, в течение которого произошло отклонение сопротивления изоляции до заданной уставки (или временной интервал между записью двух последних протоколов);
- статусный регистр;
- признак, по которому сформирован протокол.

Последнее по времени событие записывается всегда в протокол №1, хранящая информация из этого протокола перемещается в протокол №2 и т.д. Всего можно хранить 256 протоколов.

5 РАБОТА С БЛОКОМ ЧЕРЕЗ ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ

Просмотр текущих параметров, протоколов срабатывания, задание уставок можно производить непосредственно на блоке, используя пульт управления.

При подаче напряжения питания производится тестирование всех внутренних подсистем. После завершения тестирования выведется окно №1 «Главного меню» с отображением времени, даты (число/месяц/год) и сопротивления изоляции ротора.

При вводе в эксплуатацию нового устройства сохранение установленного реального времени и даты после отключения питания возможно после полной зарядки ионистора, на что требуется непрерывная работа устройства в течение примерно 3 суток. Установленное время на блоке сохранится, если после его задания питание с блока не снимается в течение этого времени.

5.1 Меню пульта управления

Общая структура меню приведена на Рисунке 5.1. Перемещение по заголовкам меню осуществляется кнопками «↑» или «↓» (на структурной схеме – вертикальные стрелки).

Вход в подменю осуществляется кнопкой «ввод» (на структурной схеме – горизонтальные стрелки). Перемещение в подменю производится кнопками «↑» или «↓».

Возврат в главное меню производится кнопкой «Возврат».

5.2 Текущие параметры

Из данного окна главного меню при нажатии кнопки «ввод» осуществляется перемещение в окно с отображением значения наложенного напряжения ($U_{\text{нал}} = 248 \text{ В}$), напряжения возбуждения ($U_{\text{возб}} = 0 \text{ В}$), электрической удаленности ($L_{\text{уд}} = 0\%$) и сопротивления шунта ($R_{\text{ш}} = 97 \text{ Ом}$), включенного в данный момент времени.

5.3 Протоколы срабатывания

Для просмотра протоколов срабатывания необходимо выйти в главное меню (кнопка «возврат») и кнопкой «↓» перейти в окно «Протоколы срабатывания».

При нажатии на кнопку «ввод» откроется окно с последним записанным протоколом, в котором отображается время, дата, сопротивление изоляции (значение измеряемого сопротивления), величина наложенного напряжения, и дополнительная информация в зависимости от действия защиты: «на сигнал», «на отключение», «обрыв цепи», «отказ блока», «фиксация L».

При обрыве цепи наложенного напряжения в протоколе, кроме максимального отображаемого на мониторе индикатора значения 65000кОм, появится запись $R = 300 \text{ МОм}$.

Просмотр протоколов производится с помощью кнопок «↓» или «↑». Выйдя в главное меню и передвигаясь по нему до окна «Изменение R», аналогичным образом можно просмотреть протоколы, сформированные по изменению сопротивления изоляции ΔR , если это изменение превысило заданную уставку. В протоколе отмечается начальное и конечное значение сопротивления изоляции.

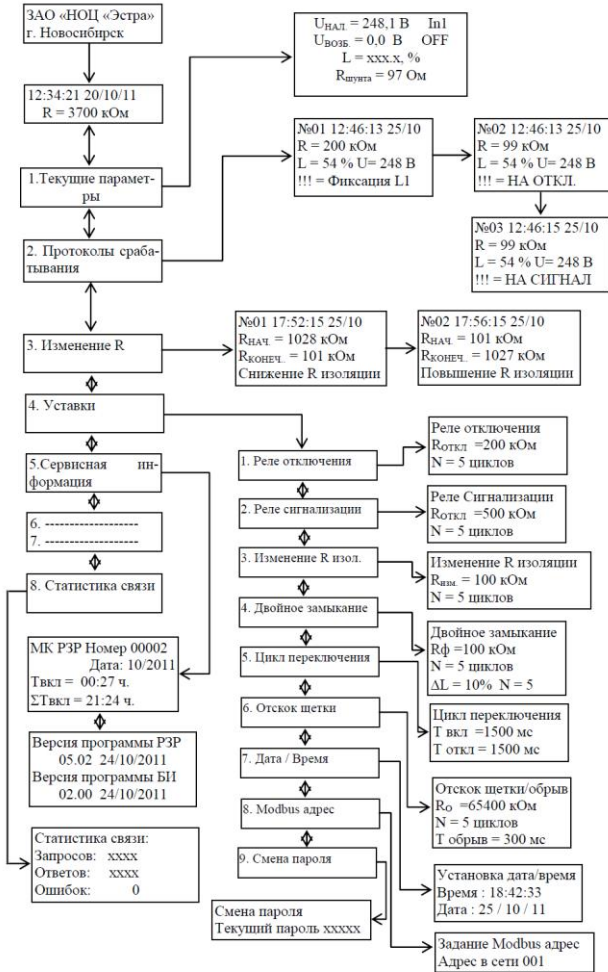


Рисунок 5.1 – Структура меню

5.4 Уставки защит

Изменение уставок защиты производится через окно «Уставки» главного меню, для чего необходимо нажать кнопку «ввод» и перейти в первое окно «Реле отключения», в котором можно задать уставки по сопротивлению и по времени действия. Аналогично можно задать (изменить) уставки по всем параметрам защиты.

Для фиксации изменения коэффициента электрической удаленности точки со сниженным сопротивлением изоляции предусмотрено две уставки. Первая – по сопротивлению R_f : если сопротивление изоляции становится ниже заданной уставки, производится фиксации $\alpha 1$. Вторая – по изменению коэффициента электрической удаленности αL в % относительно уже зафиксированного значения, позволяющая зафиксировать вторую точку со сниженным уровнем изоляцию

В подменю «Уставки» можно аналогичным образом изменить дату и текущее время, адрес устройства в сети Modbus, пароль (по умолчанию - 65535).

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

5.5 Сервисная информация

Данное окно позволяет просмотреть основные параметры блока: время наработки после последнего включения $T_{вкл}$, суммарное время наработки блока $\Sigma T_{вкл}$, дату изготовления, серийный номер, версию программы, тип блока.

6 ПРОВЕРКА БЛОКА ЗАЩИТЫ

6.1 Схема подключения

Перед установкой МК-РЗР на объект рекомендуется предварительно провести испытания защиты в лабораторных условиях. Схема подключения МК-РЗР приведена на Рисунке 6.1. Для проверки устройства в лабораторных условиях необходимо иметь:

- персональный компьютер с преобразователем интерфейса USB/RS-485;
- набор поверенных сопротивлений (например, 20кОм, 100кОм, 514кОм, 1МОм, 4,7МОм, 20МОм);
- источник питания 220В;
- реостат (250 Ом);
- миллисекундомер;
- вольтметр постоянного тока с пределом 300В;
- конденсатор: 0,22 мкФ на 250 В.

6.2 Порядок испытания

Для проведения испытания МК-РЗР необходимо подключить к разъему X2 пульт управления и индикации, к разъему X3 – компьютер через преобразователь интерфейса. При этом на лицевой панели должен мигать зеленый светодиод «Контроль». На панели компьютера выбрать окно «Уставки» и произвести их запись. По умолчанию всегда установлен адрес устройства №1. Далее задаются следующие уставки:

- уставка по сопротивлению первой ступени – 200кОм;
- уставка по сопротивлению второй ступени – 500кОм;
- длительность тактов переключения электронного ключа – по 1500мс;
- число тактов – 3;
- уставка защиты от замыкания во второй точке по отклонению коэффициента электрической удаленности $\Delta\alpha$ - 10%.

Физические выходы защиты не перенастраиваются: выходное реле действует на отключение, сигнальное – на сигнал при снижении уровня изоляции ниже соответствующей уставки, реле «Неисправность» действует на сигнал при появлении соответствующей неисправности.

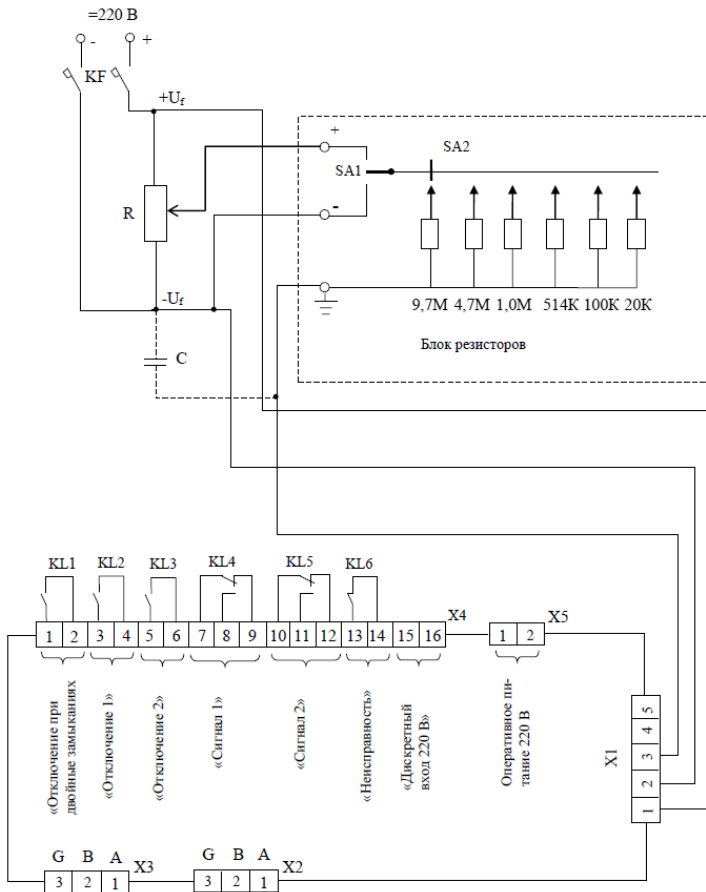


Рисунок 6.1 – Схема подключения МК-РЗР

1. Проверка точности измерения сопротивления изоляции.

Установить переключатель SA1 в нейтральное положение, пакетный переключатель SA2 – в положение «4,7 МОм». При отключенном автоматическом выключателе KF вольтметром постоянного тока на клеммах X1.2 – X1.3 измерить величину наложенного напряжения и сравнить её с измеренным МК-РЗР значением. Относительная погрешность не должна превышать (2-3)%. В противном случае необходимо произвести подстройку канала измерения наложенного напряжения.

Установить переключатель SA1 в положение «-». Зафиксировать значение измеренного МК-РЗР сопротивления изоляции. Относительная погрешность измерения не должна превышать 10%. Переключатель SA2 установить поочередно в положение «1,0 МОм», «514 кОм» и «100 кОм». Произвести аналогичные измерения – на всех диапазонах относительная погрешность не должна превышать 10%.

Включить автоматический выключатель KF. Установить переключатель SA1 в положение «-», пакетный переключатель SA2 – в положение «4,7 МОм». Вольтметром постоянного тока произвести измерение напряжения источника =220 В (напряжение возбуждения) и сравнить его с измеренным МК-РЗР значением. Относительная погрешность измерения не должна превышать (2-3)%. При необходимости – произвести подстройку канала измерения напряжения ротора.

Произвести измерение установленного переключателем SA2 сопротивления – относительная погрешность измерения не должна превышать 10%. Произвести аналогичные измерения при других положениях переключателя: «1,0 Мом», «514 кОм» и «100 кОм». Относительная погрешность при всех измерениях не должна превышать 10%. В противном случае необходимо произвести подстройку канала измерения сопротивления при включенном возбуждении. Коэффициент электрической удаленности α точки со сниженным уровнем изоляции (положение переключателя SA2 – 100 кОм) должен быть равен нулю.

2. Проверка точности вычисления коэффициента электрической удаленности точки со сниженным уровнем изоляции.

Отключить автоматический выключатель KF. Подключить конденсатор емкостью 0,22 мкФ на 250В. Пакетный переключатель SA2 установить в положение 9,7МОм, вновь включить автоматический выключатель KF. Измеренное блоком значение сопротивления изоляции при заданном периоде такта переключения электронного ключа 1500 мс не должно быть меньше ранее измеренного значения. Установить длительность такта «ключ включен» и «ключ отключен» по 1000мс. Измеренное значение сопротивления будет заниженным, поскольку при заданных параметрах контура цепи измерения тока утечки переходной процесс перезаряда емкости не успевает затухнуть. Повысить предел измерения сопротивления с заданной погрешностью можно лишь увеличивая длительность такта.

Для повышения точности измерения больших значений сопротивлений (20-30МОм) при емкости ротора 0,2 мкФ следует установить длительность тактов по 2000 мс.

Внимание!

Для принятого максимального измеряемого с заданной точностью сопротивления изоляции выбор длительности периода переключения ключа следует производить при емкости конденсатора, равной емкости ротора конкретного генератора.

3. Контроль изменения сопротивления изоляции.

Задать уставку по изменению сопротивления ΔR равную 300кОм, переключатель SA2 установить в положение «1МОм», включить источник =220В. Добившись установившегося режима, переключатель SA2 установить в положение «514 кОм». Проверить формирование протокола по отклонению ΔR , в котором должны быть указаны текущее значение сопротивления, дата и время формирования протокола.

4. Проверка срабатывания защиты при замыкании в одной точке.

Подключить клеммы останова миллисекундомера к сигнальному реле (X4:8 и X4:9), переключатель SA2 установить в положение «100 кОм», одновременно включив тумблер «Пуск» миллисекундомера. Вторая ступень защиты с уставкой 500кОм должна сработать с выдержкой времени, определяемой длительностью такта и заданным числом тактов: $t_{ср} = 2T_t * n_t$.

Аналогичным образом проверить срабатывание первой ступени с заданной уставкой 200кОм, подключив клеммы миллисекундомера к X4:3и X4:4.

5. Проверка срабатывания защиты при замыкании в двух точках.

Для проверки защиты от замыкания в двух точках обмотки ротора необходимо:

- отключить автоматический выключатель KF;
- установить переключателем SA2 сопротивление изоляции 20 кОм, SA1 – в положение «+», т.е. к движку реостата;
- подключить клеммы останова миллисекундомера к выходному реле (X4:1 и X4:2);
- задать уставку по сопротивлению для фиксации коэффициента α_1 при замыкании в одной точке равной 50кОм;
- включить автоматический выключатель, при этом по истечении заданного числа тактов измерения сработает I ступень защиты по сопротивлению изоляции и произойдет фиксация коэффициента α_1 ;

- изменить положение движка реостата и одновременно запустить миллисекундомер.

Изменение коэффициента α более чем на 10% приведет к срабатыванию защиты (KL1) от замыкания во второй точке.

6. Проверка исправности цепи контактной щетки.

Проверка производится при включенном выключателе КФ. Конденсатор С, имитирующий емкость обмотки ротора относительно землю, должен быть подключен в соответствии со схемой. В этом режиме к обмотке ротора с заданной длительностью такта подается и снимается наложенное напряжение от блока МК-РЗР. Переходной процесс заряда и разряда емкости обуславливает в контролируемых цепях протекание соответствующего переходного тока, который будет фиксироваться защитой при исправной контактной щетке вала ротора даже при бесконечно большом сопротивлении изоляции обмотки ротора.

Для выполнения проверки необходимо:

- установить в панели «Уставки» в разделе «Контроль обрыва цепи» «Уровень» - 65400 кОм, «Время» (количество тактов) – 3, «Переходный процесс» - (300 – 400) мс (при емкости С = (0,33-0,5) мкФ), длительность такта $T_{вкл} = T_{откл} = 1500$ мс (для такой емкости);
- установить переключатель SA1 в нейтральное положение (имитация бесконечно большого сопротивления изоляции). При этом вычисляемое сопротивление $R_{контр}$ должно быть в пределах (10-20) МОм. Защита не должна фиксировать обрыв цепи контактной щетки.

Затем необходимо отключить конденсатор, имитирующий емкость обмотки ротора, и повторить опыт. При этом сработает реле «Неисправность», на мониторе блока управления и индикации появится сообщение «Обрыв». Вновь подключить емкость. Реле «Неисправность» вернется в исходное состояние. На мониторе блока исчезнет сигнал «Обрыв цепи» и появится «R=65000 кОм».

При больших значениях емкости обмотки ротора необходимо установить большее значение длительности периода переключения ключа: примерно для $C_{рот} = 1$ мкФ время $T_{вкл} = T_{откл} = 3000$ мс, для $C_{рот} = 2,2$ мкФ время $T_{вкл} = T_{откл} = 7000$ мс. При таких установленных параметрах блок будет с достаточной точностью измерять сопротивление изоляции на уровне 20МОм.

Для фиксации обрыва цепи РЩ при наличии относительно земли емкости питающих обмотку возбуждения цепей необходимо настроить постоянную времени «Переходный процесс» на эту емкость. Так, при $T_p = 200$ мс, из-за наличия собственной внутренней емкости защита не обнаружит обрыв цепи РЩ. При внешней емкости 0,14 мкФ для фиксации обрыва цепи РЩ необходимо установить $T_p = 400$ мс, при емкости 0,32 мкФ - $T_p = 600$ мс, при емкости 0,47 мкФ - $T_p = 800$ мс.

7 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ, МАРКИРОВКА, УПАКОВКА

7.1 Комплект поставки

Наименование	Количество
Блок защиты	1 шт
Пульт управления	1 шт
Устройство подключения	1 шт
Ответные части разъемов	1 комплект
Паспорт	1 экземпляр
Руководство по эксплуатации	По запросу
Программное обеспечение	По запросу

7.2 Маркировка

1) Маркировка блока выполнена на корпусе в соответствии с ГОСТ 18620-86. На маркировке указаны основные данные блока:

- обозначение изделия;
- дата изготовления;
- заводской номер;
- напряжение и частота питающей сети;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- нумерация разъемов и назначение контактов блока;
- обозначение вывода защитного заземления.

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

7.3 Упаковка

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

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

8 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

8.1 Эксплуатационные ограничения

1) Климатические условия эксплуатации устройства указаны в разделе 2 настоящего РЭ, эксплуатационные технические характеристики не должны превышать значений, приведенных в разделе 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.

8.2 Подготовка устройства к использованию

8.2.1 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.

5) Запрещается эксплуатировать устройства в условиях и режимах, отличных от требований настоящих РЭ и ТУ.

6) Запрещается производить смену деталей под напряжением во время ремонта.

7) Лица, допущенные к работе с устройством, должны проходить ежегодную проверку знаний по технике безопасности.

8.2.2 Размещение и монтаж

1) Внешний вид блока защиты, габаритные и установочные размеры приведены в ПРИЛОЖЕНИИ Б.

2) Объем и последовательность монтажа устройства:

- снять упаковку, проверить блок на наличие механических повреждений;
- установить блок защиты в релейный отсек присоединения;
- подключить к блоку внешние цепи, проверить соответствие собранной схемы технической документации на устройство;
- проверить надежность затяжки болтовых соединений.

3) 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.

8.3 Текущий ремонт

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

- модульной конструкцией, позволяющей быстро заменить неисправный блок на исправный на месте установки;
- внутренней самодиагностикой, позволяющей быстро выявлять факт неисправности и определять неисправный элемент;

2) 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.

8.4 Хранение

1) Устройство до введения в эксплуатацию хранится на складе в упаковке предприятия – изготовителя, условия хранения – 2(С) по ГОСТ 15150. Изделие без упаковки хранится при температуре окружающей среды 0 до 40°C и относительной влажности не более 80% (при температуре 25°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) Срок хранения устройства в упаковке изготовителя 12 месяцев.

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

8.5 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.

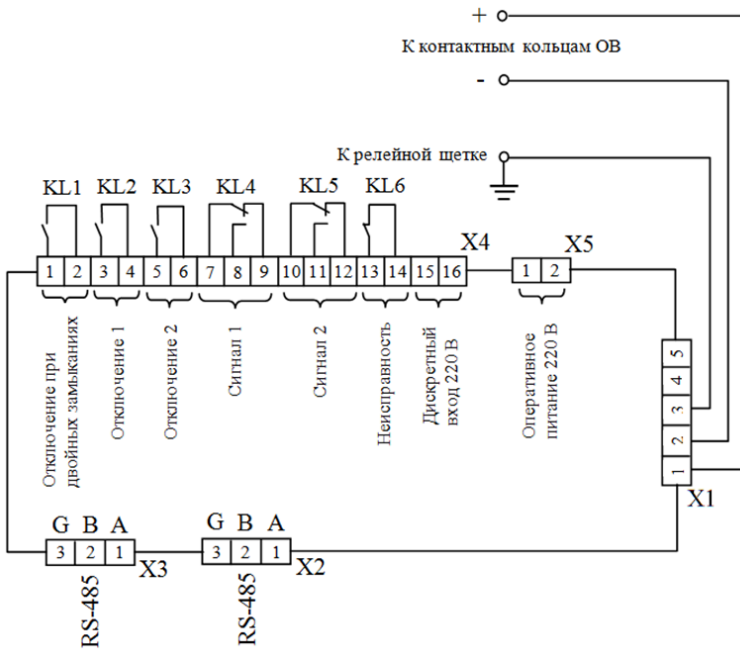
2) Климатические условия транспортирования блока являются такими же, как при хранении.

8.6 Утилизация

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

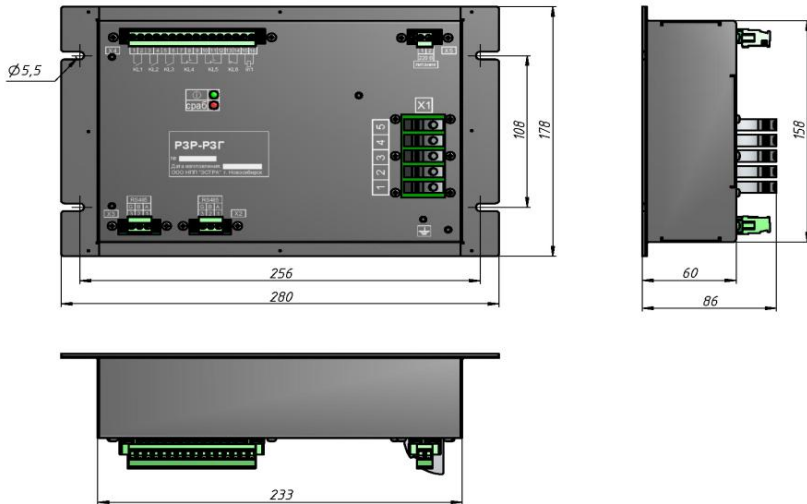
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Внешние цепи МК-РЗР

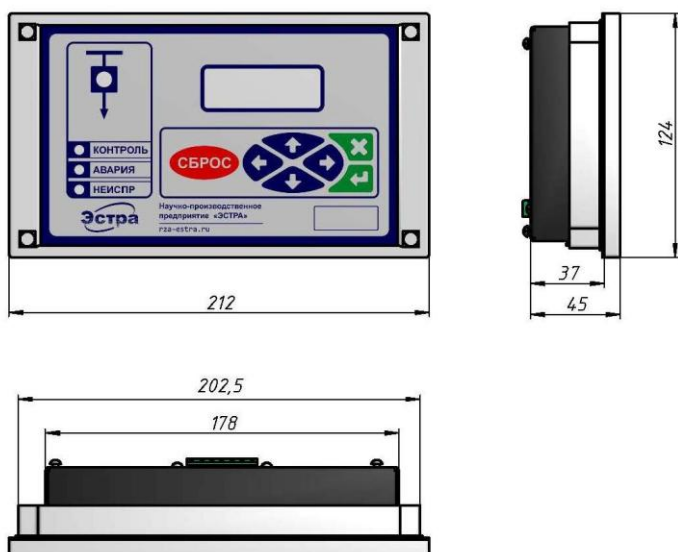


ПРИЛОЖЕНИЕ Б

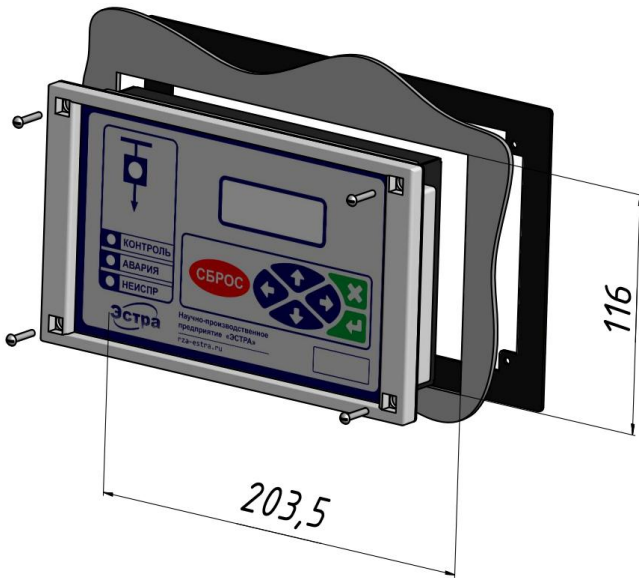
Габаритный чертеж корпуса блока защиты



Габаритный чертеж корпуса пульта управления



Размеры выреза под пульт управления



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Карта типовых уставок МК-РЗР

№	Наименование уставки	Значение	Единицы
1	Адрес подчиненного устройства	1	-
2	Уровень срабатывания защиты на отключение	50	кОм
3	Время срабатывания защиты на отключение	3	цикла
4	Уровень срабатывания защиты на сигнал	500	кОм
5	Время срабатывания защиты на сигнал	3	цикла
6	Период переключения электронного ключа Твкл Тоткл	1500 1500	мс
7	Предельное изменение сопротивления изоляции от предыдущего значения для формирования протокола	250	кОм
8	Время изменения сопротивления изоляции	5	цикла
9	Время подсветки индикатора	10	мин
10	Время возврата из меню	5	мин
11	Уровень фиксации α (изменение $\Delta\alpha 1$)	10	%
12	Время фиксации α	3	цикла
13	Контроль обрыва цепи РЦ; Уровень (не изменять при введенном контроле) Время контроля Период переходного процесса (для емкости ротора 0,33мкФ)	65400 3 300	кОм цикла мс
14	Пароль	65535	-