



МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫЙ БЛОК ЗАЩИТЫ ГЕНЕРАТОРА ОТ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ В ОБМОТКЕ СТАТОРА

Руководство по эксплуатации

27.12.31-135-23566247

(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.....	39
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	40

Перечень сокращений

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

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

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 статора блочного генератора. Для обеспечения 100% защиты обмотки статора, включая нейтраль, используется принцип действия, основанный на наложении на цепь обмотки статора напряжения постоянного тока. Кроме функции защиты, на МК-РЗГ возлагается функция контроля уровня изоляции обмотки статора и всех электрически связанных с ней 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
Отключение генератора при снижении уровня изоляции контролируемых цепей ниже уставки
Диагностика состояния изоляции в нормальном режиме и выдача сигнала при снижении сопротивления ниже нормального эксплуатационного уровня
Контроль изменения сопротивления изоляции путем протоколирования при отклонении текущего значения сопротивления по отношению к предыдущему запроотоколированному значению свыше заданной уставки
Диагностика целостности цепи наложенного напряжения
Защита цепей наложенного напряжения при обрыве разделительного конденсатора связи

Таблица 1.2 – Функции измерения

Измеряемая величина	Обозначение
Сопротивление изоляции обмотки статора и всех электрически связанных с ней цепей	Риз
Уровень наложенного напряжения	Унал

Таблица 1.3 – Протоколирование, счетчики

Название	Количество
Протоколы изменения сопротивления изоляции	256
Протоколы срабатывания на отключение	256
Протоколы срабатывания на сигнал	
Протоколы неисправностей (обрыв Унал, высокое напряжение на входе)	
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%

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-РЗГ	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.

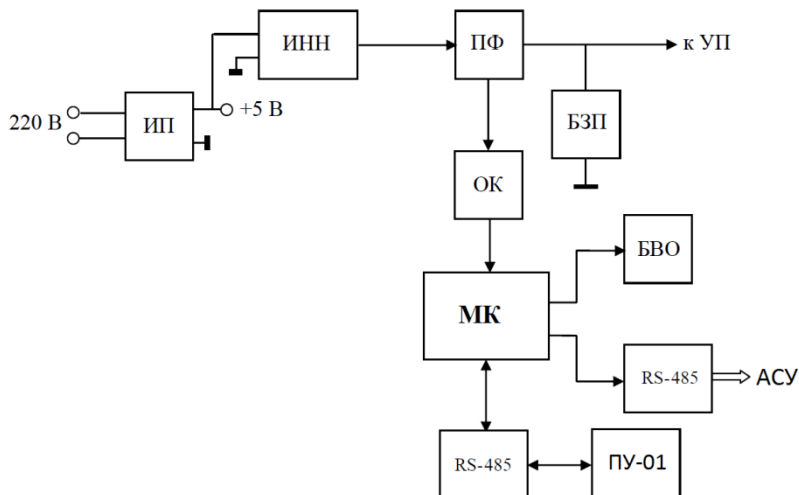


Рисунок 3.1 – Функциональная схема МК-РЗГ

Конструктивно устройство МК-РЗГ 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 (ИП);
- стабилизированный источник наложенного напряжения (ИНН);
- преобразователь функциональный (ПФ);
- блок защиты от перенапряжений (БЗП);
- 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 устройство подключения к нейтралю трансформаторов напряжения.

2) Преобразователь функциональный.

Последовательно в цепь ИНН включен преобразователь функциональный (Рисунок 3.2), формирующий входное напряжение для аналого-цифрового преобразователя, пропорциональное величине тока утечки. Для расширения диапазона измерения уровня изоляции сопротивление шунта, с которого снимается напряжение, может принимать одно из трех значений, которые автоматически включаются в цепь ИНН в зависимости от уровня изоляции. В устройстве ПФ используется операционный усилитель с гальванически развязанными входными и выходными цепями.

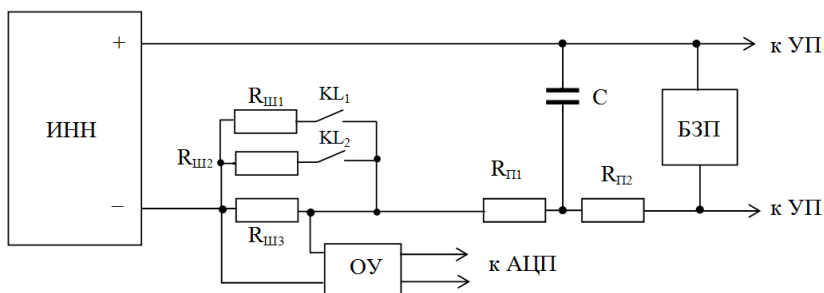


Рисунок 3.2 – Функциональная схема ПФ

Предвключенные сопротивления $R_{п1}$, $R_{п2}$ предназначены для ограничения тока от ИНН при металлическом замыкании обмотки статора на землю до уровня 5мА. Эти значения сопротивлений при вычислении сопротивления изоляции вычитаются из общего измеренного значения. Кроме того, совместно с конденсатором С на их основе построен Т-образный фильтр, шунтирующий переменную составляющую напряжения, появляющуюся на разделительном конденсаторе при нарушении симметрии первичных фазных напряжений генератора.

Ток, протекающий через сопротивление изоляции, преобразуется в напряжение, снимаемое с сопротивления шунта ($R_{ш1}/R_{ш2}/R_{ш3}$), которое подается на операционный усилитель и далее – на вход аналого-цифрового преобразователя.

3) Защита от перенапряжений.

Для защиты ИНН от перенапряжений на случай обрыва цепи разделительного конденсатора устройства подключения, а также в качестве дополнительных мер электробезопасности, предусмотрен блок защиты от перенапряжений (Рисунок 3.3).

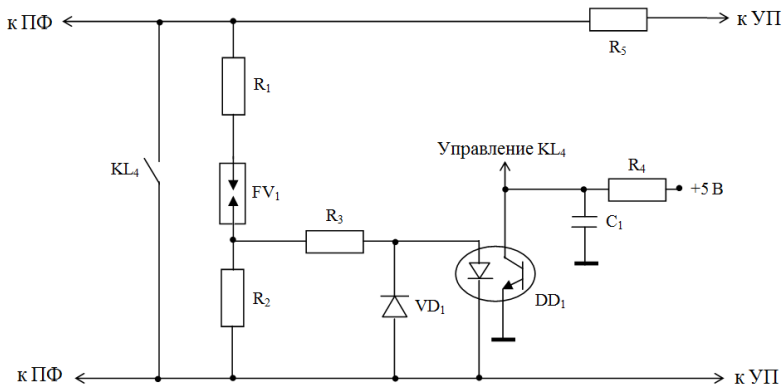


Рисунок 3.3 – Функциональная схема БЗП

Блок защиты от перенапряжений содержит разрядник FV_1 , оптронный ключ DD_1 и замыкающие контакты промежуточного реле KL_4 . Блок выполняет функцию дополнительной защиты от появления высокого напряжения на входе защиты (в дополнение к установленному в выносном устройстве разряднику) в случае обрыва цепи разделительного конденсатора и возникновения замыкания на землю.

При наличии разделительного конденсатора переменная составляющая напряжения на конденсаторе при замыкании фазы на землю невелика и определяется величиной емкости конденсатора и током, протекающим через него в этом режиме I_C :

$$I_C = 3I_{1H} + 3I_{\mu},$$

где:

I_{1H} – первичный ток трансформатора напряжения, обусловленный его нагрузкой;

I_{μ} – первичный ток намагничивания трансформаторов напряжения.

Если в первом приближении пренебречь током намагничивания, то для трансформатора напряжения НОМ-10-66, имеющим нагрузку 300ВА в классе точности 3, первичный номинальный ток составит 30мА. Тогда напряжение на конденсаторе при замыкании фазы на землю:

$$U_C = 3I_{1H}/\omega C = 90 \cdot 10^{-3} / 314 \cdot 15 \cdot 10^{-6} = 19В.$$

Суммарное напряжение срабатывания разрядников должно с запасом превышать амплитудное значение напряжения на конденсаторе при исправной схеме $(250 + 1,41 \cdot 19) = 277В$. В принятой схеме установлен разрядник на 320В.

При срабатывании разрядников, в случае возникновения перенапряжения, напряжением с резистора R_2 открывается оптронный ключ DD_1 , сигнал с которого подается в схему управления реле KL_4 . С небольшой задержкой (около 100мс), необходимой для отстройки от возможных коммутационных перенапряжений, срабатывает реле KL_4 , привязывая таким образом нейтраль трансформатора напряжения к земле и формируя сигнал о неисправности МК-РЗГ.

В качестве дополнительной защиты конденсаторов от пробоя в УП также установлен разрядник с несколько большим напряжением срабатывания.

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

5) Выходные реле.

Блок выходных органов 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 20кОм, сигнальное реле срабатывает при снижении сопротивления ниже 200кОм (уставки могут изменяться в зависимости от конкретных условий). Дополнительно предусмотрены еще два реле, дублирующие сигнальное и отключающее реле.

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	Не используется (резерв)
X1:2	Минус наложенного напряжения GND
X1:3	Не используется (резерв)
X1:4	Плюс наложенного напряжения $+U_{нал}$
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	Обрыв цепи наложенного напряжения
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 статора, 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-РЗГ 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-РЗГ необходимо нажать клавишу «ввод». Данные по уставкам после этого обновятся.

3) Протоколы защиты.

Раздел программы «Протоколы» предназначен для отображения значений параметров блока защиты МК-РЗГ, 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);
- при срабатывания реле KL_4 (внутреннее реле), шунтирующего разделительный конденсатор при его обрыве в случае возникновения перенапряжения на нейтрали трансформаторов напряжения;
- 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 статора.

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 ($U_{\text{нал}} = 248 \text{ В}$), текущего значения сопротивления обмотки статора ($R = 4 \text{ МОм}$) и сопротивления шунта ($R_{\text{ш}} = 1031 \text{ Ом}$), 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», «высокое $U_{\text{вход}}$ ».

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.

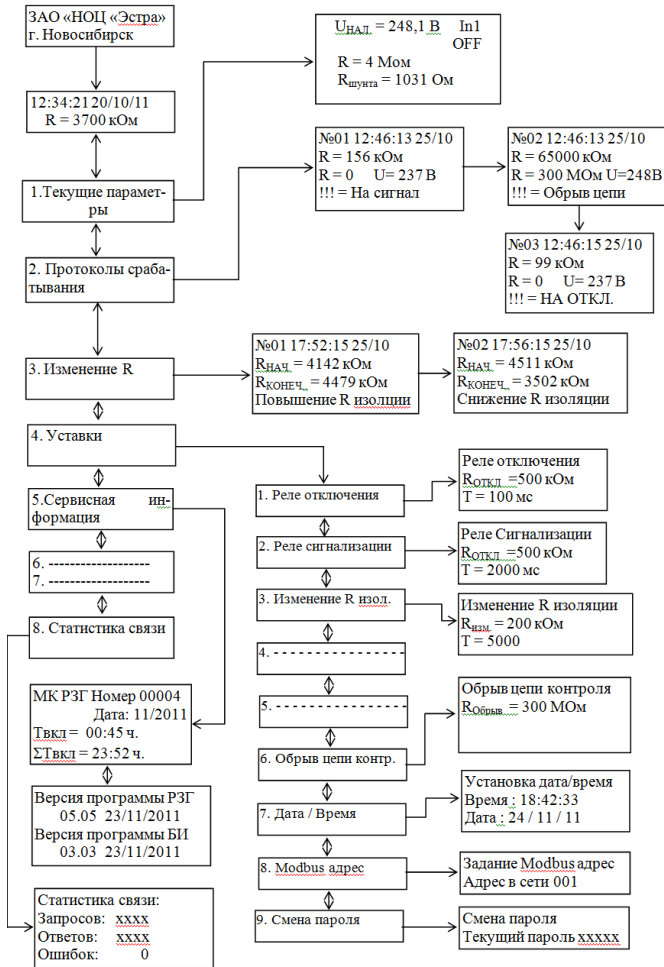


Рисунок 5.1 – Структура меню

5.4 Уставки защиты

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.

Контроль цепи наложенного напряжения осуществляется по превышению уровня измеряемого сопротивления заданной уставки. Уставка задается в зависимости от эксплуатационного значения сопротивления изоляции. При обрыве цепи наложенного тока сопротивление изоляции будет отображаться значением $R = 65000$ кОм, появится сообщение «Обрыв цепи» и сработает реле, контролирующее исправность цепи наложенного напряжения (KL_1). При этом будет сформирован протокол и загорится желтый светодиод на лицевой панели. В протоколе, кроме максимального отображаемого на мониторе дисплея значения 65000 кОм, появится запись $R = 300$ МОм. При восстановлении цепи произойдет возврат реле в исходное состояние.

Следует иметь в виду, что при новом включении блока идет тренировка электролитического конденсатора в цепи наложенного тока, поэтому в течение нескольких часов после подачи напряжения измеряемое сопротивление при разомкнутой цепи будет медленно возрастать до 300 МОм.

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 $T_{\text{вкл}}$, суммарное время наработки блока $\Sigma T_{\text{вкл}}$, дату изготовления, серийный номер, версию программы, тип блока.

6 ПРОВЕРКА БЛОКА ЗАЩИТЫ

6.1 Схема подключения

Перед установкой МК-РЗГ на объект рекомендуется предварительно провести испытания защиты в лабораторных условиях. Схема подключения МК-РЗГ 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, 10кОм, 22кОм, 150кОм, 680кОм, 1МОм, 2МОм);
- источник питания 220В;
- мегаомметр;
- лабораторный автотрансформатор;
- реостат (20Ом);
- миллисекундомер;
- осциллограф;
- повышающий трансформатор, способный развить напряжение на нагрузке 200кОм до 350В.

6.2 Порядок испытания

Для проведения испытания МК-РЗГ необходимо подключить к разъему X2 пульт управления и индикации, к разъему X3 – компьютер через преобразователь интерфейса. К клеммам X1:2 и X1:4 подключить сопротивление 1 МОм, подать оперативное питание 220В. 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 задать следующие уставки (конкретные значения в скобках указаны для примера):

- уровень срабатывания защиты, действующей на отключение (100кОм);
- время срабатывания защиты, действующей на отключение (100мс);
- уровень срабатывания защиты, действующей на сигнал (500кОм);
- время срабатывания защиты, действующей на сигнал (2000мс);
- время срабатывания защиты, действующей при обрыве цепи нагруженного тока (5000мс);
- уставка по изменению сопротивления изоляции (200кОм);
- время устойчивого изменения сопротивления изоляции (2000мс);
- время подсветки индикатора (5 минут);
- время возврата из подменю (5 минут).

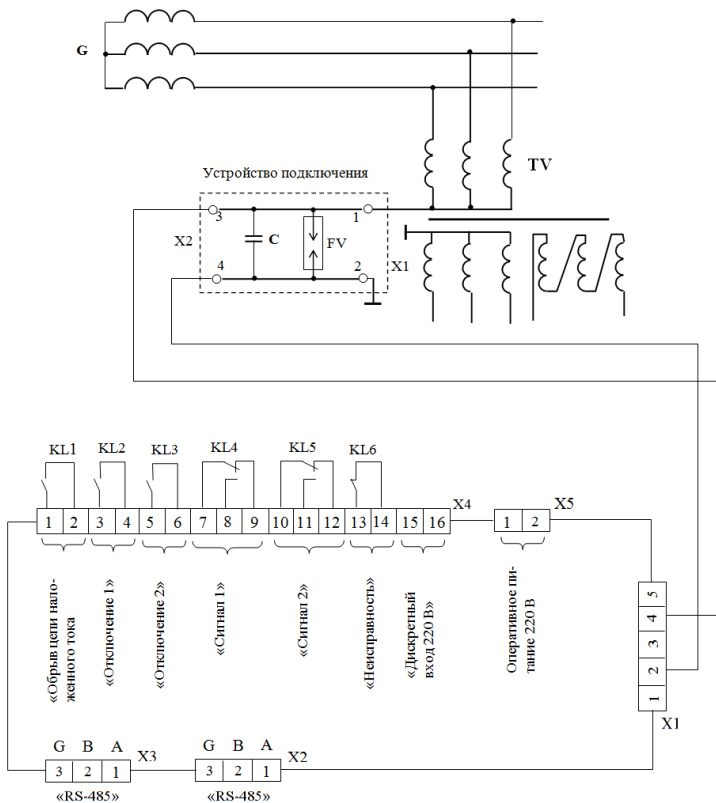


Рисунок 6.1 – Схема подключения МК-РЗГ

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, реле «Высокое напряжение» действует на шунтирование разделительного конденсатора при срабатывании разрядников и одновременно подается сигнал на выходное реле «Неисправность».

1) Проверка исправности схемы контроля цепи наложенного напряжения.

Для выполнения проверки необходимо отключить сопротивление от клемм X1:2 и X1:4, примерно через минуту (или несколько секунд при тренированных конденсаторах) сработает реле контроля исправности цепи ИНН, а на индикаторе появится информация «Обрыв цепи».

Далее, подключить омметр к клеммам X4:1 и X4:2 и убедиться в срабатывании выходного реле контроля исправности цепи ИНН. Сопротивление изоляции будет отображаться значением $R=65000$ кОм, в протоколе срабатывания дополнительно появится запись $R=300$ Мом и «Обрыв цепи». Вновь подключить сопротивление 1 МОм. Выходное реле вернется в исходное состояние.

2) Проверка канала измерения сопротивления изоляции.

Подключая поочередно различные величины сопротивлений, необходимо оценить погрешность измерения. В диапазоне значений сопротивлений от 20кОм до 2000кОм относительная погрешность не должна превышать 10%.

Установив сопротивление 150кОм, необходимо убедиться в срабатывании сигнального реле KL4 - клеммы X4:7 и X4:8, дублирующего реле KL5 – клеммы X4:10 и X4:11. На лицевой панели загорится при этом красный светодиод "Неисправность", на индикаторе "На сигнал".

При установке сопротивления 10кОм должно сработать выходное реле KL2, действующее на отключение - клеммы X4:3 и X4:4, и дублирующее реле KL3 – X4:5 и X4:6). На лицевой панели загорится при этом красный светодиод "Авария", на индикаторе появится информация «На отключение».

3) Проверка времени срабатывания защиты.

Для выполнения проверки необходимо собрать схему по Рисунку 6.2.

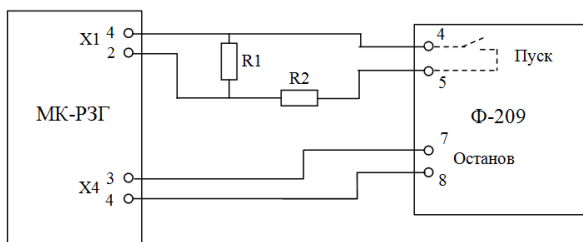


Рисунок 6.2 – Схема проверки времени срабатывания защиты

Величину R1 можно принять при выполнении проверки равной 1МОм. В панели задания уставок выставить минимальное время срабатывания защиты, действующей на отключение. Закоротить резистор R2. Тумблером «Пуск» миллисекун-

домера произвести его запуск. При этом будет измерено минимальное время срабатывания защиты, определяемое постоянной времени разряда цепи $\tau=R_{п2}C \approx 400\text{мс}$. Для заданной уставки 20кОм минимальное время срабатывания защиты составит 300мс .

Ввести в схему измерения резистор $R2$, величину которого принять равной 10кОм . Повторить измерение времени срабатывания, которое в данном режиме составит $500\text{-}600\text{мс}$.

Аналогичным образом можно произвести измерение времени срабатывания защиты, действующей на сигнал. Поскольку эта защита действует с выдержкой времени, то увеличение времени срабатывания по отношению к заданной уставке будет тем меньше, чем больше задана выдержка времени и большее снижение измеряемого сопротивления изоляции по отношению к уставке. Например, при $R_{ycr}=200\text{кОм}$, $t_{ycr}=2000\text{мс}$, $R2=1\text{кОм}$ – время срабатывания составляет 2080мс . При $R2=100\text{кОм}$ время срабатывания составит 2360мс .

4) Проверка формирования протоколов срабатывания.

После выполнения предыдущей проверки необходимо открыть окно «Протокол №1». Убедиться в наличии информации о последнем срабатывании защиты (дата, время, сопротивление изоляции, вид защиты). Открыть окно «Протокол №2», убедиться в наличии информации о предыдущем срабатывании защиты и т.д.

Затем необходимо проверить алгоритм формирования протоколов при изменении сопротивления на величину, превышающую уставку по этому параметру. Для этого собирается схема по Рисунку 6.3.

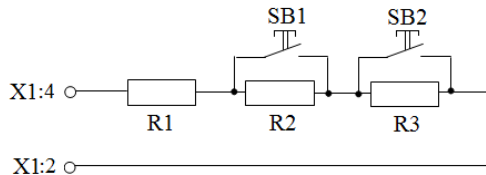


Рисунок 6.3 – Схема проверки формирования протокола по приращению сопротивления

При заданной уставке $\Delta R_y=200\text{кОм}$ можно принять $R1=1000\text{кОм}$, $R2=300\text{кОм}$ и $R3=300\text{кОм}$. Для выполнения проверки необходимо кнопкой шунтировать вначале один резистор, затем с интервалом в $20\text{-}30$ секунд – другой. С тем же интервалом затем ввести поочередно резисторы в работу. Убедиться в последовательном формировании четырех протоколов по изменению сопротивления. При кратковременном (менее 2-х секунд) шунтировании резистора протокол формироваться не должен.

5) Проверка срабатывания внутренней защиты от перенапряжения.

Для выполнения этой проверки необходимо собрать схему по Рисунку 6.4. Вторичную обмотку повышающего трансформатора необходимо подключить к клеммам X1:2 и X1:4. Поскольку цепь наложенного постоянного тока будет подключена к небольшому сопротивлению вторичной обмотки трансформатора, последовательно в эту цепь необходимо включить сопротивление R2, превышающее с запасом уставку защиты, действующей на отключение. По этой причине при выполнении опыта может сработать только сигнальное реле защиты. Увеличивая первичное напряжение трансформатора, убедиться в срабатывании реле KL6 при достижении амплитудного значения напряжения на вторичной обмотке трансформатора пробивного напряжения разрядника (320В). При этом вторичная обмотка датчика будет зашунтирована контактами реле, действие защит будет блокировано, в окне «Текущие параметры» появится сигнал «Высокое напряжение».

Амплитуду напряжения на клеммах X1:4 и X1:2 можно контролировать с помощью осциллографа.

Кнопкой «Возврат» вернуть реле KL6 в исходное состояние. Если возврат не происходит, а это возможно при многократном срабатывании разрядника (более 3-х раз), то в исходное состояние защита переводится путем кратковременного снятия оперативного питания. Опыт можно повторить для проверки отсутствия срабатывания выходного реле при действии этой защиты. Для этого к клеммам X4:3 и X4:4 необходимо подключить омметр. Не меняя величины установленного напряжения, необходимо кратковременно подать на клеммы X1:2 и X1:4 высокое напряжение. Убедиться в том, что выходное реле KL2 не срабатывает при срабатывании защиты от перенапряжений. Произвести возврат защиты.

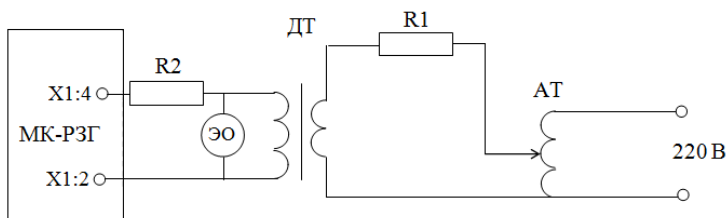


Рисунок 6.4 – Схема испытания высоким напряжением

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.

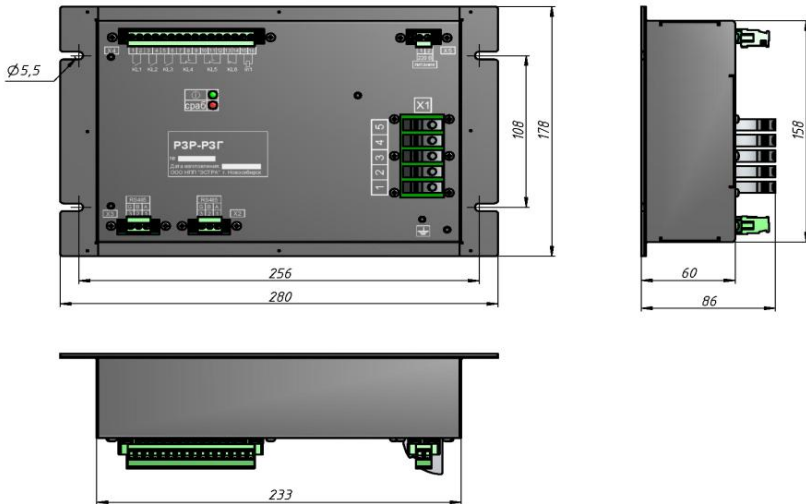
2) Климатические условия транспортирования блока являются такими же, как при хранении.

8.6 Утилизация

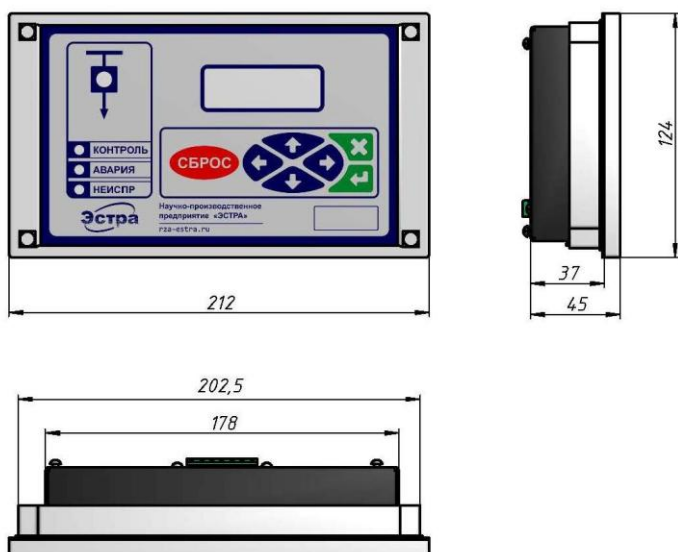
Устройство не содержит веществ и компонентов, вредно влияющих на окружающую среду и здоровье человека, поэтому особых мер по защите при утилизации не требуется.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

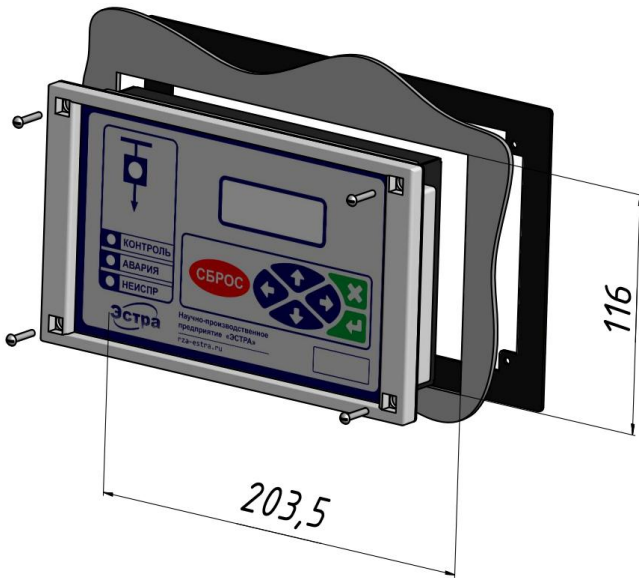
Габаритный чертеж корпуса блока защиты



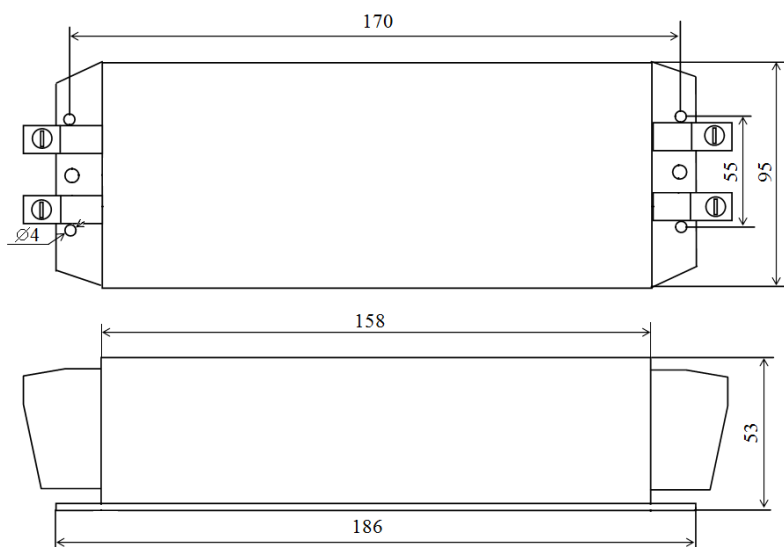
Габаритный чертеж корпуса пульта управления



Размеры выреза под пульт управления

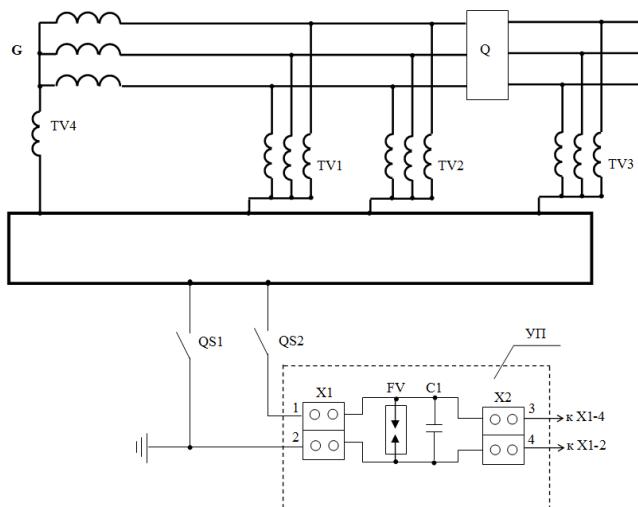


Габаритный чертеж корпуса устройства подключения



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Пример схемы подключения цепей наложенного тока



Обозначение:

QS1, QS2 – разъединители типа РВО-10/400;

FV – разрядник на 350В;

C1 – конденсаторы (20мкФ х 400В).

Схема приведена для случая, когда в нейтрали генератора установлен однофазный трансформатор напряжения и в цепи генераторного напряжения установлен выключатель.

Объединение нейтралей трансформаторов напряжения выполнено по схеме кольца.

Разъединителем QS2 осуществляется подключение МК-РЗГ к нейтрали трансформаторов напряжения, разъединителем QS1 – шунтирование разделительного конденсатора. При выполнении высоковольтных испытаний изоляции оба разъединителя отключаются.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
Карта типовых уставок МК-РЗГ

№	Наименование уставки	Значение	Единицы
1	Адрес подчиненного устройства	1	-
2	Уровень срабатывания защиты на отключение	100	кОм
3	Время срабатывания защиты на отключение	100	мс
4	Уровень срабатывания защиты на сигнал	500	кОм
5	Время срабатывания защиты на сигнал	2000	мс
6	Предельное изменение сопротивления изоляции от предыдущего значения для формирования протокола	200	кОм
7	Время изменения сопротивления изоляции	5000	мс
8	Время подсветки	5	мин
9	Время возврата	5	мин
10	Пароль	65535	-