

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ЗАО «НОЦ «ЭСТРА»
В.П. Ерушин

« ____ » _____ 2008 г.

УСТРОЙСТВО МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЕ
ДЛЯ ЗАЩИТЫ
от замыкания на землю в обмотке статора генератора
МК-РЗГ

Руководство по эксплуатации
3.630.009РЭ

Новосибирск – 2008 г.

| | |
|---|----|
| 1. Назначение | 3 |
| 2. Условия эксплуатации. | 3 |
| 3. Общие технические данные | 3 |
| 4. Основные технические характеристики защиты | 4 |
| 5. Функциональная схема МК-РЗГ | 5 |
| 6. Диагностика МК-РЗГ | 7 |
| 7. Управление блоком МК-РЗГ с компьютера | 9 |
| 7.1. Текущие параметры | 9 |
| 7.2. Уставки и настройка защиты | 10 |
| 7.3. Протоколы защиты | 10 |
| 8. Управление МК-РЗГ с клавиатуры блока | 11 |
| 9. Порядок проверки МК-РЗГ | 16 |
| 9.1. Схема подключения | 16 |
| 9.2. Порядок испытания МК-РЗГ | 21 |
| 10. Техническое обслуживание МК-РЗГ | 25 |
| 10.1. Виды технического обслуживания устройств РЗА | 25 |
| 10.2. Периодичность технического обслуживания устройств РЗА | 27 |
| 10.3. Виды работ при новом включении | 29 |
| 10.4.Перечень возможных неисправностей и методы их устранения | 31 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1 | 34 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 2 | 35 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 3 | 36 |

1. Назначение.

Устройство микроконтроллерной защиты генератора (МК-РЗГ) предназначено для защиты от замыканий на землю в обмотке статора блочного генератора взамен устанавливаемых ранее реле типа РЗГ-100, выполненных на электронной базе малой степени интеграции. Для обеспечения защиты 100% обмотки статора, включая нейтраль, используется принцип действия, основанный на наложении на цепь обмотки статора напряжения постоянного тока. Кроме функции защиты на МК-РЗГ возлагаются функции 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.

2. Условия эксплуатации.

Устройство МК-РЗГ предназначено для работы в следующих условиях:

- рабочий диапазон температуры окружающей среды - от нуля до плюс 40⁰С;
- относительная влажность окружающего воздуха не должна превышать 95% при температуре 35⁰ и менее;
- атмосферное давление от 630 до 800 мм.рт.ст.;
- окружающая среда не взрывоопасная, не содержащая пыли в концентрациях, снижающих параметры защиты в недопустимых пределах;
- вибрация мест крепления в диапазонах частот от 10 до 55 Гц;
- удары, ускорения не более 2g;
- степень защиты по ГОСТ14255-96 не ниже – IP40, для выводов – IP00.

3. Общие технические данные.

3.1. Питание.

Напряжение постоянного оперативного тока, В:

- номинальное 220;
- диапазон изменения 260 – 160.

Потребляемая мощность, Вт не более 10.

3.2. Выходные дискретные сигналы.

- Количество 6;
- Коммутируемое напряжение постоянного тока, В 220;
- Коммутационная способность контактов реле защиты в цепи постоянного тока с индуктивной нагрузкой и постоянной времени, не превышающей $5 \cdot 10^{-3}$ с, при напряжении до 250 В составляет, А 0,15.

3.3. Выход аналоговый.

Стабилизированное напряжение постоянного тока, В, 190;
Максимальный ток, мА, 5.

3.4. Электрическое сопротивление изоляции всех независимых цепей относительно корпуса и между собой в обесточенном состоянии защиты при температуре окружающей среды $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ - не менее 10 МОм.

3.5. Электрическая прочность изоляции всех электрически не связанных частей относительно корпуса и между собой выдерживает в течение 1 мин. без пробоя или перекрытия по поверхности испытательное напряжение 1500В переменного тока частотой 50Гц.

4. Основные технические характеристики защиты.

4.1. По принципу действия защита реагирует на наложенный постоянный ток, поэтому защищает 100% обмотки статора, включая нейтраль генератора. В функции МК-РЗГ входит:

- отключение генератора при снижении уровня изоляции контролируемых цепей ниже 20 кОм (или другой согласованной уставки);
- диагностика состояния изоляции в нормальном режиме и выдача сигнала при снижении сопротивления ниже нормального эксплуатационного уровня;
- контроль изменения сопротивления изоляции путем формирования протокола (с указанием текущего значения – сопротивления, даты и времени) при отклонении текущего значения сопротивления по отношению к предыдущему запроотоколированному значению свыше заданной уставки;
- самодиагностика основных элементов схемы, источника питания и выдача сигнала при возникновении неисправности;
- передача по интерфейсу RS-485 на компьютер дежурного величины сопротивления изоляции и состояние дискретных выходов;
- формирование протоколов в энергонезависимой памяти при срабатывании выходного или сигнального органов.

4.2. Диапазон измерения сопротивления изоляции составляет (0 – 300) МОм с дискретностью 1 кОм.

4.3. Погрешность измерения в диапазоне значений сопротивлений от 20 кОм до 2000 кОм не превышает 10%.

4.5. Время срабатывания выходного органа при замыкании через переходное сопротивление 10 кОм не превышает 500 мс. Время обновления информации при измерении сопротивления на уровне 200 кОм не превышает 1 с.

4.6. При повышении сопротивления выше 300 МОм фиксируется неисправность цепей измерения с выдачей соответствующего сигнала. В тех случаях, когда эксплуатационное значение сопротивления изоляции превышает 300 МОм, обрыв цепи наложенного постоянного тока не идентифицируется.

4.7. Измеряемое сопротивление изоляции не зависит от изменения питающего напряжения.

4.8. Изменение уставок может осуществляться с переносного компьютера, с компьютера оперативного дежурного или со встроенной клавиатуры. Для отображения вводимой и контролируемой информации предусмотрен жидкокристаллический дисплей.

5. Функциональная схема МК-РЗГ.

На рис.1 приведена функциональная схема устройства МК-РЗГ .

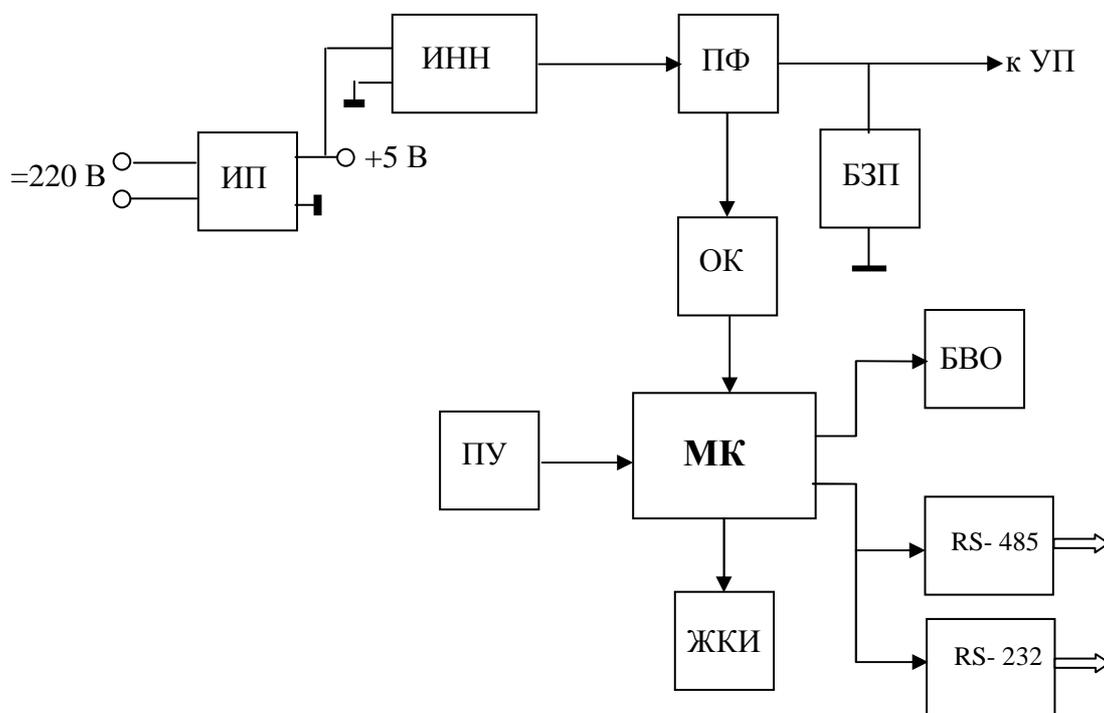


Рис.1. Функциональная схема МК-РЗГ.

В состав функциональной схемы входят следующие элементы:

- стабилизированный источник питания (ИП);
- стабилизированный источник наложенного напряжения (ИНН);
- преобразователь функциональный (ПФ);
- блок защиты от перенапряжений (БЗП);
- оптронный ключ (ОК);

- микроконтроллер (МК);
- пульт управления (ПУ);
- жидкокристаллический индикатор (ЖКИ);
- блок выходных органов (БВО);
- интерфейс RS-485;
- интерфейс RS-232.

Питание защиты осуществляется от постоянного напряжения 220 В. 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 190 В.

Стабилизированное напряжение 190 В подается на устройство подключения (УП) к нейтралю трансформаторов напряжения. Последовательно в цепь ИНН включен преобразователь функциональный, 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.

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. Кроме того, БЗП при срабатывании формирует сигнал для микроконтроллера. Если перенапряжение устойчивое (в течение нескольких десятков миллисекунд), микроконтроллер выдает команду на подключение нейтрали трансформаторов напряжения к земле и сигнал о неисправности УП. В качестве дополнительной защиты конденсаторов от пробоя в УП также установлен разрядник с несколько большим напряжением срабатывания.

Блок управления (БУ) предназначен для задания уставок с панели защиты, вывода на индикатор необходимой информации.

Жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) служит для отображения информации по месту установки защиты. Оба последних элемента функциональной схемы необходимы в случае отсутствия на станции переносного компьютера, информационной сети, что повышает эксплуатационные возможности защиты.

Блок выходных органов (БВО) состоит из трех реле с переключающимися 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 20 кОм, сигнальное реле срабатывает при снижении сопротивления ниже 200 кОм (уставки могут изменяться в зависимости от конкретных условий). Дополнительно предусмотрены ещё два реле, дублирующие сигнальное и отключающее реле.

Интерфейс связи позволяет организовать информационную систему, объединяющую различные цифровые устройства. В МК-РЗГ используются два последовательных интерфейса связи - RS-485 и RS-232 (протокол Modbus). Интерфейс RS-485 обеспечивает параллельное подключение на один сегмент до 32 цифровых устройств. Дальность связи до 1500 м и скорость обмена 9600 бод.

Микроконтроллер реализует заданный алгоритм вычисления сопротивления изоляции, отклонения сопротивления, управляет работой БВО, интерфейсом связи, ЖКИ, формирует протоколы срабатывания, осуществляет самотестирование.

6. Диагностика МК-РЗГ.

Циклический режим работы микроконтроллера позволяет достаточно просто организовать тестирование защиты. По известным принципам проверяется исправность ОЗУ, ПЗУ. Останов процессора, обусловленный его неисправностью или неисправностью источника питания, диагностируется путем введения специальной схемы, контролирующей непрерывно следующие на одном из выходов микроконтроллера импульсы.

Предвключенные сопротивления $R_{П1}$, $R_{П2}$ предназначены для ограничения тока от ИНН при металлическом замыкании обмотки статора на землю до уровня 5 мА. Эти значения сопротивлений при вычислении сопротивления изоляции вычитаются из общего измеренного значения. Кроме того, совместно с конденсатором C 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 ($R_{Ш}$), которое подается на операционный усилитель (ОУ) и далее – на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП).

Блок защиты от перенапряжений, схема которого приведена на рис.3, содержит разрядник FV_1 , оптронный ключ DD_1 и замыкающие контакты промежуточного реле KL_4 . Блок выполняет функцию

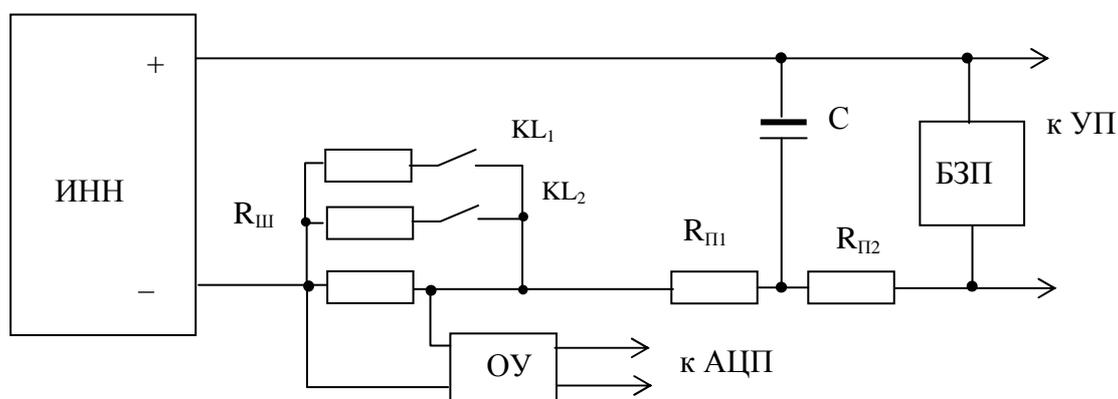


Рис.2. Схема аналоговой цепи.

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 :

$$I_C = 3I_{1н} + 3I_{1μ},$$

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

$I_{1μ}$ – первичный ток намагничивания трансформаторов напряжения.

Если в первом приближении пренебречь током намагничивания, то для трансформатора напряжения НОМ-10-66, имеющим нагрузку 300 ВА в классе точности 3, первичный номинальный ток составит 30 мА.

Тогда напряжение на конденсаторе при замыкании фазы на землю:
 $U_C = 3I_{1н}/\omega C = 90 \cdot 10^{-3}/314 \cdot 15 \cdot 10^{-6} = 19 \text{ В.}$

Суммарное напряжение срабатывания разрядников должно с запасом превышать амплитудное значение напряжения на конденсаторе при исправной схеме $(190 + 1,41 \cdot 19) = 217 \text{ В.}$ В принятой схеме установлены разрядник на 300 В.

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 100 мс), необходимой для отстройки от возможных коммутационных перенапряжений, срабатывает реле KL_4 , привязывая таким образом нейтраль трансформатора напряжения к земле.

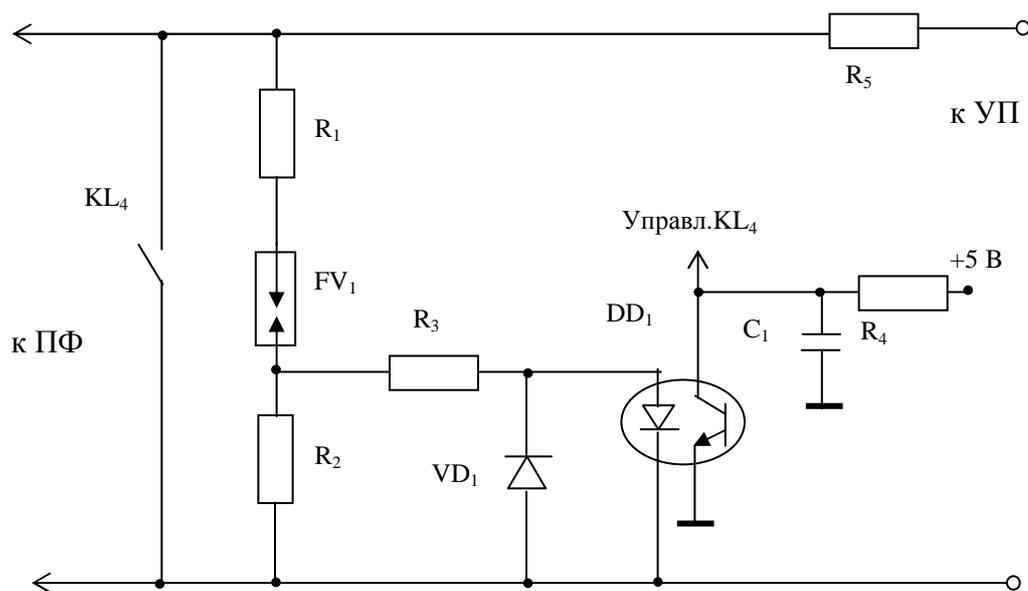


Рис.3. Схема блока защиты от перенапряжений.

Одновременно с этим блокируется работа выходного реле защиты и выдается сигнал "неисправность".

7. Управление блоком МК-РЗГ с компьютера.

Управление блоком (задание уставок, считывание текущей информации, чтение протоколов) может осуществляться с переносного компьютера при его подключении к интерфейсу RS-232 или стационарного – при подключении к интерфейсу RS-485 через преобразователь RS-485/232. Удаленность компьютера от места установки блока может составлять до 1500 м. Связь осуществляется экранированным кабелем типа "витая пара". К такому кабелю параллельно может быть подключено до 31-го микроконтроллерного устройства с заданными адресами. Для выполнения этих функций вместе с блоком поставляется соответствующее программное обеспечение.

Программный продукт выполнен для эксплуатации на базе системы Windows 9xx/NT, ЭВМ класса не ниже IBM PC 486, объемом ОЗУ от 4МВ и открытым доступом к последовательному порту.

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

7.1. Текущие параметры.

В разделе программного модуля «Текущие параметры» осуществляется индикация состояния защит микроконтроллерного блока, производится вывод текущего значения сопротивления изоляции цепей статора, состояние дискретных выходов. Существует возможность гра-

фического вывода информации. При выборе указателем "мыши" нужного вам параметра на экране появляется дополнительное окно вывода. Показания в той или иной точке графика отмечаются в виде всплывающей подсказки рядом с указателем "мыши". При этом просмотр предварительно зафиксированных данных графика производится "мышью" при нажатой правой клавише.

В данном режиме осуществляется контроль часов реального времени. При расхождении текущего времени ПЭВМ и таймера блока защиты существует возможность корректировки последнего. Для этого необходимо выбрать указателем "мыши" требуемый параметр (секунды, минута и т.д.) и в окне ввода данных с клавиатуры произвести необходимые изменения. Для записи нового значения параметра в таймер МК-РЗГ необходимо нажать клавишу "Enter".

С помощью управляющей клавиши "Pause" производится остановка и запуск опроса системы.

Настройки порта связи RS-232 доступны при выборе соответствующих указателей "RxD", "TxD". При обмене информацией с блоком микроконтроллерной защиты существует возможность изменения следующих параметры порта связи:

- номер порта;
- скорость обмена;
- число битов данных;
- стоп биты;
- паритет;
- управление.

7.2. Уставки и настройка защиты.

Раздел программы "Уставки", "Настройка" позволяет изменять значения уставок и других параметров настройки защит. При переходе в этот раздел текущий опрос данных прекращается. Выбор уставки осуществляется указателем "мыши". После чего окно ввода уставки доступно для изменения значения. Для записи нового значения уставки МК-РЗГ необходимо нажать клавишу "Enter". Данные по уставкам после этого обновляются.

7.3. Протоколы защиты.

Раздел программы "Протокол" предназначен для отображения значений параметров блока защиты МК-РЗГ, записанных предварительно в аварийном режиме в ОЗУ часов реального времени. Протоколы формируются:

- по факту срабатывания любого из трех реле – выходного, сигнального, реле неисправности цепей наложенного тока (кроме неисправности самого блока);

- при срабатывания реле KL₄, шунтирующего разделительный конденсатор при его обрыве в случае возникновения перенапряжения на нейтрали трансформаторов напряжения;
- в случае превышения отклонения сопротивления изоляции выше 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.

8. Управление МК РЗГ с клавиатуры блока.

Просмотр текущих параметров, протоколов срабатывания, задание уставок можно производить непосредственно на блоке, используя пульт управления, состоящий из 5 кнопок, трех светодиодов и одного жидкокристаллического индикатора (ЖКИ) (две строки по 16 символов). Кроме того, имеется порт на лицевой панели блока для подключения переносного компьютера (RS-232) и порт на задней стенке устройства, который поддерживает протокол передачи информации Modbus. Посредством этого интерфейса можно передавать информацию на компьютер дежурного инженера через преобразователь RS-485/RS-232 на расстояние до 1,5 км.

При подаче напряжения питания на ЖКИ открывается основное окно (по умолчанию), в котором отображается информация о текущем значении сопротивления изоляции, время (час, минута), дата (день недели, число, месяц):

16.34 BC 30/09
R = 173 МОм.

При исправном блоке на лицевой панели будет мигать зеленый светодиод «Контроль».

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 10 суток. Установленное

время на блоке сохранится, если после его задания питание с блока не снимается в течение этого времени.

При обрыве цепи наложенного тока сопротивление изоляции будет отображаться значением $R > 300$ МОм, сработает реле, контролирующее исправность защиты (KL1). При этом будет сформирован протокол и загорится красный светодиод на лицевой панели. 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!

Меню устройства имеет табличную форму. Структура меню представлена на рис.4. Каждая уставка в меню представлена как ячейка, и каждая ячейка в меню доступна посредством ссылки на адрес строки и колонки. Верхняя строка каждой колонки содержит заголовок, который описывает уставки, содержащиеся в пределах этой колонки. Перемещение между колонками меню возможно только на уровне заголовков столбца и осуществляется кнопками "↓" или "↑".

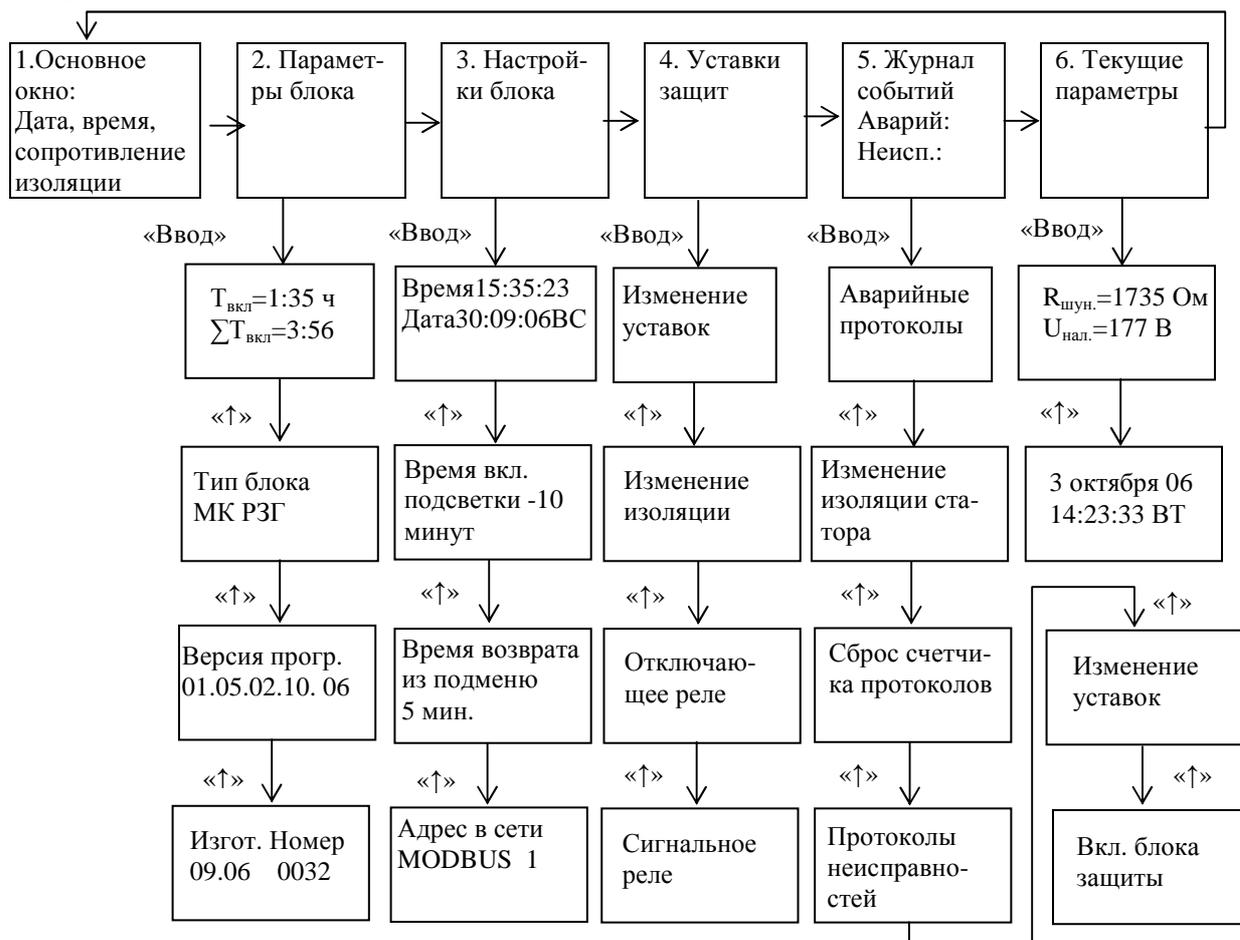


Рис.4. Структура меню.

Если, находясь в ячейке «Изменение уставок», нажать клавишу «Ввод», появится окно «Введите пароль». Клавишами "↓" или "↑" набирается нужное число в старшем десятичном разряде и нажимается клавиша «Ввод». Затем аналогичным образом изменяются цифры в младших разрядах. При правильно набранном пятизначном пароле появится окно «Изменение уставок» со значком «У» в правом углу индикатора. Если пароль введен неправильно, появится окно «Доступ запрещен! Нажмите ввод». После этого вновь попадаете в ячейку «Изменение уставок».

Если, находясь в ячейке «Изменение уставок», нажать клавишу "↑", то в соответствии со структурой меню перейдем в ячейку «Изменение изоляции». Нажав клавишу «Ввод», можно просмотреть заданные уставки защиты по изменению изоляции: уставка по отклонению сопротивления от предыдущего зафиксированного значения (например, 200 кОм), при превышении которого будет сформирован протокол изменения сопротивления изоляции. А также – выдержка времени, в течение которой устойчиво поддерживается новое значение сопротивления изоляции. Клавишей «Сброс» осуществляется выход в заголовок подменю. Аналогичным образом можно просмотреть заданные уставки защиты, действующей на отключение («Отключающее реле») и на сигнал («Сигнальное реле»). Задаются уставки по сопротивлению срабатывания и по выдержке времени соответствующей ступени.

Если необходимо изменить какие-либо уставки, то из ячейки «Изменение уставок» после нажатия клавиши «Ввод» и введении пароля перейдем в окно «Изменение уставок» со значком «У» в правом углу индикатора. Структура подменю «Изменение уставок – У» приведена на рис.5.

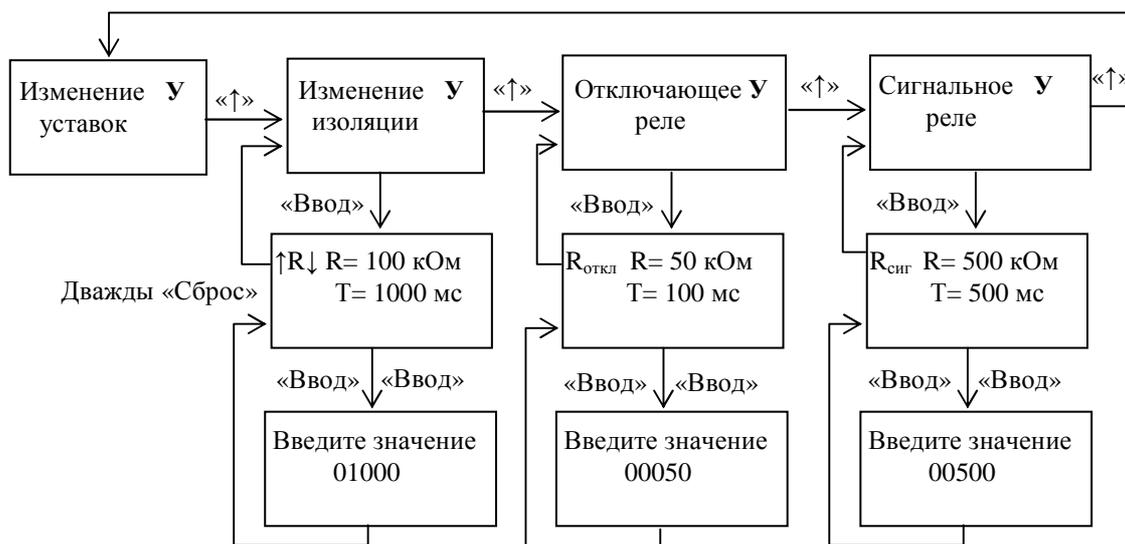


Рис.5. Структура подменю уставок защиты.

После появления ячейки «R=100 кОм, T=1000 мс» нажимается клавиша «Ввод». При этом будет мигать значимое число в первой строчке. Если нужно изменить уставку по времени, необходимо клавишей "↓" переместиться на нижнюю строчку, при этом будет мигать число 1000. Вновь нажимается клавиша «Ввод», появляется ячейка «Введите значение 01000». Клавишами "↓" или "↑" набирается нужное число в старшем десятичном разряде и нажимается клавиша «Ввод». Затем аналогичным образом изменяются цифры в младших разрядах. После изменения уставки нажимается клавиша «Сброс». После повторного нажатия клавиши «Сброс» производится выход в подзаголовок меню «Изменение изоляции У». Аналогично задаются уставки отключающего и сигнального реле.

На рис.6 приведена структура подменю аварийных протоколов.

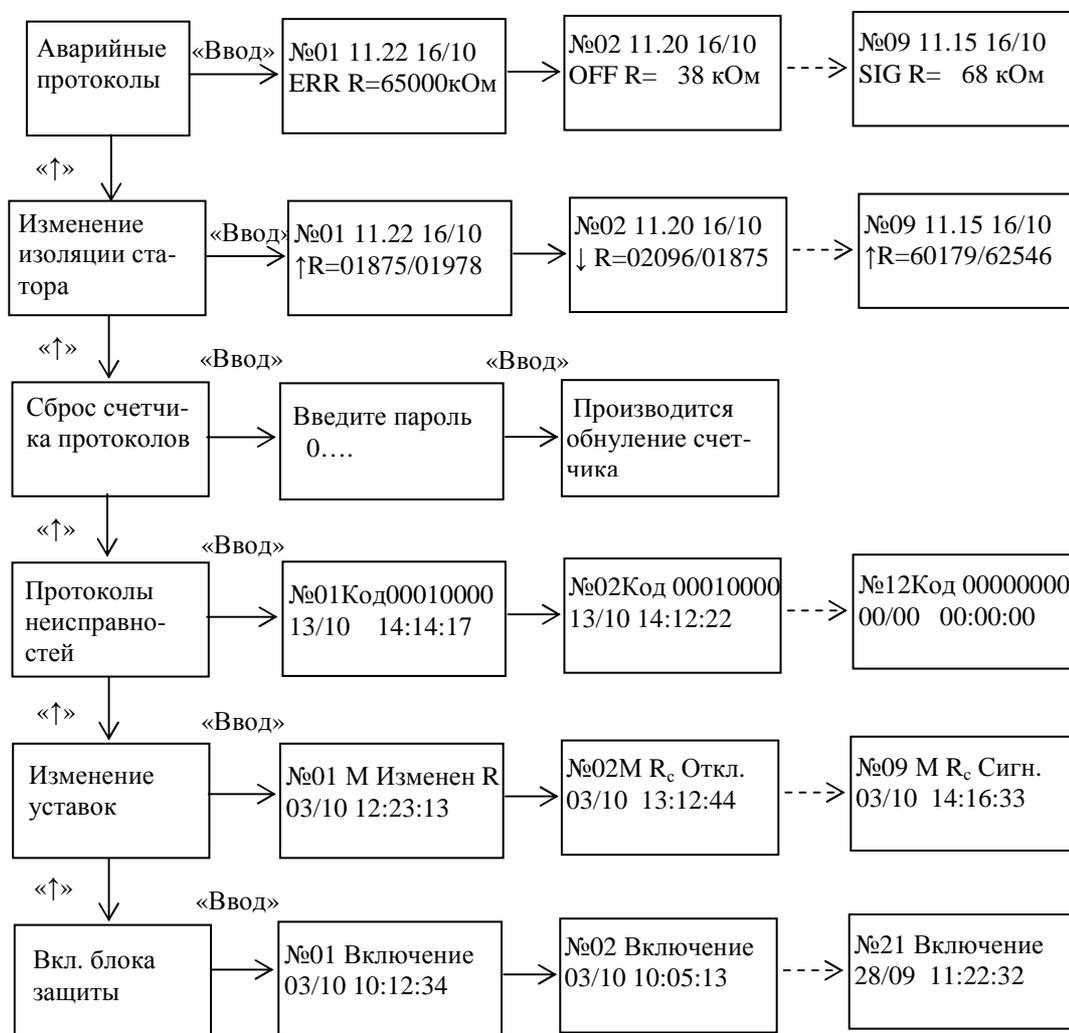


Рис.6. Структура подменю аварийных протоколов.

Все протоколы формируются по стековому принципу: последний по времени протокол имеет №1, самый ранний протокол имеет по-

следний номер, соответствующий предусмотренному программой общему количеству хранимых протоколов. При формировании очередного протокола ему присваивается №1, а остальные повышают на единицу свой порядковый номер, причем, информация в протоколе с последним номером стирается. Во всех протоколах указывается дата, время формирования протокола и дополнительная информация. Так аварийные протоколы дополнительно отображают:

- «ERR R= 65000 кОм», зафиксировано сопротивление изоляции более 300 МОм, что соответствует обрыву цепи наложенного тока.

При этом фактическое измеренное сопротивление 300 МОм отображается на ЖКИ, а в протоколе – максимальное число не превышает 65000 кОм;

- «OFF R=38 кОм», зафиксировано срабатывание защиты на отключение, при этом в момент срабатывания сопротивление изоляции было равно 38 кОм;

- «SIG R = 68 кОм», зафиксировано срабатывание сигнального органа при сопротивлении изоляции 68 кОм;

- «OVR R=65000 кОм», сработала защита блока по высокому напряжению в цепи наложенного напряжения.

В протоколах «Изменение изоляции статора» дополнительно указывается предыдущее сопротивление изоляции и сопротивление на момент формирования протокола.

Состояние всех дискретных выходов отображается в соответствующем регистре состояния - статусном регистре (табл.1):

Таблица 1. Регистр состояния выходов

| № разряда | Функция защиты |
|-----------|--|
| 0. | Срабатывание сигнального реле. |
| 1. | Срабатывание отключающего реле. |
| 2. | Срабатывание реле "Высокое напряжение". |
| 3. | Обрыв цепи источника наложенного напряжения. |
| 4. | Резерв. |
| 5. | Резерв. |
| 6. | Резерв. |
| 7. | Резерв. |
| 8. | Резерв. |
| 9. | Резерв. |
| 10. | Резерв. |
| 11. | Резерв. |
| 12. | Резерв. |
| 13. | Резерв. |
| 14. | Резерв. |
| 15. | Резерв. |

9. Порядок проверки МК-РЗГ.

9.1. Схема подключения.

Перед установкой МК-РЗГ на объект рекомендуется предварительно провести испытания защиты в лабораторных условиях. Внешний вид и габаритные размеры блока приведены на рис.7,8, установочные размеры – на рис.9. Устройство выполнено в металлическом корпусе и предусматривает заднее подключение внешних цепей. Для подключения цепей питания, наложенного тока и выходных цепей предусмотрены разъемы XS1 – XS3, описание которых приведены в таблице 2. Для оперативного подключения переносного компьютера на лицевой панели установлен разъем RS-232.

Схема подключения МК-РЗГ приведена на рис.11.

Для проверки устройства в лабораторных условиях необходимо иметь:

- персональный компьютер с кабелем для подключения к интерфейсу RS-232;
- набор поверенных сопротивлений (например, 10 кОм, 22 кОм, 150 кОм, 680 кОм, 1 МОм, 2 МОм);
- источник питания =220 В;
- мегаомметр;
- лабораторный автотрансформатор;
- реостат (20 Ом);
- миллисекундомер;
- осциллограф;
- повышающий трансформатор, способный развить напряжение на нагрузке 20 кОм до 350 В.

Таблица 2. Описание позиций разъема XS1-XS3.

| № позиции | Условное обозначение | Комментарии |
|------------|----------------------|---|
| XS1 | | |
| XS1(1-2) | KL4 | Размыкающий контакт реле «Неисправность защиты». |
| XS1(3-5) | KL3 | Переключающие контакты сигнального реле. |
| XS1(6-7) | KL2 | Замыкающий контакт выходного реле |
| XS1(8-9) | KL1 | Замыкающий контакт реле контроля исправности цепи источника наложенного напряжения. |
| XS1(10-11) | In | Дискретный вход 220 В. |
| XS1(12-14) | RS-485 | Интерфейс RS-485 (G,A,B соответственно). |
| XS1(15-16) | U _П | Оперативное напряжение питания (220 В). |
| XS2 | | |
| XS2-1 | +U _Н | «Плюс» источника наложенного напряжения. |
| XS2-2 | G | «Минус» источника наложенного напряжения. |
| XS3 | | |
| XS3(1-3) | KL5 | Переключающие контакты реле KL5, дублирующего сигнальное реле KL3. |
| XS3(4-5) | KL6 | Замыкающий контакт реле KL6, дублирующего выходное реле KL2. |

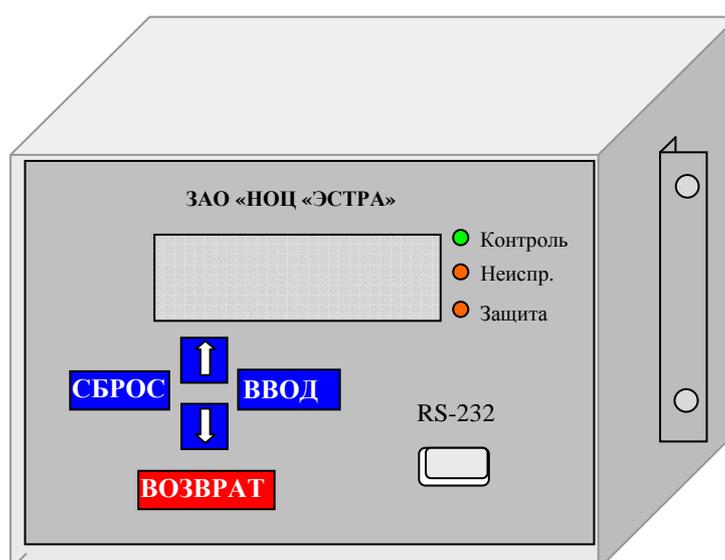


Рис.7. Внешний вид устройства.

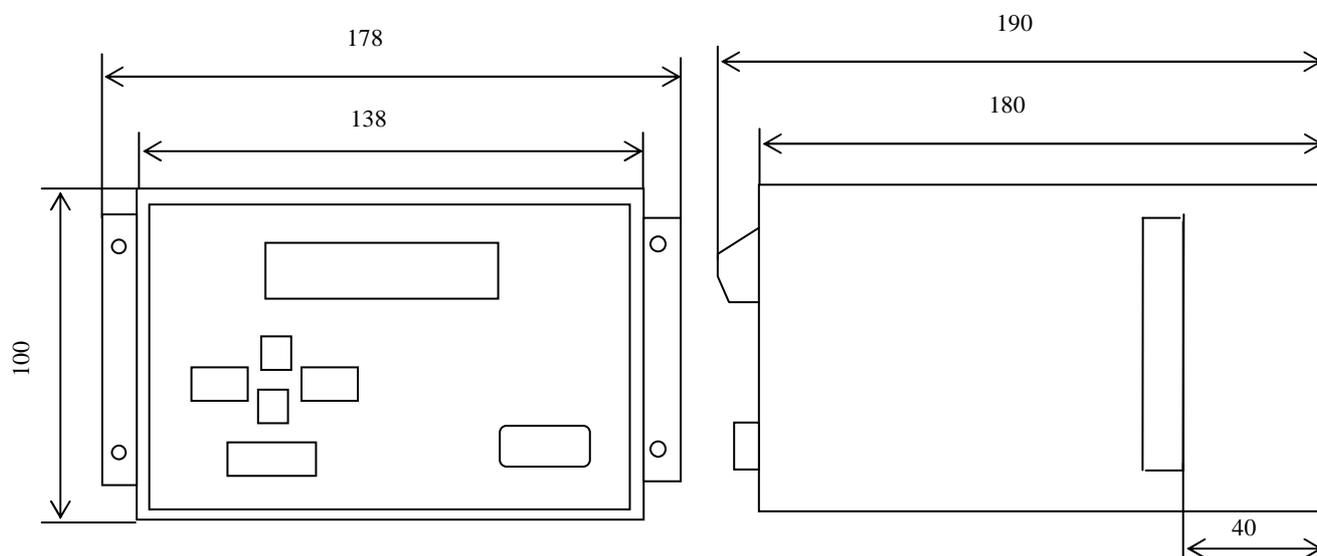


Рис.8. Габаритные размеры корпуса.

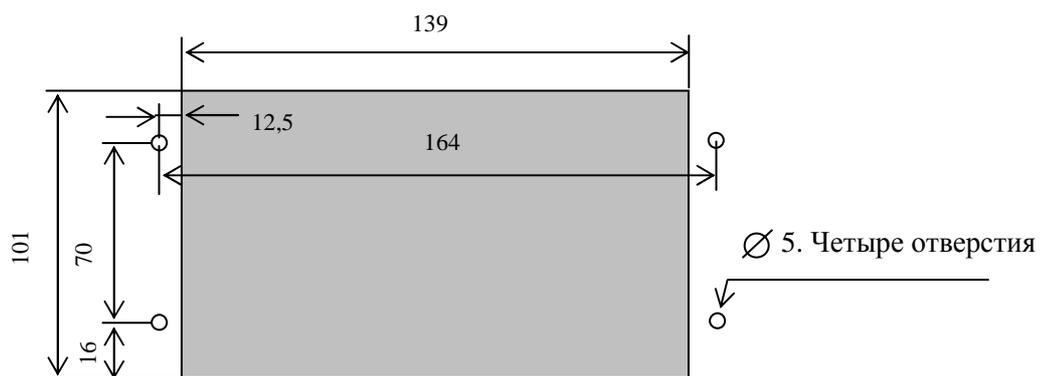


Рис.9. Установочные размеры.

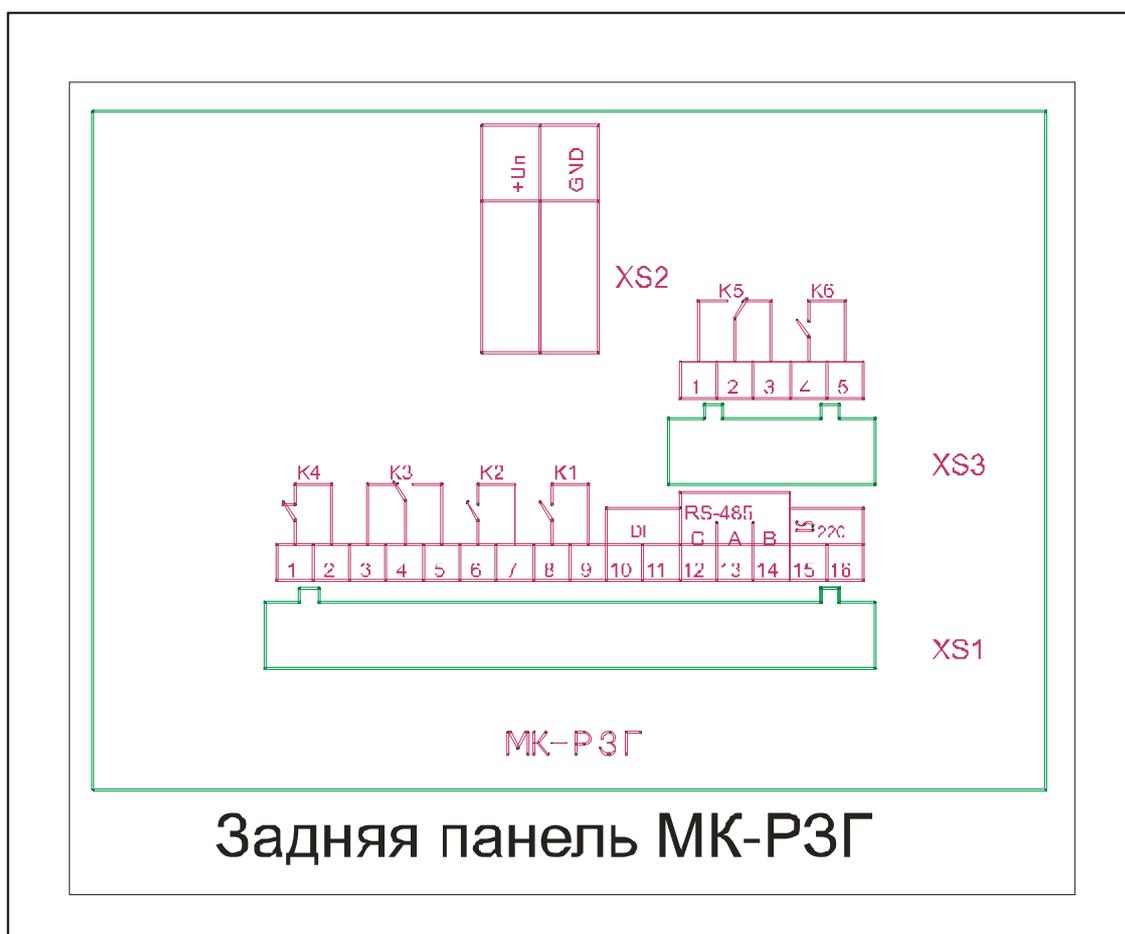
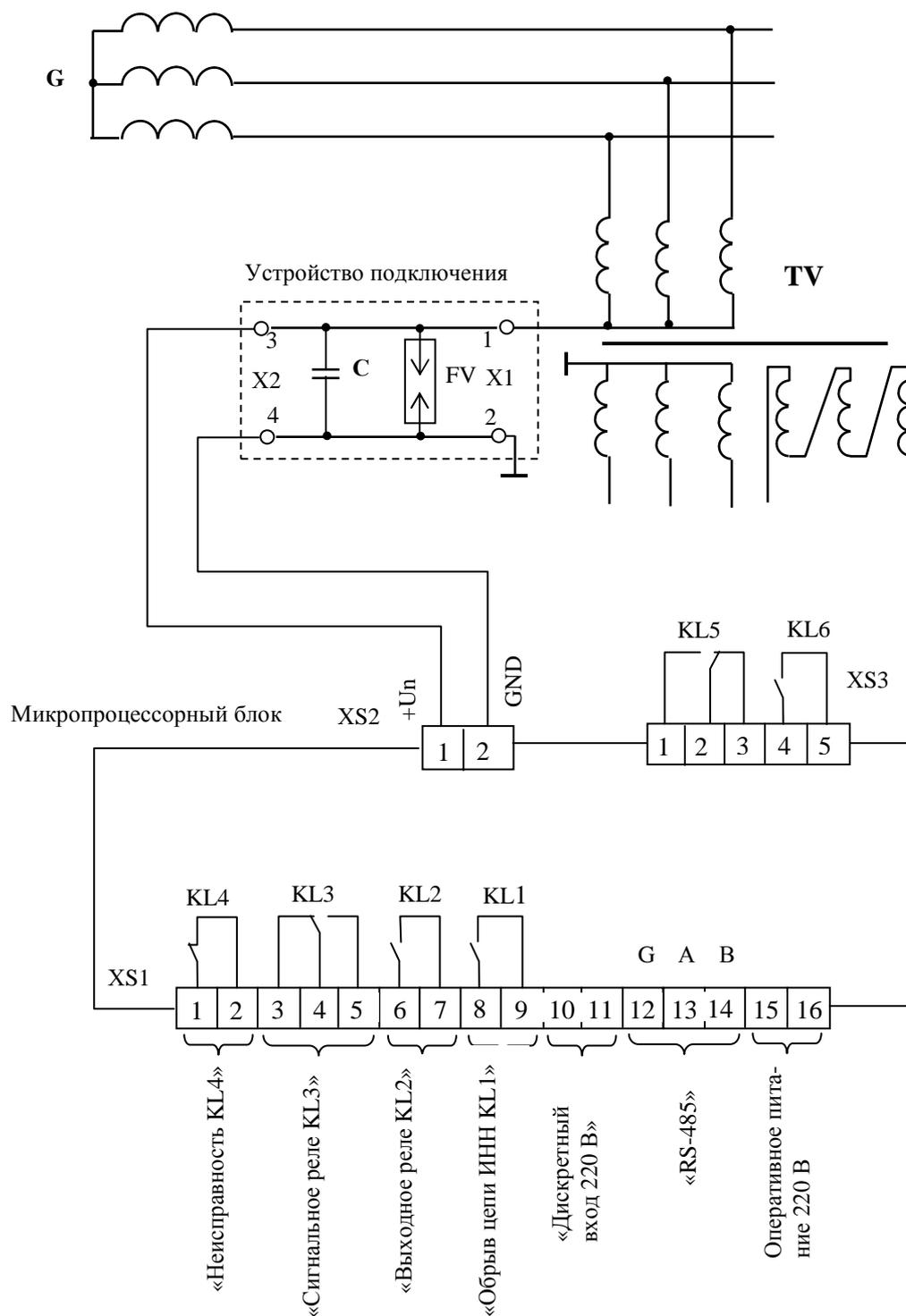


Рис.10. Внешний вид задней панели.



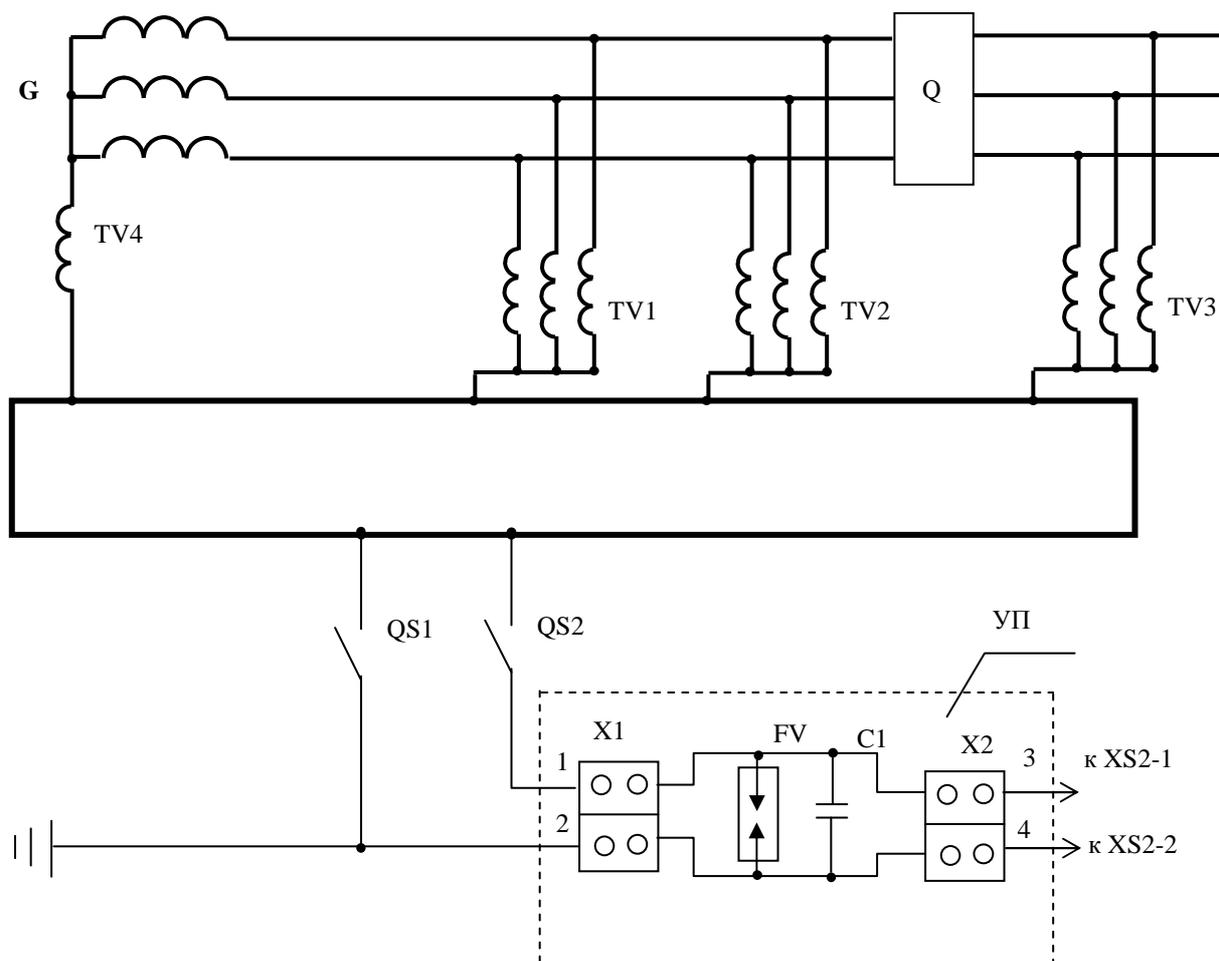


Рис.12. Пример схемы подключения цепей наложенного тока МК-РЗГ.

9.2. Порядок испытания МК-РЗГ.

Для проведения испытания МК-РЗГ необходимо подключить кабель к разъемам RS-232 компьютера и испытуемого блока, подключить к клеммам XS2-1-XS2-2 сопротивление 1 МОм, подать оперативное питание ≈ 220 В. При этом на лицевой панели должен мигать зеленый светодиод "Исправность". На панели компьютера выбрать окно "Уставки" и произвести их запись. Если предполагается подключение нескольких устройств к информационной сети, то каждому устройству необходимо задать свой адрес (от 1 до 31). По умолчанию всегда установлен адрес №1. Далее задаются следующие уставки (конкретные значения в скобках указаны для примера):

- уровень срабатывания защиты, действующей на отключение (20 кОм);
- время срабатывания защиты, действующей на отключение (100 мс);

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

Настройка выходных органов заключается лишь в задании формирования протоколов срабатывания. 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».

9.2.1. Проверка исправности схемы контроля цепи наложенного тока.

Для выполнения проверки необходимо отключить сопротивление от разъема XS2, примерно через минуту (или несколько секунд при тренированных конденсаторах) сработает реле контроля исправности цепи ИНН, а на индикаторе появится информация «СРАБОТАЛА ЗАЩИТА – ОБРЫВ ЦЕПИ». Подключить омметр к клеммам XS1(8-9) и убедиться в срабатывании выходного реле контроля исправности цепи ИНН. Сопротивление изоляции будет отображаться значением >300 МОм. Вновь подключить сопротивление 1 МОм. Выходное реле вернется в исходное состояние.

9.2.2. Проверка канала измерения сопротивления изоляции.

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

Установив сопротивление 100 кОм, необходимо убедиться в срабатывании сигнального реле KL3 - клеммы XS1(4-5), дублирующего реле KL5 – клеммы XS3(1-2). На лицевой панели загорится при этом красный светодиод "Защита", на индикаторе "Сработала защита на сигнал".

При установке сопротивления 10 кОм должно сработать выходное реле KL2, действующее на отключение - клеммы XS1(6-7), и дублирующее реле KL6 – XS3(4-5). На лицевой панели загорится при этом

красный светодиод "Защита", на индикаторе появится информация «Сработала защита на отключение».

9.2.3. Проверка времени срабатывания защиты.

Для выполнения проверки необходимо собрать схему по рис.13.

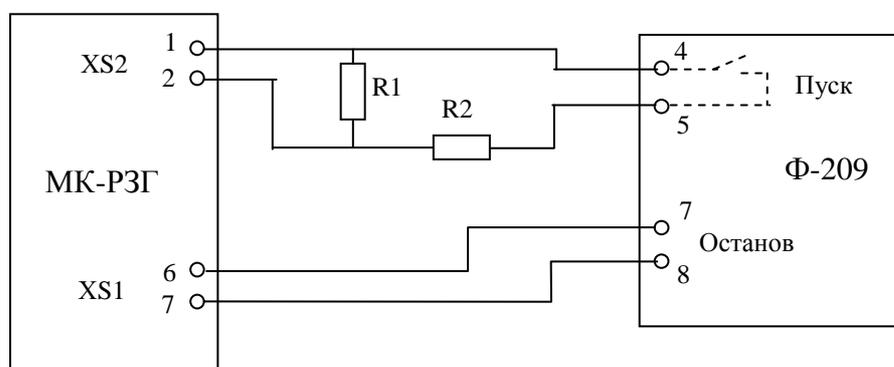


Рис.13. Схема проверки времени срабатывания защиты.

Величину R_1 можно принять при выполнении проверки равной 1 МОм. В панели задания уставок выставить минимальное время срабатывания защиты, действующей на отключение. Закоротить резистор R_2 . Тумблером «Пуск» миллисекундомера произвести его запуск. При этом будет измерено минимальное время срабатывания защиты, определяемое постоянной времени разряда цепи $\tau = R_{п2}C \approx 400$ мс (рис.2). Для заданной уставки 20 кОм минимальное время срабатывания защиты составит 300 мс.

Ввести в схему измерения резистор R_2 , величину которого принять в два раза меньшей уставки (10 кОм). Повторить измерение времени срабатывания, которое в данном режиме составит 500- 600 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 $R_{уст}=200$ кОм, $t_{уст}=2000$ мс, $R_2=1$ кОм – время срабатывания составляет 2080 мс.

При $R_2=100$ кОм время срабатывания составит 2360 мс.

9.2.4. Проверка формирования протоколов срабатывания.

После выполнения предыдущей проверки – 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 рис.14.

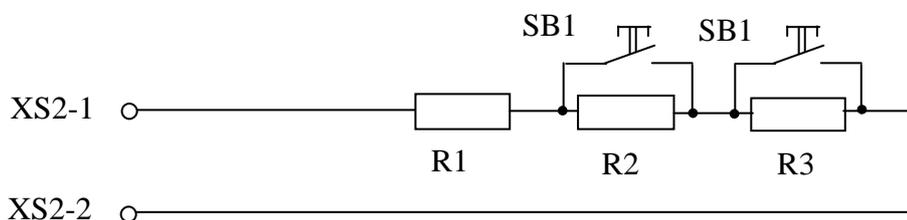


Рис.14. Схема проверки формирования протокола по приращению сопротивления.

При заданной уставке $\Delta R_y=200$ кОм можно принять $R1=1000$ кОм, $R2=300$ кОм и $R3=300$ кОм.

Для выполнения проверки необходимо кнопкой шунтировать вначале один резистор, затем с интервалом в 20- 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.

9.2.5. Проверка срабатывания внутренней защиты от перенапряжения.

Для выполнения этой проверки необходимо собрать схему по рис.15. Вторичную обмотку повышающего трансформатора необходимо подключить к клеммам XS2(1-2). 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. Поэтому при выполнении опыта может сработать только сигнальное реле защиты. Увеличивая первичное напряжение трансформатора, убедиться в срабатывании реле KL_4 при достижении амплитудного значения напряжения на вторичной обмотке трансформатора пробивного напряжения разрядника (300 В). При этом вторичная обмотка датчика будет шунтирована контактами реле, действие защит будет блокировано, в окне "Текущие параметры" появится сигнал "Высокое напряжение". Амплитуду напряжения на клеммах XS2(1-2) можно контролировать с помощью осциллографа (ЭО).

Кнопкой "Возврат" вернуть реле KL_4 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 6-7 XS1 необходимо подключить омметр. Не меняя величины установленного напряжения необходимо кратковременно подать на клеммы XS2(1-2) высокое напряжение. Убедиться в том, что выходное реле KL_2 не срабатывает при срабатывании защиты от перенапряжений. Произвести возврат защиты.

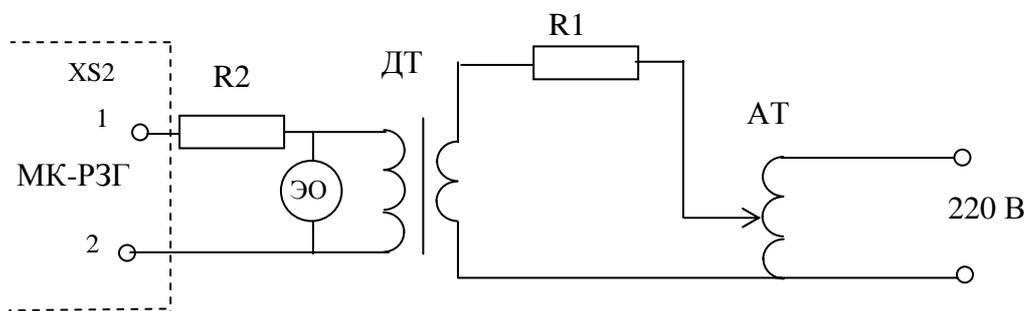


Рис.15. Схема испытания высоким напряжением.

10. Техническое обслуживание МК-РЗГ.

10.1. Виды технического обслуживания устройств релейной защиты и автоматики (РЗА).

Виды, периодичность и программа работ при техническом обслуживании МК-РЗГ разработаны на основании «Правил технического обслуживания устройств релейной защиты и электроавтоматики электрических сетей 0,4-35 кВ».

Период эксплуатации устройства или срок его службы до списания определяется моральным, либо физическим износом устройства до такого состояния, когда восстановление его становится нерентабельным. В срок службы устройства, начиная с проверки при включении, входят несколько межремонтных периодов, каждый из которых может быть подразделен на характерные с точки зрения надежности этапы: период приработки, период нормальной эксплуатации и период износа.

Устанавливаются следующие виды технического обслуживания устройства:

- проверка при новом включении (наладка);
- первый профилактический контроль;
- 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.

10.1.1. 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 МК-РЗГ должна выполняться персоналом, прошедшим специальную подготовку.

10.1.2. 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.

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

10.1.4. Опробование проводится в целях проверки работоспособности устройств РЗА и приводов коммутационных аппаратов. Опробование может производиться с помощью встроенных элементов опробования либо имитацией срабатывания пусковых органов устройств РЗА. 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 устройств РЗА в течение 6 месяцев до срока опробования приравнивается к опробованию.

10.1.5. 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.

10.1.6. Послеаварийная проверка проводится для выяснения причин отказов функционирования или неясных действий устройств РЗА.

10.1.7. 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 МК-РЗГ приведены в разделе 9.2.

10.2. Периодичность технического обслуживания устройств РЗА.

Для устройств РЗА цикл технического обслуживания устанавливается от трех до двенадцати лет. Под циклом технического обслуживания понимается период эксплуатации устройства между двумя ближайшими профилактическими восстановлением, в течение которого выполняются в определенной последовательности установленные виды технического обслуживания.

По степени воздействия различных факторов внешней среды на аппараты в сетях 0,4-35 кВ могут быть выделены две категории помещений.

К I категории относятся закрытые, сухие отапливаемые помещения (каменные, бетонные и др.).

Ко II категории относятся помещения с большим диапазоном колебаний температуры окружающего воздуха, в которых имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха (металлические помещения, ячейки типа КРУН, комплектные трансформаторные подстанции и др.), а также помещения, находящиеся в районах с повышенной агрессивностью среды.

Цикл технического обслуживания для устройств РЗА, установленных в помещениях I категории, принимается равным 12 или 6 годам, а для устройств РЗА, установленных в помещениях II категории, принимается равным 6 или 3 годам в зависимости от типа устройств РЗА и местных условий (см. таблицу 3). Цикл обслуживания для устройств РЗА устанавливается распоряжением главного инженера предприятия.

Для неотчетственных присоединений в помещениях II категории продолжительность цикла технического обслуживания средств РЗА может быть увеличена, но не более чем в два раза. Допускается в целях совмещения проведения технического обслуживания средств РЗА с ремонтом основного оборудования перенос запланированного вида технического обслуживания на срок до одного года. В отдельных обоснованных случаях продолжительность цикла технического обслуживания устройств РЗА может быть сокращена.

Таблица 3. Периодичность технического обслуживания устройств РЗА электрических сетей 0,4-35 кВ.

| Место установки устройств РЗА | Цикл технического обслуживания, лет | Количество лет эксплуатации | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| В помещениях I категории (вариант 1) | 12 | Н | К1 | - | О | - | К | - | О | - | К | - | В | - | 0 |
| В помещениях I категории (вариант 2) | 6 | Н | К1 | - | К | - | В | - | - | - | К | - | В | - | К |
| В помещениях II категории (вариант 1) | 6 | Н | К1 | - | К | - | В | - | - | - | К | - | В | - | К |
| В помещениях II категории (вариант 2) | 3 | Н | К1 | В | К | В | К | В | К | В | К | В | К | В | К |

Примечания: 1. Н- проверка (наладка) при новом включении; К1- первый профилактический контроль; К- профилактический контроль; В- профилактическое восстановление; О- опробование.

2. В таблице указаны обязательные опробования. Кроме того, опробования рекомендуется производить в годы, когда не проводятся другие виды обслуживания. Если при проведении опробования или профилактического контроля выявлен отказ устройства или его элементов, то производится устранение причины, вызвавшей отказ, и при необходимости в зависимости от характера отказа – профилактическое восстановление.

Наибольшее число отказов у МК РЗА происходит в начале и в конце срока службы, поэтому рекомендуется устанавливать для них укороченные периоды между проверками в первые два-три года и после 10-12 лет эксплуатации. Периоды эксплуатации между двумя ближайшими профилактическими восстановлениями для этих устройств в первые годы эксплуатации рекомендуется устанавливать не более 6 лет.

Перед новым включением рекомендуется производить тренировку устройств путем подачи оперативного тока в течение 3-4 суток и, при возможности, рабочих токов и напряжений с включением устройства с действием на сигнал. По истечении срока тренировки проводится тестовый контроль и, при отсутствии каких-либо неисправностей, действие устройства переводится на отключение.

Удаление пыли с внешних поверхностей, проверка надежности контактных соединений, уплотнения кожухов и т.д. МК устройств РЗА проводятся обычным образом. Внутренние модули при внутреннем осмотре очищают от пыли пылесосом для исключения повреждения устройств статическим разрядом.

При неисправности МК устройств РЗА ремонт устройства в период гарантийного срока эксплуатации должен производиться на заводе-изготовителе, в последующий период эксплуатации – по договору с заводом-изготовителем или в базовых лабораториях квалифицированными специалистами.

Работы по техническому обслуживанию МК устройств РЗА выполняются в определенной последовательности. При новом включении устройств РЗА проводятся следующие работы.

10.3. Виды работ при новом включении.

10.3.1. Внешний осмотр. Проверяется:

- 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.

10.3.2. Проверка соответствия проекту смонтированных устройств. Контролю подлежит:

- фактическое исполнение соединений между элементами на панелях устройств РЗА, управления и сигнализации (прозвонка цепей схемы), а также правильность маркировки проводов на панелях;
- фактическое исполнение всех цепей связи между проверяемым устройством и другими устройствами РЗА, управления и сигнализации, правильности маркировки жил кабелей.

10.3.3. Внутренний осмотр.

Проверке подлежит:

- целостность деталей реле и устройств, правильность их установки и надежности крепления;
- отсутствие пыли и посторонних предметов;
- надежность контактных соединений;
- состояние элементов печатных плат, дорожек, отсутствие мест перегрева;
- затяжка стяжных болтов, трансформаторов и т.д.

10.3.4. Проверка сопротивления изоляции.

Измеряется электрическое сопротивление изоляции независимых цепей устройства МК-РЗГ по отношению к корпусу и между собой (кроме порта последовательной передачи данных RS-485):

- цепей питания оперативным током;
- выходных цепей дискретных сигналов от контактов выходных реле;
- выходных цепей наложенного тока (по отношению к другим независимым цепям).

Измерение следует производить мегаомметром на 500 В, сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм.

Элементы, не рассчитанные на испытательное напряжение 500 В, при измерении исключаются из схемы.

Сопротивление изоляции цепей 24 В и ниже измеряется омметром на напряжение до 15 В.

10.3.5. Испытание электрической прочности изоляции.

Производится при закрытых кожухах и крышках. При включении после монтажа и при первом профилактическом контроле изоляция относительно земли электрически связанных цепей РЗА, а также между электрически не связанными цепями, находящимися в пределах одной панели, за исключением цепей элементов, рассчитанных на рабочее напряжение 60 В и ниже, должна быть испытана переменным напряжением 1500 В, частоты 50 Гц в течение 1 минуты.

10.3.6. Проверка электрических характеристик.

Проверка производится в соответствии с п.п. 9.2. Работы по проверке электрических характеристик должны завершаться выставлением и проверкой уставок и режимов, задаваемых ЦС РЗА или МС РЗА, затем производится сборка всех цепей, связывающих проверяемое устройство с другими цепями, подключение жил кабелей к рядам зажимов панелей, шкафов.

10.3.7. 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.

10.3.8. 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 устройств при имитации всех возможных видов КЗ в зоне и вне зоны действия устройств.

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.

10.4. Перечень возможных неисправностей и методы их устранения.

При неисправности составных частей устройства, выявленных системой самодиагностики, реле "неисправность" обесточивается и своими контактами действует на систему вызывной сигнализации станции. На лицевой панели устройства загорится светодиод "Защита", а на жидкокристаллическом дисплее – возможная причина неисправности.

Таблица 4.

| Наименование неисправности, внешние проявления неисправности | Вероятная причина | Методы устранения |
|---|---|--|
| 1. При включении оперативного питания не горит светодиод контроля исправности МК и светодиод "неисправность". | Не работает блок питания. Не работает микроконтроллер. | Проверить наличие напряжения $U_{\Pi}=220$ В на разъеме XS1(15-16). При его наличии – вывести устройство из работы и заменить блок питания. Заменить микроконтроллер. |
| 2. Сработало реле KL1 "Обрыв цепи ИНН", мигает светодиод контроля исправно- | В регистре состояния выходов - единица в четвертом разряде: | При подключении к разъему XS2(1-2) сопротивления 1 МОм реле KL1 воз- |

| | | |
|--|--|--|
| <p>сти МК.</p> <p>4. Сработало реле "Высокое напряжение", мигает светодиод контроля исправности МК, горит светодиод "Защита".</p> <p>5.МК-РЗГ не реагирует на запрос головного устройства.</p> | <p>"Обрыв цепи источника наложенного напряжения".</p> <p>Эксплуатационное значение сопротивления изоляции превышает 300 МОм</p> <p>В регистре состояния выходов – единица в третьем разряде: срабатывание реле "Высокое напряжение". На клеммах X2(1-2) напряжение постоянного тока равно нулю.</p> <p>Неверно выполнено подключение кабеля связи. Неисправен кабель. Неверно установлен адрес устройства.</p> | <p>вращается в исходное состояние.</p> <p>Проверить исправность цепи подключения наложенного тока.</p> <p>Вывести из действия реле KL1.</p> <p>Проверить исправность цепи подключения наложенного напряжения и исправность устройства подключения.</p> <p>При нажатии кнопки "Возврат" светодиод "Защита" погас и реле "Неисправность" вернулось в исходное состояние. На клеммах X2(1-2) напряжение постоянного тока примерно равно 170 В.</p> <p>Если при нажатии кнопки "Возврат" реле «Неисправность» не вернулось, необходимо снять с блока оперативное питание и через 2-3 секунды вновь включить блок. Если светодиод «Защита» погас, то блок исправен. Произошло многократное (более 3-х) срабатывание разрядника в блоке защиты от перенапряжений.</p> <p>Проверить правильность подключения и исправность кабеля. Проверить установку адреса устройства.</p> |
|--|--|--|

При возникновении неисправности МК-РЗГ обращаться:

ЗАО "НОЦ "ЭСТРА", 630092, г. Новосибирск, а/я 35.

Новосибирский государственный
технический университет,
кафедра "Электрические станции"
630092, г. Новосибирск, пр. К. Маркса-20, корп. II, к. 212.
Телефон (факс) – (383)346-11-22.
E-mail: estra@mail.n-sk.ru
<http://estra.n-sk.ru>

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица П1. Карта типовых значений уставок МК-РЗГ

| № | Наименование уставки | Значение | Единицы |
|-----|--|----------|---------|
| 1. | Адрес подчиненного устройства | 1 | - |
| 2. | Уровень срабатывания защиты на отключение | 20 | кОм |
| 3. | Время срабатывания защиты на отключение | 100 | мс |
| 4. | Уровень срабатывания защиты на сигнал | 200 | 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 | 20000 | мс |
| 8. | Время подсветки | 5 | мин |
| 9. | Время возврата | 5 | мин |
| 10. | Пароль | 12345 | - |

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

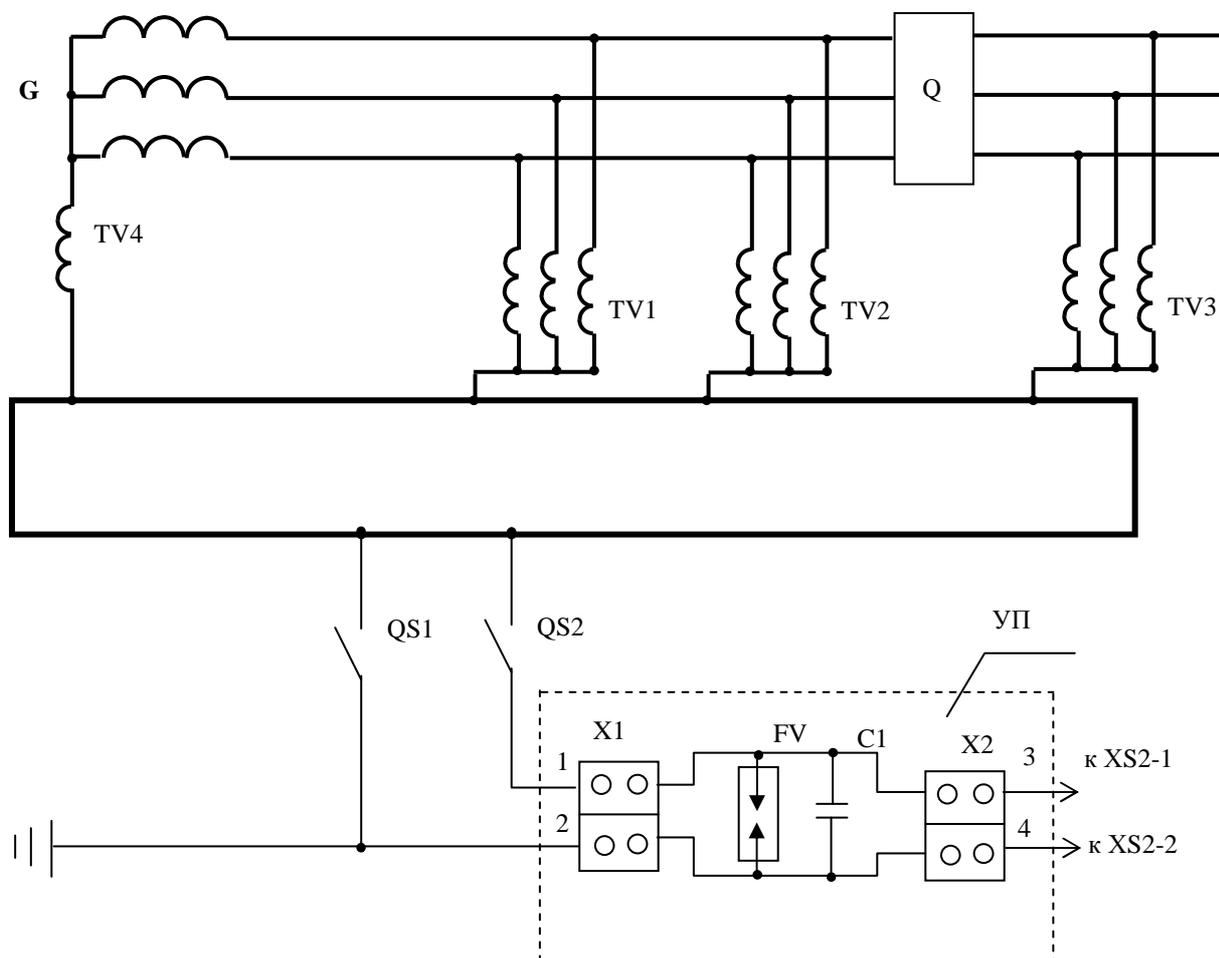


Рис.П2. Пример схемы подключения цепей наложенного тока МК-РЗГ.

УП – устройство подключения, в состав которого входят клеммники X1, X2, разрядник FV на 350 В, девять конденсаторов C1 (по 2,2 мкФ х 400 В);

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

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 3

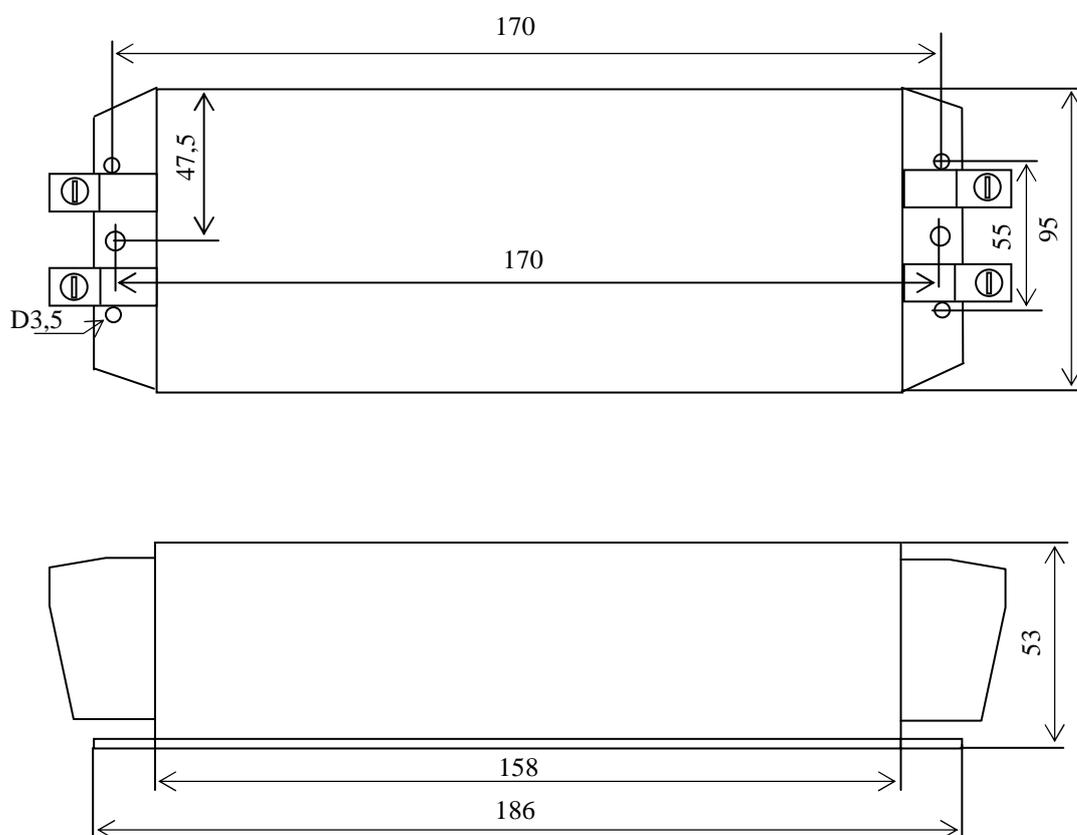


Рис.П3. Установочные и габаритные размеры устройства подключения

