

*Открытое акционерное общество
«БЕЛЭНЕРГОРЕМНАЛАДКА»
Филиал «Инженерный центр»*



ISO 9001
OHSAS 18001

BUREAU VERITAS
Certification



Интегрированная система менеджмента качества и охраны труда при выполнении проектных, строительно-монтажных, ремонтных и наладочных работ, изготовлении оборудования и запасных частей для объектов энергетики и других отраслей промышленности сертифицирована BUREAU VERITAS Certification на соответствие международному стандарту ISO 9001:2000 и международной спецификации OHSAS 18001:1999

**Устройство групповой селективной защиты
от замыканий на землю в сетях 6-10кВ GSPAG-2
Руководство по эксплуатации
КПВУ.928.00.00.00.00 РЭ**

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления лиц, эксплуатирующих устройство групповой селективной защиты от замыканий на землю в сетях 6-10 кВ (в дальнейшем – GSPAG-2 или защита), а также для наладочного и ремонтного персонала.

РЭ включает в себя данные о GSPAG-2, принципе действия, порядке работы с ней, указания по использованию, техническому обслуживанию в период эксплуатации, хранению, транспортированию.

Обслуживающий персонал должен иметь специальную подготовку в области обслуживания электроустановок до и выше 1000В, а также должен быть ознакомлен с настоящим РЭ.

1 Описание и работа изделия

1.1 Назначение изделия

1.1.1 GSPAG-2 выполняет функцию отключения кабельного присоединения 6(10) кВ с однофазным замыканием на землю (ОЗЗ) путем воздействия на высоковольтный выключатель данного присоединения или может работать на сигнал.

1.1.2 GSPAG-2 должна соответствовать требованиям ТУ ВУ 100345505.056-2009.

1.1.3 По воздействию климатических факторов внешней среды GSPAG-2 соответствует УХЛЗ по ГОСТ15150, для работы при температуре окружающей среды от минус 25 °С до плюс 45 °С, относительной влажности воздуха не более 98 % и высоте над уровнем моря не более 1000 м. Режим работы - длительный.

1.1.4 GSPAG-2 выполнена на микропроцессорной базе и является общесекционным устройством.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 GSPAG-2 реализует следующие функции:

– общесекционная селективная защита от ОЗЗ на кабельных линиях (КЛ) 6(10) кВ, питающихся от секций шин и оснащенных трансформаторами тока нулевой последовательности (ТТНП);

– при внешних ОЗЗ (в сети 6(10) кВ электрически связанной с защищаемой) индицируется сигнал «Внешнее ОЗЗ» и блокируется работа всех выходных реле;

– защита запускается по факту возрастания напряжения нулевой последовательности ($3U_0$) выше уставки, и определяет поврежденную КЛ по максимальному (по сравнению с неповрежденными КЛ) броску тока нулевой последовательности ($3I_0$) в переходном процессе ОЗЗ. Защита действует на отключение выключателя поврежденной линии спустя промежуток времени от 20 до 30мс после возникновения ОЗЗ, в случае если не введена выдержка времени на срабатывание защиты ($t_{cp} = 0,1 \div 5c$);

– в случае возникновения кратковременного ОЗЗ, длительностью меньше 20мс, GSPAG выдает информацию о том на какой КЛ было такое повреждение;

– GSPAG-2 осуществляет контроль (мониторинг) состояния изоляции относительно земли кабельных линий 6(10) кВ, подключенных к защите. Контроль осуществляется путем непрерывного измерения значений $3U_0$ и уровней гармоник (с 3-ей по 11-ю) в токах $3I_0$ на всех КЛ. При ухудшении изоляции уровень гармоник в токах $3I_0$ увеличивается, причем на повреждающемся присоединении больше, чем на “здоровых”. В случаях сравнительно медленных процессов ухудшения изоляции можно предотвратить возникновение ОЗЗ выведя КЛ с понижающимся уровнем изоляции в ремонт;

–GSPAG-2 осуществляет фиксацию, сохранение и передачу реального времени возникновения события или времени фиксации параметров, объем кольцевого буфера – 20 сообщений;

–в GSPAG-2 предусмотрено тестирование работоспособности устройства с выдачей информации о неисправности. Проверка работоспособности выходных реле устройства с воздействием на отключение выключателей КЛ может быть проведена оператором в режиме опробования;

–в защите предусмотрен контроль исправности источников питания (+5В, +24В) и контроль наличия питания от сети;

–для информирования оперативного персонала в GSPAG-2 предусмотрена светодиодная индикация;

–для связи с ПЭВМ и верхним уровнем АСУ-ТП в GSPAG-2 имеются следующие коммуникационные интерфейсы: RS232 и RS485 соответственно.

1.2.2 Питание GSPAG-2 осуществляется от источника переменного тока напряжением $100\div 260\text{В}$, промышленной частоты, или постоянного тока напряжением 220В , плюс 22В , минус 44В (по заказу).

1.2.3 Потребляемая GSPAG-2 мощность по цепям питания в момент срабатывания не более 12ВА .

1.2.4 Количество входов для измерения напряжения нулевой последовательности ($3U_0$) равно 1. Мощность потребляемая по цепям напряжения, не более $1\text{ В}\cdot\text{А}$.

1.2.5 Количество входов от ТТНП кабельных присоединений – 6 или 12 (по заказу). Для выбора параметров настройки измерительных входов от ТТНП при заказе GSPAG-2 необходимо учитывать ориентировочное значение тока $3I_0$ сети и тока $3I_0$ наиболее длинного кабеля, защищаемого устройством.

1.2.6 Токовые цепи от ТТНП выдерживают ток 150А в течении 1с . Мощность, потребляемая по цепям тока при токе 5 А не более $0,2\text{ В}\cdot\text{А}$.

1.2.7 Время срабатывания защиты:

–отключающего элемента защиты при выведенной выдержке времени - от 20 до 30 мс, или $(0,1\div 5)\text{с}$ – при введенной выдержке времени;

–фиксация кратковременного ОЗЗ – от 10 до 20 мс.

1.2.8 Селективность работы защиты обеспечивается при условии, что длина самой длинной КЛ составляет от суммарной длины остальных линий, питающихся от секции шин, не более 80%.

1.2.9 Количество выходных реле управления выключателями защищаемых КЛ- 6 или 12 шт. (по заказу). GSPAG-2 оснащена реле контроля питания и реле сигнализации. Коммутационная способность контактов всех реле равна 8 А при напряжении 250 В переменного тока и $\cos\varphi = 1$. Для увеличения коммутируемой мощности используются два контакта, включенных параллельно.

1.2.10 Источник питания устройства обеспечивает все необходимые для работы уровни стабилизированного и нестабилизированного напряжений.

1.2.11 Допустимый перерыв питания 150 мс . Память устройства после снятия питания обеспечивает хранение всех уставок защиты и программу, реализующую алгоритм работы, в течении всего срока службы. Информация, записанная в буфер оперативной памяти, в этом случае не сохраняется.

1.2.12 В устройстве предусмотрен программно-аппаратный “сторожевой” таймер, обеспечивающий функционирование и рестарт программы при сбоях.

1.2.13 GSPAG-2 сохраняет работоспособность при снижении питающего напряжения до $0,6U_{\text{ном}}$ на время $0,5\text{ с}$.

1.2.14 Погрешность измерения напряжения нулевой последовательности при $0,1U_{\text{ном}}$ и выше не более 10 %.

1.2.15 Неидентичность сигналов уровней высших гармоник в токе нулевой последовательности по разным входам от ТНПП, не более 3 %.

1.2.16 Неидентичность сигналов бросков тока нулевой последовательности по разным входам от ТНПП не более 3%.

1.2.17 Разрешающая способность органа сравнения бросков тока нулевой последовательности от разных ТНПП не более 3А (первичных).

1.2.18 То же самое для уровня гармоник, не более 70mA (первичных) на частоте 9-ой гармоники (450 Гц).

1.2.19 Основная погрешность отсчета временных уставок защиты не более 5%.

1.2.20 Нормальные условия эксплуатации GSPAG-2:

- высота над уровнем моря не более 1000 м;
- температура окружающей среды от минус 25 °С до плюс 45 °С;
- относительная влажность воздуха до 98 % при 20 °С;
- окружающая среда не взрывоопасная, не содержащая токопроводящую и абразивную пыль, химически активные газы, осадки, разрушающие изоляцию и металлы.

1.2.21 GSPAG-2 по помехоустойчивости соответствует требованиям ГОСТ29280 и РД РБ 09110.35.300.

1.2.22 Габаритные размеры GSPAG-2:

- микропроцессорного блока не более 385x135x345 мм;
- платы сопряжения с внешними цепями не более 610x135x50 мм.

1.2.23 Масса GSPAG-2:

- микропроцессорного блока не более 5 кг;
- платы сопряжения с внешними цепями не более 4 кг.

1.3 Состав изделия

1.3.1 В состав изделия входят:

- микропроцессорный блок GSPAG-2 – 1 шт.;
- плата сопряжения с внешними цепями – 1 шт.;
- кабель для интерфейса RS232 (на каждые пять изделий в один адрес) – 1 шт.;
- ответная часть разъема для интерфейса RS485 – 1 шт.;
- руководство по эксплуатации (на каждые пять изделий в один адрес) – 1 шт.;
- паспорт – 1 шт.;
- CD диск с программой обслуживания (на каждые пять изделий в один адрес) – 1 шт.;
- ремонтная плата (на каждые пять изделий в один адрес) – 2 шт.

1.4 Устройство и работа GSPAG-2

Принципиальные схемы составных частей устройства приведены на рисунках А.1÷А.9.

1.4.1 Микропроцессорный блок GSPAG-2 включает в себя следующие функциональные узлы:

- реле контроля наличия питания 220 В переменного (постоянного) тока (K16);
- платы электроники – 8 шт.

1.4.2 Плата сопряжения с внешними цепями включает в себя:

- входной клеммник;
- измерительные преобразователи токов $3I_0$ (TA1 - TA12 - для измерения бросков $3I_0$ во всех присоединениях 6(10) кВ в переходном процессе ОЗЗ; TA13 - TA24 - для измерения уровней гармоник в токах $3I_0$ всех присоединений 6(10) кВ с целью мониторинга изоляции.

1.4.3 Все измерительные преобразователи ($3U_0$ и $3I_0$) представляют собой намоточные изделия (трансформаторы) и служат для приведения первичных измеренных величин к уровню, воспринимаемому элементами электронной схемы и создания гальванической развязки между первичными источниками информации и электроникой.

1.4.4 На плате №1 (ЦП) смонтированы элементы микроконтроллера. Базовый микроконвертор ADuC812BS (D3) управляет аналоговыми ключами через микросхемы D14, D18; измеряет аналоговые сигналы (DA1); записывает значения измеренных величин

в оперативную память (D7, D8, D9); поддерживает интерфейсы RS485 (D6), RS232 (D2); следит за реальным временем (D15, D16); контролирует выходы (D17). Микроконвертор имеет 8кБайт электрически программируемой памяти, где хранится программа. На фальш-панели платы №1 расположены кнопки «Рестарт» и «Сброс», а также разъемы интерфейсов RS232 и RS485.

1.4.5 На плате №2 (КН) смонтированы элементы измерительного канала напряжения $3U_0$, измерительного канала суммы бросков токов $3I_0$ всех присоединений (канал “ввода”), аналоговые ключи, коммутирующие выходы измерительных каналов и микросхемы цифрового управления (DD4, DD5) различными элементами схемы по командам процессора. Здесь также расположены источники тестовых сигналов для проверок каналов измерения $3I_0$ присоединений, состоящий из оптрона VU1.2 и транзистора VT4 и канала измерения напряжения - оптрон VU1.1 и транзистор VT1. Измерительный канал напряжения представляет собой двухполупериодный амплитудный детектор, запоминающий и фиксирующий на конденсаторе C2 величину амплитудного значения $3U_0$. Каждые 10мс происходит разряд этого конденсатора через транзистор VT2 т. е. периодичность замеров $3U_0$ равна 10мс. Аналогично выполнен канал ввода но у него на входе имеется суммирующий усилитель (DA2.4), на котором суммируются сигналы со всех присоединений и, таким образом, моделируется ток $3I_0$ ввода секции. Такое решение вызвано отсутствием ТТНП на кабелях ввода с одной стороны и необходимостью выявления внешних ОЗЗ и блокировки защиты при таких повреждениях - с другой.

1.4.6 На плате №3(4) (B6.1; B6.2) смонтированы элементы шести аналогичных измерительных каналов броска тока $3I_0$. В зависимости от необходимого объема GSPAG-2 таких плат может быть использовано две, т. е. максимальное количество ТТНП, которые могут быть подключены к защите равно 12. Канал измерения броска $3I_0$ на присоединении представляет собой двухполупериодный амплитудный детектор, который запоминает величину амплитуды броска.

1.4.7 На плате №5 (МОН) мониторинга изоляции смонтированы элементы преобразователей тока для всех 12 присоединений, коммутаторы сигналов (DA1; DA2) на шесть сигналов от преобразователей тока присоединений и один сигнал “ввода” (DA2); повторитель сигналов (DA4.1); два фильтра - пробки 50Гц на базе DA4.2, DA4.3, и DA5.1, DA5.3; однополупериодный амплитудный детектор на DA5.2, VD28, VD29, C22. Здесь также смонтирован сумматор сигналов гармоник DA5.4, для индикации факта ухудшения изоляции во внешней сети (канал – “ввода”). Для разряда конденсатора C22 служит транзистор VT1, управляемый процессором.

1.4.8 На плате №6 (РЕЛ) размещены выходные исполнительные реле защиты K1 - K12, реле K14 сигнализации о работе или неисправности защиты. Реле K13 может быть использовано для ввода в работу резервной защиты от ОЗЗ (опция).

1.4.9 На плате №7 (ИУ) размещаются микросхемы управления элементами светодиодной индикации работы устройства (D3, D8) и выходными реле (D4). Здесь же находятся микросхемы контроля выходных элементов (D6, D7). Через D7 выполняется операция “Опробование” (кнопка SB1). Микросхема D2 (регистр - защелка) служит для восприятия и запоминания команды управления светодиодами и выходными реле. Микросхемы D1, D5 управляют работой микросхем D2, D8 и D6, D7 соответственно.

На фальш-панели платы №7 размещаются светодиоды:

- работа защиты;
- внешнее ОЗЗ;
- кратковременное ОЗЗ;
- ухудшение изоляции;
- неисправность;
- работа. Мигание этого светодиода с частотой 1 раз в секунду говорит о нормальной работе процессора;

- 12 светодиодов индикации номеров кабельных линий. В рамки, расположенные рядом с этими светодиодами, должны заноситься диспетчерские номера КЛ.

1.4.10 На плате №8 (БП) смонтирован блок питания GSPAG-2, выполненный по стандартной схеме с использованием микроэлектронных стабилизаторов напряжения. Блок питания (БП) обеспечивает устройство стабилизированным напряжением +5 В; ±15В; и нестабилизированным постоянным напряжением +24 В.

1.4.11 На плате блока питания расположена схема контроля исправности источника питания +5 В, +24 В. Она собрана на оптроне VU1, транзисторе VT1, реле K15 и резисторах R6, R7, R8. В случае исчезновения напряжения +5В или +24В “отпадает” реле K15 и приводит в действие схему сигнализации о неисправности (рисунок Д1).

На фальш-панели платы №8 расположены:

- светодиоды индикации наличия напряжения 5 В, ±15 В, 24 В;
- предохранители в цепях сетевого питания;
- тумблер включения сетевого питания.

1.4.12 Схемы подключения GSPAG-2 приведена в приложениях В и Д.

1.4.13 Порядок выставления уставок

1.4.13.1 Программное обеспечение, GSPAG-2 заносится при заводской наладке разработчиком изделия.

1.4.13.2 Заказчику передается программа обслуживания GSPAG-2, с помощью которой эксплуатационный персонал может изменять переменные параметры (уставки) защиты, а также считывать данные, хранимые в памяти устройства.

1.4.13.3 Программа обслуживания GSPAG-2 поставляется на CD-диске. В текстовом файле имеется ее описание.

1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 Маркировка должна быть нанесена на прямоугольную табличку 50×32 ГОСТ12971. Технические требования – по ГОСТ12969.

1.5.2 Табличка должна быть закреплена на боковой стенке МП блока.

1.5.3 Маркировка должна содержать:

- тип устройства;
- фирменный знак предприятия-изготовителя;
- заводской номер;
- год изготовления.

1.5.4 Пломбирование GSPAG-2 осуществляется в местах крепления лицевых панелей печатных плат к корпусу (пломбируются головки винтов).

1.6 Упаковка GSPAG-2 и составных частей

1.6.1 Упаковка изделия должна быть выполнена согласно ГОСТ 23216, раздела 3, категория КУ-1, вид внутренней упаковки ВУ-1. Микропроцессорный блок и плата сопряжения упаковываются по отдельности одним слоем упаковочной бумаги ГОСТ9569 и обвязывается шпагатом ГОСТ 17308. Сопроводительные документы, кабель для интерфейса RS232, ответная часть разъема для интерфейса RS485 и CD-диск с программой обслуживания упаковываются совместно с платой сопряжения.

2 Использование GSPAG-2 по назначению

2.1 Подготовка изделия к работе

2.1.1 Подготовительные работы заключаются в изучении РЭ, подготовке контрольно-измерительной аппаратуры и оборудования, перечень которого приведен в приложении Б, и выполнении действий по 2.1.2, 2.1.3

2.1.2 Внешний осмотр

2.1.2.1 При внешнем осмотре проверяется отсутствие механических повреждений, состояние клемм и винтовых соединений, комплектность и т. п.

2.1.3 Проверка сопротивления изоляции

2.1.3.1 Сопротивление изоляции всех независимых цепей относительно “земли” и между собой измеряется с помощью мегомметра 500 В и должна составлять не менее 10 МОм. Независимыми цепями GSPAG-2 являются:

–цепи подключенные к клеммам 103, 105 и объединенные между собой для проведения испытаний (цепи питания);

–цепи, подключенные к клеммам 1, 8; 9, 16; 17, 24; 25, 32; 33, 40; 41, 48; 49, 56; 57, 64; 65, 72; 73, 80; 81, 88; 89, 96 и объединенные попарно между собой для проведения испытаний (цепи $3I_0$);

–цепи, подключенные к клеммам 101, 102 и объединенные между собой для проведения испытаний (цепи $3U_0$);

–цепи, подключенные к клеммам 4, 5; 12, 13; 20, 21; 28, 29; 36, 37; 44, 45; 52, 53; 60, 61; 68, 69; 76, 77; 84, 85; 92, 93; 97, 98; 99, 100 и объединенные попарно между собой для проведения испытаний (контакты выходных реле защиты);

–цепи выведенные на разъем RS485 и объединенные между собой для проведения испытаний.

2.1.4 Проверка электрической прочности изоляции

2.1.4.1 Проверка электрической прочности изоляции всех независимых цепей относительно “земли” и между собой выполняется путем поочередной подачи переменного напряжения промышленной частоты в течение 1 минуты величиной:

–2000 В на цепи, питаемые от измерительных трансформаторов тока и напряжения (цепи $3I_0$ и $3U_0$ и цепи питания);

–1500 В на цепи управления (контакты выходных реле);

–500 В на цепи, выведенные на разъем RS485.

Заземляющий провод, идущий внутрь корпуса микропроцессорного блока, должен быть на время испытаний отсоединен во избежание повреждения помехоподавляющих конденсаторов, включенных на входе блока питания, а платы электроники должны быть извлечены из корпуса.

2.2 Использование GSPAG-2

2.2.1 Меры безопасности

2.2.1.1 К эксплуатации GSPAG-2 допускаются лица изучившие РЭ и прошедшие проверку знаний по ПТБ.

2.2.1.2 Запрещается извлекать плату блока питания и прикасаться к токоведущим частям ранее чем через 5 минут после отключения напряжения питания.

2.2.1.3 Корпус микропроцессорного блока GSPAG-2 должен быть заземлен.

2.2.2 Указания по эксплуатации

2.2.2.1 Схемы подключения GSPAG-2 приведены в приложениях В и Д.

2.2.2.2 Цепи от ТТНП должны прокладываться медным проводом сечением не менее 2,5 мм².

2.2.2.3 Цепи интерфейса RS485 должны быть выполнены экранированной витой парой.

2.2.3 Контроль работоспособности GSPAG-2

2.2.3.1 Контроль работоспособности устройства осуществляется автоматически (тестирование) или вручную (опробование).

2.2.3.2 Автоматическое тестирование осуществляется программно с периодичностью один раз в сутки. При непрохождении теста защита блокируется, срабатывает реле “Работа или неисправность GSPAG-2”, загорается светодиод “Неисправность”, а также гаснет или светится постоянно светодиод “Работа”. Для проверки достоверности тестирования рекомендуется нажать кнопку “Рестарт”. При этом произойдет перезапуск программы GSPAG-2. Если защита повреждена, то вновь загорится светодиод “Неисправность” и в таком случае ее необходимо выводить в ремонт. Информация о неисправности запоминается в буфере оперативной памяти и может быть считана с помощью ПЭВМ.

2.2.3.3 Ручное “опробование” предполагает выполнение проверки работоспособности и выходных цепей. “Опробование” может выполняться с воздействием на выключатель КЛ или без воздействия. Для избежания воздействия на выключатель с исполнительных цепей должен быть снят оперток. «Опробование» выполняется с помощью подключенного к GSPAG-2 персонального компьютера (Note-book), как указано в разделе «Help» программы обслуживания. Возврат выходного реле опробуемого присоединения выполняется нажатием кнопки «Опробование».

2.2.3.4 В схеме GSPAG-2 предусмотрено реле-блинкер К14, которое срабатывает при: работе защиты, ухудшении изоляции сети, кратковременном ОЗЗ и неисправности. Возврат этого реле может выполняться вручную кнопкой «Сброс» или по команде с верхнего уровня. Эта операция должна выполняться только после устранения ОЗЗ в сети.

Следует иметь в виду, что если создан режим «Ухудшение изоляции», то загорятся соответствующие светодиоды и сработает К14. Если спустя какое-то время изоляция восстановится и сигнал $3U_0$ станет меньше уставки запуска мониторинга изоляции, то светодиоды погаснут, а К14 будет продолжать оставаться в сработавшем состоянии до выполнения операции «Сброс».

2.2.4 Наладка GSPAG-2

Наладка и испытания GSPAG-2 осуществляется специалистами ОАО «Белэнергоремналадка» или специально обученным персоналом. В противном случае предприятие-изготовитель не гарантирует надежной работы устройства на объекте.

2.2.4.1 Наладка GSPAG-2 при включении в эксплуатацию осуществляется в объеме и последовательности, приведенными в протоколе наладки в соответствии с приложением Г.

2.2.4.2 Проверка сопротивления и электрической прочности изоляции осуществляется в соответствии с 2.1.3 и 2.1.4 настоящего РЭ.

2.2.4.3 Проверка срабатывания защиты от ОЗЗ выполняется в следующей последовательности.

2.2.4.3.1 Собрать схему в соответствии с приложением В. Использовать информацию, приведенную в Приложении Е.

2.2.4.3.2 Руководствуясь указаниями 1.4.12 задать необходимые уставки, используемые при функционировании GSPAG-2:

– уставка по напряжению $3U_0$ срабатывания защиты от ОЗЗ. Обычно принимается равной $U_{ср.}=20\div40$ В. Чем выше эта уставка тем шире диапазон мониторинга изоляции сети;

– уставка по напряжению $3U_0$ начала работы программы мониторинга состояния изоляции. Обычно принимается равной $U_{м}=(5-10)$ В, но может быть и другой в зависимости от емкости сети и напряжения смещения нейтрали в нормальном режиме работы сети. В сети с компенсированной через дугогасящий реактор (ДГР) нейтралью это напряжение может достигать 15 В:

– уставка по напряжению $3U_0$ возврата защиты в исходное состояние после срабатывания принимается равной $U_{воз}=3U_{0сраб}/n$, где $3U_{0сраб}$ – уставка срабатывания защиты; n – коэффициент деления равный 2, 4, 8. В зависимости от того какая необходима уставка возврата выбирают и вносят в память тот или иной коэффициент деления. Рекомендуется выбирать напряжение возврата в диапазоне (5-10)В с учетом величины $3U_0$ в нормальном режиме работы сети. В память GSPAG-2 уставки по напряжениям срабатывания защиты и мониторинга вносятся в вольтах.

–выдержка времени срабатывания защиты на отключение поврежденного присоединения выбирается следующим образом.

Возможны два режима по времени срабатывания защиты:

–для объектов на которых отключение ОЗЗ должно быть как можно более быстрым выдержка времени составляет 20÷30мс;

– для остальных объектов выдержку времени определяет пользователь и может составлять от 0,1 до 5с.

Выбор режимов осуществляется с помощью программного ключа S1, значение которого заносится вместе с уставками.

Если S1=0, то $t_{cp} = (20 \div 30)$ мс

Если S1=1, то $t_{cp} = (0,1 \div 5)$ с;

– уставка по току $3I_0$ срабатывания защиты определяется после измерения уровня помех на измерительных входах $3I_0$ и принимается равной в $(1,5 \div 2)$ раза большей максимальной помехи (в том числе на «вводе»). Этот параметр необходим только для отстройки от ложного срабатывания защиты в случае пропадания фазы на трансформаторе напряжения типа НТМИ и возникновении в связи с этим напряжения $3U_0$, которое может быть выше уставки срабатывания защиты. Если не иметь порога срабатывания по $3I_0$, то защита отключит КЛ с наибольшим уровнем помех на входе измерительного органа бросков тока $3I_0$. В процессе внедрения защиты необходимо измерить уровень помех на этих входах и убедиться, что уровень отстройки больше максимальной помехи в 1,5-2 раза.

В память GSPAG-2 уставка $3I_0$ вносится в амперах. Аналогично выполняется определение уровня помех и отстройка от них с помощью уставки (порога) по $3I_0$ для программы мониторинга изоляции.

При возникновении напряжения $3U_0$ выше уставки мониторинга изоляции светодиод «Ухудшение изоляции» загорается всегда вне зависимости от причины, вызвавшей появление $3U_0$.

В сетях со сравнительно небольшими значениями токов $3I_0$ ($\approx 25 \div 45$)А при больших переходных сопротивлениях в месте ОЗЗ (это чаще всего бывает при наличии участков воздушных линий в кабельной сети и ОЗЗ на этих участках) и, соответственно, малых значениях $3U_0$ и токов $3I_0$ ($3U_0 = (5-10)$ В; $3I_0 \approx (2,5 \div 3,5)$ А) возможна неустойчивая индикация поврежденного присоединения в программе мониторинга изоляции – может загораться то светодиод поврежденного присоединения, то, иногда, «Внешнее ОЗЗ». Это связано с работой в режиме на грани уставки по $3I_0$. По мере ухудшения изоляции индикация становится устойчивой. В тех случаях когда $3I_0$ меньше порога срабатывания светится только светодиод «Ухудшение изоляции».

2.2.4.3.3 Важной частью наладки GSPAG-2 при включении в эксплуатацию является проверка фазировки подключения ТТНП (например типа ТЗРЛ) к устройству. Для выполнения этой работы при монтаже GSPAG-2 необходимо предусмотреть прокладку провода через ТЗРЛ всех кабельных линий, подключаемых к защите, при строгом соблюдении следующих условий:

– все ТЗРЛ должны надеваться на кабели одинаково - Л1 в сторону шин питания;

– провод пропускается через окна всех ТЗРЛ также одинаково - от Л1 к Л2.

Проверка фазировки выполняется следующим образом:

– один вход осциллографа подключается полярным концом к клемме 2 и общим концом к клемме 3 – выход первого преобразователя $3I_0$, предназначенного для измерения бросков тока на кабельной линии №1;

– второй вход осциллографа подключается аналогично к клеммам 10, 11 – выход второго преобразователя $3I_0$, предназначенного для измерения бросков тока на кабельной линии №2;

– с помощью ЛАТР-1 подается ток, равный 10 А;

– настраивается осциллограф и фиксируется фаза напряжения на клеммах 10, 11 относительно фазы напряжения на клеммах 2, 3. Они должны совпадать;

– таким же образом поочередно фиксируются фазы на всех выходах преобразователей, предназначенных для измерения бросков тока $3I_0$, всех присоединений. Все фазы должны совпадать. Аналогичную проверку фазировки ТЗРЛ можно выполнить измеряя сигналы на выходах преобразователей, предназначенных для измерения уровней

гармоник (ТА 13 - ТА24). Причем это можно сделать при относительно меньшем токе через ТЗРЛ (1А).

2.2.4.3.4 Трансформаторы ТЗРЛ могут иметь несколько отличные друг от друга характеристики и, в связи с этим могут, при всех прочих равных условиях, выдавать вторичные токи отличающиеся по величине. Отличаются также и параметры амплитудных детекторов, включенных на входах измерительных каналов токов $3I_0$ разных присоединений. Поэтому необходимо симметризовать напряжения на выходах амплитудных детекторов (АД) тока при одинаковом первичном токе. Для этого по проводу пропускается ток 10А, если измерения будут выполняться на выходах преобразователей бросков тока $3I_0$ (ТА1 - ТА12), или 1А - если на выходах ТА13 - ТА24. Замеренные на выходах АД напряжения должны быть симметризованными с помощью потенциометров R4, R14 и т. д. на платах №3, 4 и R1, R2, R3 и т. д. на плате №5. Для этого плата №3 (№4) вынимается из разъема, подключается через ремонтную плату и при поданном на GSPAG-2 питании измеряются с помощью PV2 и регулируются напряжения на выходах микросхем (выходы амплитудных детекторов) DA1.4; DA2.4 и т. д. На плате №5 уравниваются напряжения на движках потенциометров R1, R2 и т. д.

2.2.4.3.5 Проверка срабатывания защиты при имитации внешних ОЗЗ выполняется следующим образом:

- подается питание на устройство;
- от источника тока подается ток достаточный чтобы превысить порог срабатывания защиты по $3I_0$ (в соответствии с 2.2.4.3.2);

- подается от ЛАТР-2 напряжение выше уставки срабатывания защиты.

Должен загореться светодиод "Внешнее ОЗЗ", так как при одинаковом направлении тока во всех ТЗРЛ имитируется именно такое повреждение (работает канал "Ввода")

2.2.4.3.6 Проверка срабатывания защиты при имитации ОЗЗ на отдельном присоединении:

- отключаются все цепи от ТЗРЛ кроме двух (например, первого и второго присоединений);

- на втором присоединении изменяется полярность подключения входного тока на обратную;

- на клеммы 10-11 подключается резистор величиной равной значению резисторов (R14+R15), тем самым понижая уровень сигнала, поступающего на вход амплитудного детектора второго присоединения, в 2 раза. На измерительном канале первого присоединения сигнал будет в два раза больше чем на втором, а на суммирующем все сигналы канале "ввода" будет разность сигналов, т. е. тоже 50% от сигнала первого входа. Подается ток, а затем напряжение $3U_0$ выше уставки. Защита, работая по алгоритму выбора большего значения $3I_0$, дает сигнал на срабатывание выходного реле первого присоединения (K1), реле K14 и загорятся светодиоды: "Работа защиты" и "КЛ №1". Срабатывание K1 можно проверить прозвонкой клемм 4-5.

2.2.4.3.7 Проверка работы программы мониторинга изоляции выполняется при заводской наладке GSPAG -2 аналогично проверке работы защиты (2.2.4.3.5; 2.2.4.3.6) но резистор равный по величине (R2+R14) подключается на клеммы 14-15.

Нужно иметь ввиду, что считывание значений токов гармоник после увеличения $3U_0$ выше уставки запуска программы мониторинга происходит каждые 10с. Значения $3U_0$ и значения сигналов по присоединениям заносятся в буфер памяти и в последующем можно проследить как шел процесс ухудшения изоляции (или ее восстановления). Аналогичным образом проверяется срабатывание защиты при имитации ОЗЗ на остальных присоединениях

2.2.4.3.8 Измерение времени работы защиты выполняется в следующей последовательности.

Выполняются действия как при проверке работы защиты на отдельном присоединении (в соответствии с 2.2.4.3.6). Но после установки нужной величины

напряжения срабатывания тумблер ST отключается, вводится в работу миллисекундомер и затем включается ST. Должен запуститься миллисекундомер и после срабатывания K1 остановиться. Действия повторяются несколько раз. Среднее время срабатывания защиты должно быть 20 - 30 мс. при S1=0 и заданному времени срабатывания при S1=1.

2.2.4.4 Назначение кнопок расположенных на лицевых панелях GSPAG-2:

–“Сброс” - возврат в исходное положение светодиодов индикации и реле K14;

–“Опробование” - проверка работоспособности GSPAG-2 с воздействием на выходные реле защиты и выключатели;

–“Рест” - перезапуск (рестарт) программы защиты, при котором выполняется проверка контрольной суммы программы, но теряется вся сохраненная информация о ранее произошедших событиях.

2.2.4.5 В нормальном режиме работы на лицевой панели GSPAG-2 должны светиться зеленые светодиоды наличия питания (5В; +15В; –15В, 24В) и периодически (1 раз в секунду) должен вспыхивать красный светодиод “Работа”.

2.2.4.6 Для расчета емкостного тока присоединений исходя из длины кабеля необходимо использовать данные таблицы 2.1.

Таблица 2.1 - удельный емкостный ток ОЗЗ кабелей с секторными жилами и поясной изоляцией при $U_{\text{лин.}}=6/(10)\text{кВ}$.

Сечение мм ²	35	50	70	95	120	150	185	240
i _{уд.} А/км	0,58/0,72	0,68/0,8	0,8/0,92	0,9/1,04	1,0/1,16	1,18/1,3	1,25/1,47	1,45/1,7

2.2.4.7 В случае когда две кабельные линии, питающиеся от одной секции шин, работают в параллель может быть ситуация, когда при возникновении ОЗЗ на одной из линий из-за перераспределения токов $3I_0$ по этим линиям, GSPAG-2 выберет ту из них, на которой нет ОЗЗ. После отключения этой линии защитой или вручную (в случае работы GSPAG-2 на сигнал) ОЗЗ в сети не исчезнет. В таком случае оперативно надо отключать другую параллельную линию.

3 Техническое обслуживание GSPAG-2

3.1 Общие правила

3.1.1 После первого года эксплуатации проводится профконтроль устройства, цель которого является выявление и устранение приработочных отказов элементов устройства и схемы подключения. При выполнении профконтроля необходимо выполнить опробование работы устройства совместно с выключателями и прожечь все винтовые соединения, как в устройстве, так и на клеммнике ячейки, на которой оно смонтировано, и проверить контактные соединения на плате сопряжения.

3.1.2 Каждые последующие 5 лет выполняется профвосстановление, в объем которого, кроме вышеизложенного, входит измерение параметров срабатывания устройства согласно протоколу проверки в соответствии с приложением Г.

3.1.3 Периодичность проверки работоспособности устройства путем проведения опробования вручную устанавливается местными инструкциями.

3.1.4 В случае если GSPAG-2 работает локально, без связи с верхним уровнем АСУ-ТП, необходимо 1 раз в год выполнять корректировку часов. Эта операция выполняется с помощью программы обслуживания, поставляемой совместно с устройством.

3.2 Меры безопасности

3.2.1 Меры безопасности как указано в 2.2.1.

4 Правила хранения

4.1 GSPAG-2 может храниться в закрытом сухом помещении без вредных газов, с естественной вентиляцией, без отопления.

4.2 В помещении для хранения содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержание коррозионно-активных агентов атмосферы типа 1 по ГОСТ15150.

5 Транспортирование

5.1 Транспортирование GSPAG-2 может осуществляться любым видом транспорта при условии защиты от атмосферных осадков. Условия транспортирования по ГОСТ23216 в части воздействия механических факторов.

6 Сведения об утилизации

6.1 Применяемые материалы и комплектующие, используемые при изготовлении GSPAG-2, не оказывают вредного влияния на окружающую среду. Требования обеспечиваются схемотехникой и конструкцией и проверке не подлежат.

6.2 Особые требования к утилизации не предъявляются.

Приложение Б
(обязательное)

Таблица Б.1 - Перечень приборов и оборудования

Наименование	Обозначение на рисунке В1	Тип и класс точности	Технические данные
1 Нагрузочный трансформатор	ТА	НТ-12	0-7кА
2 Лабораторный автотрансформатор	ЛАТР-1 ЛАТР-2	РНО-250-1,5	0-250В
3 Амперметр	РА	Э-59; 0,5	0-5А
4 Осциллограф	РО	С1-93	Двухканальный
5 Миллисекундомер	РТ	Ф291	0-9999,9мс
6 Тумблер	СТ	Т3	250В, 5А
7 Вольтметр	PV1	Э-59; 0,5	0-150В
8 Вольтметр	PV2	В7-53	Универсальный
9 Измерительный трансформатор тока	ИТТ	И-54; 0,2	0-50А

Примечание - допускается применение других средств измерений, имеющих класс точности не ниже указанных в таблице.

Приложение Г
(обязательное)

Протокол проверки GSPAG-2

- 1 Заводской номер изделия _____.
- 2 Напряжение источника питания: _____ В, _____ Гц.
- 3 Сопротивление изоляции всех независимых цепей устройства относительно «земли» и между собой, измеренные мегомметром 500 В не менее ____ МОм.
- 4 Электрическая изоляция выдерживает без пробоев и перекрытий в течение 1 минуты напряжение переменного тока промышленной частоты следующих значений:
 - 2000 В – цепи, питаемые измерительными трансформаторами;
 - 1500 В – цепи питания устройства и цепи управления;
 - 500 В – цепи разъема RS485.
- 5 Выполнена проверка работы GSPAG-2 при следующих уставках:
 - 5.1 По $3U_0$: $U_{ср} =$ _____ В,
 - 5.2 По $3U_0$: $U_{возвр} =$ _____ В,
 - 5.3 По $3I_{0(порог. броски)} =$ _____ А; $3I_{0(порог. монит.)} =$ _____ А
 - 5.4 По времени срабатывания $t_{ср} =$ _____ с.
 - 5.5 Уставка срабатывания мониторинга изоляции по $3U_0$: $U_{ср.мон} =$ _____ В.
- 6 Выполнена проверка полярности подключения TA1÷TA12 и TA13÷TA24 и симметризации напряжений на входах измерительных каналов.
- 7 Выполнена проверка режима «Опробование» с контролем срабатывания выходных реле.
- 8 Выполнена проверка прохождения тестирования.
- 9 Выполнена проверка обмена и выставления уставок с помощью ПЭВМ (RS232) и с верхнего уровня (RS485)

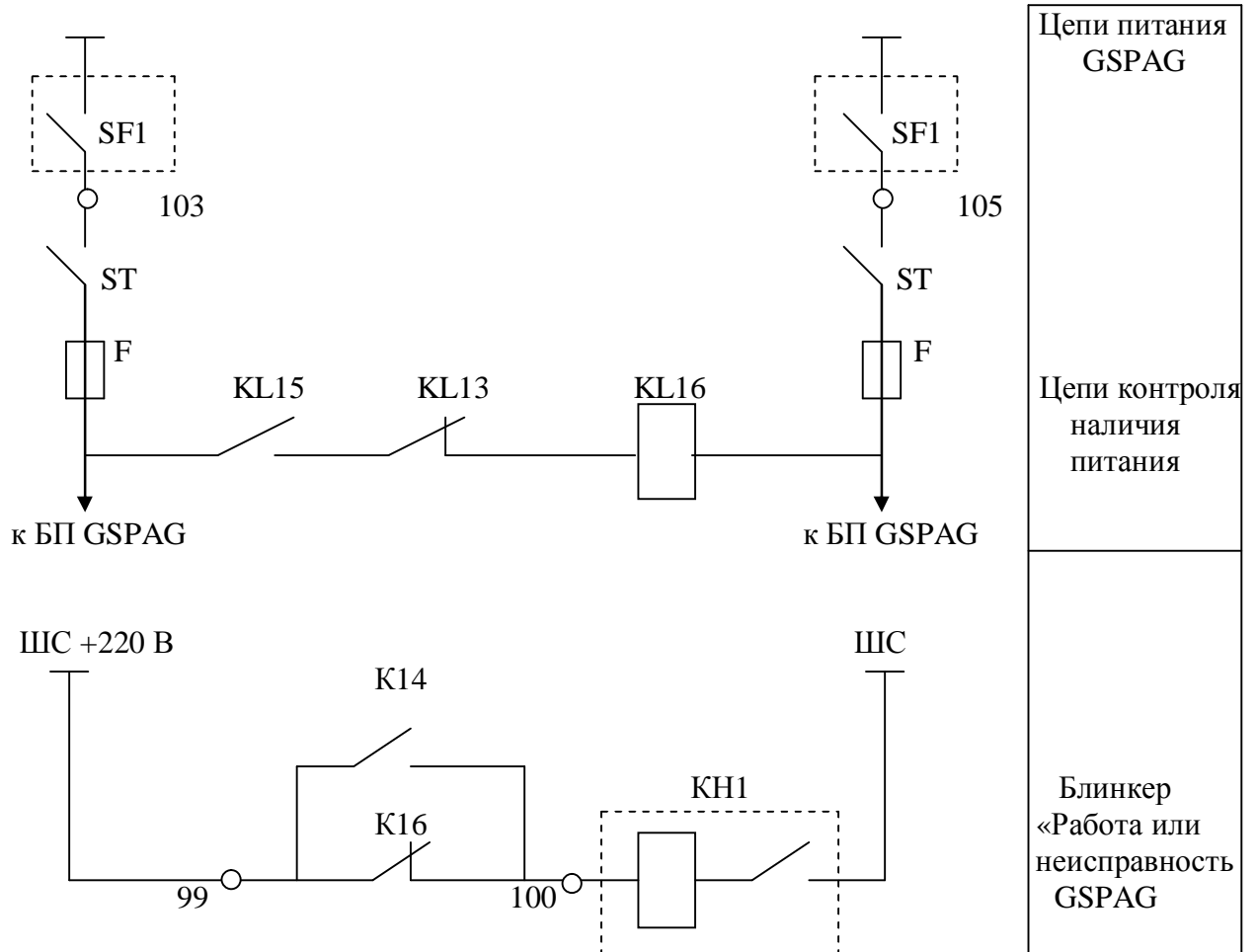
Заключение: _____

Проверку выполнил _____

Дата _____

Приложение Д
(обязательное)

=220 В



Условные обозначения
○ — клеммы GSPAG-2
KH1- PУ21/0,01 (220 В)

Рисунок Д.1 – Схемы питания GSPAG-2 и цепей сигнализации

Примечание:

1. Схема исполнительных цепей отключения выключателей собирается на каждой подстанции индивидуально в зависимости от типа выключателей и вида опретока.

Приложение Е
(обязательное)

Методические указания по расчету настроечных параметров
GSPAG-2 и выбора уставок

1 Измерение величин бросков $3I_0$ на разных КЛ выполняется с использованием схемы амплитудного детектора на базе операционных усилителей. Зафиксированное значение броска $3I_0$ далее через делитель R5, R6 (плата №1) с коэффициентом деления 0,5 передается на схему аналого-цифрового преобразователя (АЦП) с максимальным измеряемым напряжением постоянного тока 5В (или 3,5В переменного тока). Следовательно, величину (R4+R5) плата №3 необходимо выбирать исходя из допустимого напряжения на нем 10В постоянного тока (или – 7В переменного тока). Дополнительным фактором, ограничивающим величину (R4+R5), является недопущение насыщения сердечников преобразователей тока (ТА1-ТА12).

Величина броска тока $3I_0$ при ОЗЗ зависит от параметров сети и от угла возникновения ОЗЗ относительно синусоиды напряжения поврежденной фазы.

Приблизительно можно считать, что максимальные мгновенные значения токов в переходном $3I_{0\text{Пмак}}$ и установившемся $3I_{0\text{мак}}$ режимах относятся как их частоты $\omega_{\text{П}}$ и $\omega_0=50\text{Гц}$.

Частота свободных составляющих переходного процесса:

$$f_{\text{св}}=f \times \sqrt{I_{\text{кз}}/3I_{0\text{мак}}},$$

где $I_{\text{кз}}$ – установившийся ток трехфазного к. з. на шинах секции, А;

$$f=50\text{Гц};$$

$3I_{0\text{мак}}$ – максимальный для данной сети ток нулевой последовательности при ОЗЗ, А.

Условно-эффективное значение тока переходного процесса при ОЗЗ:

$$I_{\text{у.э.}}=3I_{0\text{мак}} \times f_{\text{св}}/f$$

Частота переходного процесса колеблется в пределах от 200Гц до 3000Гц в зависимости от параметров сети. Следовательно, броски тока переходного процесса могут быть в десятки раз больше номинальных токов замыкания на землю. Минимальный бросок тока может быть $1,5 \times 3I_{0\text{мак}}$.

При выборе резисторов на выходах преобразователей тока $3I_0$ (ТА) важно, чтобы на всех неповрежденных присоединениях падение напряжения на них не превышали допустимого для АЦП при максимальном броске тока с одной стороны, и было достаточно большим на поврежденном присоединении при минимальном броске тока с другой стороны.

Из всех подключенных к GSPAG-2 линий, выбираем КЛ с максимальным емкостным током. Рассчитываем ее собственный емкостной ток по величине удельного емкостного тока (в соответствии с таблицей 2.1 настоящего РЭ):

$$3I_{0\text{кл}}=i_{\text{уд}} \times l,$$

где l – длина КЛ, км.

Рассчитываем кратность n броска переходного тока ОЗЗ:

$$n=f_{\text{св}}/f.$$

Выбираем такой резистор (R4+R5) на ТА, чтобы при этой величине броска напряжение, снимаемое с него было равно 50% $U_{\text{ном}}$ входа АЦП (т. е. 3,5В переменного тока) с учетом делителя напряжения:

$$\Delta U=3,5=3I_{0\text{кл}} \times n \times (R4+R5) \times k/k_{\text{тнп}} \times k_{\text{та}},$$

где k – коэффициент надежности, компенсирующий погрешности исходных данных для расчетов и запас (1,5-2).

Откуда получаем:

$$(R4+R5) = 3,5 \times k_{\text{ТГНП}} \times k_{\text{ТА}} / 3I_{0\text{КЛ}} \times n \times k.$$

Если на поврежденной КЛ, где бросок тока будет явно больше, чем на любой (даже самой длинной) КЛ и АЦП войдет в насыщение (т. е. на его входе напряжение будет больше 3,5В переменного тока), то это не приведет к ошибке в работе защиты, так как измеряемая величина будет наибольшей (100%).

Пример расчета резистора на выходах ТА для защиты, устанавливаемой на секции 10кВ условной подстанции.

1.1 Ток к. з. секции шин 9769А

1.2 Расчетный ток замыкания на землю определяемый общей длиной отходящих от секции КЛ $3I_{0\text{max}} = 35,8\text{А}$.

1.3 $f_{\text{св}} = f \times \sqrt{I_{\text{кз}} / 3I_{0\text{max}}} = 50 \times \sqrt{97690 / 35,8} = 825\text{Гц}$.

1.4 $n = f_{\text{св}} / f = 825 / 50 = 16,5$.

1.5 Ток $3I_0$ КЛ с самой большой емкостью равен 8,14А

1.6 $(R4+R5) = 3,5 \times 30 \times 2500 / 8,14 \times 16,5 \times 2 = 9770\text{Ом}$. при $K_{\text{ТГНП}} = 30$,

При $K_{\text{ТГНП}} = 25$ $(R4 + R5) = 3,5 \times 25 \times 2500 / 8,14 \times 16,5 \times 2 = 8150\text{Ом}$

В GSPAG установлены $(R4+R5) = 6100\text{Ом}$.

Определим величину падения напряжения на $(R4+R5)$ при минимальной величине броска тока $3I_0$ ($1,5 \times 3I_{0\text{ном}}$): $\Delta U_{(R4+R5)} = 1,5 \times 35 \times 610 / 30 \times 2500 = 0,42\text{В}$

Этой величины вполне достаточно для надежного измерения.

Экспериментальным путем было определено, что при $(R4+R5) = 6100\text{Ом}$ насыщение ТА1÷ТА12 происходит при токе по их первичным обмоткам равном 40А. Или в пересчете к току по линии через коэффициент трансформации ТГНП, который может быть в зависимости от типа (ТЗЛМ или ТЗРЛ) равным 25 или 30, $50 \times (25 \div 30) = (1000 \div 1200)\text{А}$.

Следовательно есть запас, т. к. расчетный максимальный бросок тока может быть равен $35,8 \times 16,5 = 592\text{А}$, а для КЛ с самой большой емкостью : $8,14 \times 16,5 = 134,3(\text{А})$.

Если на поврежденной КЛ, где бросок тока будет явно больше, чем на любой (даже самой длинной) КЛ АЦП войдет в насыщение (т. е. на его входе напряжение будет больше 3,5В переменного тока), то это не приведет к ошибке в работе защиты, так как измеряемая величина будет наибольшей (100%).

2 Измерение уровней гармоник на присоединениях выполняется с помощью преобразователей тока ТА13÷ТА24, (первичные обмотки которых равны 1 витку, а коэффициент трансформации равен 2000), нагрузкой которых служат резисторы $(R1+R13)$ платы №5 для первого присоединения и аналогичные им для всех остальных присоединений. Величины этих резисторов должны выбираться исходя из следующих условий.

2.1 Необходимо чтобы не было насыщения магнитопровода преобразователя тока на КЛ с самым большим током $3I_0$ (принимая равным 10А). Экспериментально установлено, что при $K_{\text{ТГНП}} = 25$ резистор $(R1+r13)$ должен быть равен $(2+13)\text{кОм}$, а для $K_{\text{ТГНП}} = 30$ этот резистор равен $(2+16)\text{кОм}$.

2.2 Необходимо чтобы не было насыщения операционного усилителя (ОУ) на входе измерительного тракта гармоник поврежденной КЛ. Исходя из допустимого напряжения переменного тока 10В на входе ОУ рассчитаем допустимый ток по линии по формуле:

$\Delta U_{(R1+R13)} = 3I_0 \times (R1+R13) / K_{\text{ТГНП}} \times K_{\text{ТА}} = 10\text{В}$, откуда

$3I_0 = 10 \times 30 \times 2000 / 18000 = 33\text{А}$ при $K_{\text{ТГНП}} = 30$,

$3I_0 = 10 \times 25 \times 2000 / 15000 = 33\text{А}$ при $K_{\text{ТГНП}} = 25$.

Определим какую часть от полного тока $3I_0$ составляет допустимый ток:

$33 \times 100 / 35,8 = 92\%$;

Следовательно верхняя граница напряжения $3U_0$ для мониторинга изоляции или уставка защиты от ОЗЗ равняется 92В.

2.3 Если предположить, что компенсация емкостного тока ОЗЗ будет осуществляться хотя бы до уровня 50%, то ток по поврежденному присоединению будет равен при $3U_0=50В$ $35,8 \times 0,5 \times 0,5 = 8,97А$, т. е. меньше минимально допустимого тока (33А) и, следовательно, в этом случае можно сделать уставку пуска защиты $3U_0=50В$.

Нужно добавить, что расширение зоны мониторинга изоляции способствует более надежному определению КЛ с развивающимся ОЗЗ. Обычно уставка верхней границы мониторинга или уставка защиты принимается равной $3U_0=20В$, чтобы расширить зону действия защиты, считая, что при $3U_0=20В$ в сети существует ОЗЗ, при котором можно четко определить поврежденную линию.

2.4 Насыщение сердечника преобразователя тока на поврежденной КЛ допустимо, так как гармоники, вызванные искажением формы тока, сложатся с гармониками сетевыми и только усилят сигнал.