

SCAN

DVD

biblem

elektromonter

Библиотечка электротехника

— приложение к журналу “Энергетик”

Основана в июне 1998 г.

Выпуск 7 (115)

Т. Н. Дорохина

Б. С. Зайцев

С. В. Щукин

А. С. Шалимов

ПРОВЕРКА ПАНЕЛИ ЭПЗ-1636 С ПОМОЩЬЮ ПРИБОРА РЕТОМ-51

(Часть 2)

Москва

НТФ “Энергопрогресс”, “Энергетик”

2008

УДК 621.316.925
ББК 31.27-005
Д 69

Главный редактор журнала “Энергетик” А. Ф. ДЬЯКОВ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

“Библиотечки электротехника”

В. А. Семенов (*председатель*), И. И. Батюк (*зам. председателя*),
Б. А. Алексеев, К. М. Антипов, Г. А. Безчастнов, А. Н. Жулев,
В. А. Забегалов, В. Х. Ишкин, Ф. Л. Коган, В. И. Кочкарев,
Н. В. Лисицын, Л. Г. Мамиконянц, В. И. Пуляев, А. И. Таджибаев,
Ю. В. Усачев

Дорохина Т. Н. и др.

Д69 Проверка панели ЭПЗ-1636 с помощью прибора РЕТОМ-51. Часть 2 / Т. Н. Дорохина, Б. С. Зайцев, С. В. Щукин, А. С. Шалимов. — М.: НТФ “Энергопрогресс”, 2008. — 96 с.: ил. [Библиотечка электротехника, приложение к журналу “Энергетик”; Вып. 7 (115)].

Даны краткое описание работы всех основных элементов схемы панели типа ЭПЗ-1636, классическая методика и современные принципы проверки. Приведены краткие сведения об испытательных устройствах серии РЕТОМ. Дана методика расчета уставок дистанционной защиты.

Для работников служб РЗА и наладочных организаций, занятых эксплуатацией и наладкой устройств РЗА линий электропередачи и распределительных устройств. Может представлять интерес для студентов электротехнических специальностей при изучении курса “Релейная защита”.

Предисловие

История устройств для проверки аппаратуры РЗА стара так же, как и история самой аппаратуры, и насчитывает несколько десятилетий. Первые устройства для проверки аппаратуры релейной защиты и автоматики (РЗА) энергосистем появились с самой аппаратурой РЗА еще в начале XX столетия.

В 70-х годах прошлого столетия Киевским заводом “Точэлектроприбор” выпускались комплектные переносные испытательные устройства УПЗ-1 и УПЗ-2, разработанные ОРГРЭС. Затем в начале 80-х годов взамен устройства УПЗ-2 начала выпускаться комплектная переносная установка У5053, наиболее полно отвечающая современным требованиям.

В начале 90-х годов в силу ряда причин возникли проблемы с поставкой из Украины последних из упомянутых устройств в Россию, а затем и производство их было прекращено. Первым предприятием, которое начало устранять образовавшийся дефицит, стало НПП “Динамика”, выпустившее установку для проверки защит РЕТОМ-31. Сразу же началась активная работа по усовершенствованию как материальной части, так и программного обеспечения, что привело к появлению полноценных, более мощных систем РЕТОМ-41, РЕТОМ-41М, а затем и наиболее совершенной системы РЕТОМ-51. Сегодня же существует большое семейство аппаратуры серии РЕТОМ (РЕТОМ-ВЧм; РЕТОМ-11М, РЕТОМ-2500; РЕТОМ-30КА; РЕТ-МОМ и др.), позволяющей выполнять проверку практически всех устройств РЗА, эксплуатируемых в России. Следует отметить, что в последние годы появились и другие устройства для проверки РЗА. Широко используются установки УРАН, продвигаются на рынок системы ИСАРЗ. Но они существенно уступают системе РЕТОМ по ряду показателей.

Первые устройства несколько опередили свое время, так как они ориентированы в основном на микропроцессорные устройства РЗА, а в то время они не имели широкого распространения. Кроме того, у большинства работников служб РЗА не было навыков работы с компьютером. Сегодня ситуация изменилась. В эксплуатации нахо-

дятся тысячи устройств серии РЕТОМ разной модификации. Соответственно и пользователей стало намного больше. Вопросов у них возникает много, и в основном они связаны с современными методами проверки, используемыми в этом устройстве. Мы решили помочь специалистам освоить новые методы ведения проверок на примере широко распространенной панели ЭПЗ-1636.

В первой части брошюры кратко описан принцип работы панели ЭПЗ-1636 и дан классический метод ее проверки. При этом в поверочном устройстве РЕТОМ-51 используется базовый комплект программ (работа в ручном режиме). Во второй части брошюры представлен новый метод проверки — автоматический режим на примере специальной программы проверки панели ЭПЗ-1636.

Надеемся, что настоящее пособие будет продолжением начатой большой работы по повышению уровня квалификации специалистов, занятых в области наладки и эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики.

С предложениями и замечаниями обращаться по адресам:
dynamics@chtt.ru; doroeg@mail.ru.

Авторы

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

Программа проверки панели ЭПЗ-1636

3.1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Эта программа предназначена для автоматической проверки основных электрических параметров панели ЭПЗ-1636.

В состав программы входят подпрограммы, соответствующие отдельным блокам защиты: ДЗ-2, КРС-1, КРБ-126 и др. Некоторые из этих подпрограмм могут вызываться из главного меню программного обеспечения испытательной системы РЕТОМ-51.

Программа исключает недопустимые действия со стороны персонала. Так, кнопки управления блокируются в режимах, в которых они не должны быть доступны. Другие кнопки при неправильных действиях запрашивают подтверждение. Например, при выходе из программы, если результаты испытаний не были сохранены, то программа сама напомним об этом и предложит сохранить их.

Программа обеспечивает:

- удобство и наглядность проверки;
- графическое представление характеристик $[Z(\varphi), Z(I), t(I), t(Z)]$;
- автоматическую распечатку и объективность протокола;
- подсказки и помощь (включая схему подключения);
- возможность анализа деталей характеристик (например, поведения характеристики реле сопротивления I ступени ДЗ-2 вблизи нуля);
- возможность проведения ранее недоступных проверок (например, прямой проверки уставок КРБ-126 по U_2, I_2);
- возможность проверки отдельных реле и комплектов того же типа или выполняющих те же функции, что и реле, входящие в состав панели ЭПЗ-1636, т.е. программа имеет не только специализированное, но и общее назначение.

Система РЕТОМ выдает протокол в электронной форме или на бумажном носителе. Такие проверки, как проверки состояния механической части, изоляции, блоков питания, проверка под нагрузкой, системой не проводятся, так как они не автоматизируются и должны проводиться вручную, но формой протокола предусмотрены и могут быть внесены в него после распечатки на бумаге. Имеется возможность внести эти данные и другие проверки в электронный вариант протокола с помощью текстового редактора.

До начала работы с системой необходимо организовать систему хранения архива результатов проверки (протоколов). Создать архив можно, объединяя в каталоги протоколы по присоединениям, либо по другой удобной для пользователя системе (например, по годам проверки).

В некоторых случаях стандартную форму протокола требуется изменить (защита с магнитоэлектрическими реле вместо нуль-индикаторов, дополнительная ступень защиты от замыканий на землю и т.п.). Формы и содержание протоколов редактируются так же, как и текстовые файлы помощи. Перед редактированием желательно создать резервную копию протокола.

При необходимости выполнения дополнительных проверок, не входящих в программу “ЭПЗ-1636”, или при уточнении некоторых замеров, можно выполнить их в модуле “*Ручное управление источниками тока и напряжения*” или в другом модуле.

3.2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАБОТЕ ПРОГРАММЫ

Программа имеет дружелюбный интерфейс (под операционной системой Windows, построен на базе HTML-файлов): имеется возможность перемещать окна, минимизировать, восстанавливать их размер. Объекты управления (кнопки, меню) аналогичны объектам Windows, что облегчает настройку программы и выполнение испытаний.

В части документации программа имеет открытую архитектуру, т.е. можно изменять (редактировать) HTML-файл шаблона *Протокол* (кроме редактируемых полей) и файл *Помощь* вместе с приведенными в нем схемами подключения РЕТОМ-51 к панели.

В каждом блоке проверки (ДЗ-2, КРС-1 и др.), обычно в окне *Условия проверки* есть флаг — “*Проверки производить без сообщений*”. Если он не взведен, то перед началом испытаний будет автоматически вызвана схема подключения аппаратуры для исключения ошибок подключения РЕТОМ к панели и проверка начнется с выдачи указаний о необходимых действиях со стороны проверяющего.

Программа позволяет работать так же, как и с привычными установками У5053, управляя в отдельно взятый момент времени только одной выдаваемой величиной (фазным, линейным током или напряжением, углом сдвига фаз). При работе в этой программе при выполнении проверок испытательной установкой РЕТОМ-51 по сравнению с У5053 имеются дополнительные возможности:

- выдача симметричного трехфазного тока или напряжения прямой или обратной последовательности с регулировкой значения и фазы;
- измерение времени в режиме миллисекундомера;
- регулировка частоты выдаваемых параметров в диапазоне от 0,2 до 500 Гц;
- подключение для поочередного контроля или для проверки очередности срабатывания до восьми контактов;



Рис. 3.1. Главное меню программы “Реле-Томограф”

- использование встроенного двухканального АЦП для измерения тока или напряжения внешней цепи;
- использование нескольких вариантов синхронизации: с сетью; друг с другом, т.е. синхронную выдачу токов и напряжений, выдаваемых двумя или тремя приборами, работающими от одного компьютера; GPS — для очень удаленных друг от друга тестовых систем, например расположенных по двум концам линии.

При работе в программе “Ручное управление источниками тока и напряжения” необходимо соблюдать осторожность. Непроизвольный щелчок “мышью” в поле диаграммы изменяет напряжения на выходе прибора. При включенном “рубильнике” указатель “мыши” оставлять в поле диаграммы опасно!

В этой программе возможна имитация различных видов КЗ с ручной установкой векторной диаграммы, но для этой цели лучше использовать специальные программы, в которых заложена выдача различных видов КЗ.

Программа построена таким образом, что Окно программы представляет собой стандартное Windows-окно.

Принципы управления источниками тока и напряжения в программе *Ручное управление источниками тока и напряжения* выполнены для пользователей понятно и не требуют специального описания.

Запуск программы. Для запуска специальной программы проверки ЭПЗ-1636 необходимо вначале загрузить программу “Реле-Томограф”, а потом из предложенного меню выбрать иконку “ЭПЗ-1636” (рис. 3.1).

3.3. ГЛАВНОЕ ОКНО ПРОГРАММЫ. ПАРАМЕТРЫ ПАНЕЛИ

После запуска появляется главное окно программного модуля ЭПЗ-1636. В левой части окна расположен список пунктов *Параметры панели и типы проверок* (рис. 3.2). При выборе требуемого пункта в левой части окна, в его правой части появляется соответствующее окно.

Проверка начинается с задания параметров панели.

Параметры панели, в основном, необходимы для протокола. Программа использует только несколько параметров: номинальный ток, номинальное напряжение и угол максимальной чувствительности. Они необходимы для правильной настройки процедуры проверки и определения основных параметров по погрешностям.

При проверке дистанционной части панели ЭПЗ-1636 используются модули проверки комплекта ДЗ-2 и КРС-1, при проверке устройства блокировки при качаниях — КРБ-125 или КРБ-126, при проверке реле мощности — РБМ-177/178 или РМ-12, при проверке

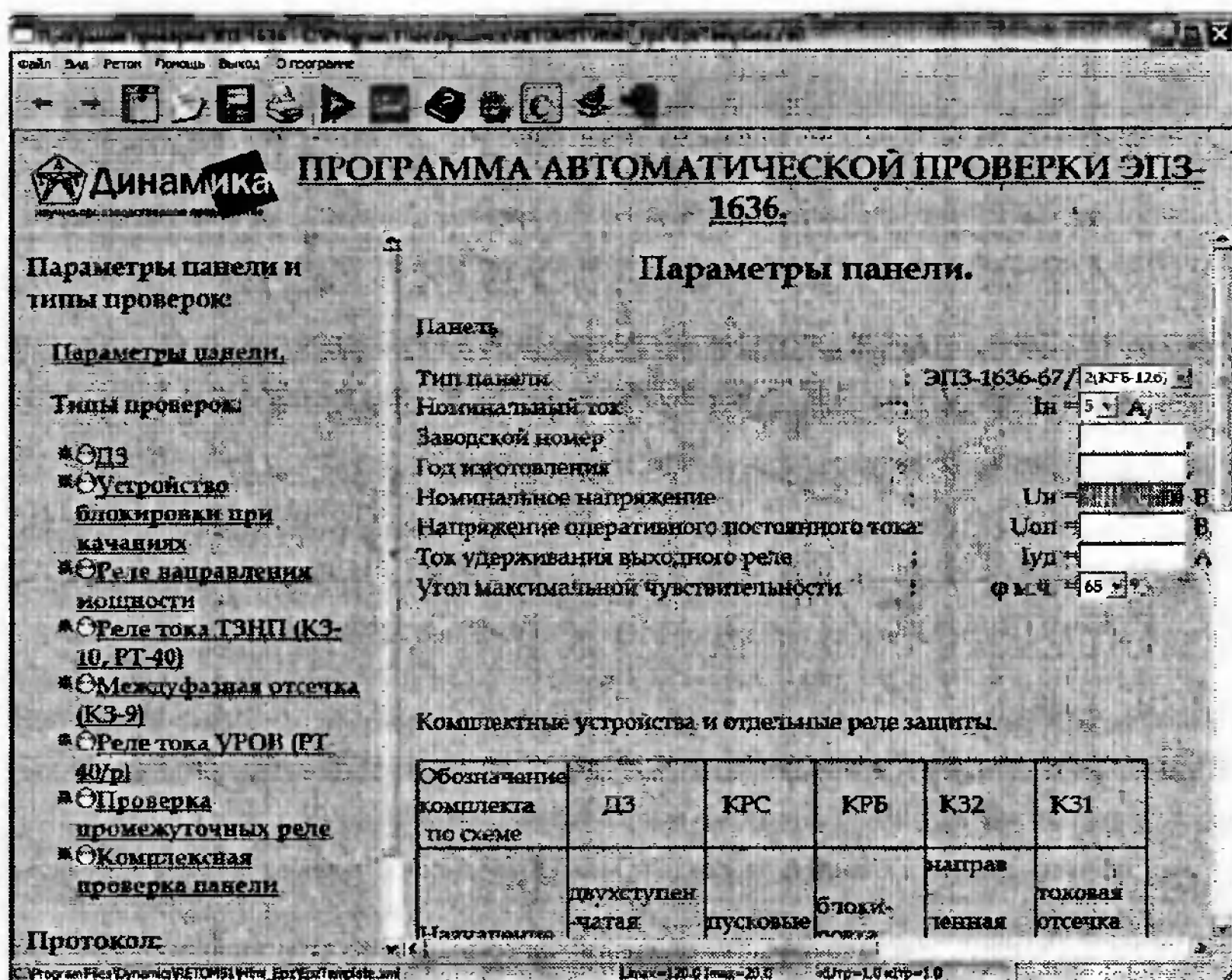


Рис. 3.2. Внешний вид программы проверки ЭПЗ-1636

реле УРОВ — РТ-40/Р. Все эти модули самостоятельные, их вызывает основной модуль ЭПЗ-1636. Они могут использоваться и по отдельности, но тогда не получится итоговый протокол, так как они в этом случае будут формировать свои протоколы, а общий придется формировать в текстовом редакторе, что не очень удобно. Все остальные проверки находятся в основном модуле.

3.3.1. Назначение кнопок Панели инструментов

В верхней части программы имеется *Панель инструментов*. В виде иконок представлены некоторые функции меню, требующие оперативного выполнения (рис. 3.3).

Основные иконки:

- Сохранение результатов работы в архив;
- Загрузка старых данных из архива;
- Печать протокола;
- Старт/Стоп проведения проверки;
- Очистка протокола от предыдущих результатов работы;
- Вызов файла помощи;

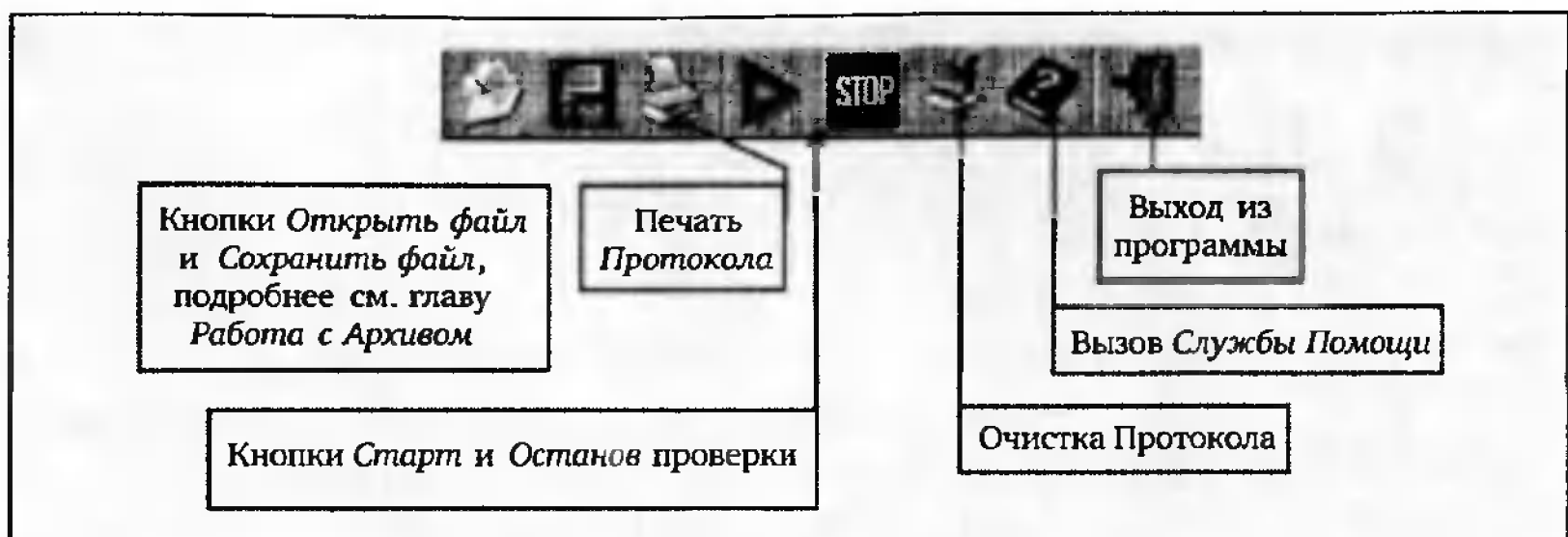


Рис. 3.3. Панель инструментов

- Выход из модуля в основную программу;
 - дополнительные:
 - Движение вверх/вниз по вложенности вызываемых окон;
 - Расширение левой стороны за счет правой, и возврат к основному режиму отображения;
 - Оперативный вызов модуля *“Ручное управление...”*
 - Оперативный вызов модуля *“Секундомер”*.
- Возможно появление других дополнительных функций.

3.3.2. Строка Меню

В верхней части окна также расположено и основное меню модуля. Оно предназначено прежде всего для управления файлами архива и протокола, изменения внешнего вида модуля и повторяет функции иконок. Главные функции меню показаны на рис. 3.4.

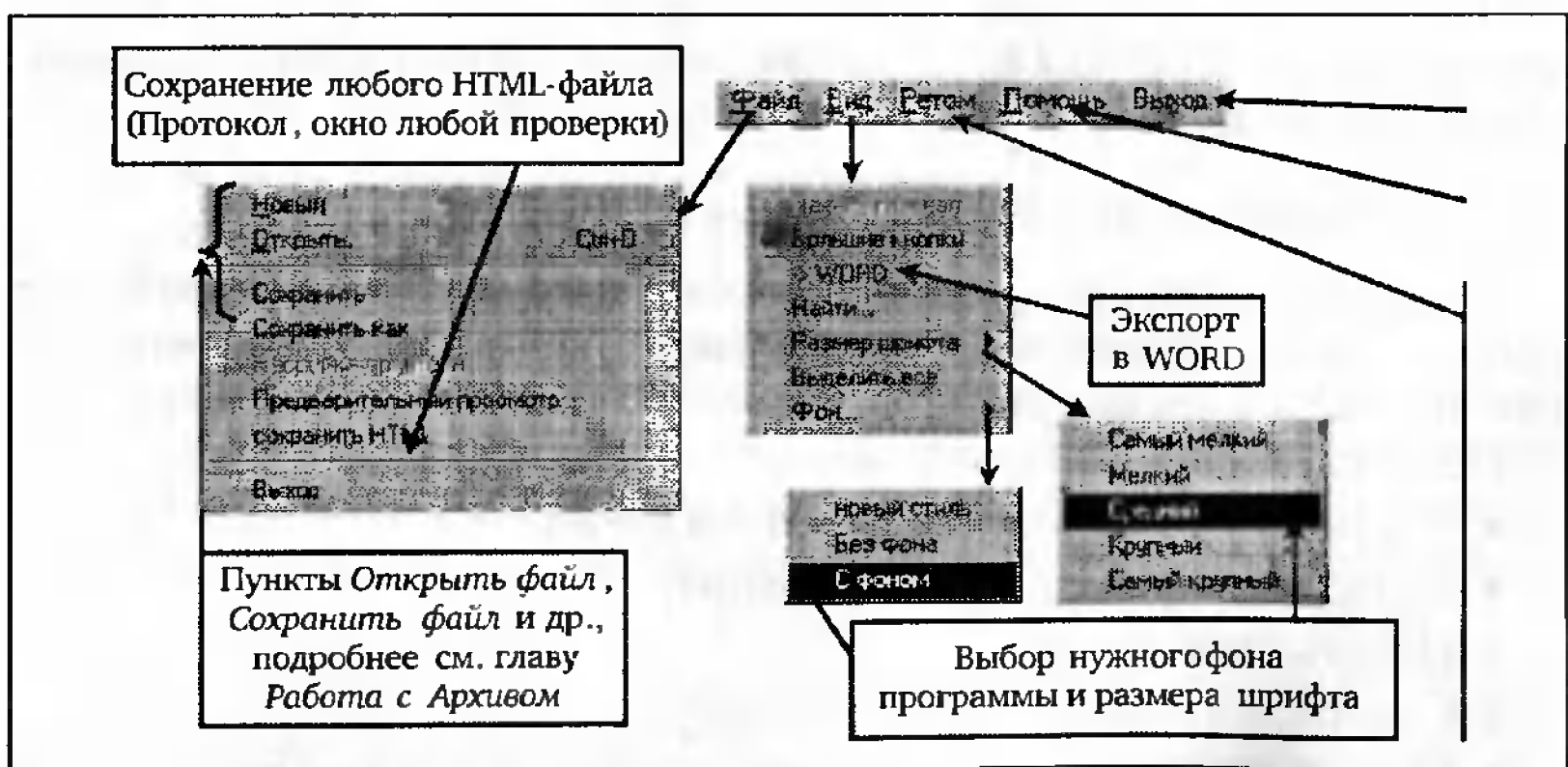


Рис. 3.4. Назначение пунктов строки Меню

3.4. ПРОВЕРКА КОМПЛЕКТА ДЗ-2

После ввода основных параметров панели входят в пункт ДЗ (дистанционная защита). В левой части появляются два подпункта: ДЗ-2 и КРС-1. Выбирают первый — ДЗ-2. Загружается модуль ДЗ-2. По внешнему виду, меню и иконкам он похож на основной модуль.

Программный модуль ДЗ-2 предназначен для проверки реле сопротивления (РС) двух первых ступеней ДЗ и устройства блокировки при неисправности цепей напряжения (БНН) комплекта ДЗ-2 — КРБ-12.

Программа позволяет в автоматическом режиме найти и проверить следующие параметры РС:

- уставки $Z_{уст}$ РС обеих ступеней ДЗ;
- сопротивления рабочего и тормозного контуров РС обеих ступеней ДЗ и осуществить их выравнивание;
- угол максимальной чувствительности $\varphi_{м.ч}$ обеих ступеней ДЗ;
- смещение в I квадрант характеристики РС I ступени ДЗ;
- угол максимальной чувствительности $\varphi_{м.ч}$ РС I ступени ДЗ в режиме реле направления мощности;
- характеристику $Z(\varphi)$ РС обеих ступеней ДЗ;
- ток точной работы $I_{т.р}$ РС обеих ступеней ДЗ;
- время срабатывания.

3.4.1. Проверка реле сопротивления

Первый шаг — необходимо задать все уставки и режимы работы ДЗ-2. Для этого входят в окно *Параметры блока* и в открывшейся таблице в правой части экрана задают все требуемые параметры (рис. 3.5).

Основными являются: уставки по сопротивлению, углу, току и время работы по ступеням. Остальные параметры также желательно ввести. В противном случае некоторые результаты работы будут не очень точны.

3.4.2. Выбор условий проверок РС

Второй шаг — необходимо задать условия проверки. Для этого в левой части выбирают поле *РС* и *Условия проверки*. В правой части экрана появляется окно задания условий, оно имеет вид, показанный на рис. 3.6.

Окно разделено на три части: для I и II ступеней и для комплексной их проверки. В каждой части задаются временная диаграмма, таблица *Времена*, номер опрашиваемого дискретного входа — *Контакт*, виды и сами условия проверок.

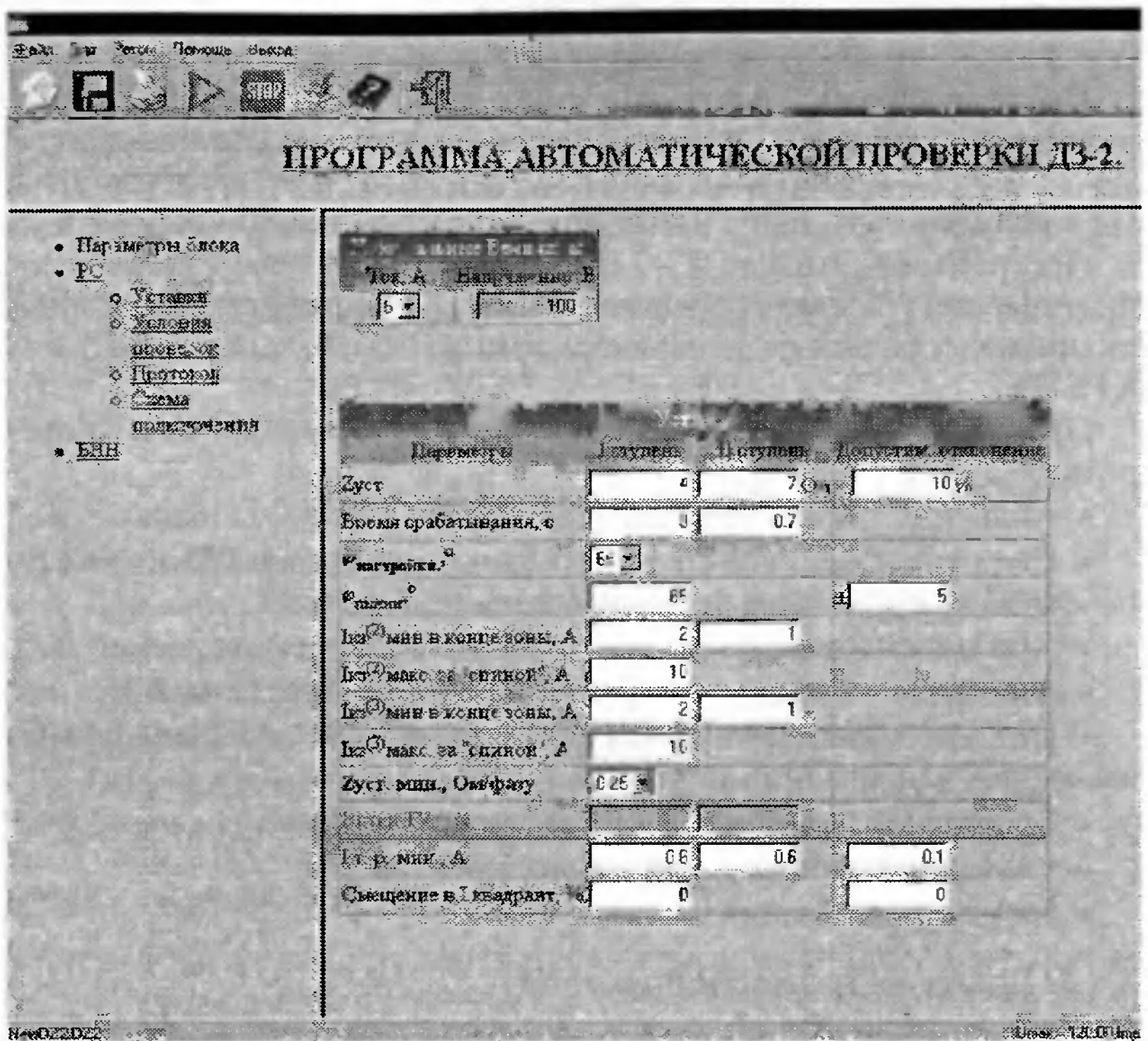


Рис. 3.5. Внешний вид окна задания уставок РС

3.4.3. Подключение

Третий шаг — подключение. Он может быть и самым первым, но перед пуском автоматической проверки необходимо убедиться в правильности подключения. Схема подключения может меняться в зависимости от нахождения блока ДЗ-2 — в составе панели или отдельно от нее. Эти варианты схем подключения показаны на рис. 3.7.

При подключении по схеме рис. 3.7, а необходимо снять рабочие крышки испытательных блоков *БИ1* и *БИ2* и установить контрольные штекеры (ШК) с выводами, закороченными со стороны ТТ.

Проверку характеристик РС можно производить через контакт выходного реле 1-го комплекса (на схеме подключения — *4РП*) или через контакт выходного органа РС *AB*, *BC*, *CA* I и II зон ДЗ (на схеме — *P*).

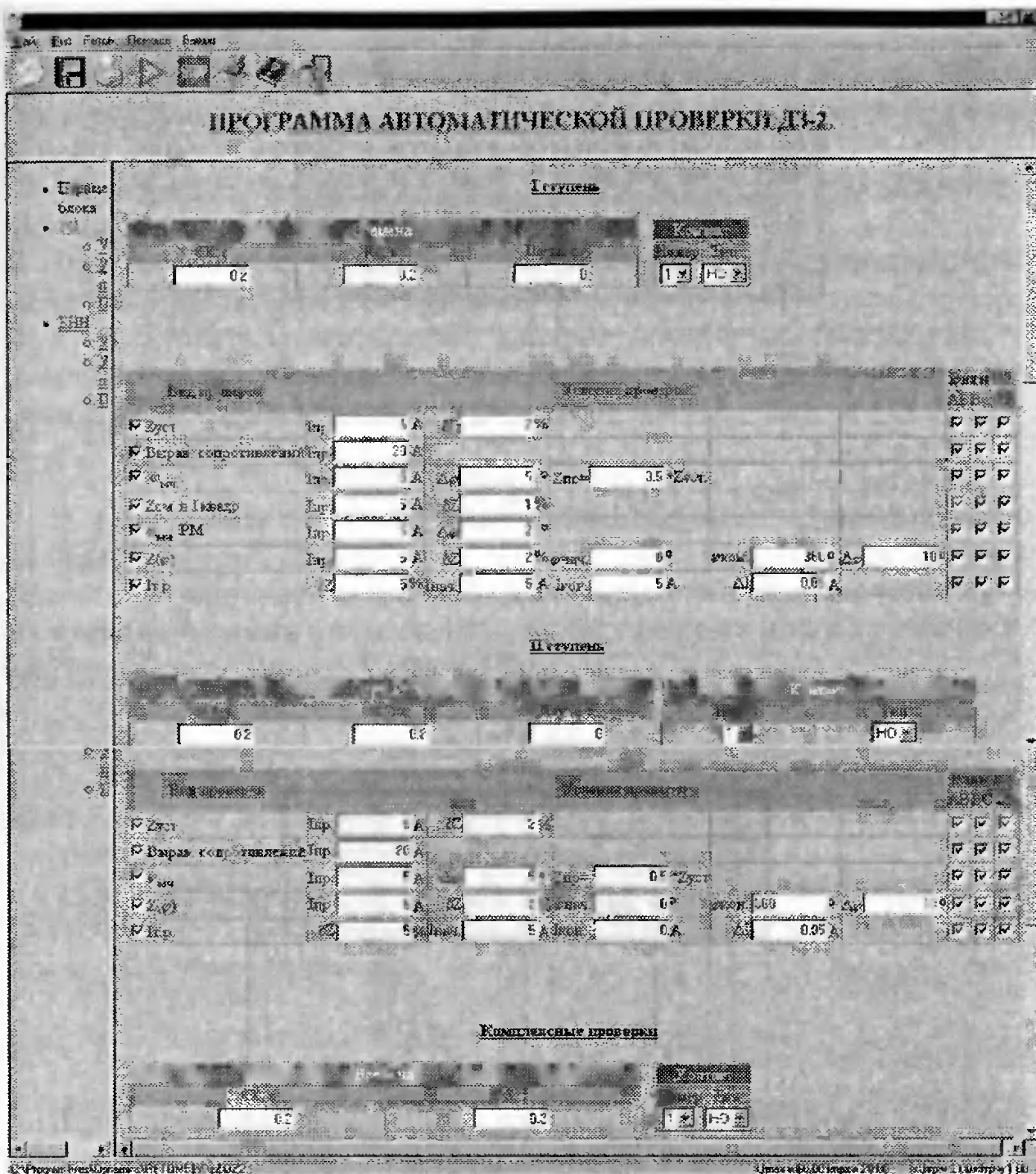


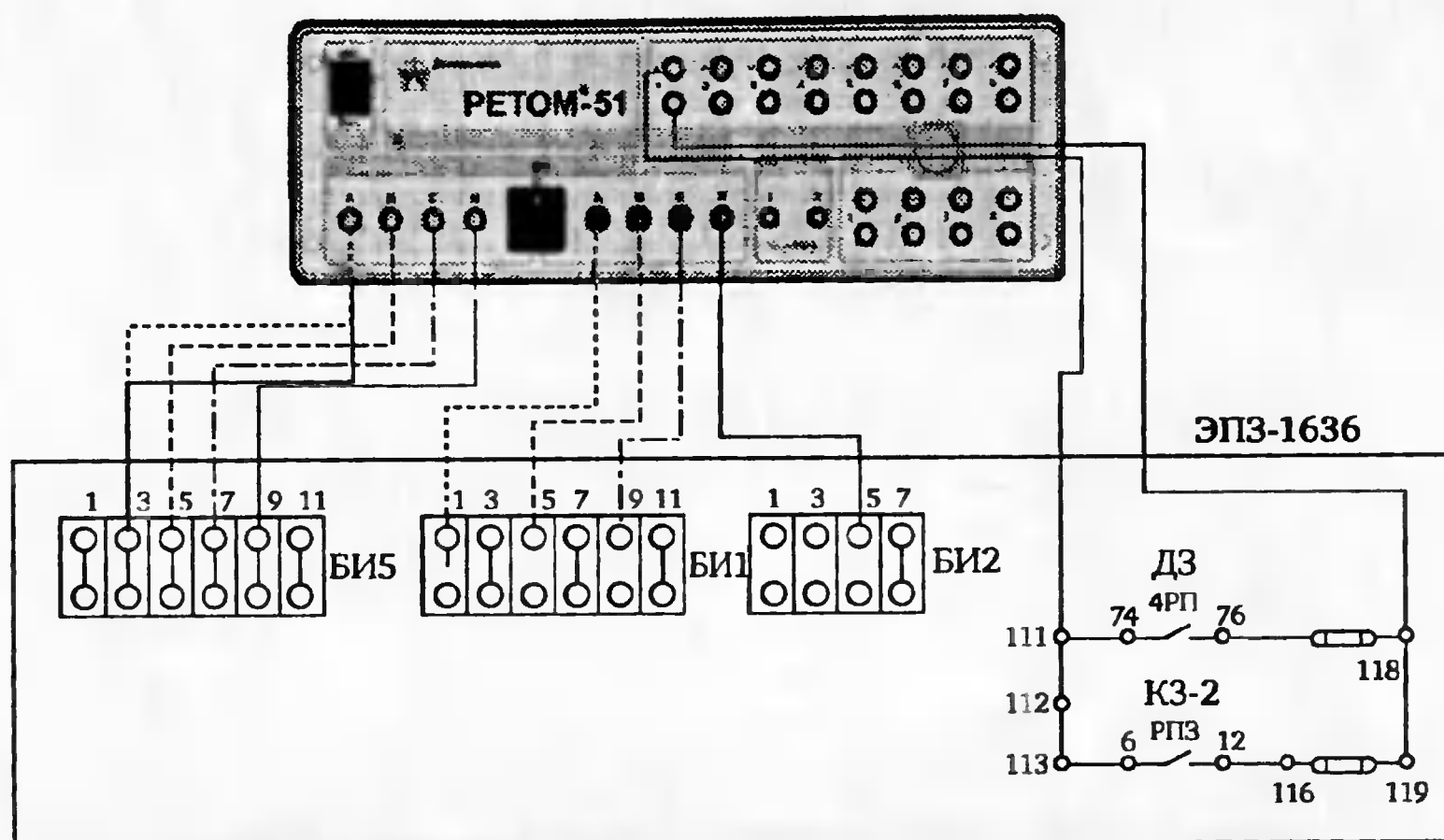
Рис. 3.6. Окно задания условий проверок РС

Перед началом проверки РС необходимо разомкнуть перемычку **7Н** для исключения возможности блокирования РС от **БНН**.

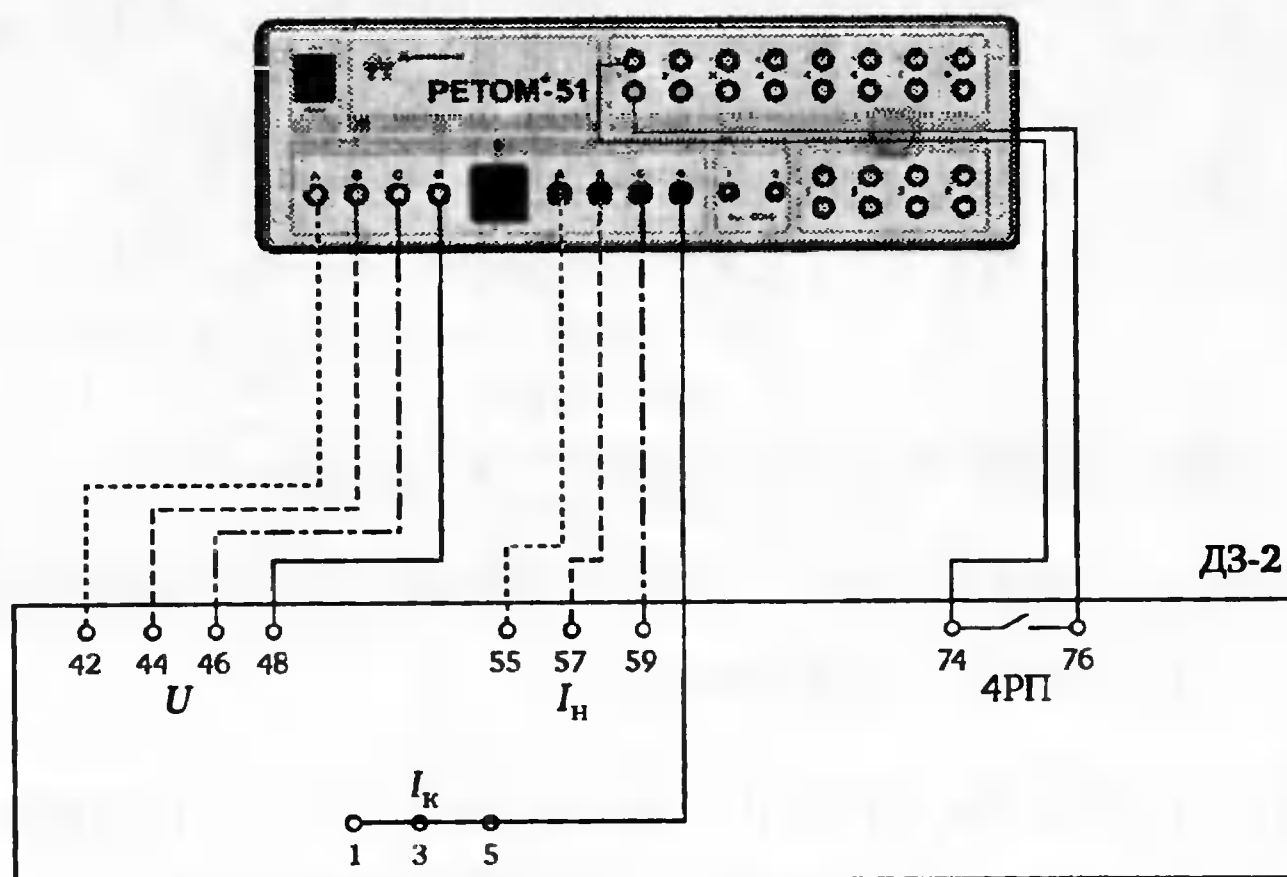
Затем на панель подают оперативный ток.

При проверке РС ДЗ-2 по I зоне якорь реле **1РП** заклинивают в подтянутом положении, а по II зоне — в отпавшем.

При работе через контакт выходного реле 1-го комплекса для исключения влияния блокировки при качаниях якорь реле **КЗ** в КРБ-126 (КРБ-125) заклинивают в отпавшем положении.



а)



б)

Рис. 3.7. Схема подключения при проверке РС:

а — ДЗ-2 в составе панели ЭПЗ-1636; б — ДЗ-2, как самостоятельный комплект

3.4.4. Пуск проверки и ее результаты

Для запуска проверки необходимо возвратиться в окно *Условия проверки* или перейти в окно *Протокол* и нажать иконку *Старт* (зеленый треугольник в панели инструментов).

Проверка проводится в объеме и по порядку, отмеченному в условиях.

Результаты появляются в *Протоколе*. Заполняются соответствующие таблицы и рисуются графики.

Если проверка запускается повторно, то предыдущие результаты заменяются новыми, поэтому если они необходимы, то рекомендуется сохранять их в архиве.

3.4.5. Алгоритмы проверки РС

А. Определение сопротивления уставки $Z_{уст}$. Данная проверка производится на угле линии $\phi_{л}$, заданном в окне *Уставки*. Ток проверки задается в окне *Условия проверки*. Поиск точки осуществляется путем последовательного уменьшения напряжения начиная со значения, определяемого по следующей формуле:

$$Z_T = 1,2Z_{уст} \quad (3.1)$$

(где Z_T — текущее значение сопротивления, выдаваемое на РС; $Z_{уст}$ — значение, заданное в окне *Уставки*), и до нуля.

Поиск делится на две части: “грубое” определение срабатывания и уточнение. При “грубом” проходе напряжение меняется с большим, 10 %-ным, шагом:

$$\Delta Z_T = 1,2Z_{уст}/10. \quad (3.2)$$

Если произошло срабатывание, то происходит возврат на предыдущий шаг, при этом обязательно выходят из зоны срабатывания РС.

Вычисляется шаг для уточнения как функция от текущего значения и заданного процента точности измерения, так называемый расчетный шаг:

$$\Delta Z_{рас} = f(Z_T, \text{Точность по } Z). \quad (3.3)$$

После этого и производится повторный поиск срабатывания с шагом $\Delta Z_{рас}$. Данный алгоритм позволяет найти уставку РС за минимальное время с обеспечением при этом необходимой точности.

Б. Выравнивание сопротивлений рабочего и тормозного контуров. Задача выравнивания — балансировка сопротивлений рабочего и тормозного контуров. Их необходимо выравнивать так, чтобы при по-

даче в эти контуры равных ЭДС либо только от тока, либо только от напряжения подпитки реле сопротивления не срабатывало и ток в нуль-индикаторе (НИ) был всегда направлен в сторону торможения.

Наличие только тока возможно при трехфазных КЗ ($K^{(3)}$) на шинах подстанции или близких $K^{(3)}$ за спиной защиты, а наличие только напряжения подпитки возможно при двухфазных КЗ ($K^{(2)}$) на шинах подстанции за спиной защиты в тупиковом режиме работы линии.

Балансировка производится после настройки уставок, так как резисторы в цепях отпаяк *ТН1* влияют на сопротивление тормозного контура. По этой же причине балансировка производится для обеих (I и II) ступеней отдельно.

Для проверки балансировки необходимо включить микроамперметр в расщелку *а – б* разомкнутой накладки *ЗН (ХВЗ)* (накладка устанавливается в положении *б – в*). По нему контролируется значение тока через НИ. Балансировка производится резистором *R13*, который находится в рабочем контуре.

Вначале устанавливается рабочий ток через НИ от напряжения подпитки. Для этого подается напряжение подпитки, равное 58 В, линейное напряжение поврежденных фаз и ток КЗ равны нулю. Резистором *R13* устанавливается ток через НИ в диапазоне 5 – 20 мкА. Потом устанавливается тормозной ток через НИ от тока КЗ. Для этого при нулевом напряжении подается ток двухфазного КЗ, значения которого приведены в табл. 3.1. Ток проверки зависит от номинального тока панели и минимальной уставки Z_{min} .

Резистором *R13* устанавливается ток через НИ:

- 8 – 15 мкА для РС I ступени;
- 5 – 20 мкА для РС II ступени.

В. Определение угла максимальной чувствительности $\varphi_{м.ч}$. Используется общепринятый метод — нахождение двух точек пересечения окружности заданного радиуса Z_T с центром в начале координат и характеристики срабатывания реле сопротивления — точки 1 и 2

Таблица 3.1

Номинальный ток панели, А	Z_{min} , Ом	Ток проверки, А
5	1	5
	0,5	10
	0,25	20
1	5	1
	2,5	2
	1,25	4

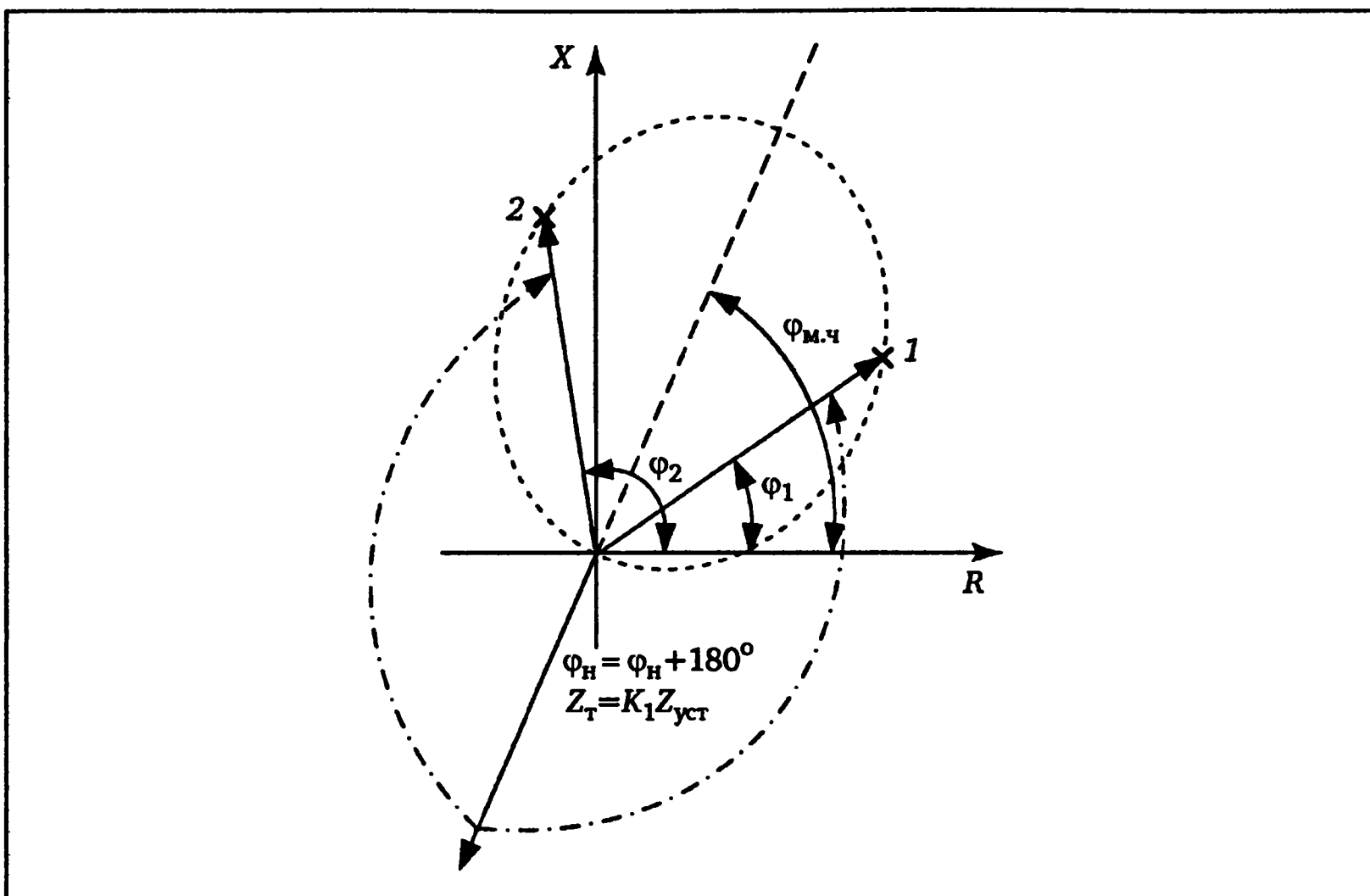


Рис. 3.8. Графическое представление алгоритма определения $\varphi_{м.ч}$

(рис. 3.8). Для расчета $\varphi_{м.ч}$ используются углы φ_1 и φ_2 . Для корректного измерения $\varphi_{м.ч}$ необходимо выполнить одно условие — годограф движения Z_T должен пересекать характеристику срабатывания под углом близким к 90° . Для этого значение Z_T задается в пределах $(0,5 \div 0,7) Z_{уст}$. В противном случае на измерении $\varphi_{м.ч}$ будет сказываться область вибрации на краю зоны характеристики срабатывания реле сопротивления.

В программе используется вектор Z_T (текущий), который рассчитывается как

$$Z_T = K_1 Z_{уст}. \quad (3.4)$$

где K_1 — это коэффициент Z , который задается вместе с током проверки в окне *Условия проверки*.

Проверка начинается с угла $\varphi_H + 180^\circ$. Вначале вектор Z_T вращается против часовой стрелки относительно начала координат, и, контролируя входение в зону срабатывания, программа находит первую точку — φ_1 . Потом, вращаясь по часовой стрелке, она находит вторую точку — φ_2 . Угол изменяется вначале с шагом $\Delta\varphi \cdot 10$, где $\Delta\varphi$ — погрешность по углу (задается в окне *Условия проверки*). А потом для точного определения угла срабатывания реле используется шаг $\Delta\varphi$. То есть программа после первого входения в область срабаты-

вания РС возвращает вектор Z_T на шаг назад и выходит из зоны работы РС. Далее она уменьшает шаг до $\Delta\varphi$ и входит второй раз в область работы РС.

По полученным данным программа определяет угол максимальной чувствительности $\varphi_{м.ч}$ по формуле

$$\varphi_{м.ч} = (\varphi_1 + \varphi_2)/2, \quad (3.5)$$

вносит этот результат в протокол, где сравнивает ее с заданным углом линии с учетом допустимого отклонения.

Г. Построение характеристики $Z(\varphi)$. Характеристика срабатывания реле сопротивления снимается для обеих ступеней ДЗ-2 и, по желанию, для трех видов двухфазных КЗ — АВ, ВС, СА.

Если при снятии характеристики II ступени используется контакт реле 4РП, то во временных параметрах проверки (*Времена*) время КЗ необходимо задать больше времени срабатывания II ступени на 0,1 — 0,2 с.

Поиск точек срабатывания проводится на каждом луче в диапазоне от $\varphi_{нач}$ до $\varphi_{кон}$ с шагом $\Delta\varphi$. На каждом угле производится поиск точек сверху вниз (к нулю). Поиск снизу вверх (от нуля) применяется для нахождения второй точки, если характеристика смещена в I квадрант.

Поиск $Z_{ср}$ выполняется по алгоритму поиска $Z_{уст}$, описанному в п. 3.4.5, А.

Поиск первой точки начинается на угле $\varphi_{нач}$ со значения, определенного по (3.1), и идет с шагом, определенным по (3.2), потом уточняется по (3.3). На следующем угле при сохранении данного алгоритма меняются только начальные условия. Вместо $Z_{уст}$ используется $Z_{ср}$, найденное на предыдущем угле. Это позволяет несколько ускорить процесс поиска срабатывания путем уменьшения количества пустых проверок. Снятие характеристики заканчивается нахождением последней точки на луче $\varphi_{кон}$.

Д. Определение тока точной работы $I_{т.р}$. При данной проверке находится минимальное значение тока, при котором РС еще работает, т.е. значения $Z_{ср}$ и $Z_{уст}$ различаются не более чем на 10 %.

В этой проверке снимается график зависимости сопротивления срабатывания $Z_{ср}$ от тока. Значение тока (виды КЗ выбираются в *Условиях проверки*) меняется от $I_{нач}$ до $I_{кон}$. Шаг в процессе работы изменяется. Вначале он большой — ΔI (задается в *Условиях проверки*), потом для уточнения берется в 10 раз меньше. Угол между током и напряжением равен углу линии φ_L . На каждом шаге по току находится $Z_{ср}$. Проверка производится до тех пор, пока найденное значе-

ние $Z_{ср}$ не станет отличаться от уставки более чем на 10 %. После этого происходит возвращение на предыдущее значение тока, и после уменьшения шага производится уточненный поиск. Этот ток называется током точной работы $I_{т.р}$ и заносится в протокол.

Е. Определение смещения характеристики РС I ступени в I квадрант. Проверка производится только для РС I ступени. При заданном токе проверки и угле линии $\phi_{л}$ производится поиск точки срабатывания $Z_{ср}$ изменением Z от нуля в сторону увеличения. Для того чтобы РС не срабатывало по контуру памяти при $Z = 0$, из проверки исключен режим холостого хода (ХХ), а, для того чтобы РС не срабатывало от напряжения поляризующей фазы, это напряжение устанавливается равным нулю, при этом контур подпитки не работает.

Поиск точки $Z_{ср}$ осуществляется по алгоритму, описанному в п. 3.4.5, А.

Ж. Определение $\phi_{м.ч}$ I ступени РС в режиме реле направления мощности. Проверка производится только для РС I ступени. Для перевода реле сопротивления в режим реле направления мощности снимается собственное напряжение комплекта, а подает только напряжение подпитки. (Например, для фаз АВ это $U_{AB} = 0$ и $U_{C0} = 58$ В). При этом в реле происходит сравнение по модулю сигналов $U + kIZ$ и $U - kIZ$.

Для поиска $\phi_{м.ч}$ в этом режиме меняется угол между током КЗ и напряжением подпитки. Находятся два угла срабатывания ϕ_1 и ϕ_2 и по формуле (3.5) вычисляется $\phi_{м.ч}$.

В протокол проверки записывается угол между собственным напряжением комплекта и током. Визуально, на плоскости Z в окне программы, положение текущего вектора изменяется по окружности с радиусом, равным $Z_{уст}/2$ (по умолчанию).

3.5. ПРОВЕРКА БЛОКИРОВКИ ПРИ НЕИСПРАВНОСТИ ЦЕПЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ (БНН)

Во-первых, необходимо задать уставки **БНН**. Для этого в левой части окна выбирают пункт **БНН** и **Уставки**.

На рис. 3.9 показан внешний вид правой части окна для задания уставок **БНН**.

В основном необходимо задать параметры во втором столбце — **Значения**. В других столбцах параметры установлены по умолчанию и менять их не желательно.

Во-вторых, необходимо задать условия проверки. Для этого выбирают пункт **БНН** и **Условия проверки**. Он состоит из двух частей (рис. 3.10 и 3.11).

Уставки				
Параметр	Единица	Значение	Диапазон	Допустимое отклонение
$I_{\text{рр}}$ mA	±	1.8 mA	300 = var	± 0.1 mA
$K_{\text{зв}}$		0.45		
$I_{\text{р}}$ (предел резисторов)	$I_{\text{р}} \text{ A}$	2 (C0)	$I_{\text{р}} \text{ B0}$	± 10 %
$I_{\text{нб}}$ (компенсация обмоток)		0.5 mA		
	$U \text{ A0}$	7.6		
	$U \text{ B0}$	15		
$U_{\text{р}} \text{ IPH, B}$	$U \text{ C0}$	15		± 10 %
	300	21		
	$U_{\text{ин}}$	21		

Рис. 3.9. Правая часть окна для задания уставок БНН

В первой части задается временная характеристика импульса воздействия, а во второй — диапазоны работы. Длительность КЗ при проверке надо установить не менее 0,2 с.

При этом если уставки первоначально заданы правильно, то их можно больше не задавать. Достаточно нажать на кнопку *Пересчитать условия по умолчанию*, и все параметры будут заданы. При необходимости можно их скорректировать, но это уже тонкая настройка программы, требующая глубоких знаний принципов работы БНН. При отсутствии таких знаний можно ошибиться в параметрах, и тогда выполненные измерения будут неточными. Для возврата в исходное состояние можно нажать ту же кнопку или загрузить предыдущий сохраненный архив.

В-третьих, необходимо собрать схему проверки. Для просмотра схемы выбирается пункт *БНН, Схема проверки*. Для разных проверок и двух вариантов подключения на рис. 3.12 — 3.15 представлены схемы: на рис. 3.12 и 3.13 — для проверки блока в составе ЭПЗ-1636, на рис. 3.14 и 3.15 — для проверки только блока КРБ-12.

По схеме подключения 1 (см. рис 3.12 и 3.14) проверяются и настраиваются: реле *IPH*, компенсация обмоток и напряжение срабатывания. Для остальных проверок используется схема подключения 2 (см. рис. 3.13 и 3.15).

Для работы по схеме 1 необходимо разомкнуть перемычку *7H* и в ее разрыв вставить миллиамперметр постоянного тока с верхним пределом 10 мА, на *БИ5* установить перемычки:

- 1 — 2, 11 — 12 — питание 1-го комплекса оперативным током;

☐ Стереть результаты предыдущих проверок
 (Выбранный элемент приводит к удалению при начале испытаний предыдущих результатов, а иначе обновляются только проведенные испытания)

В. мена
 0.2 0.6

Время холостого хода не учитывается, время паузы тоже, воздействия подаются непрерывным изменением UI
 Время паузы учитывается только между испытаниями и должно быть больше времени Тшт для возврата КРБ-126 в исходное состояние

Контакт
 2 NO

Контакт на блоке 7РП/2 (54-5) тип НО

Рис. 3.10. Первая часть окна условий проверки БНН

☐ Пересчитать условия по умолчанию

Вид проверки	Условия проверки	Значение	Единица	Примечание
<input checked="" type="checkbox"/> I _{ср} IPH	U _{мин}	0	В	Ток срабатывания
	U _{шаг}	1	В	
	U _{макс}	40	В	
<input checked="" type="checkbox"/> I _{вз} IPH	U _{макс}	40	В	Компенсация обмоток фазной и разомкнутого Δ от U _{лих}
	U _{макс}	40	В	
<input checked="" type="checkbox"/> I ₀ II Δ	U _{ABC=0}	14.43	В	Компенсация обмоток фазной и разомкнутого Δ от U _{лих}
	U _{ABC=0}	14.43	В	
<input checked="" type="checkbox"/> I ₀ II Lin	U ₀₀	100	В	Компенсация обмоток фазной и разомкнутого Δ от U _{лих}
	U ₀₀	100	В	
<input checked="" type="checkbox"/> R ₀	U _{ср}	60	В	Звезда резисторов
	U _{ср}	60	В	
<input checked="" type="checkbox"/> U _{ср} γ	U _{мин}	0	В	U срабатывания от фазной обмотки
	U _{шаг}	1	В	
	U _{макс}	40	В	
<input checked="" type="checkbox"/> U _{ср} Δ	U _{мин}	0	В	U срабатывания от обмотки разомкнутого треугольника
	U _{шаг}	1	В	
	U _{макс}	40	В	

При проверке I_{ср} IPH, компенсации обмоток и R₀ требуется внешний вольтметр (в разрыве цепи срабатывания и возврата)
 При проверке компенсации обмоток ток в разе IPH не должен превышать 0.1 мА
 При проверке R₀ при испытании от U_{до} Δ должен быть 2 раза больше, чем при испытаниях от U_{во} U_{со}

Рис. 3.11. Вторая часть окна условий проверки БНН

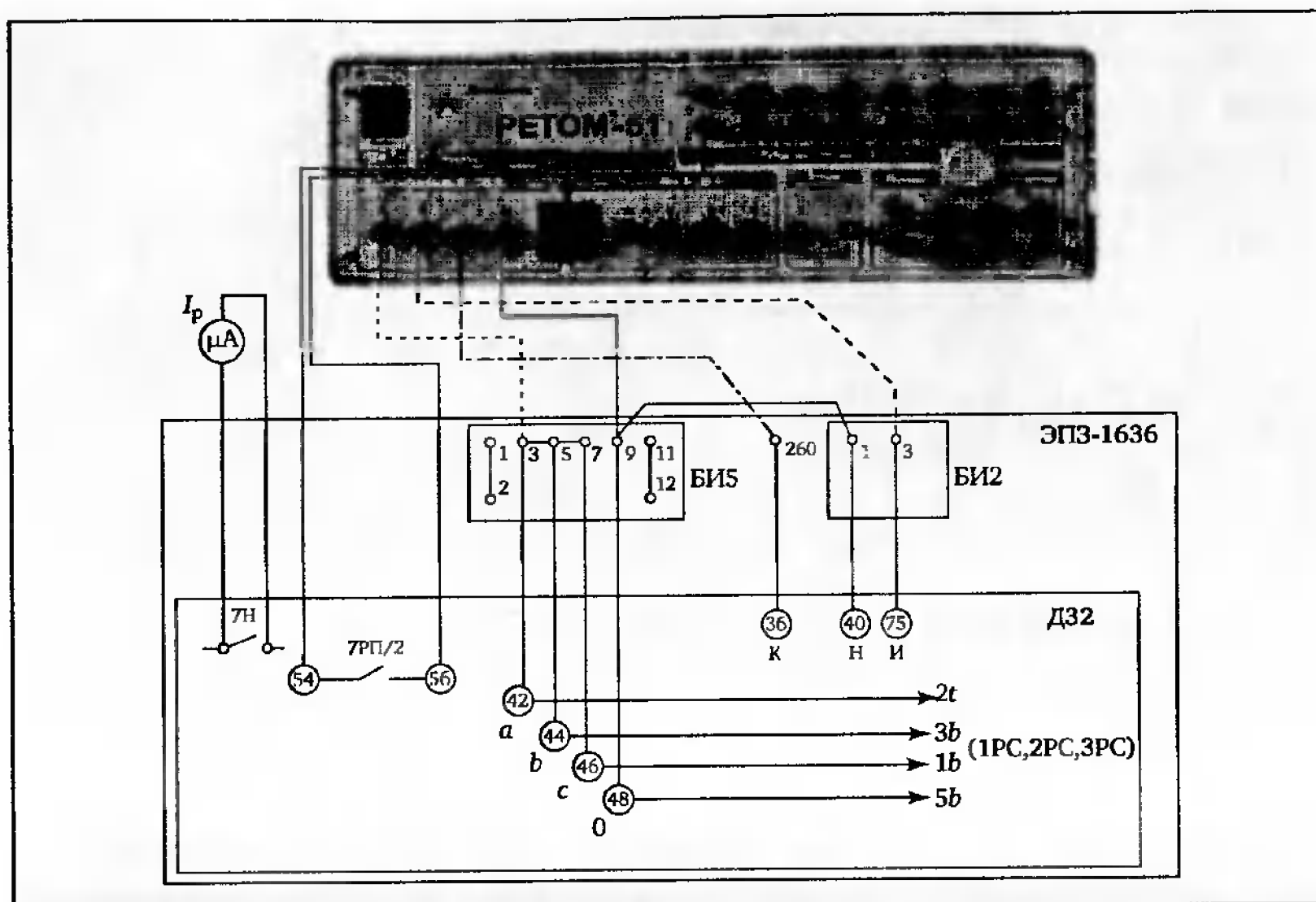


Рис. 3.12. Схема подключения 1 в составе ЭПЗ-1636

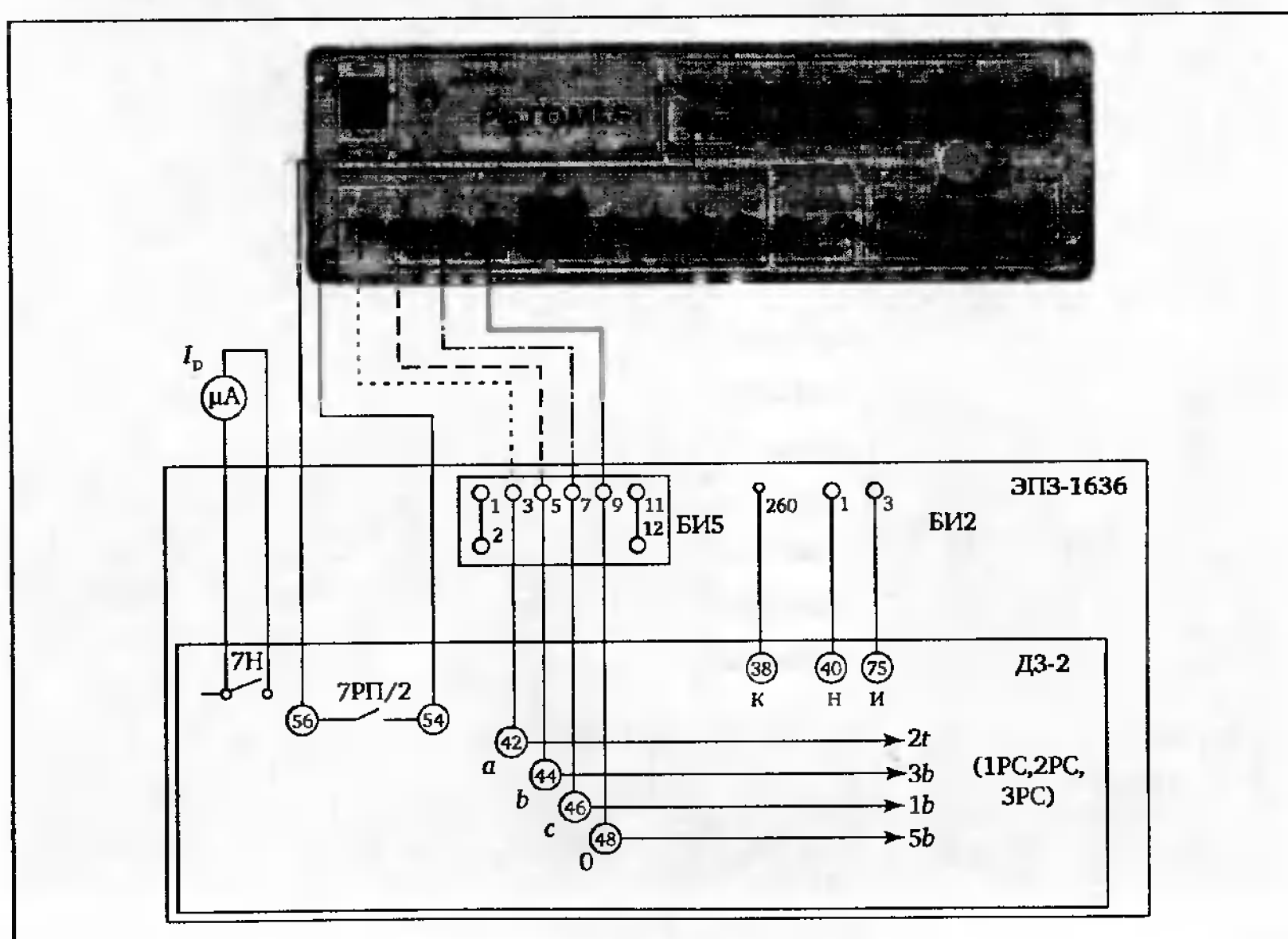


Рис. 3.13. Схема подключения 2 в составе ЭПЗ-1636

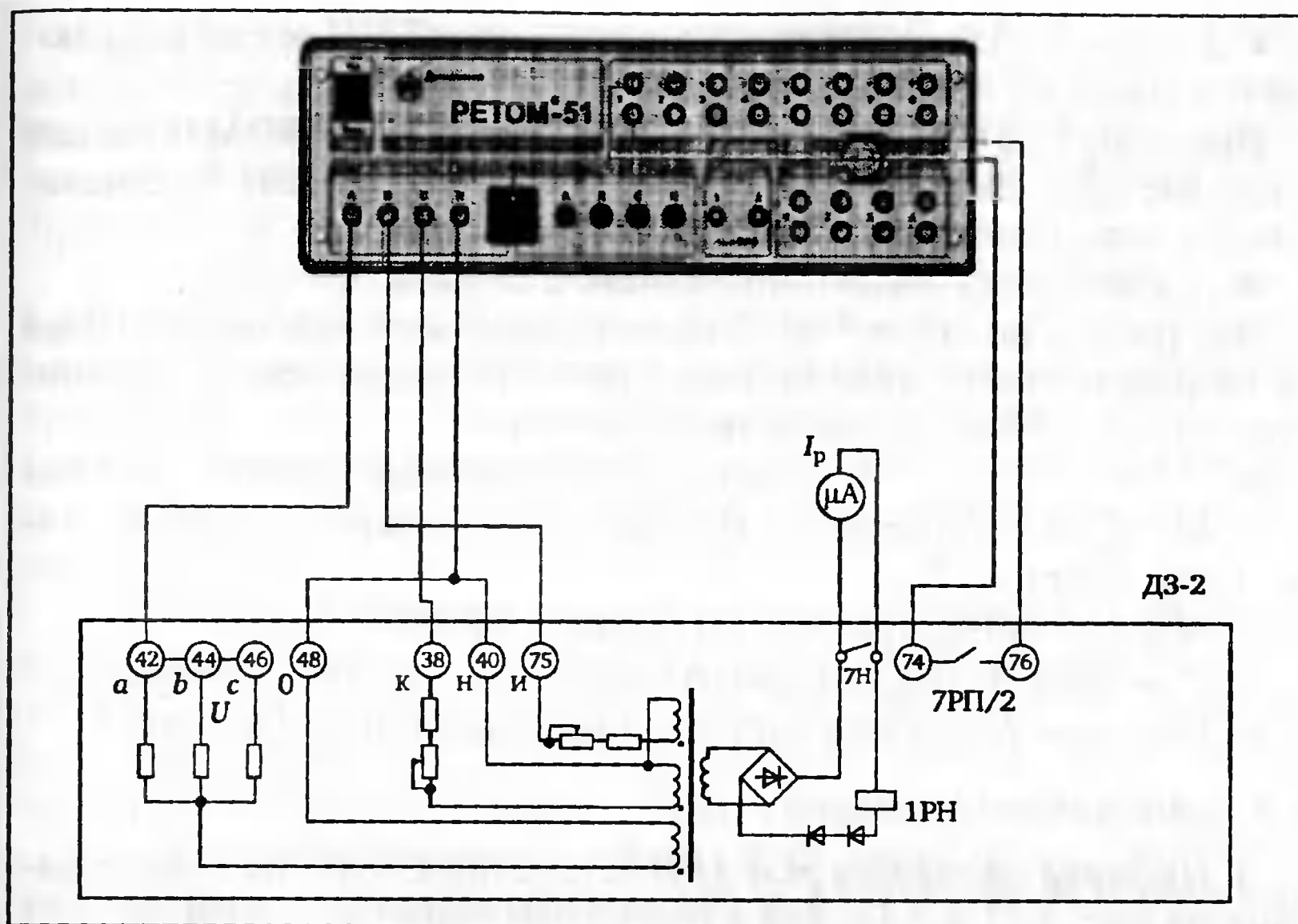


Рис. 3.14. Схема подключения 1 при проверке только КРБ-12

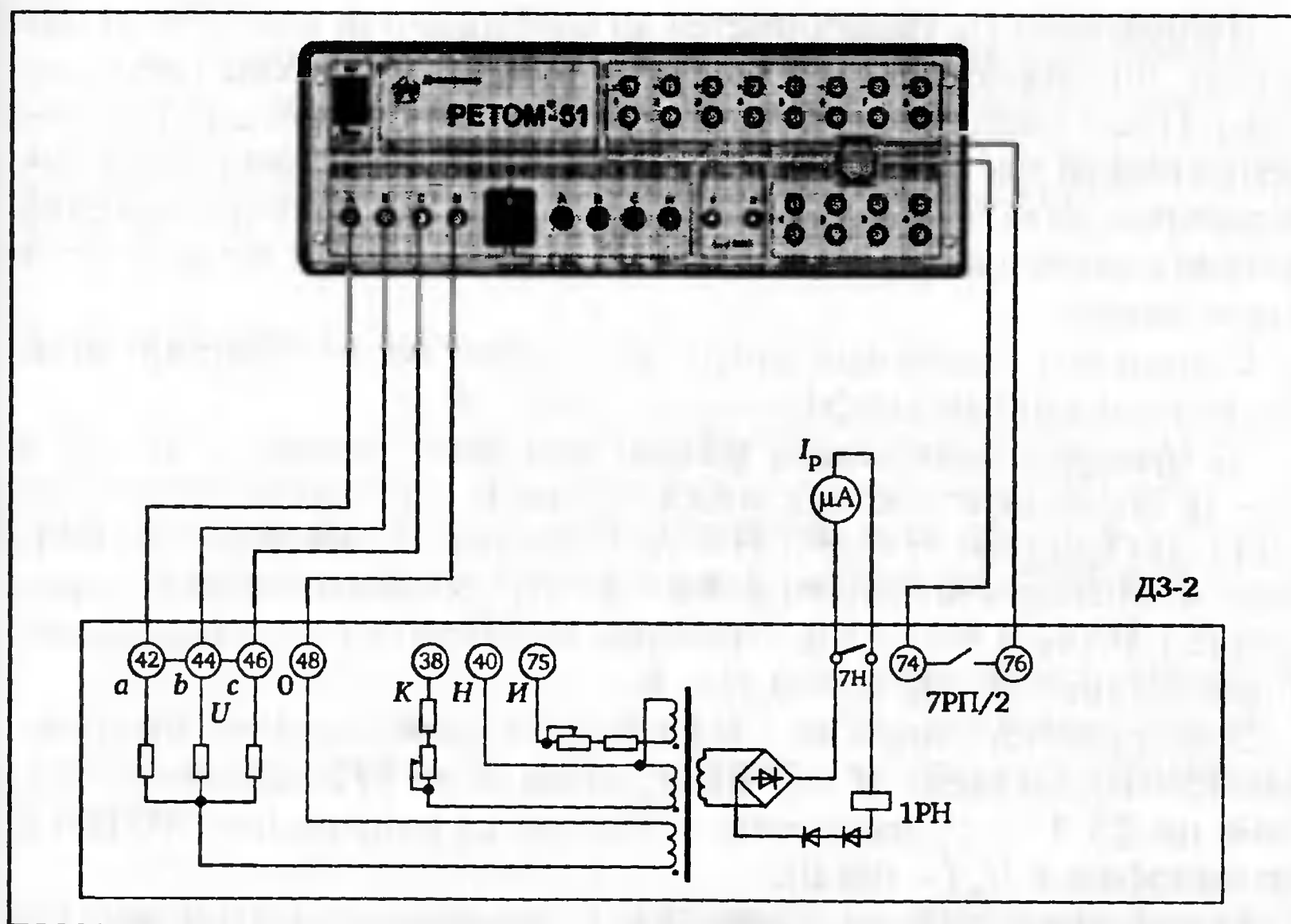


Рис. 3.15. Схема проверки 2 при проверке только КРБ-12

- 3 – 5 – 7 — объединение фазных обмоток БНН, к ним подключается выход U_A РЕТОМ.

Выход U_B РЕТОМ подводят к БИ2.3. Выход U_C РЕТОМ подводят к клемме Х260. Выход U_N РЕТОМ подводят к БИ2.1 (“Н”), устанавливают перемычку между БИ5.9 и БИ2.1.

Затем на панель подают оперативное питание.

Для работы по схеме 2 необходимо разомкнуть перемычку 7Н и в ее разрыв вставить миллиамперметр постоянного тока с верхним пределом 5 – 10 мА, установить перемычки:

- “+” — 38, “–” — 41 — питание оперативным током (= 220 В);
- 42, 44, 46 — объединить фазные входы обмотки звезды и подключить к клемме U_A ;
- 40 и 48 — объединить и подключить к клемме U_N ;
- 75 — вход И обмотки треугольника подключить к клемме U_B ;
- 38 — вход К обмотки треугольника подключить к клемме U_C .

3.5.1. Алгоритмы проверки БНН

А. Проверка настройки реле 1РН. Схема подключения 1 представлена на рис. 3.12 и 3.14. Так как миллиамперметра в приборе РЕТОМ-51 нет, то эта проверка выполняется в полуавтоматическом режиме.

Напряжение U_B увеличивается до срабатывания реле 1РН от обмотки, подключенной к выводам И – Н разомкнутого треугольника. После срабатывания реле появляется окно, в котором предлагается ввести ток срабатывания I_p реле 1РН, измеренный миллиамперметром, включенным в разрыв перемычки 7Н. Затем напряжение плавно снижается до возврата реле. При возврате реле записывается ток возврата.

В протокол программа вносит автоматически подсчитанный по введенным данным коэффициент возврата $K_{вз}$.

Б. Проверка компенсации фазных обмоток обмотками Н – К и И – Н. Используется схема подключения 1. При проверке компенсации по каналам И – Н и Н – К на выходе U_A прибора РЕТОМ, подсоединенным ко входам А, В и С БНН, программа выдает напряжение $100/(4\sqrt{3}) = 14,43$ В. Проверка проводится последовательно: вначале канал И – Н, потом Н – К.

Для проверки канала И – Н на выход U_B прибора РЕТОМ (подключенный ко входу И – Н БНН, обмотка w_3 TV2, клемма БИ2.3, либо на ДЗ-2 — U_B на клемме 75) подается напряжение 100 В и в противофазе к U_A (– 100 В).

Контролируется ток I_p в реле 1РН, который не должен превышать 0,5 мА (задается в окне Уставки).

Далее проверяется компенсация по каналу $H - K$. Проверка аналогична предыдущему пункту, только напряжение 100 В подается с выхода U_C прибора РЕТОМ (при этом $U_B = 0$), который подключен ко входу $K - H$ (обмотка $w_2 TV2$) БНН (клемма $X260$, либо на ДЗ-2 — U_C на клемме 38).

В. Проверка напряжения срабатывания от обмоток разомкнутого треугольника. Применяется схема подключения 1, но миллиамперметр и управление фазой A при данной проверке не используются. Программа определяет напряжение срабатывания реле IPN , по каналу $I - H$ подавая напряжение U_B , а по каналу $K - H$ подавая напряжение U_C . Контроль срабатывания осуществляется по переключению контакта $7P\P/2$.

Г. Проверка исправности ветвей звезды резисторов. Используется схема подключения 2 (см. рис. 3.13 и 3.15). Последовательно подаются три фазных напряжения (U_A , U_B , U_C), равные 60 В. Ток в обмотке реле IPN при испытании от U_{A0} должен быть в 2 раза больше, чем при испытаниях от U_{B0} или U_{C0} .

После испытаний от одного фазного напряжения программа останавливается (напряжение подано) и ждет ввода значения измеренного тока I_p . Затем программа переходит на другое напряжение и опять ждет ввода значения измеренного тока. И так для трех напряжений.

Д. Проверка напряжения срабатывания от фазной обмотки. Используется схема подключения 2. Программа определяет напряжение срабатывания реле IPN по замыканию контакта $7P\P/2$, поочередно подавая напряжение U_A прибора РЕТОМ на цепь $A0$, U_B — на цепь $B0$ и U_C — на цепь $C0$.

3.6. ПРОВЕРКА КРС-1

Программный модуль в основном аналогичен модулю проверки ДЗ-2 и предназначен для проверки реле сопротивления в блоке КРС-1, установленного в дистанционной защите 2-го комплекта, отличающегося только количеством имеющихся ступеней (одна ступень) и отсутствием БНН.

Программа обеспечивает пользователю возможность проверки основных характеристик комплекта за 1 — 3 ч. Программа позволяет в автоматическом режиме найти и проверить следующие параметры устройства:

- сопротивление уставки $Z_{уст}$;
- сопротивления рабочего и тормозного контуров и осуществить их выравнивание;

- угол максимальной чувствительности $\varphi_{м.ч}$;
- сопротивление смещения в III квадрант $Z_{с.м}$;
- эксцентриситет ε ;
- характеристику $Z(\varphi)$;
- ток точной работы $I_{т.р}$;
- время срабатывания.

3.6.1. Проверка реле сопротивления

Вначале необходимо задать все уставки и режимы работы КРС-1. Для этого вызывают модуль КРС-1 и пункт меню *Уставки*. В открывшейся таблице задают все требуемые параметры (рис. 3.16).

Основными являются: уставки по сопротивлению, углу, току и время работы. Остальные параметры также желательно ввести. В противном случае некоторые результаты работы будут не очень точны.

3.6.2. Задание условий проверок РС

Второй шаг — задают условия проверки. Для этого в левой части выбирают поле *Условия проверки*. В правой части экрана появляется окно задания условий, оно имеет вид, показанный на рис. 3.17.

В верхней части задаются временная диаграмма — таблица *Времена* и номер опрашиваемого дискретного входа — *Контакт*. Во второй таблице — виды и условия проверок.

Уставки			
Параметры	Значения		Допустим отклонения
Zуст	10 Ом		5%
Время срабатывания, с	0.2		
φ настройки, °	65		
φ линии, °	65		± 5
Форма характеристики	Окружность		
Соотношение осей	1		
Zуст мин., Ом/фазу	5		
Витки ТМН			
I т. р. мин., А	1		0.1
Смещение в III квадрант, %	<input checked="" type="checkbox"/> Введено	5	1

Рис. 3.16. Таблица задания уставок КРС-1

Время		Контакт	
03	03	1	HO

Вырав. сопротивлений	Пр	20 A							
Zуст.	Пр	5 A	8Z	1					
$\phi_{мч}$	Пр	5 A	Zпр=	0.5	Zуст				
Zсм	Пр	5 A	8Z	1					
Соотношение осей	Пр	5 A	8Z	2					
Z(ϕ)	Пр	5 A	8Z	2		снач	0	$\phi_{кон}$	360° $\Delta\phi$
Iпр	8Z	10	Инач	0 A		кон	5 A	AI	0.1 A

Г Проверки производить без сообщения

Рис. 3.17. Окно задания условий и объема проверок КРС-1

Внизу таблицы имеется флажок выбора режима перехода от одной проверки к другой. Если он не стоит, то программа по завершению каждой проверки при выбранных видах аварии будет останавливаться и давать соответствующее сообщение. Для продолжения работы необходимо нажать кнопку *Далее* в окне сообщения. Это удобно при изучении работы программы и контроля выполнения операций проверки.

Если этот флажок установить, то программа выполняет все выбранные проверки одну за другой без остановки, что ускоряет выполнение всей работы, но за всеми операциями проследить почти невозможно.

Рекомендуется не устанавливать этот флажок в начале работы, чтобы проверить правильность настройки программы и подключения. При этом проверку лучше проводить на одном виде аварии, например — *АВ*. Если все нормально, то можно установить его для ускорения работы на других видах аварии.

3.6.3. Подключение

Шаг третий — подключение. Проверяют правильность схемы проверки. Схема подключения может меняться в зависимости от места нахождения блока КРС-1 — в составе панели или отдельно от нее. Эти варианты схем подключения показаны на рис. 3.18.

3.6.4. Алгоритмы проверки

Алгоритмы проведения следующих проверок:

- определение сопротивления уставки $Z_{уст}$;
 - определение угла максимальной чувствительности $\varphi_{м.ч}$;
 - снятие характеристики $Z(\varphi)$;
 - определение тока точной работы $I_{т.р}$
- выполняются так же, как для модуля ДЗ-2 (см. п. 3.4.5).

1. Выравнивание сопротивлений. Задача выравнивания — балансировка сопротивлений рабочего и тормозного контуров. Задача проверки и способ ее выполнения такие же, как у ДЗ-2, только с небольшими отличиями (см. п. 3.4.5, Б).

Если для КРС-1 задано смещение в III квадрант, то проверка по данному пункту необязательна, но полезна для выявления неисправностей элементов реле. Тогда перед началом балансировки КРС-1 необходимо убрать смещение в III квадрант, для чего наклад-ка *1Н (ХВ1)* ставится в положение *б — в* (без смещения), наклад-ка переключателя эллиптичности *8Н (ХВ8)* ставится в положение *1* (круговая характеристика).

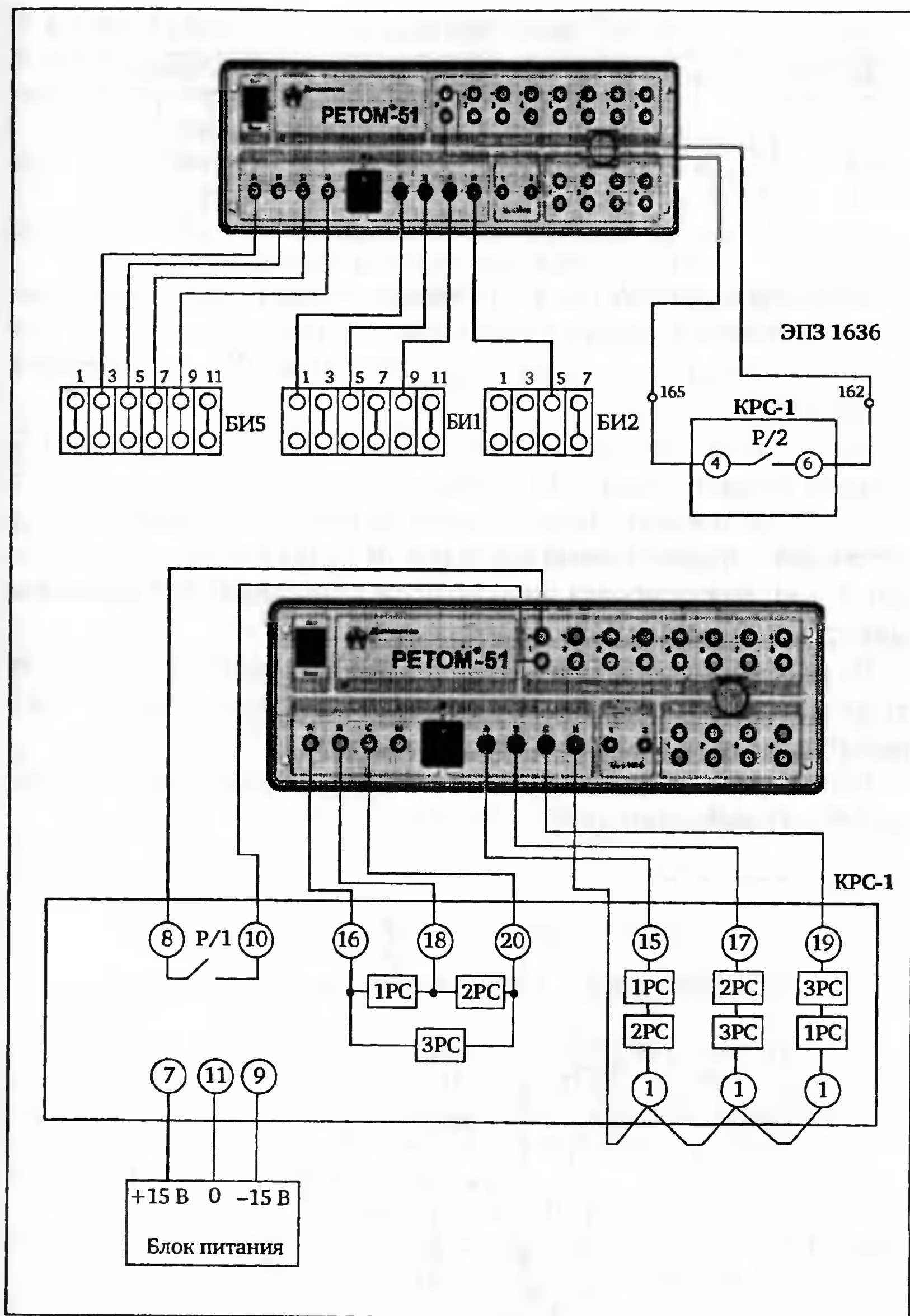


Рис. 3.18. Схема подключения КРС-1:

а — входящего в состав панели ЭПЗ-1636; б — в качестве самостоятельного блока

Таблица 3.2

Номинальный ток, А	Z_{\min} , Ом	Ток проверки, А
5	1	5
1,5	5	
1	5	1
7,5	1	

После проверки накладка *ХВ1* ставится в положение *а — б*, тем самым в тормозной контур вводится дополнительный резистор *R14* для ослабления этого контура и создания нормируемого смещения в III квадрант.

Балансировка производится после настройки уставок, так как резисторы в цепях отпаяк *ТН1* влияют на сопротивление тормозного контура. Для проверки балансировки включают микроамперметр в рассечку *а — б* разомкнутой накладки *ЗН (ХВ3)* (ставится в положении *б — в*). Балансировка производится резистором *R13* в рабочем контуре.

На реле подается ток двухфазного КЗ, значения которого зависят от минимальной уставки по Z_{\min} в цепях тока, номинального тока реле и представлены в табл. 3.2.

Резистором *R13* устанавливается тормозной ток через *НИ*, равный 8 — 15 мкА.

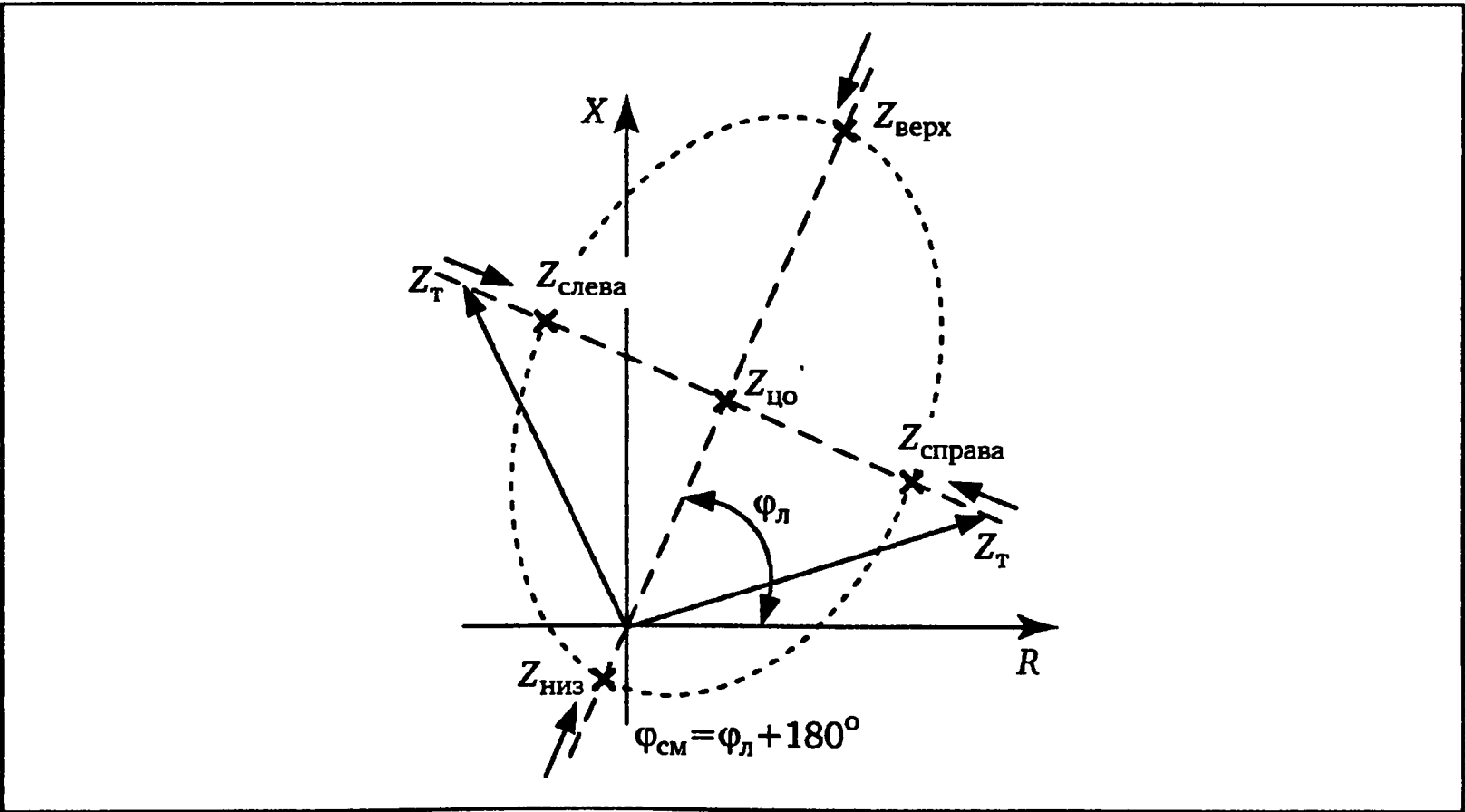


Рис. 3.19. Графическое представление алгоритма поиска эксцентриситета

2. Определение сопротивления смещения “за спину” $Z_{см}$. Эта проверка выполняется так же, как поиск уставки, но в противофазе к углу линии — $\varphi_{л} + 180^\circ$.

3. Определение эксцентриситета. Вначале на угле $\varphi_{л}$ определяется $Z_{уст}$, это будет верхней точкой срабатывания — $Z_{верх}$ (рис. 3.19). Стрелками показано направление движения Z_T при поиске точек срабатывания.

Потом ищется вторая, нижняя, точка срабатывания — $Z_{низ}$. Она может быть или в начале координат ($Z_{низ} = 0$), или находиться в I квадранте ($Z_{низ} = Z_{см}$), или, как на рис. 3.19) в III квадранте — “за спиной” ($Z_{низ} = -Z_{см}$).

Если есть смещение в I квадрант, то поиск срабатывания производится так же, как $Z_{верх}$ на угле $\varphi_{л}$, но движение идет по лучу снизу, т.е. от нуля.

Если есть смещение в III квадрант, то поиск $Z_{ср}$ производится на угле $\varphi_{л} + 180^\circ$.

Найдя две точки $Z_{верх}$ и $Z_{низ}$, программа рассчитывает центр окружности $Z_{ЦО}$:

$$Z_{ЦО} = (Z_{верх} - Z_{низ})/2. \quad (3.6)$$

После этого определяется линия, перпендикулярная углу $\varphi_{л}$ и проходящая через $Z_{ЦО}$. На этой линии производится поиск точек срабатывания справа $Z_{справа}$ и слева $Z_{слева}$.

В *Протокол* вносится значение эксцентриситета ε как отношение осей эллипса:

$$\varepsilon = |Z_{справа} - Z_{слева}|/|Z_{верх} - Z_{низ}|. \quad (3.7)$$

3.7. ПРОВЕРКА БЛОКИРОВКИ ПРИ КАЧАНИЯХ КРБ-126

Этот программный модуль может как работать самостоятельно, так и вызываться из программы проверки панели ЭПЗ-1636. В последнем случае эта программа получает рабочие параметры от основной программы и свои результаты работы возвращает для формирования итогового протокола.

Программа дает пользователю возможность в автоматическом режиме проверить основные характеристики устройства в течение 1 — 3 ч. Она предназначена для проверки следующих параметров КРБ-126:

- уставки срабатывания по току обратной последовательности $I_{2ср}$ разными методами подачи токов (тока обратной последовательности I_2 , междуфазных и фазных токов КЗ);

- коэффициента возврата $K_{вз}$;
- погрешности уставки $I_{2ср}$ при отклонении частоты;
- загробления уставки $I_{2ср}$ при наличии тока 5-й гармоники;
- коэффициента торможения K_T уставки $I_{2ср}$ от тока фазы A ;
- уставки по току нулевой последовательности $I_{0ср}$;
- комплексного тока срабатывания $I_{к.ср}$ при всех рабочих уставках устройства блокировки;
- уставки реле напряжения K_4 ;
- времени фиксации пуска;
- времени ввода блокировки в работу.

3.7.1. Задание уставок

Шаг первый — задание всех уставок и режимов работы. Для этого вызывают модуль КРБ-126 и пункт меню *Уставки*. В открывшейся таблице задают все требуемые параметры (рис. 3.20). В специальном столбце таблицы — *Условия проверки* — представлены параметры по

Номинальный ток 5 А

Уставки			
$I_{2ср} A$	0.5		10
$\Delta(I_{2ср})$ фазный			10%
$\Delta(I_{2ср})$ междуфазный			
$K_{вз}(I_2)$			0.7 $K_{вз}$ 0.9
$\Delta I_{2ср}(\Delta f)$		\pm 3 Гц	\pm 5 %
$\Delta I_{2ср}(f)$		\pm 5 Гном	
$3 \cdot I_{0ср}$	1.5		\pm 5 %
торможения	4		\pm 10 %
$I_{ср}$ фазный, замеренный при введенных перемычках	1	$I_{уст}$ 1 А $3I_{уст}$ 1.5 А	\pm 12 %
$I_{ср}$ междуфазный, замеренный при введенных перемычках	1	$I_{уст}$ 1 А $K_{туст}$ 4 $3I_{уст}$ 1.5 А	\pm 12 %
$K_4 U_{ср}, B$	40 40 160 В		\pm 5 %
$K_{вз}$			1.1 1.01 1.25
$T_{фн}, мс$	0.012 с		5
$t_{вв}$	0.4 с		0.4 0.5 с
$T_{кт}, с$	3 с		

Рис. 3.20. Внешний вид окна задания уставок

умолчанию. Изменять их нежелательно, необходимо только проверить, чтобы они были заполнены, так как эти данные используются при выполнении некоторых проверок.

Другой столбец — *Допустимые отклонения* — также заполнен параметрами по умолчанию. В эти поля позволяется вводить другие значения, но сильно их изменять нежелательно, так как это тоже сказывается на качестве измерения. Чем больше значение, тем быстрее выполняется проверка, но менее точно и, наоборот, чем меньше параметр, тем проверка точнее, но время работы сильно увеличивается. Вводить отклонение менее 1 % неразумно, так как это предел работы самого прибора.

3.7.2. Задание условий проверок РС

Шаг второй — задание условий проверки. Для этого в левой части окна выбирают поле *Условия проверки*. В правой части экрана появляется окно задания условий. Так как оно длинное, для его просмотра необходимо воспользоваться скроллингом с правой стороны окна. Верхняя часть окна показана на рис. 3.21, а нижняя — на рис. 3.22.

☐ Стереть результаты предыдущих проверок

☐ Проверка без повторных сообщений

☐ Проверка без переключений (быстрая проверка)

(Выбранный элемент приводит к удалению предыдущих результатов перед началом испытаний, иначе обновляются только проведенные испытания)

В протоколе "ОШИБКА" означает отсутствие срабатывания либо "ложное" срабатывание

Время

XX,г

KЗ,г

Пауза,г

0.2

34

Время холостого хода не учитывается, время паузы тоже, воздействия подаются непрерывным изменением тока и напряжения.

Время паузы учитывается только между испытаниями и должно быть больше времени Ткт для возврата КРБ-126 в исходное состояние

В проверках Тфн и Твв время ожидания фиксированного и не зависит от введенного Ткз

Контакт для Тфн

Контакт для UK4

Контакт для Тфн,Твв

Номер входа

Тип

Номер входа

Тип

Номер входа

Тип

1

HO

2

HO

3

HO

Проверка может производиться либо по контакту реле КР, либо по контакту К1/5(если в проверку входит коэффициент возврата, нужно использовать только контакт реле КР). Если для проверки используется замыкающий контакт реле К1, в окне для типа контакта надо выбрать замыкающий контакт, т.к. реле К1 в дежурном режиме подтянуто, и подать питание на панель.

Для проверки реле UK4 используется контакт K4/1. Тип контакта HO

Для проверки Тфн и Твв используется контакт К1/5 (Питание должно быть подано!). Тип контакта НЗ при выключенном питании и HO при включенном питании панели

I2нач,I2шаг,I2кон при поиске I2 выбираются в зависимости от установки I2, для однофазных КЗ эти величины будут увеличены в 3 раза, а для междуфазных в $\sqrt{3}$ больше!

Рис. 3.21. Задание времени КЗ и номеров дискретных входов

Пересчитать условия от установок

<input checked="" type="checkbox"/> $I_{2\text{ср}}$	$I_{2\text{нач}}$	0 А	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> $I_{2\text{вз}}$	$I_{2\text{кон}}$	2 А	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	$I_{2\text{шаг}}$	0.1 А	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> $\Delta I_{2\text{ср}}(\Delta I)$		47 Гц	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		50 Гц	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		53 Гц	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> $\Delta I_{2\text{ср}}(f)$		5 Гц	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> К торможения	$I_{2\text{нач}}$	0 А	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	$I_{2\text{кон}}$	3 А	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	$I_{2\text{шаг}}$	0.1 А	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> $3I_0$	$I_{\text{нач}}$	0 А	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	$I_{\text{кон}}$	3 А	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	$I_{\text{шаг}}$	0.1 А	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> $I_{\text{к ср}}$			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> $U_{\text{ср K4}}$	$U_{\text{нач}}$	30 В	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> $U_{\text{вз K4}}$	$U_{\text{кон}}$	100 В	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	$U_{\text{шаг}}$	2 В	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> $T_{\text{фп}}$	$T_{\text{нач}}$	0.003 с	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	$T_{\text{кон}}$	0.02 с	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	$T_{\text{шаг}}$	0.001 с	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	I_2	3 А	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> $T_{\text{вв}}$			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Рис. 3.22. Задание условий проверки

В верхней части задаются основные режимы работы. Первый флажок позволяет автоматически полностью очистить протокол от результатов предыдущей работы. Если флажок не установлен, замeне подвергаются только те параметры, которые получают новые значения. Это позволяет проводить проверку с помощью нескольких пусков.

Для ускорения работы можно установить флажок в поле *Проверка без повторных сообщений*.

Третий флажок — самый ответственный, он полностью переключает режим проверки. Если его не установить, то порядок и алгоритм работы будут соответствовать имеющимся рекомендациям, если

установить, то проверка будет выполняться в соответствии с ее функциональным назначением. Это так называемая быстрая проверка (описана ниже).

Задавая параметры временной диаграммы, надо использовать комментарии к ним. Так как время холостого хода в программе не используется, то его и не задают. Время паузы предназначено для возврата реле после его срабатывания и должно быть больше времени срабатывания реле $KT T_{KT}$ как минимум на 0,5 с.

Для полноценной автоматической проверки необходимо подключить все рекомендуемые программой контакты проверяемого реле.

В основной таблице (рис. 3.22) необходимо задать виды проверок и типы аварий, при которых они проводятся.

В колонке *Условия проверок* данные можно не вводить, достаточно нажать на кнопку *Пересчитать условия от уставок*. Эти данные автоматически рассчитываются программой из параметров, заданных в окне *Уставки* (см. рис. 3.20). В то же время некоторые параметры можно уточнить, что может ускорить выполнение проверки.

Следует обратить особое внимание на текст, поясняющий выполняемые проверки (более подробно см. п. 3.7.4).

3.7.3 Подключение

Шаг третий — подключение. Необходимо убедиться в правильности схемы проверки. Программа предлагает две схемы подключения: в составе панели или отдельно от нее (рис. 3.23).

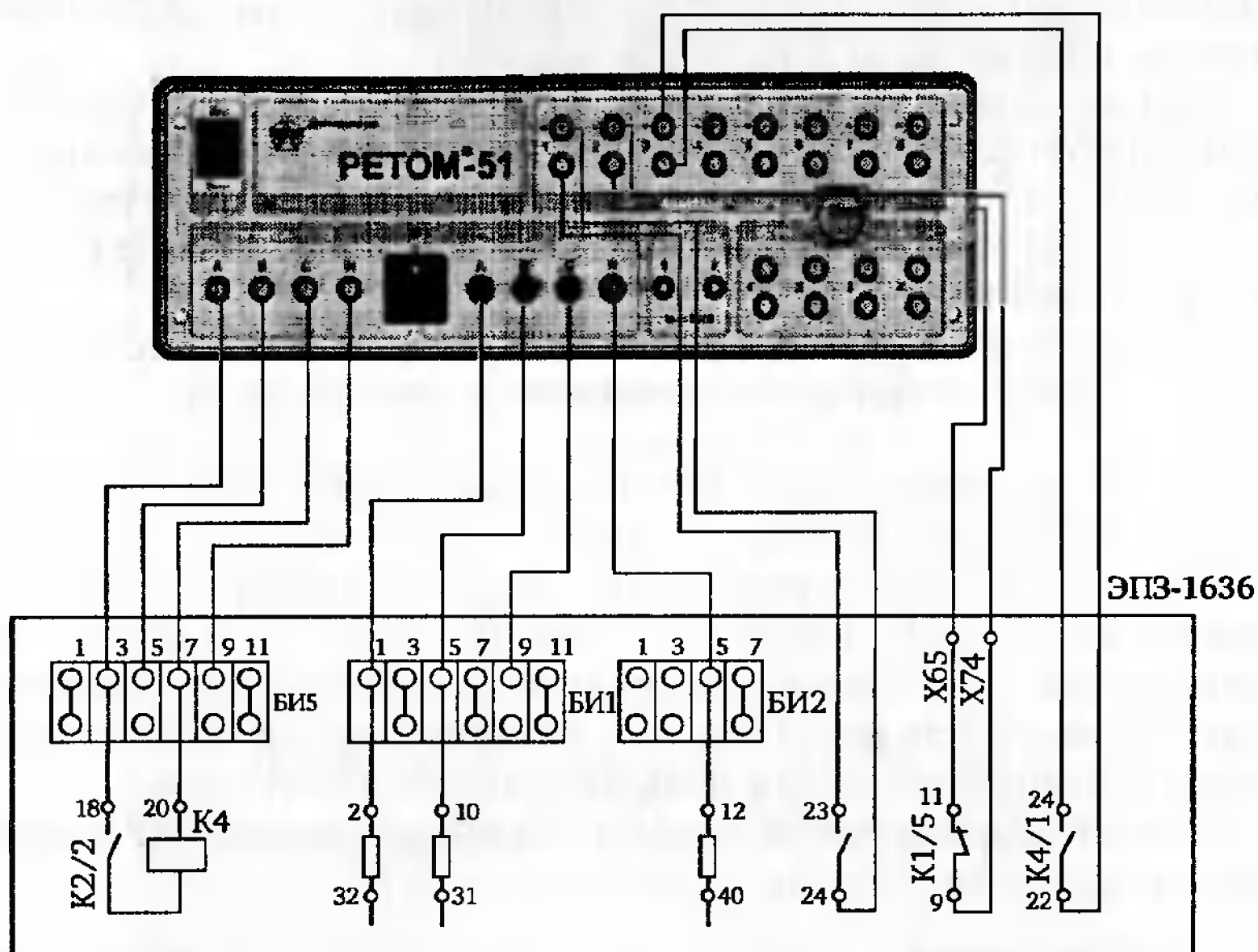
3.7.4. Алгоритмы поиска параметров

Общие указания:

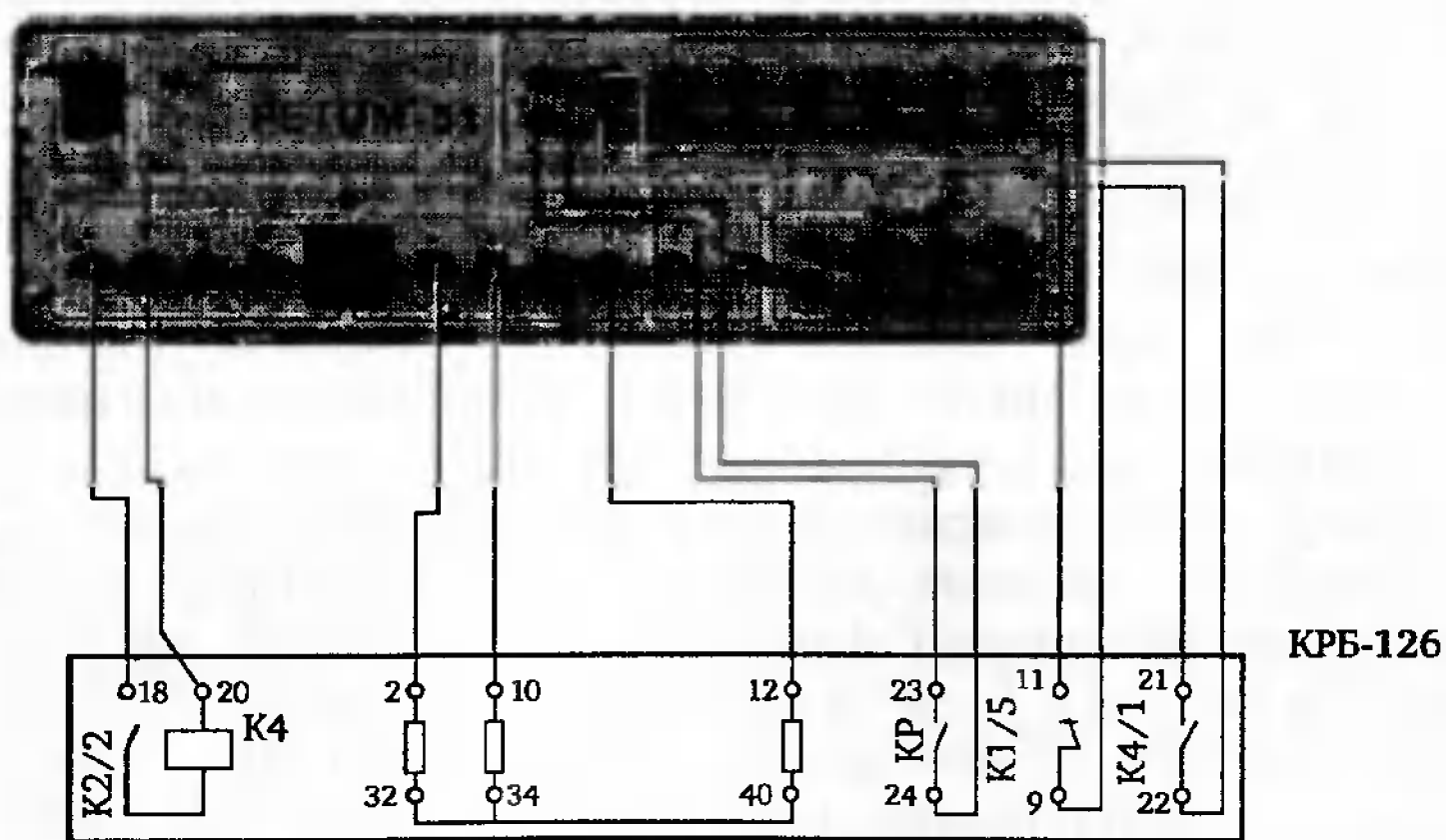
- при измерении тока срабатывания необходимо заклинить якорь реле $K3$ в подтянутом положении, а при проверке тока возврата — в отпущенном;
- если КРБ-126 проверяется как самостоятельное устройство, то при проведении проверок фазным методом (подача тока в контур фаза — нуль) необходимо замкнуть не используемый при данной проверке канал тока I_C на нулевую клемму в приборе РЕТОМ-51 (-42М). Если КРБ-126 проверяется в составе панели ЭПЗ-1636, этого делать не следует: токовые цепи подключены через БИ и полностью собраны.

А. Проверка уставки по $I_{2ср}$.

Внимание! При проверке I_2 требуется внешний миллиамперметр для измерения тока срабатывания и возврата поляризованного реле. Миллиамперметр устанавливается в цепь накладки Н4, которая для



а)



б)

Рис. 3.23. Схема подключения КРБ-126:

а — в составе панели; б — как самостоятельное устройство

этого размыкается. Измерения проводятся по одному разу для срабатывания и возврата. Для ввода данных программа останавливает работу и выдает окно с предложением ввести измеренные параметры. Необходимо ввести данные и продолжить выполнение работы.

Порядок работы:

- вывести цепи $3I_0$ — установить переключку 38 — 40 вместо 36 — 38;
- исключить влияние торможения от тока I_A — разомкнуть накладку $H2$;
- подключить миллиамперметр — разомкнуть накладку $H4$;
- заклинить якорь реле $K3$ в подтянутом положении;
- запустить программу и выполнять предлагаемые ею действия;
- при поиске тока возврата заклинить якорь реле $K3$ в отпавшем положении.

Проверку можно проводить либо по контакту реле KP , либо по контакту $K1/5$. Если для проверки используется размыкающий контакт реле $K1$, в окне для типа контакта надо выбрать замыкающий контакт, так как реле $K1$ в дежурном режиме подтянуто, и подать питание на устройство.

Внимание! Если в проверку входит измерение коэффициента возврата, то необходимо использовать только контакт реле KP .

Алгоритм расчета $I_{2ср}$ может быть разный, в зависимости от выбранного метода проверки — прямого и/или междупазного. Прямой метод предполагает проводить измерения именно по I_2 , т.е. программа, используя трехфазную систему прибора, подает и изменяет именно значения I_2 , в отличие от междупазного метода, который ориентирован на однофазный источник тока и проводит проверки косвенным способом. Междупазный метод ввели в программу как дань традиции и для удовлетворения требованиям старых методик. Для выбора соответствующего метода необходимо установить флажки в колонке *Виды проверок*: для прямого метода — в I_2 , а для междупазного — в любые другие (AB , BC и т.д.).

При проверке прямым методом прибор выдает симметричную систему токов обратной последовательности. Напряжение равно нулю. Ток меняется от минимального значения до тока срабатывания. Шаг его изменения меняется в процессе работы: вначале, до первого срабатывания, шаг крупный, в 10 раз больше заданного значения, потом мелкий (значение которого задано в условиях проверки). Длительность каждого шага задается временем $K3$.

При проверке междупазным методом программа увеличивает ток в соответствующей фазе (например, ток I_{AB} — имитация режима ме-

таллического междуфазного КЗ AB) до тока срабатывания, фиксирует это значение, например I_{ABcp} , и вычисляет ток срабатывания по I_2 :

$$I_{2cp} = I_{ABcp}/\sqrt{3}. \quad (3.8)$$

Испытания проводят для токов I_{AB} , I_{BC} и I_{CA} . Расхождения между I_{2cp} для тока I_{AB} и двух других не должны превышать $\Delta(I_{2cp})_{mf}$ (из окна *Уставки*). По умолчанию это значение равно $\pm 3,5 \%$.

Проверку по фазам производят аналогично, но подают фазный ток, например I_{A0} , а ток I_2 вычисляют по формуле

$$I_{2cp} = I_{A0cp}/3. \quad (3.8a)$$

Испытания проводят для токов I_{A0} , I_{B0} и I_{C0} и результаты сравнивают между собой. Допустимое расхождение токов I_{2cp} по разным фазам также не должно превышать $\pm 3,5 \%$, а разница между фазными и междуфазными проверками должна быть не более $\pm 6 \%$.

Во время работы при переходе от одной фазы к другой программа выдерживает время паузы, которое должно быть больше времени срабатывания реле KT . Это замечание относится и к последующим пунктам проверки.

Измеренное значение I_{2cp} сравнивают с $I_{2уст}$ и вычисляют процент отклонения.

Б. Проверка коэффициента возврата $K_{вз}$. При включении в список проверки коэффициента возврата появляется необходимость в измерении тока возврата $I_{2вз}$. Алгоритм проверки I_{2cp} меняется. После нахождения I_{2cp} программа останавливается и предлагает “Зафиксировать реле $KЗ$ в отпавшем положении”.

После выполнения этого действия и повторного нажатия на кнопку *Пуск* программа сначала увеличивает ток в 1,2 раза, а потом плавно его снижает, ожидая возврат контакта $KР$. Определив ток возврата, программа рассчитывает коэффициент возврата

$$K_{вз} = I_{2вз}/I_{2cp} \quad (3.9)$$

и просит измерить ток возврата, протекающий через поляризованное реле (миллиамперметр, подключенный к $H4$), и ввести его в соответствующее поле.

Перед переходом к следующей проверке программа обнуляет ток, предлагает снять фиксацию с реле $K3$ и выжидает паузу перед переходом к следующей проверке.

Внимание! *Выполнение действий оператора с реле $K3$ программа не проверяет. Если они не будут выполнены, то значение $K_{вз}$ будет другим, значительно меньшим, и при сравнении с допустимым $K_{вз}$ в протоколе запишется “Ошибка”.*

В. Проверка дополнительной погрешности $I_{2ср}$ при отклонении частоты.

Порядок работы:

- вывести цепи $3I_0$ — установить перемычку 38 — 40 вместо 36 — 38;
- исключить влияние торможения от тока I_A — разомкнуть накладку $H2$;
- зафиксировать реле $K3$ в подтянутом положении;
- запустить программу и выполнить предлагаемые ею действия.

Программа вначале находит I_2 на частоте 50 Гц, а затем на частотах 47 и 53 Гц. Эти параметры заданы в окне *Условия проверок*. Возможно выполнение проверки на других частотах, только задать их надо заранее.

Вычисляется отклонение и сравнивается с допустимым значением, которое задается в окне *Уставки*.

Г. Проверка увеличения уставки $I_{2ср}$ от тока 5-й гармоники. Порядок работы аналогичен предыдущему пункту, только проверку проводят на частоте 250 Гц.

Ток срабатывания на частоте 250 Гц должен быть больше, чем на частоте 50 Гц. Вычисляют коэффициент закругления на 5-й гармонике:

$$K_5 = I_{2ср250}/I_{2ср50}, \quad (3.10)$$

где $I_{2ср250}$ — ток срабатывания по I_2 на 5-й гармонике; $I_{2ср50}$ — ток срабатывания по I_2 на 1-й гармонике.

Он должен быть больше или равен значению, указанному в окне *Уставки* (по умолчанию не менее чем в 4 раза).

Д. Проверка коэффициента торможения K_T . После пуска программа просит вывести торможение накладкой $H2$ и измеряет ток срабатывания без торможения $I_{2ср}$. Затем программа просит ввести торможение накладкой $H2$ и измеряет ток срабатывания с торможением $I_{2ср.т}$.

В обоих случаях проверка проводится симметричной системой тока обратной последовательности I_2 . Срабатывание контролируется с помощью реле KP .

Таким образом, проверка проводится прямым методом, когда одновременно с увеличением тока I_2 увеличивается тормозной ток в фазе A . Таким образом I_T — это ток I_A в фазе A , и при срабатывании ток $I_{2\text{ср.т}}$ равен I_A .

С учетом вышесказанного коэффициент торможения можно рассчитать по формуле:

$$K_T = \left(\frac{I_{2\text{ср.т}} - I_{2\text{ср}}}{I_{2\text{ср.т}}} \right) \left(\frac{I_{2\text{уст min}}}{I_{2\text{уст}}} \right) 100, \quad (3.11)$$

где $I_{2\text{ср}}$ — ток срабатывания без торможения; $I_{2\text{ср.т}}$ — ток срабатывания с торможением; $I_{2\text{уст min}}$ и $I_{2\text{уст}}$ — значения из окна Уставки.

Е. Проверка уставки по $3I_0$. Перед проверкой необходимо: вывести из работы цепи ФТОП (накладкой $H1$), цепи торможения (накладкой $H2$), ввести цепи $3I_0$ (установить перемычку $38 - 36$ вместо $40 - 38$), проверить заданный в окне Условия проверок диапазон поиска и шаг изменения тока.

Проверка проводится имитацией выбранного режима однофазного КЗ ($A0$, $B0$ или $C0$) по обычному для проверки тока срабатывания алгоритму (без определения коэффициента возврата).

После окончания проверки выдается сообщение: “Восстановите все накладки”.

Ж. Проверка комплексного тока срабатывания $I_{\text{к.ср}}$. Для проверки восстанавливают все накладки и выставляют заданные уставки по I_2 , $3I_0$, K_T .

Проверяют наличие в окне Уставки параметров $I_{\text{к.ср}}$, полученных в предыдущих проверках. Если работа выполняется впервые, то вводится 0.

Выбирают условия проверки — имитацией однофазного КЗ⁽¹⁾ $A0$, $B0$, $C0$ и/или двухфазного КЗ⁽²⁾ AB , BC и CA .

Поиск производится по обычному для проверки тока срабатывания алгоритму. Программа находит ток $I_{\text{к.ср}}$ и сравнивает его с током $I_{\text{к.ср}}$, полученным при предыдущей проверке (задано в окне Уставки). Значения не должны различаться более чем на 12 %.

Если по сравнению с предыдущей проверкой какая-либо уставка была изменена (сравнить с данными в окне Уставки) или данная

проверка была первая, то сравнение с предыдущей проверкой не производится, но результат запоминается для последующей проверки.

3. Проверка установки реле напряжения K4. Для проверки используется замыкающий контакт реле K4/1. Во время этой проверки ток равен нулю. Перед проверкой необходимо подать питание = 220 В.

Так как реле K2 при наличии напряжения питания подтянуто, то обмотка K4 подсоединена к цепям фаз А и С трансформатора напряжения. Поиск напряжения срабатывания проводят по обычному алгоритму. Диапазон изменения и шаг при проверке берут из окна *Проверка* (изменяется только напряжение U_{AC}), а допустимую погрешность — из окна *Уставка*.

И. Проверка времени фиксации пуска $T_{ф.п}$ заключается в определении минимального времени существования тока I_2 , необходимого для пуска блокировки. При проверке используется контакт K1/5. Перед проверкой необходимо подать питание (= 220 В).

Для нахождения этого времени ток подается короткими импульсами. Длительность импульса постепенно увеличивается от T_{min} до T_{max} (см. редактируемые окна в поле *Условия проверки*, по умолчанию от 5 до 10 мс) с заданным шагом (по умолчанию 1 мс).

В качестве $T_{ф.п}$ принимается первое значение длительности импульса, при котором возвращается реле K1. Время фиксации пуска должно быть не более 8 мс.

В проверке используется ток, имитирующий режим одно- или двухфазных КЗ (по выбору). Значение тока устанавливается в редактируемом окне программы, по умолчанию оно в 2 раза больше $I_{к.ср}$.

К. Проверка времени ввода в работу блокируемых ступеней защиты $T_{в.в}$. Для проверки используется контакт K1/5. Перед проверкой необходимо подать питание = 220 В.

Во время этой проверки программа подает импульс трехфазного тока обратной последовательности и ожидает размыкания контакта реле K1, измеряя длительность его замкнутого состояния — $T_{в.в}$. Значение тока равно $3I_{2уст}$, а длительность импульса (по умолчанию) 1 с.

Время ввода $T_{в.в}$ в работу блокируемых ступеней ДЗ-2 должно быть в пределах 0,48 — 0,6 с при установленной перемычке 25 — 27 или 0,32 — 0,4 с — при снятой.

3.8. БЫСТРАЯ ПРОВЕРКА КРБ-126

3.8.1. Общее описание режима быстрой проверки

В программе “Проверка панели ЭПЗ-1636” и в отдельной программе “Проверка КРБ-126” помимо проверки блока КРБ-126 по методике ОРГРЭС предлагается быстрая проверка. В этом режиме устройство проверяется как “черный ящик”, который должен выполнять определенный набор функций. Так как в этом случае работа проводится без внутренних переключений в устройстве, то это существенно уменьшает время проверки. Устройство КРБ-126 во время работы не разбирают и проверяют в течение 7 – 10 мин. Качество проверки повышается.

Программа позволяет в автоматическом режиме проверить следующие параметры устройства:

- уставку срабатывания по току обратной последовательности $I_{2\text{ср}}$;
- коэффициент возврата $K_{\text{вз}}$;
- погрешность установки при отклонении частоты;
- загробление установки от токов 5-й гармоники;
- коэффициент торможения $K_{\text{т}}$ от тока фазы A ;
- уставку по току нулевой последовательности $3I_{0\text{ср}}$;
- уставку срабатывания реле минимального напряжения $K4$;
- комплексный ток срабатывания $I_{\text{к.ср}}$ при всех рабочих уставках;
- время фиксации пуска $T_{\text{ф.п}}$;
- время ввода блокировки в работу $T_{\text{в.в}}$;
- время возврата реле $K1$.

Дополнительно задавать уставки для этого режима проверки не надо. Программный модуль использует те же исходные параметры, заданные в окне *Уставки*.

3.8.2. Задание параметров быстрой проверки

Для выбора этого режима необходимо в окне *Условия проверки* поставить флажок в строке *Проверка без переключений*. Окно при этом немного изменит свое содержание (рис. 3.24).

3.8.3. Схема проверки

Так как этот вариант проверки предназначен для комплексной проверки работы устройства блокировки, то и схем проверки предлагается две: основная — для ее диагностики в составе панели (рис. 3.25); вторая — для проверки отдельного блока перед установкой его в панель (рис. 3.26).

3.8.4. Алгоритмы проверки

Общее указание. На панель должно быть подано питание = 220 В. Контроль работы блокировки при проверке тока срабатывания и возврата проводят по контакту *KP* (тип НО).

Ток во время проверки можно выдавать ступенчато и непрерывно ($T_{\text{п}} = 0$) с заданным временем ожидания на каждой ступени ($T_{\text{кз}}$) или импульсно с паузой $T_{\text{п}}$. Выбор варианта работы осуществляется заданием времени паузы.

Контроль работы блокировки при проверке времени фиксации пуска и времени ввода в работу проводят по контакту *K1/5* типа НО (клеммы 9 – 11 блока КРБ-126 или X65 и X74 клеммника панели).

При контроле работы блокировки при проверке времени возврата (отбоя) используются два контакта *K1/5* и *K3/4* типов только НЗ (клеммы 26 – 28 блока КРБ-126 или X83 и X84 клеммника панели).

А. Проверка уставки по $I_{2\text{ср}}$ и $I_{2\text{вз}}$ без участия I_0 и торможения от I_A . При поиске тока срабатывания по обратной последовательности без дополнительных факторов влияния необходимо, чтобы $3I_0 = 0$ и $I_A = 0$. Это достигается подачей на фазы *B* и *C* токов одинаковой амплитуды в противофазе (рис. 3.27).

При этом ток в обеих фазах увеличивается по модулю симметрично. Ток срабатывания по обратной последовательности определяют по формуле

$$I_{2\text{ср}} = \frac{I_{B(C)}}{\sqrt{3}}. \tag{3.12}$$

Ток возврата $I_{2\text{вз}}$ определяют только после определения тока срабатывания. При этом ток вначале повышается, чтобы обеспечить устойчивое срабатывание, а потом плавно уменьшается до возврата контакта *KP*. Время паузы обнуляется.

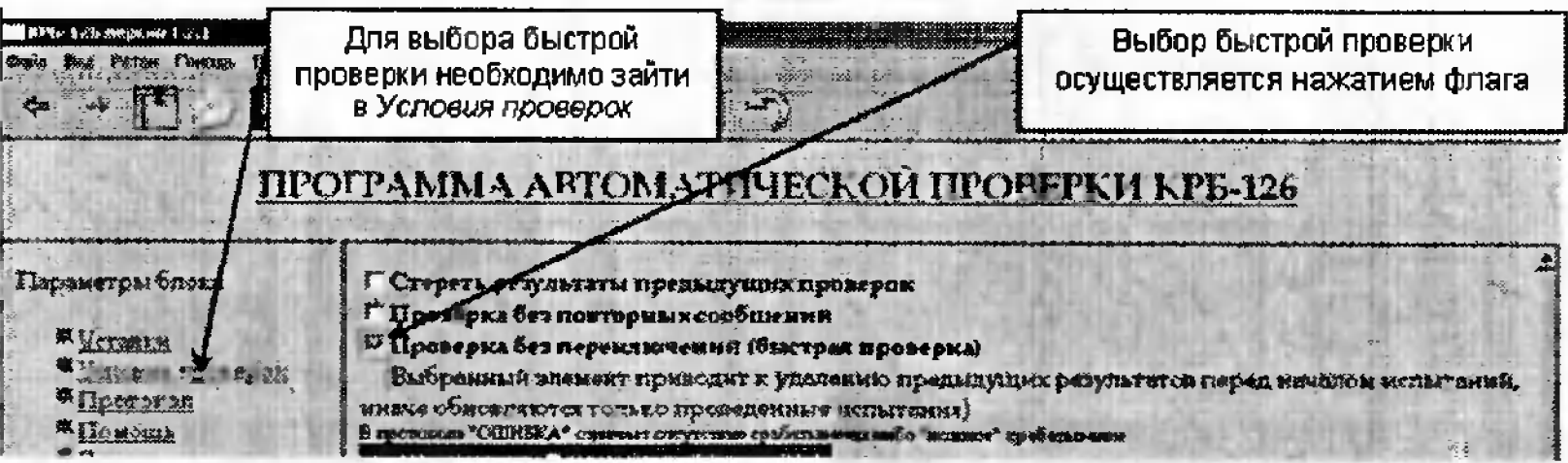


Рис. 3.24. Выбор быстрой проверки

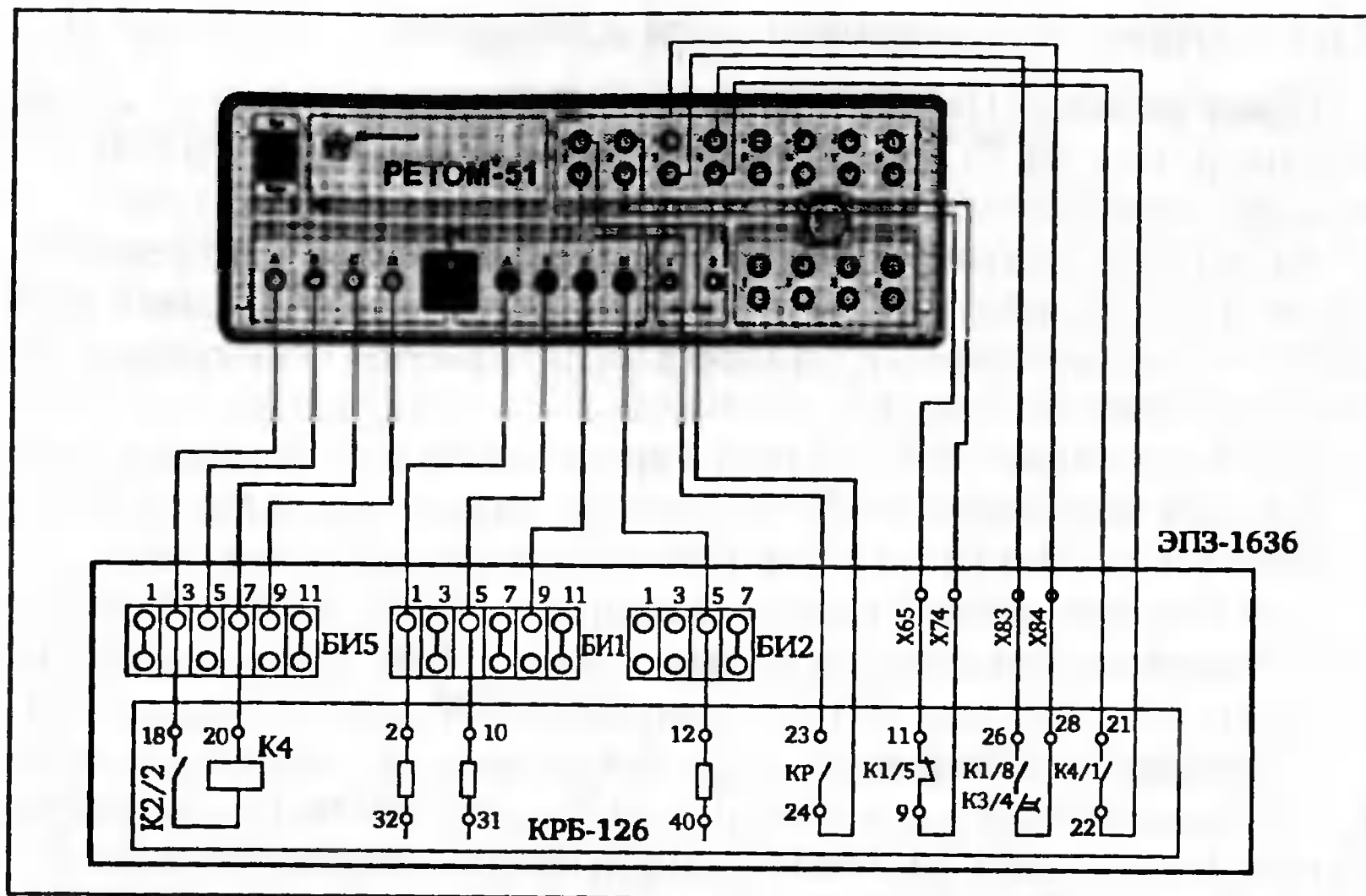


Рис. 3.25. Схема подключения для быстрой проверки в составе панели

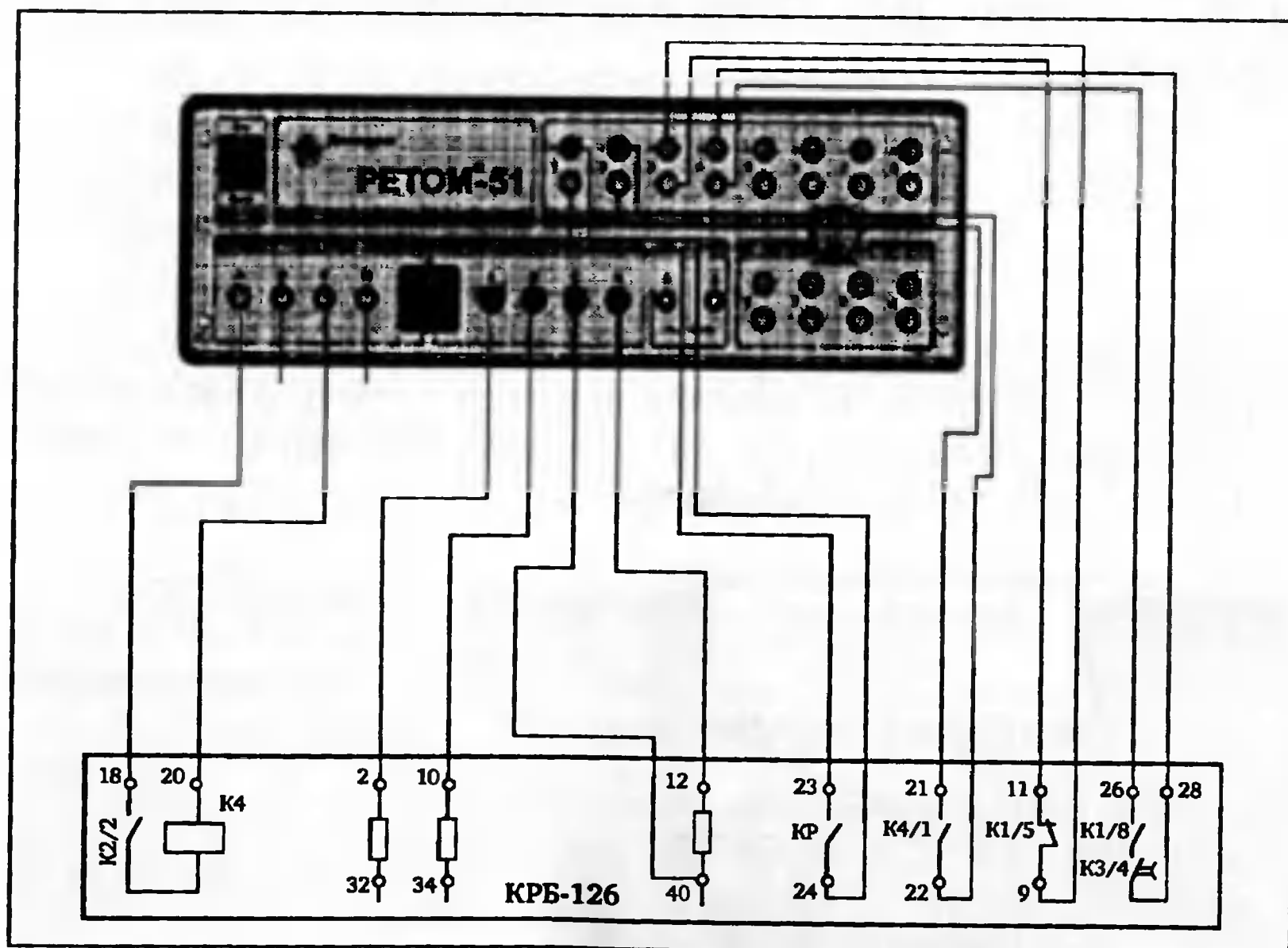


Рис. 3.26. Схема подключения отдельного блока для быстрой проверки

Б. Проверка уставки $3I_{0\text{ср}}$ без участия I_2 и торможения от I_A . При поиске тока срабатывания по току нулевой последовательности без дополнительных факторов влияния необходимо, чтобы $I_2 = 0$ и $I_A = 0$. Для этого на фазы B и C подают токи, равные по модулю, но сдвинутые по фазе относительно друг друга на 60° (рис. 3.28).

При этом токи в обеих фазах увеличиваются пропорционально до момента срабатывания защиты. Угол между ними не меняется в течение всей проверки. Ток срабатывания по нулевой последовательности рассчитывают по формуле

$$3I_{0\text{ср}} = \sqrt{3}I_{B(C)}. \quad (3.13)$$

Ток возврата $3I_{0\text{вз}}$ определяют аналогично вышеописанному. После определения тока срабатывания оба тока плавно уменьшаются до возврата контакта KP .

В. Проверка коэффициента K_T торможения тока $I_{2\text{ср}}$ от тормозного тока $I_T = I_A$. В программе предусмотрено специальное поле для задания значения тормозного тока, по умолчанию он устанавливается равным 15 А (т.е. $I_T = I_A$).

В процессе проведения проверки необходимо соблюсти условие отсутствия тока нулевой последовательности. Для этого подается ток прямой последовательности максимального значения $I_{\text{max}} = 20$ А, которое РЕТОМ-51 способен выдавать по каждой фазе. Рас-

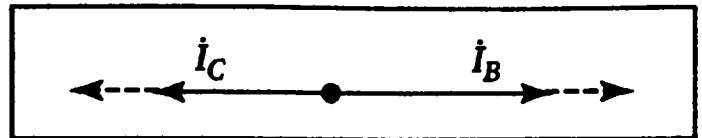


Рис. 3.27. Векторы тока при поиске срабатывания только по току обратной последовательности

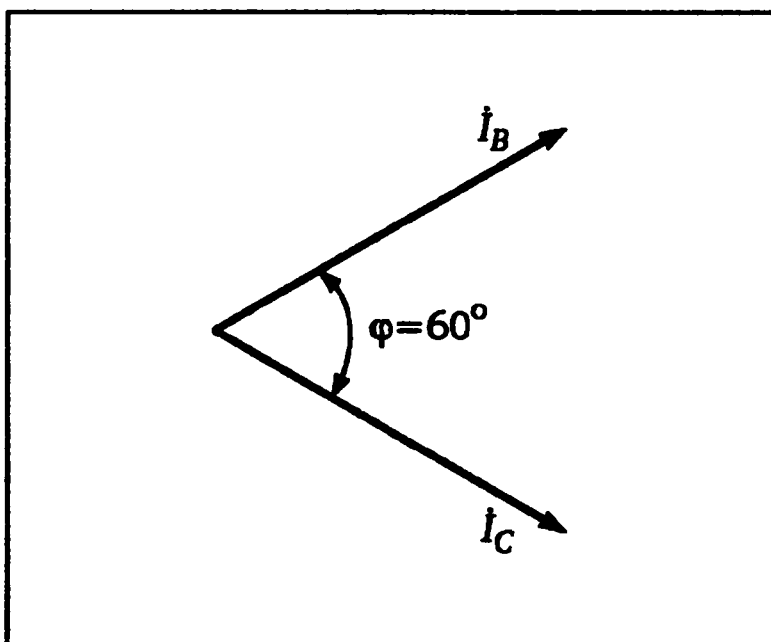


Рис. 3.28. Векторы тока при поиске срабатывания только по току нулевой последовательности

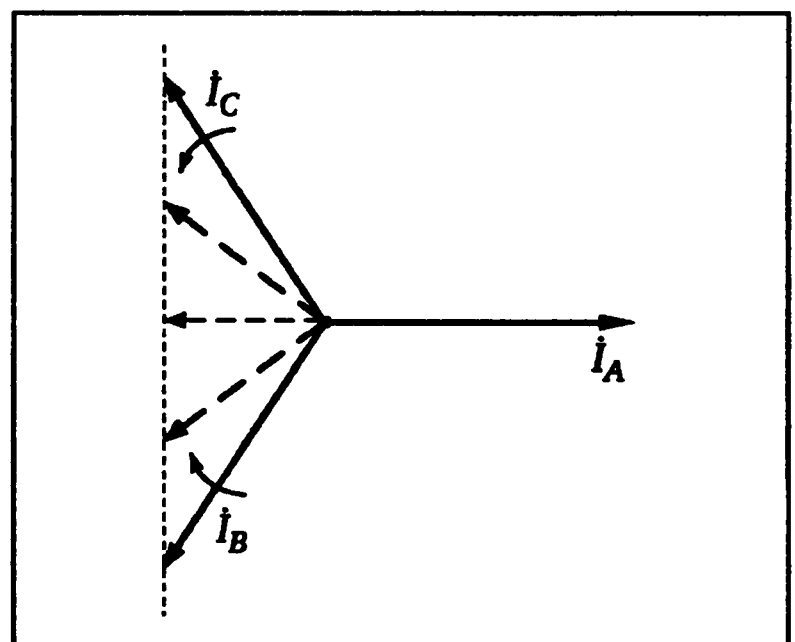


Рис. 3.29. Изменения векторов тока при определении K_T

считывается прямая, соединяющая концы векторов фаз I_B и I_C . Затем токи I_B и I_C изменяются таким образом, чтобы появился и увеличился ток I_2 , а значение $3I_0$ остается равным нулю. Для этого концы векторов фаз I_B и I_C двигаются вдоль рассчитанной прямой, тогда их сумма остается постоянной и равной I_A , но обратной по знаку (рис. 3.29). Таким образом, прямая последовательность токов переводится в обратную (на каждом шаге уменьшаем на ΔI составляющую прямой последовательности и соответственно увеличиваем на ΔI обратную). Нулевая последовательность при этом не возникает.

Ток срабатывания с торможением вычисляют по формуле

$$I_{2\text{ср.т}} = \frac{I_A}{2} \pm \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{I_B^2 - \left(\frac{I_A}{2}\right)^2}. \quad (3.14)$$

Знак “—” в этой формуле соответствует $180^\circ < \varphi_B < 240^\circ$ (φ_B — фаза тока I_B), поскольку для этих углов амплитуды векторов уменьшаются, а знак “+” соответствует $120^\circ < \varphi_B < 180^\circ$, поскольку для этих углов амплитуды векторов увеличиваются.

Коэффициент торможения K_T рассчитывают по формуле

$$K_T = \frac{I_{2\text{ср.т}} - I_{2\text{ср}}}{I_T} \frac{I_{2\text{уст min}}}{I_{2\text{уст}}} 100, \quad (3.15)$$

где $I_{2\text{ср}}$ — ток срабатывания без торможения; $I_{2\text{ср.т}}$ — ток срабатывания с торможением; I_T — тормозной ток, равный току фазы A ; $I_{2\text{уст}}$ — выставленная уставка КРБ-126; $I_{2\text{уст min}}$ — минимальная уставка КРБ-126, для исполнения 5 А равна 0,5.

Г. Проверка дополнительной погрешности $I_{2\text{ср}}$ при отклонении частоты выполняется аналогично п. 3.8.4, А, только вначале при частоте 50 Гц, а затем на частотах 47 и 53 Гц.

Погрешность сравнивается с допустимым значением заданной в окне *Уставки*.

Д. Проверка загробления уставки $I_{2\text{ср}}$ от токов 5-й гармоники выполняется аналогично п. 3.8.4, А, только на частоте 250 Гц.

Ток срабатывания должен увеличиться (загробление) в число раз, не менее значения, указанного в окне *Уставки* (по умолчанию не менее чем в 4 раза).

Е. Проверка $I_{\text{к.ср}}$ при всех рабочих уставках устройства блокировки. Программа проверяет ток $I_{\text{к.ср}}$ так же, как описано п. 3.7.4, Ж, при всех заданных видах КЗ и сравнивает его с $I_{\text{к.ср}}$, полученным при

предыдущей проверке. Эти токи не должны различаться более чем на 12 %.

Ж. Проверка уставки реле минимального напряжения $K4$ выполняется по алгоритму, аналогичному п. 3.7.4, З.

З. Проверка времени фиксации пуска $T_{ф.п}$ выполняется по алгоритму, аналогичному п. 3.7.4, И.

Время фиксации пуска должно быть не более 0,008 с, при трехкратном токе обратной последовательности на входе ФТОП по отношению к току уставки.

И. Проверка времени $T_{в.в}$ ввода в работу блокируемых ступеней защиты и времени вывода блокировки. Для проверки используется контакт $K1/5$.

Во время проверки программа подает на панель импульс трехфазного тока $3I_{2уст}$ обратной последовательности. Выдача тока производится до повторного срабатывания блокировки. Программа ожидает размыкания контакта реле $K1$ (первый цикл), измеряет длительность его замкнутого состояния $T_{в.в}$. Время ввода в работу блокируемых ступеней ДЗ-2 должно быть в пределах 0,32 — 0,4 с или 0,48 — 0,6 с (если стоит перемычка 23 — 25).

Предусмотрено специальное поле, которое определяет время ввода, т.е. положение перемычки 23 — 25.

Для проверки времени вывода блокировки используются контакты $K1/5$ и $K3/4$. Время разновременности работы этих контактов — это время вывода реле $KT T_{КТ}$. Время импульса должно быть меньше заданного в уставках времени вывода (от 1 до 20 с).

Дополнительно можно измерить время возврата реле $K1$ (менее 0,008 с) и разновременность срабатывания $KР$ и $K1/5$.

3.9. ПРОВЕРКА БЛОКИРОВКИ ПРИ КАЧАНИЯХ КРБ-125

Программа обеспечивает пользователю возможность полной проверки основных характеристик устройства в течение нескольких часов. Программа позволяет в автоматическом режиме проверить следующие параметры устройства:

- уставку срабатывания по $U_{2ср}$. Предлагаются разные методы измерения: прямой — с помощью напряжения обратной последовательности U_2 , и междупазный — путем имитации междупазных аварий;
- коэффициент возврата $K_{вз}$;
- погрешность уставки по $U_{2ср}$ при отклонении частоты;
- уставку $3I_{0ср}$;
- уставку реле напряжения $K4$;

- напряжение срабатывания блокировки $U_{к.ср}$ при всех рабочих уставках;
- время фиксации пуска $T_{ф.п}$;
- время ввода в работу блокируемых ступеней защиты $T_{в.в}$.

3.9.1. Задание уставок

Шаг первый — задание типа блокировки, установленной в панели. В окне параметры панели необходимо выбрать тип панели с учетом типа блокировки (рис. 3.30).

Для этого используется выпадающий список возможных вариантов: первый вариант — это КРБ-125, второй — КРБ-126. В нашем случае необходимо установить первый вариант.

Далее в левой части этого же окна (см. рис. 3.2) выбирают пункт *Устройство блокировки при качаниях*. Загружается модуль проверки КРБ-125. Необходимо ввести все уставки в колонке *Значение* (рис. 3.31). Остальные уставки можно не вводить, они будут иметь параметры по умолчанию.

3.9.2. Задание условий проверки

Шаг второй — задание параметров проверки. Порядок и их количество мало отличаются от описанного выше. Главное — задать времена, контакты и нажать на кнопку *Пересчитать условия проверки*, чтобы эти условия соответствовали заданным уставкам.

3.9.3. Подключение

Шаг третий — подключение. Необходимо проверить правильность схемы проверки. Схема подключения может меняться в зависимости от способа подключения: в составе панели или отдельно от нее (рис. 3.32).

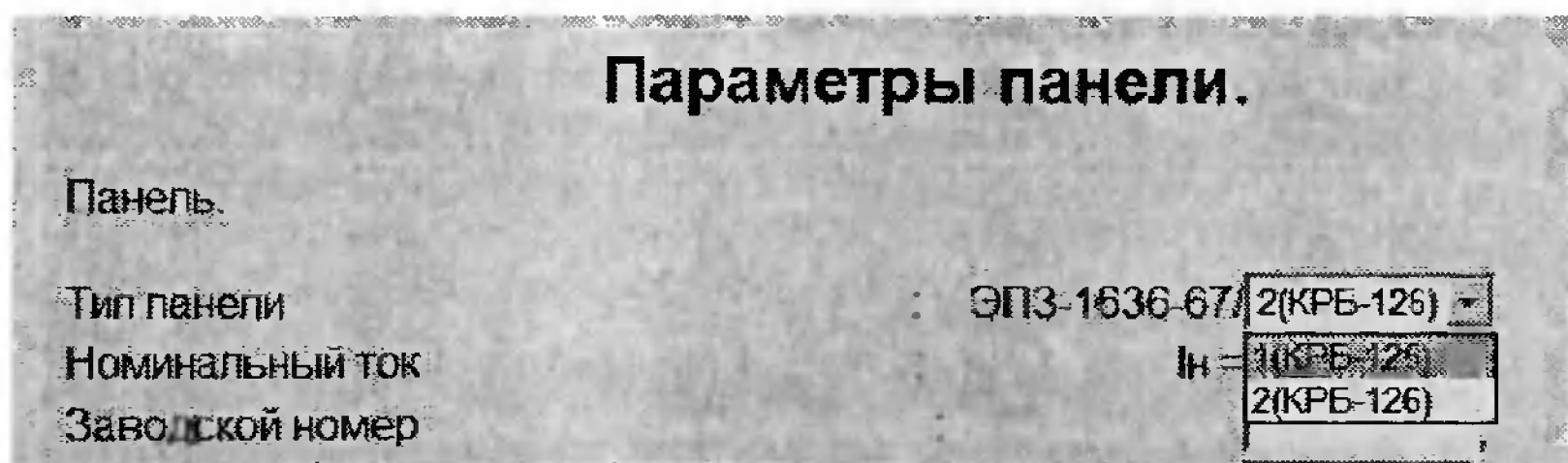


Рис. 3.30. Выбор типа блокировки

Номинальный ток **5** А

Уставки			
$U_{2cp}, В$	0		5%
$\Delta(U_{2cp})$ фазный			5%
$\Delta(U_{2cp})$ междуфазный			
$K_{ва}(U_2)$		0.7	0.9
$\Delta U_{2cp}(\Delta U)$		3 Г	5
$3 \cdot I_{0cp}$	2.0		5%
U_{cp} междуфазное замыкание при введенных перемычках	1	$U_{2уст1}$ 2 В	12%
		$I_{0уст}$ 1 А	
$K_4 U_{cp}, В$			5%
$K_в$	40 40 160 В		1.1 1.01 1.25
$T_{фн}, мс$	0.012		5 мс
$T_{вв}$	0.4 с		0.4 0.5 с
$T_{кт}, с$	3		

Рис. 3.31. Задания уставок блокировки

3.9.4. Алгоритмы проверки

Внимание! При проверке напряжения срабатывания необходимо зафиксировать реле $K3$ в подтянутом положении, а при проверке напряжения возврата — в отпавшем положении.

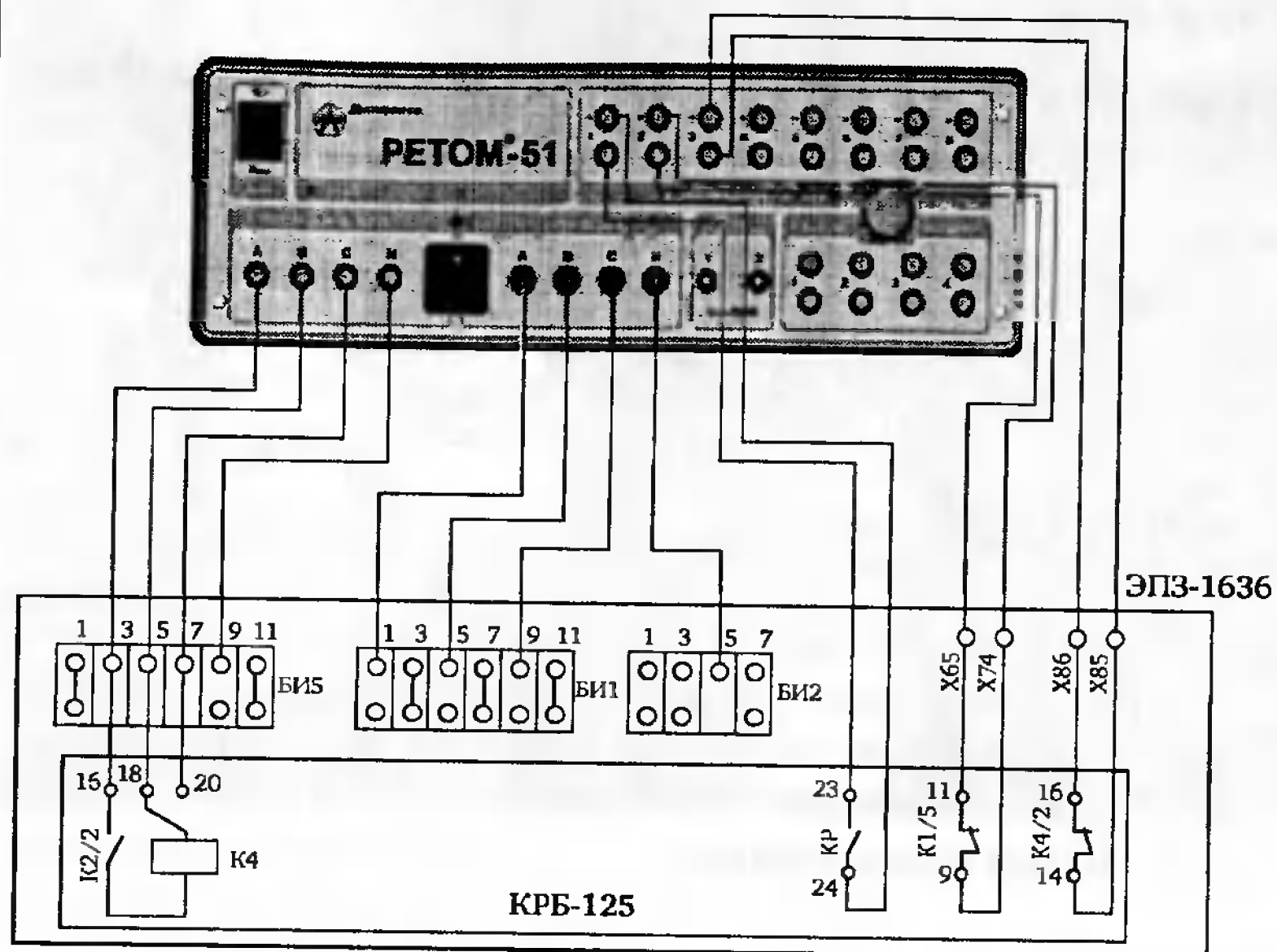
А. Проверка уставки по U_{2cp} . Для исключения влияния тока нулевой последовательности на процесс измерения срабатывания по U_2 необходимо вывести цепи $3I_0$ из работы. Для этого необходимо установить перемычку из положения 6 — 8 в положение 8 — 10.

Токовые каналы при этой проверке не используются.

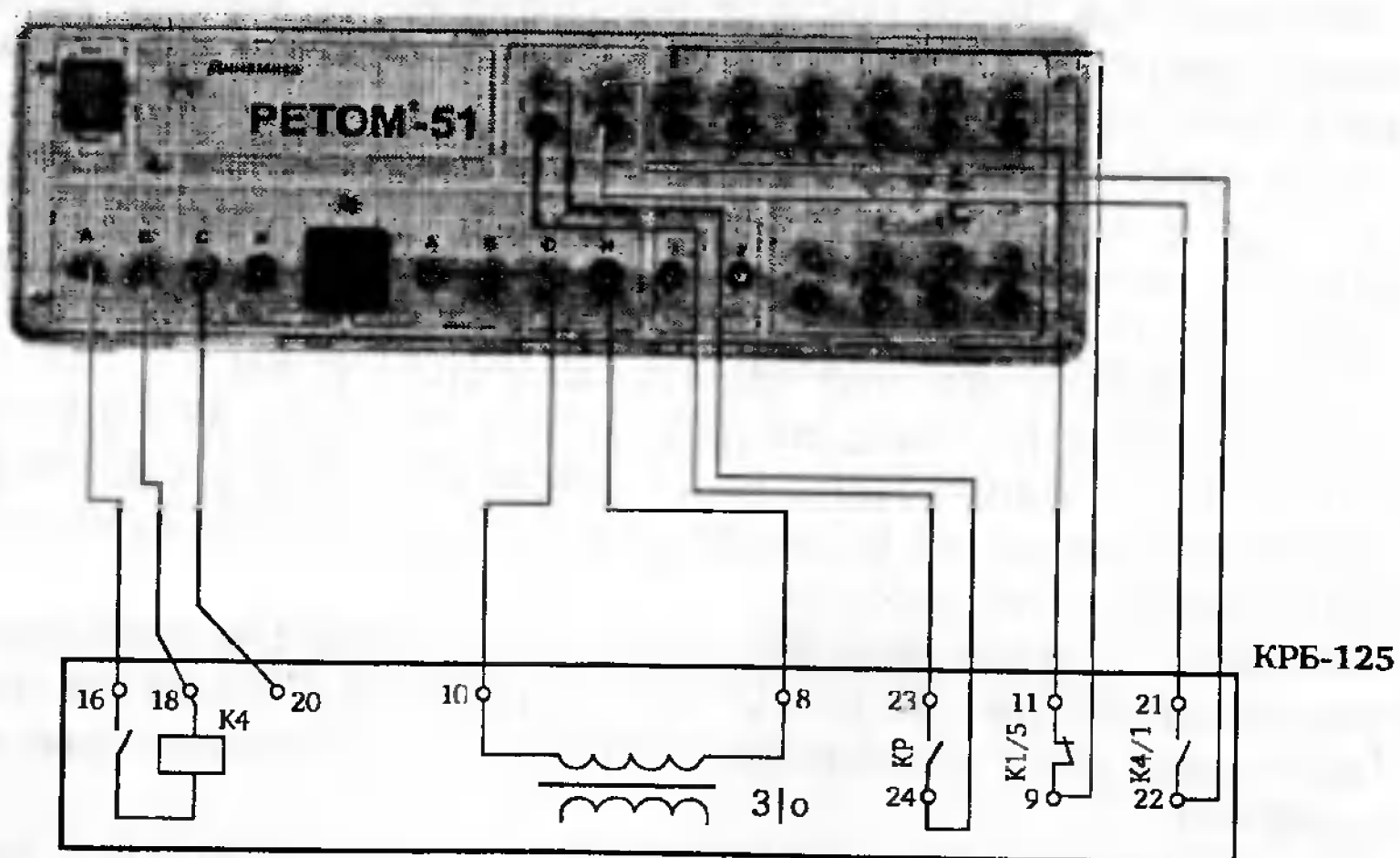
Проверку можно проводить либо по контакту реле KP , либо по контакту $K1/5$. Рекомендуется использовать реле KP , так как в этом случае можно проверить и коэффициент возврата. Реле $K1$ для проверки последнего не подходит.

Внимание! Если для проверки использовать нормально замкнутый контакт реле $K1$, то тип контакта надо выбрать НЗ, так как реле $K1$ в дежурном режиме подтянуто, и обязательно подать питание на устройство.

Алгоритм расчета U_{2cp} может быть разный, в зависимости от выбранного метода проверки. Параметры проверки (минимальное и максимальное значение напряжения, шаг изменения напряжения $\Delta U_{2шаг}$) задаются в рабочем окне *Условия проверки*, а длительность подачи напряжения — в окне *Времена*.



а)



б)

Рис. 3.32. Схема подключения КРБ-125:

а — в составе панели; б — как самостоятельное устройство

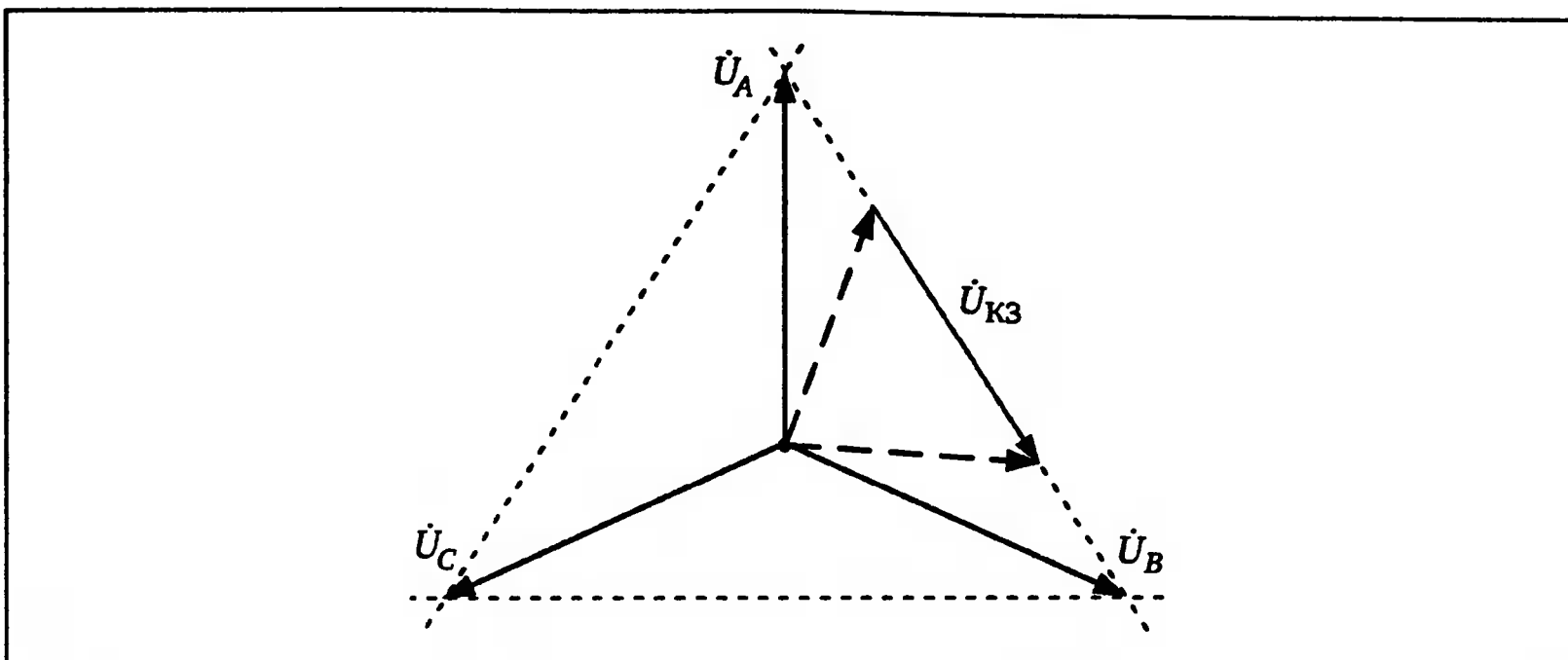


Рис. 3.33. Графическое представление междуфазного метода

При проверке прямым методом используется симметричная система напряжений обратной последовательности, т.е. подают именно U_2 и измеряют именно $U_{2\text{ср}}$, которое и сравнивают с $U_{2\text{уст}}$.

При проверке междуфазным методом на симметричную систему напряжений прямой последовательности U_1 накладывается напряжение выбранного вида аварии — $U_{\text{КЗ}}$. По мере уменьшения $U_{\text{КЗ}}$ происходит увеличение U_2 , а напряжение U_1 уменьшается. Векторы фазных напряжений, участвующих в аварии, двигаются вдоль прямой, соединяющей концы этих векторов при $U_2 = 0$, для сохранения баланса $U_2 + U_1 = 0$, т.е. U_0 остается равным нулю (рис. 3.33).

Например, вначале подается симметричное трехфазное напряжение U_1 с фазными значениями напряжений, равными $100/\sqrt{3}$ В, далее — напряжение короткого замыкания $U_{\text{КЗ}}$. При аварии вида AB — это линейное напряжение U_{AB} , которое начинает уменьшаться с шагом $\Delta U = \Delta U_{2\text{шаг}} 2\sqrt{3}$, при этом напряжение U_2 возрастает на $\Delta U_{2\text{шаг}}$ с каждым шагом проверки. Программа уменьшает междуфазное напряжение до напряжения срабатывания $U_{\text{КЗср}}$. Напряжение срабатывания по обратной последовательности рассчитывают по формуле

$$U_{2\text{ср}} = [(100 - U_{\text{КЗср}})/2]/\sqrt{3} \quad (3.16)$$

и сравнивают его с уставкой.

Испытания проводят для всех выбранных вариантов аварии. Различие измеренных значений $U_{2\text{ср}}$ для напряжений U_{AB} , U_{BC} и U_{CA} не должно превышать значения $\Delta(U_{2\text{ср}})_{\text{мф}}$, заданного в окне *Уставки*. По умолчанию это значение равно $\pm 3,5 \%$.

Во время проверки междуфазным методом программа при переходе от одного вида аварии к другому выдерживает время, которое больше времени срабатывания реле KT . Это замечание относится и к подобным последующим пунктам проверки.

Б. Проверка коэффициента возврата $K_{вз}$. Для расчета коэффициента возврата необходимы два значения напряжения — срабатывания и возврата. Требуется измерить напряжения возврата $U_{2вз}$. Для этого после нахождения напряжения срабатывания $U_{2ср}$ программа не меняет напряжение и выдает сообщение: *“Зафиксировать реле РПЗ в отпавшем положении”*.

После выполнения этого действия оператором и повторного нажатия кнопки *Пуск* программа плавно уменьшает напряжение U_2 до возврата реле $KР$, фиксирует напряжение возврата $U_{2вз}$ и рассчитывает $K_{вз}$ по формуле

$$K_{вз} = U_{2вз} / U_{2ср}. \quad (3.17)$$

Внимание! *Выполнение действий оператора с реле РПЗ программой не проверяется. Если они не будут выполнены, то будет определен иной (меньший) $K_{вз}$ и при сравнении с допустимым $K_{вз}$ в протоколе запишется “Ошибка”.*

Во время нахождения напряжений срабатывания и возврата программа может “попросить” измерить ток срабатывания и возврата у поляризованного реле.

В. Проверка дополнительной погрешности $U_{2ср}$ при отклонении частоты проводится при заданных уставках по U_2 прямым или междуфазным методом вначале на частоте 50 Гц, а затем на частотах 47 и 53 Гц. Погрешность сравнивается с допустимой из окна *Уставки*.

Г. Проверка установки по $3I_0$. Предварительно выдается сообщение: *“Вывести из работы ФНОП”*, для чего необходимо снять перемычку 32 — 34, ввести в работу ФТНП: снять перемычку 8 — 10 и установить ее в положение 6 — 8.

Проверка проводится имитацией выбранного режима однофазного КЗ ($A0$, $B0$ или $C0$) в диапазоне и с шагом проверки токов, заданными в окне проверки, по обычному для проверки токов срабатывания алгоритму без определения коэффициента возврата.

После окончания проверки выдается сообщение: *“Восстановите все накладки!”*

Д. Проверка $U_{ср}$ при всех рабочих уставках блокировки (по U_2 , $3I_0$) осуществляется междуфазным методом. Сравнение проводится с $U_{ср}$, полученным при предыдущей проверке. Значения не должны различаться более чем на 12 %.

Если по сравнению с предыдущей проверкой какая-либо уставка была изменена (сравнить с данными в окне *Уставки*) или данная проверка — первая, то сравнение с предыдущей проверкой не производится, а результат запоминается для последующей проверки.

Е. Проверка уставки реле напряжения К4. Должно быть подано питание = 220 В.

Для проверки используется размыкающий контакт реле К4. Так как реле К2 находится в сработанном положении, то обмотка К4 подсоединена к цепям напряжения по фазам А и В. Поиск напряжения срабатывания реле К4 проводится путем плавного увеличения напряжения.

Ж. Проверка времени фиксации пуска $T_{ф.п}$ проводится аналогично п. 3.7.4, И, только вместо тока I_2 подается напряжение U_2 .

З. Проверка времени ввода в работу блокируемых ступеней защиты $T_{в.в}$ проводится аналогично п. 3.7.4, К, только вместо тока подается импульс трехфазного напряжения обратной последовательности.

3.10. ПРОВЕРКА РЕЛЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТИ (РНМ)

Программный модуль предназначен для проверки реле направления мощности 1-го и 2-го комплексов, установленных в панели ЭПЗ-1636. Предусмотрена проверка как электромеханических реле типов РБМ-177, РБМ-178, так и электронных реле типа РМ-12.

Программа обеспечивает возможность в течение нескольких десятков минут в автоматическом режиме выполнить проверку этих реле по следующим параметрам:

- отсутствие самохода от тока и напряжения;
- угол максимальной чувствительности $\varphi_{м.ч}$;
- напряжение срабатывания и возврата;
- мощность срабатывания и возврата;
- отсутствие ложного срабатывания при сбросе обратной мощности $S_{обр}$;
- отсутствие вибрации контактов;
- время срабатывания и возврата;
- время переориентации;
- вольт-амперная характеристика реле (для РМ-12).

3.10.1. Задание уставок

Шаг первый — задание всех полей в окне *Уставки* (рис. 3.34).

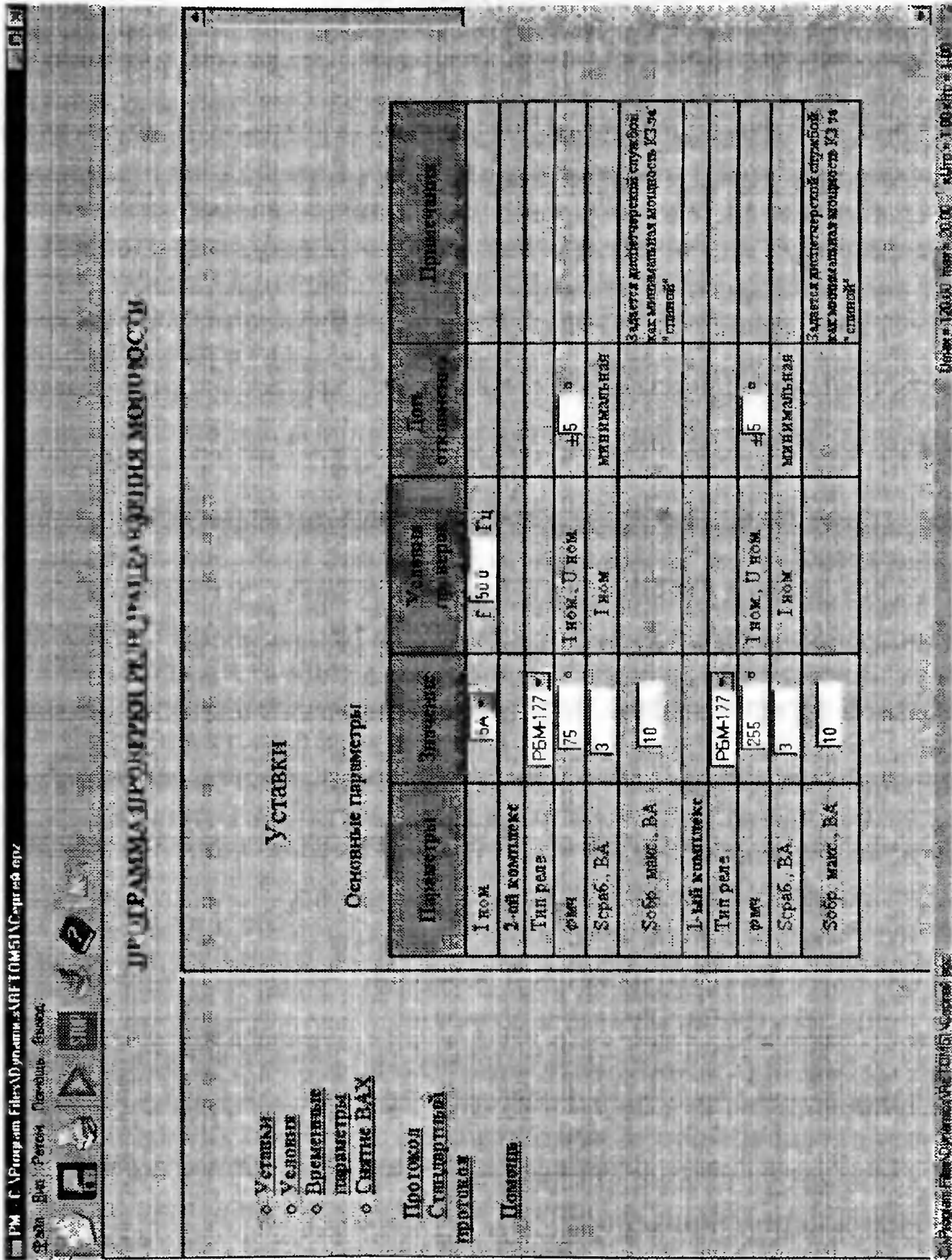


Рис. 3.34. Окно Уставки РМ

РМ - Р21630.1ерз

Файл Вид Редок Поиск Выход

← → ↺ ↻

□

⏏

ПРОГРАММА ПРОВЕРКИ РЕЛЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТИ

2

Установка

Условия

Реле 2-го комплекса

Реле 1-го комплекса

Временные параметры

Протокол

Стандартный протокол

Схема подключения

Временные параметры

Параметр	Значение
Тк. Короткое замыкание	0.00 с
Тп. Пауза	0.00 с

Условия проверки

Проверяемый параметр	Условия проверки 2-го комплекса						
<input type="checkbox"/> Отсутствие самозода от тока	<table><tr><td>I нач</td><td>0.00 А</td></tr><tr><td>I кон</td><td>5.000 А</td></tr><tr><td>ΔI</td><td>1.000 А</td></tr></table>	I нач	0.00 А	I кон	5.000 А	ΔI	1.000 А
I нач	0.00 А						
I кон	5.000 А						
ΔI	1.000 А						
<input type="checkbox"/> Отсутствие самозода от напряжения	<table><tr><td>U нач</td><td>0.00 В</td></tr><tr><td>U кон</td><td>120.00 В</td></tr><tr><td>ΔU</td><td>10.00 В</td></tr></table>	U нач	0.00 В	U кон	120.00 В	ΔU	10.00 В
U нач	0.00 В						
U кон	120.00 В						
ΔU	10.00 В						
<input type="checkbox"/> Фазы	<table><tr><td>I троп</td><td>5.000 А</td></tr><tr><td>U троп</td><td>100.00 В</td></tr><tr><td>Δφ</td><td>2.0 °</td></tr></table>	I троп	5.000 А	U троп	100.00 В	Δφ	2.0 °
I троп	5.000 А						
U троп	100.00 В						
Δφ	2.0 °						
<input type="checkbox"/> Отсутствие выбранных	<table><tr><td>U нач</td><td>10.00 В</td></tr><tr><td>U кон</td><td>100.0 В</td></tr><tr><td>ΔU</td><td>10.00 В</td></tr></table>	U нач	10.00 В	U кон	100.0 В	ΔU	10.00 В
U нач	10.00 В						
U кон	100.0 В						
ΔU	10.00 В						

Р21630.1ерз

Страна: 120.00 Вmax: 20.0

Страна: 120.00 Вmax: 20.0

Рис. 3.35. Окно Условия проверки РМ

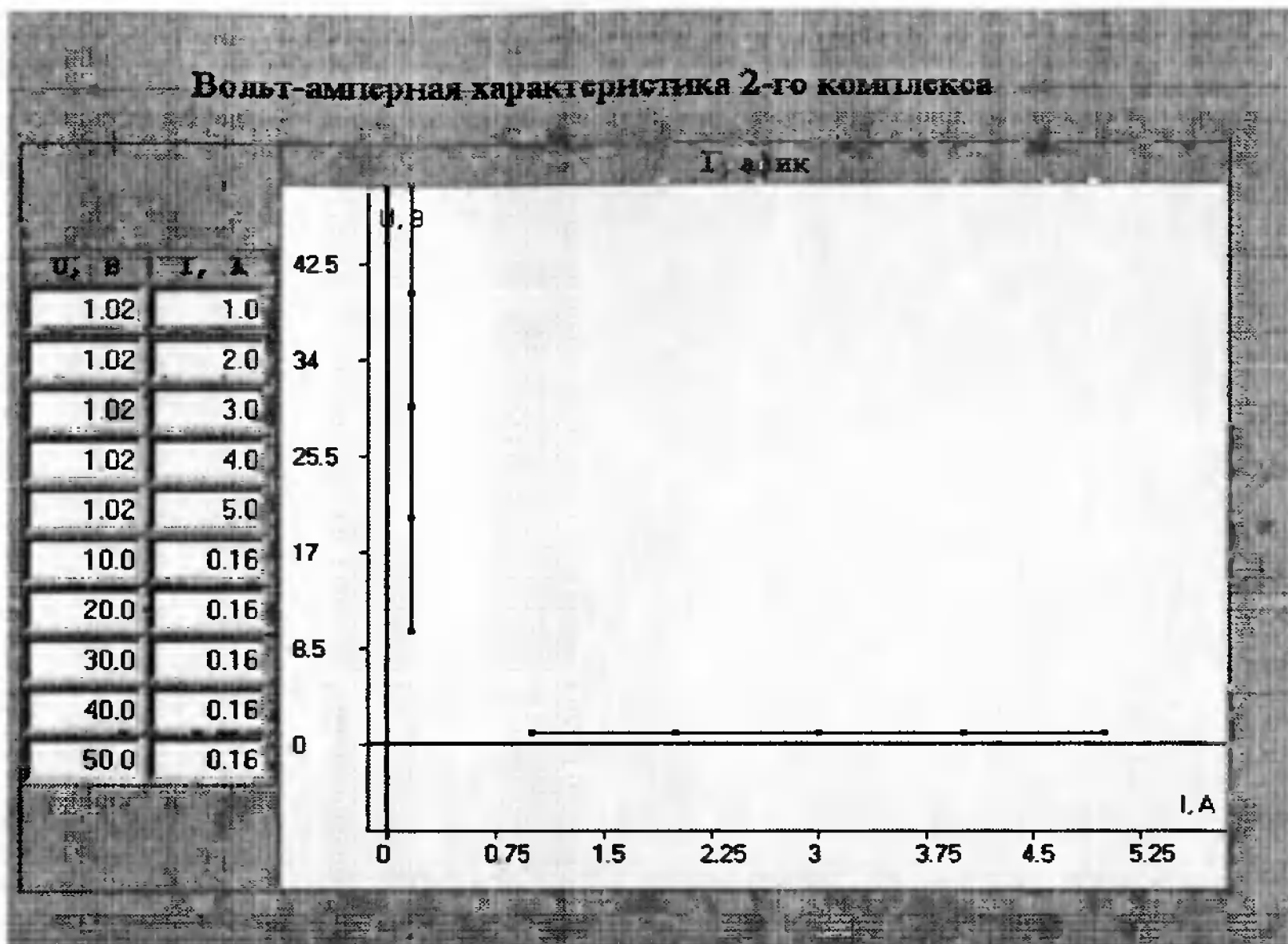


Рис. 3.36. Внешний вид окна для снятия вольт-амперной характеристики РМ

3.10.2. Задание условий проверки

Шаг второй — заполнение полей в окне *Условия проверки* (рис. 3.35).

Ниже полей *Временные параметры* находится таблица задания условий проверки. В ней выбираются нужные проверки и задаются необходимые условия проверки отдельно для каждого из комплексов.

Если в окне *Уставки* для 1-го и/или 2-го комплексов выбрано реле РМ-12, то ниже появляется таблица задания параметров для снятия вольт-амперной характеристики реле (рис. 3.36).

3.10.3. Подключение

Шаг третий — подключение. Необходимо проверить правильность схемы проверки. Схема подключения может меняться в зависимости от типа проверяемого реле и способа его подключения: в составе панели или отдельно от нее. Эти варианты схем подключения показаны на рис. 3.37 — 3.39.

Схема подключения РНМ к РЕТОМ в составе панели ЭПЗ-1636 приведена на рис. 3.37.

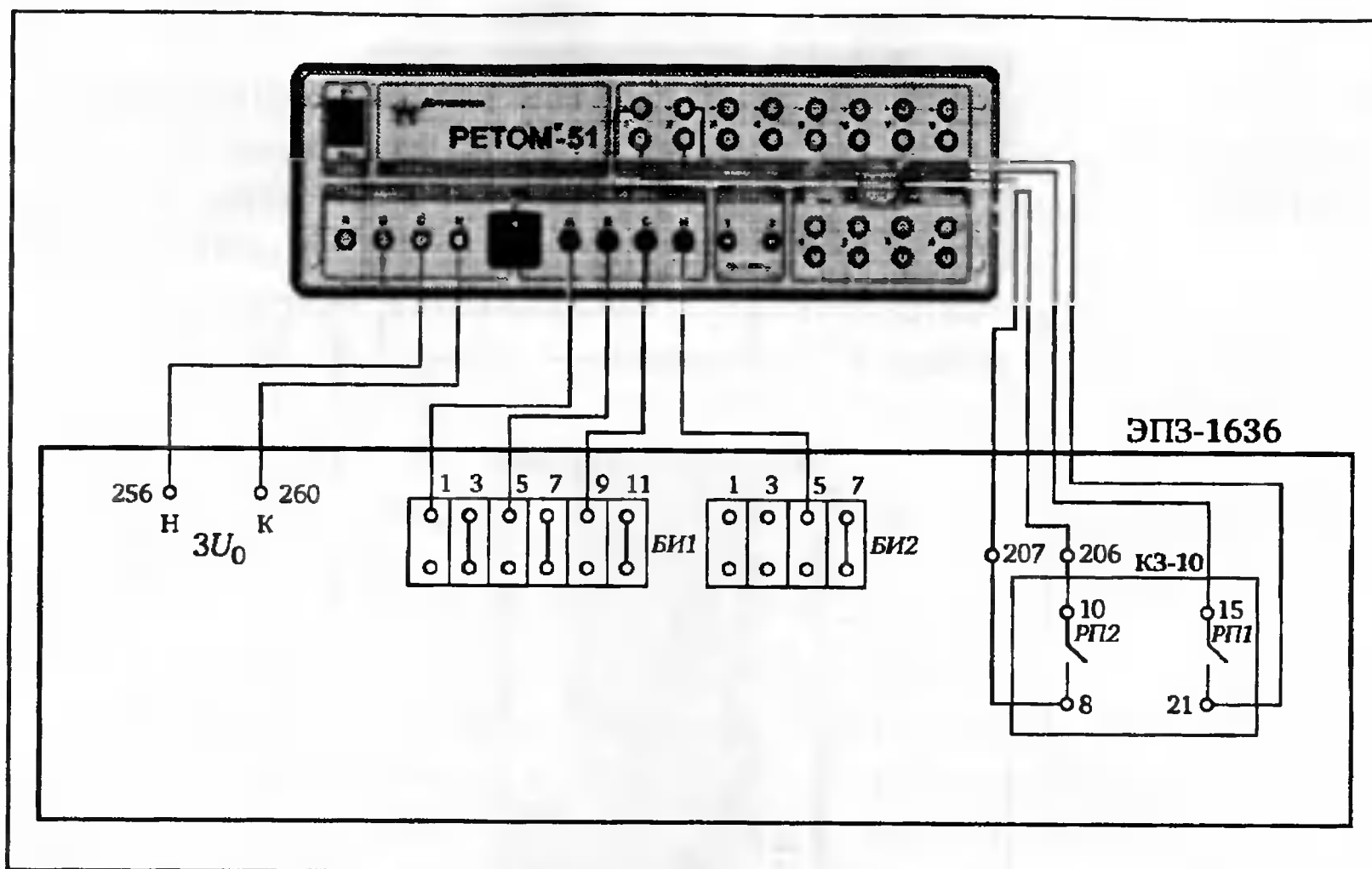


Рис. 3.37. Подключение к РНМ в составе панели

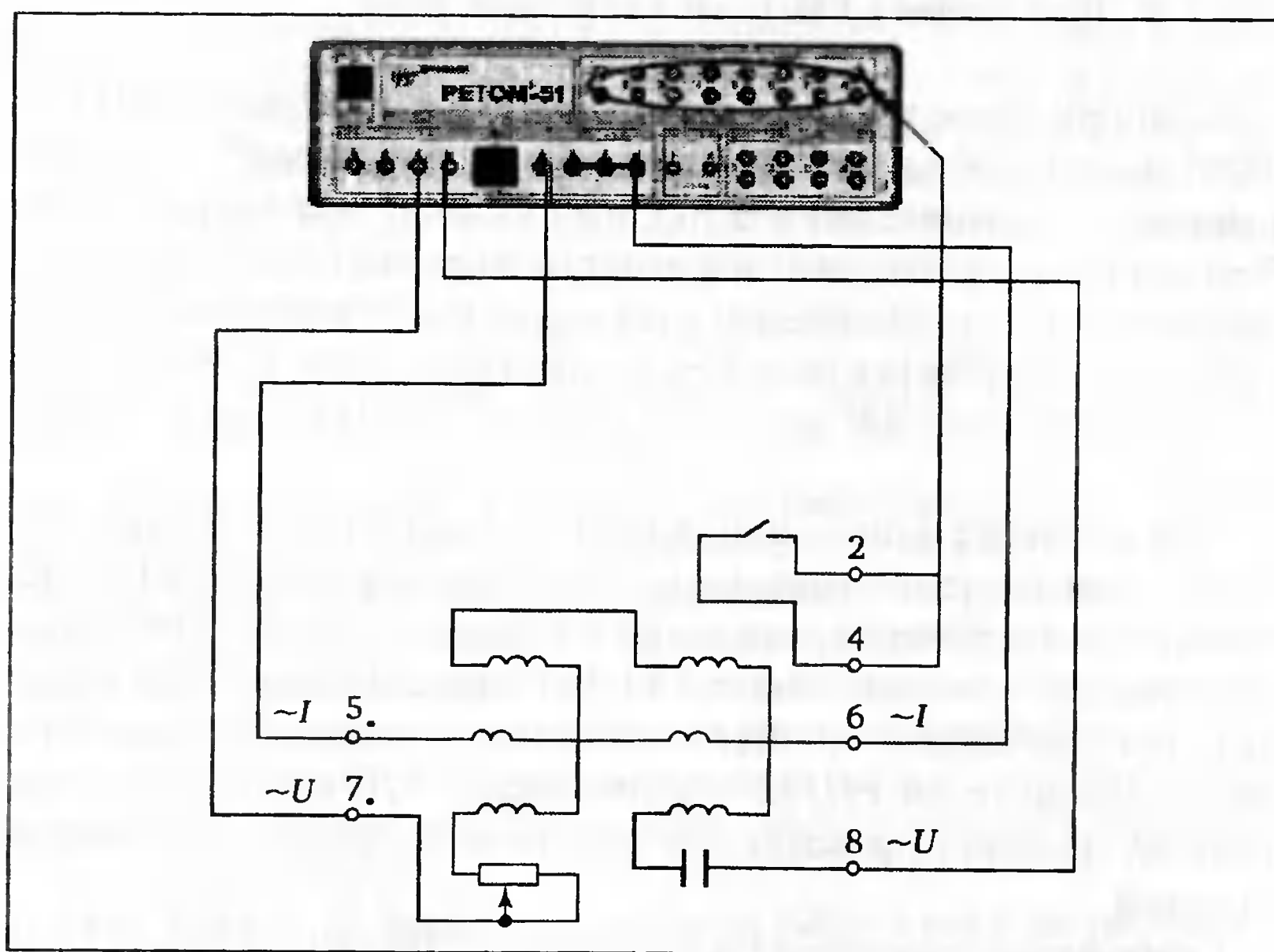


Рис. 3.38. Подключение к РБМ-177 и РБМ-178 как к отдельному блоку

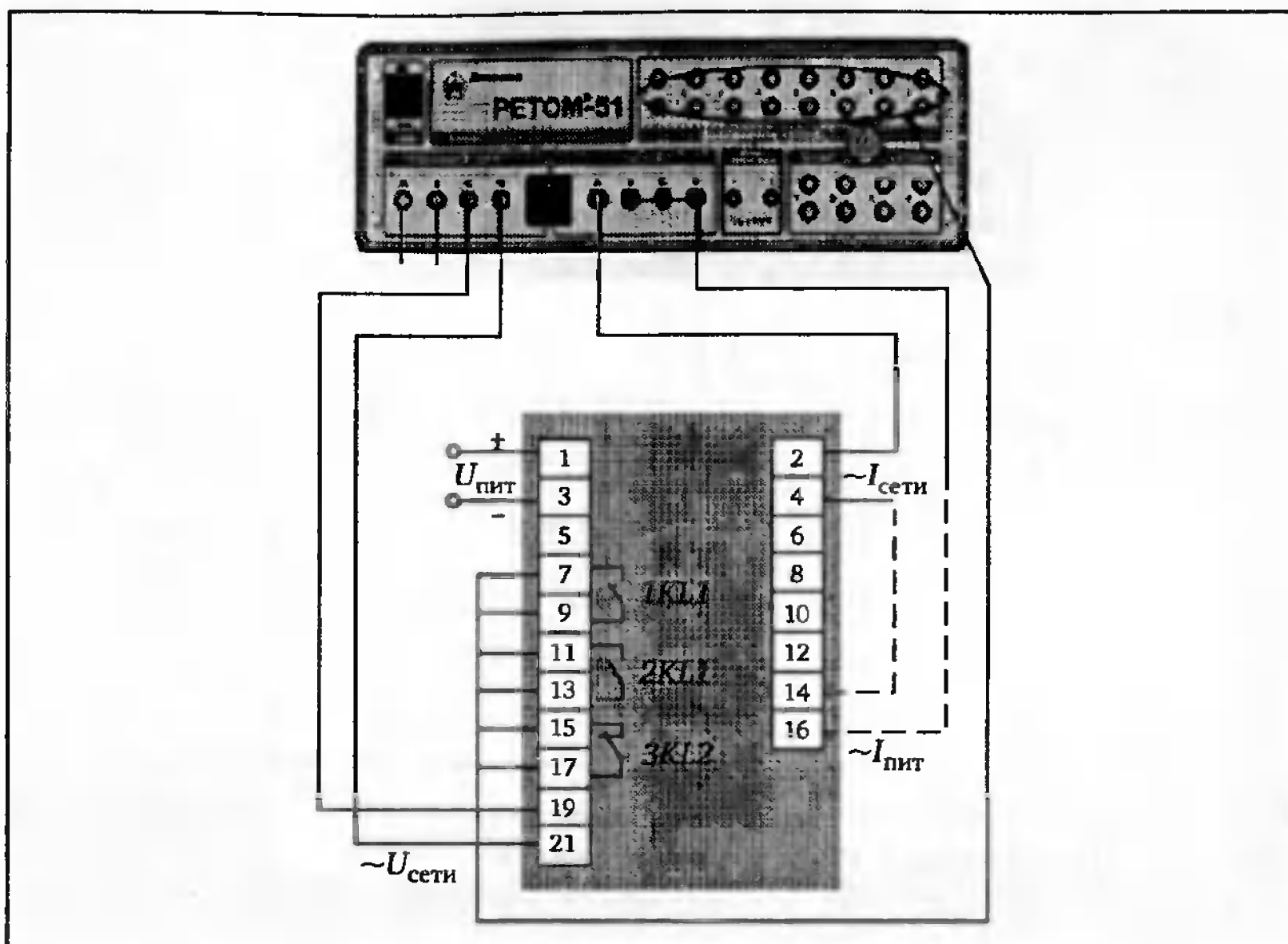


Рис. 3.39. Подключение к РМ-12 как к отдельному блоку

Если при проверке РНМ через испытательные блоки (БИ) РЕТОМ выдает сообщение *“Обрыв (перегрузка) цепей тока”*, то для уменьшения сопротивления в цепях тока РЕТОМ при проверке реле 2-го комплекса рекомендуется вывести из работы (зашунтировать) токовые цепи 1-го комплекса, сняв крышки *БИ1* и *БИ2*, и, соответственно, при проверке реле 1-го комплекса вывести из работы (зашунтировать) токовые цепи 2-го комплекса, сняв крышки *БИ3* и *БИ4*.

При проверке панели одноамперного исполнения из-за большого сопротивления токовых цепей в нулевом проводе РНМ рекомендуется проверять, подключая токовые цепи РЕТОМ непосредственно к токовой обмотке РНМ (“крокодилами”). Для определения срабатывания РНМ программа использует контакты реле-повторителей *РП1* (2-го комплекса) и *РП2* (1-го комплекса), поэтому проверку проводят при поданном на панель оперативном питании.

Схема для подключения РЕТОМ к реле РНМ типов РБМ-177, 178 показана на рис. 3.38, а типа РМ-12 — на рис. 3.39.

3.10.4. Алгоритмы проверки

Условия проверки по каждому из проверяемых реле направления мощности могут быть различными. Параметры проверки, выставяемые в редактируемых окнах по умолчанию, при проверке связаны с параметрами, задаваемыми в окне *Уставки*.

При проверке РЕТОМ выдает испытательное напряжение с канала U_C , испытательный ток — с канала I_A . Каналы напряжения U_A и U_B используются, если это необходимо, только для питания реле постоянным или переменным напряжением.

А. Проверка отсутствия самохода от тока. При проверке подается только ток от $I_{\text{нач}}$ до $I_{\text{кон}}$ с заданным шагом и выдерживается время КЗ на каждом шаге. Напряжение равно нулю.

Контролируется отсутствие срабатывания реле.

Б. Проверка отсутствия самохода от напряжения. При проверке подается только напряжение от $U_{\text{нач}}$ до $U_{\text{кон}}$ с заданным шагом и выдерживается время КЗ на каждом шаге. Ток равен нулю.

Контролируется отсутствие срабатывания реле.

В. Проверка угла максимальной чувствительности $\varphi_{\text{м.ч}}$ проводится по умолчанию при заданном токе и напряжении (как правило, $I_{\text{ном}}$ и $U_{\text{ном}}$). Метод проверки аналогичен соответствующему методу для реле сопротивления. Проверка начинается с угла между напряжением и током, равного $\varphi_{\text{м.ч}} + 180^\circ$. Угол между током и напряжением изменяется с шагом $4\Delta\varphi$ (грубо) по часовой стрелке. После нахождения угла срабатывания боковая сторона характеристики уточняется с заданным шагом $\Delta\varphi$ по углу. Затем направление изменения $\Delta\varphi$ меняется (против часовой стрелки) и аналогично находится вторая боковая сторона характеристики. Вычисляется угол максимальной чувствительности реле. Допустимая зона действия реле не задана в технических данных и оценивается самим пользователем. Во всех случаях зона не должна превышать 180° .

Г. Проверка напряжения и мощности срабатывания и возврата. Проверка $U_{\text{ср}}$ и $S_{\text{ср}}$, а также коэффициента возврата $K_{\text{вз}}$ по напряжению проводится на угле $\varphi_{\text{м.ч}}$ при заданном токе проверки $I_{\text{пр}}$ (как правило, $I_{\text{пр}} = I_{\text{ном}}$) изменением напряжения U от 0 до 100 В с заданным шагом ΔU . Вычисляется мощность срабатывания $S_{\text{ср}}$. Для проверки $U_{\text{вз}}$ и $S_{\text{вз}}$ напряжение, при котором переключается контакт реле, удваивается для исключения дребезга (контакт реле поджимается) и далее начинает уменьшаться с заданным шагом. Определяется $U_{\text{вз}}$, вычисляется $S_{\text{вз}}$.

Внимание! Коэффициент возврата по напряжению не сверяют с заданным, но вносят в протокол.

Д. Проверка поведения реле при сбросе обратной мощности проводится в случае, если реле используется в направленной ступени, срабатывающей без выдержки времени. Сбрасываемая мощность $S_{обр}$ задается диспетчерской службой как максимальная мощность КЗ “за спиной” (в окне *Уставки*). Проверка проводится на угле $\varphi_{м.ч} + 180^\circ$ при заданном токе скачком от начальной до конечной мощности. Реле не должно срабатывать.

Е. Проверка отсутствия вибрации контактов проводится автоматически при $\varphi = \varphi_{м.ч}$ (КЗ в зоне), при заданном токе проверки (как правило, максимальном токе КЗ вблизи шин). Мощность изменяется от $S_{нач}$ до $S_{кон}$ с заданным шагом. Признаком вибрации считаются два переключения контакта реле.

Ж. Снятие вольт-амперной характеристики (ВАХ). Проверка предназначена для электронных реле типов РМ-11, РМ-12.

Для проверки ВАХ в рабочем окне следует задать начальные и конечные значения тока и напряжения и число интервалов проверки на каждой ветви характеристики. Шаг изменения проверяемой величины в каждой точке характеристики программой устанавливается равным $U_{max}/20$ и $I_{max}/20$. После грубого определения срабатывания ($U_{ср}$ и $I_{ср}$) программа уточняет параметр с точностью, равной одной пятой заданного процента допустимого отклонения, т.е., допустим, задано: $I_{max} = 5$ А, $U_{max} = 100$ В, грубый шаг по напряжению равен $100/20 = 5$ В, а по току — $5/20 = 0,25$ А. Используя шаг 5 В или 0,25 А, программа находит грубое значение $U_{ср}$ или $I_{ср}$. Например, оно равно 10 В по напряжению или 1,0 А по току. Если отклонение задано, допустим, 5 %, то точный шаг будет равен 1 % $U_{ср}$ ($I_{ср}$), или 0,1 В по напряжению и 0,01 А по току. Такой алгоритм обеспечивает высокую точность измерения параметра при малых затратах времени.

По полученным результатам строят график и заполняют таблицу.

3.11. ПРОВЕРКА РЕЛЕ ТОКА ТЗНП

Программа проверяет реле тока нулевой последовательности 2-го комплекса в комплекте блока КЗ-10 и выносное реле тока РТЗ из 1-го комплекса (IV ступень ТЗНП). Эта программа обеспечивает возможность в автоматическом режиме проверить следующие параметры реле:

- ток срабатывания $I_{ср}$;
- ток возврата $I_{вз}$;
- отсутствие вибрации контактов.

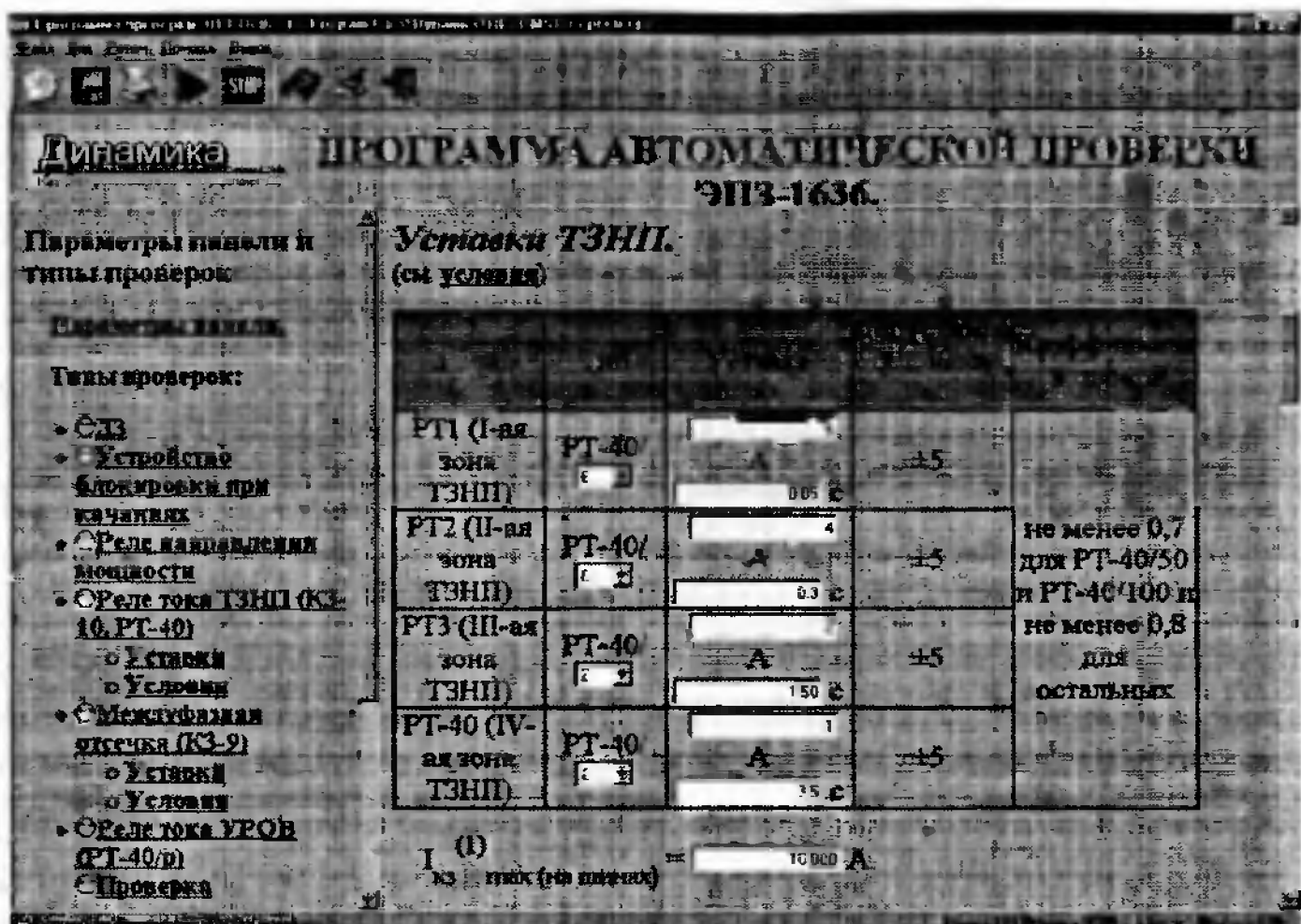


Рис. 3.40. Окно Уставки ТЗНП

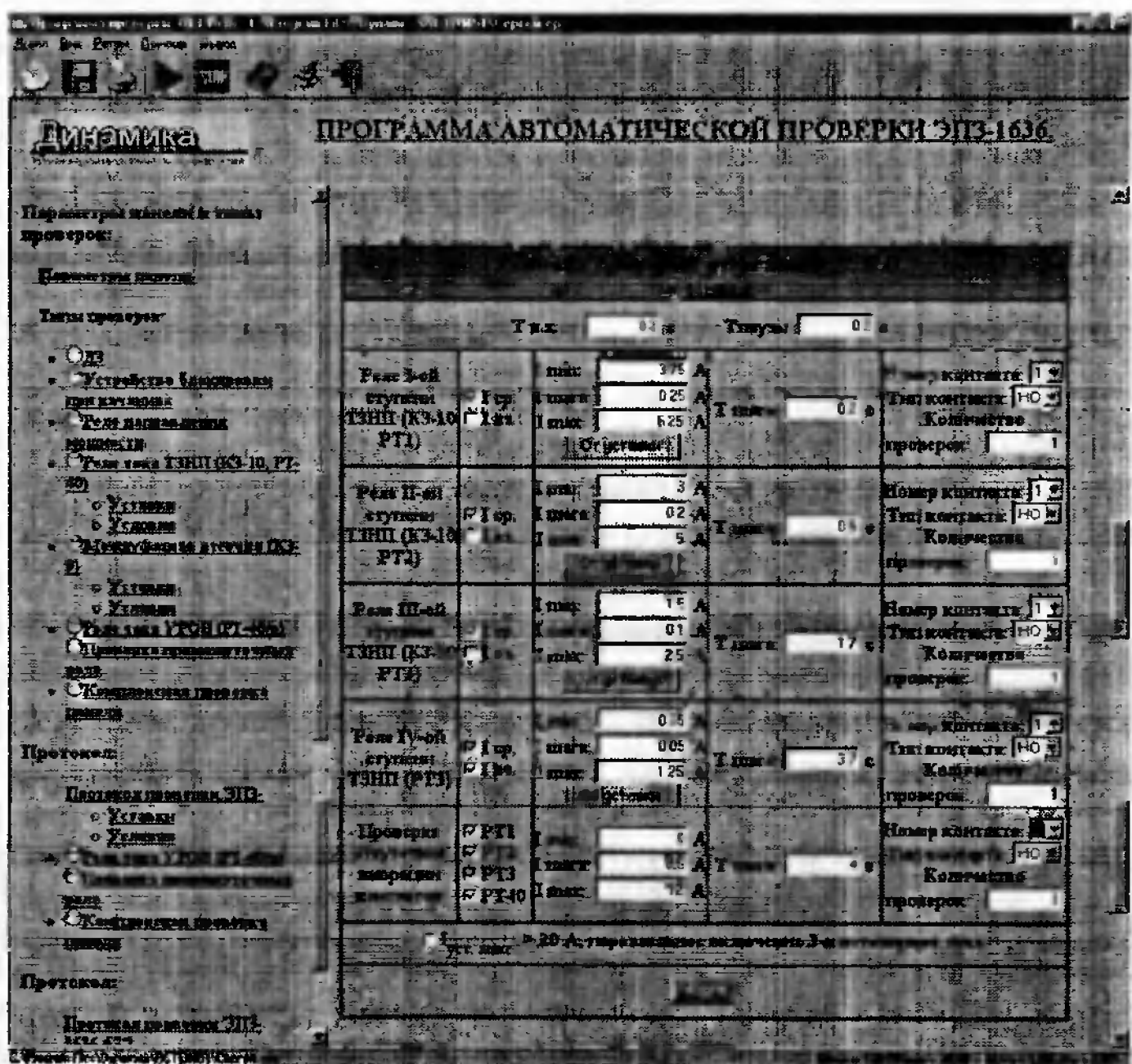


Рис. 3.41. Окно Условия проверки ТЗНП

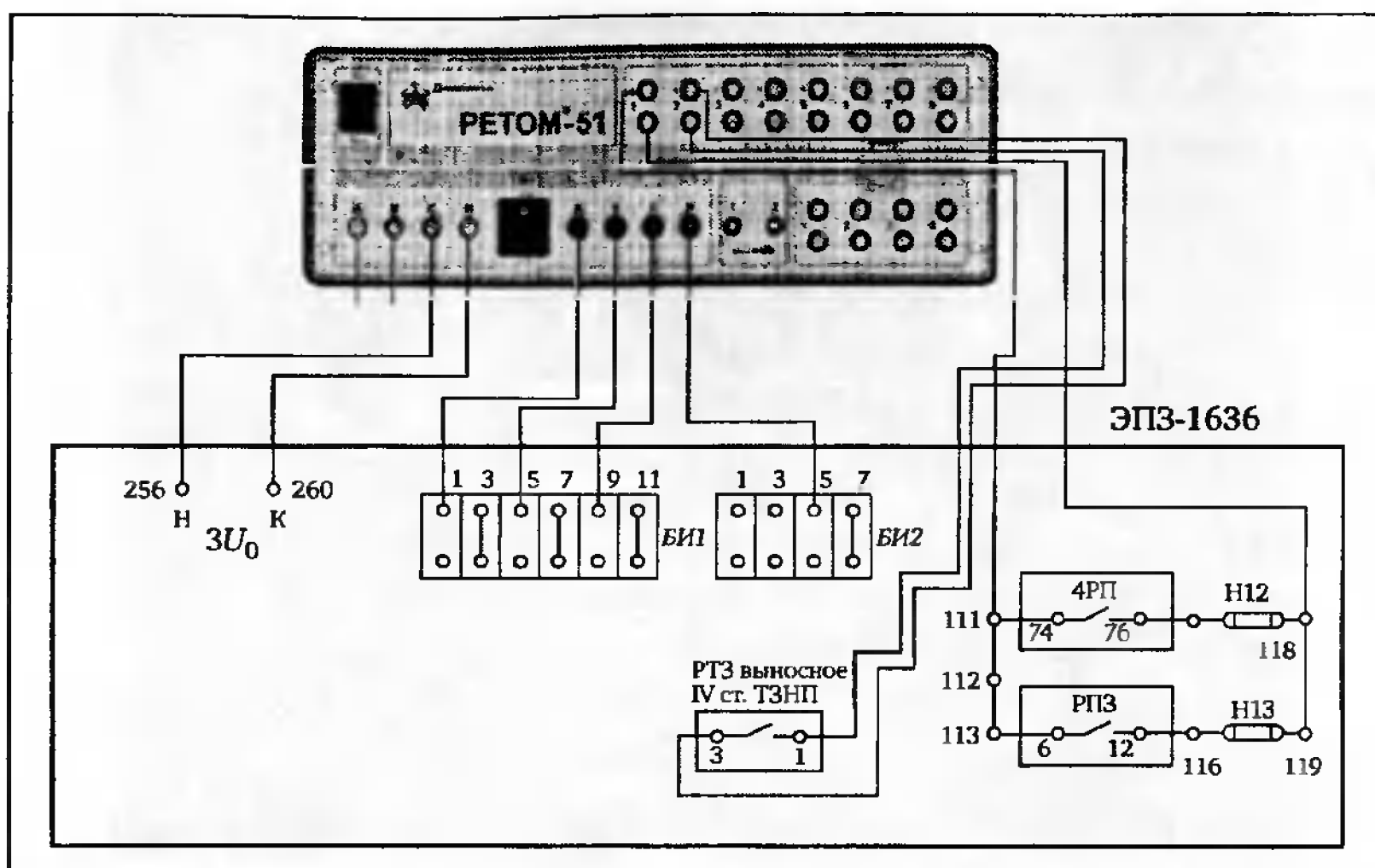


Рис. 3.42. Схема проверки ТЗНП

Порядок и последовательность работы аналогичны предыдущим проверкам. Окно задания уставок имеет вид, представленный на рис. 3.40, задания условий проверки реле тока ТЗНП — на рис. 3.41.

Испытания проводятся по схеме, приведенной на рис. 3.42, при поданном на панель оперативном питании.

3.11.1. Алгоритм проверки

Так как контакты токовых реле блока КЗ-10 не выведены на клеммы комплекта, для контроля срабатывания токовых реле используются контакты выходного реле РПЗ блока КЗ-10, на которое каждое токовое реле действует с своей выдержкой времени. Поэтому при автоматической проверке программа задерживается на каждой ступени в течение времени $T_{КЗ}$, перекрывающего выдержку времени этой ступени. В связи с этим проверка занимает несколько больше времени, чем обычно. Проверку отдельно стоящего реле тока РТЗ (IV ступень ТЗНП) можно проводить и по его собственному контакту, и по реле 4РП комплекта ДЗ-2. Первый вариант предпочтительней, так как уменьшается время проверки.

По каналу U_C в течение времени $T_{КЗ}$ дополнительно подается напряжение, имитирующее $3U_0$. Угол между напряжением и током равен 250° (имитируется КЗ на линии). Это необходимо для работы РНМ и для того, чтобы не выводить направленность ступеней, если

для контроля используются контакты выходного реле РПЗ и реле 4РП комплекта ДЗ-2 (IV ступень ТЗНП).

А. Проверка токов срабатывания и возврата. Для нахождения $I_{\text{ср}}$ ток увеличивается от I_{min} до I_{max} с шагом ΔI . Используется временная диаграмма (время ожидания на каждом шаге равно $T_{\text{кз}}$, времена $T_{\text{хх}}$ и паузы $T_{\text{п}}$ не равны нулю) в случае фиксации срабатывания по контактам выходных реле. Можно применить непрерывную подачу тока ($T_{\text{хх}}$ и $T_{\text{п}}$ равны нулю), если подключены только выходы реле.

Ток возврата $I_{\text{вз}}$ при подключении реле РПЗ и 4РП можно измерить только для реле тока IV ступени. Чтобы проверить ток возврата $I_{\text{вз}}$ для I, II и III ступеней, необходимо использовать контакты самих реле. После срабатывания реле текущее значение тока возвращается на предшествующий шаг, и шаг уменьшается в 4 раза.

Перед нахождением тока возврата после определения $I_{\text{ср}}$ ток увеличивается до I_{max} (для поджатия контактов реле). Ток уменьшается на величину ΔI непрерывно (без $T_{\text{хх}}$ и $T_{\text{п}}$).

Б. Проверка отсутствия вибрации контактов. При проверке в течение заданного времени $T_{\text{кз}}$, достаточного, чтобы можно было увидеть, искрят или не искрят контакты, ток увеличивается от I_{min} до I_{max} с шагом ΔI (обычно $I_{\text{min}} = 1,05 I_{\text{ср}}$ самого чувствительного из всех проверяемых реле тока). В течение времени $T_{\text{кз}}$ анализируется поведение контакта. Если произошел возврат якоря реле (контакты разомкнулись), то в протоколе будет записана неисправность с отметкой, при каком токе замечена вибрация.

Если требуется проверить уставку или отсутствие вибрации при токах больших 20 А, следует установить флажок " $I_{\text{уст max}} > 20 \text{ А}$ " в нижней части рабочего окна.

3.12. ПРОВЕРКА РЕЛЕ ТОКА МЕЖДУФАЗНОЙ ОТСЕЧКИ (КОМПЛЕКТ КЗ-9)

Программа обеспечивает возможность быстрой проверки реле РТ1 и РТ2 комплекта КЗ-9 и позволяет определить следующие параметры реле:

- ток срабатывания $I_{\text{ср}}$;
- ток возврата $I_{\text{вз}}$;
- отсутствие вибрации контактов.

Порядок и последовательность работы аналогичны предыдущим проверкам. Окно задания уставок имеет вид, представленный на рис. 3.43, задания условий проверки реле токовой отсечки — на рис. 3.44.

Испытания проводятся по схеме, приведенной на рис. 3.45, при поданном на панель оперативном питании.

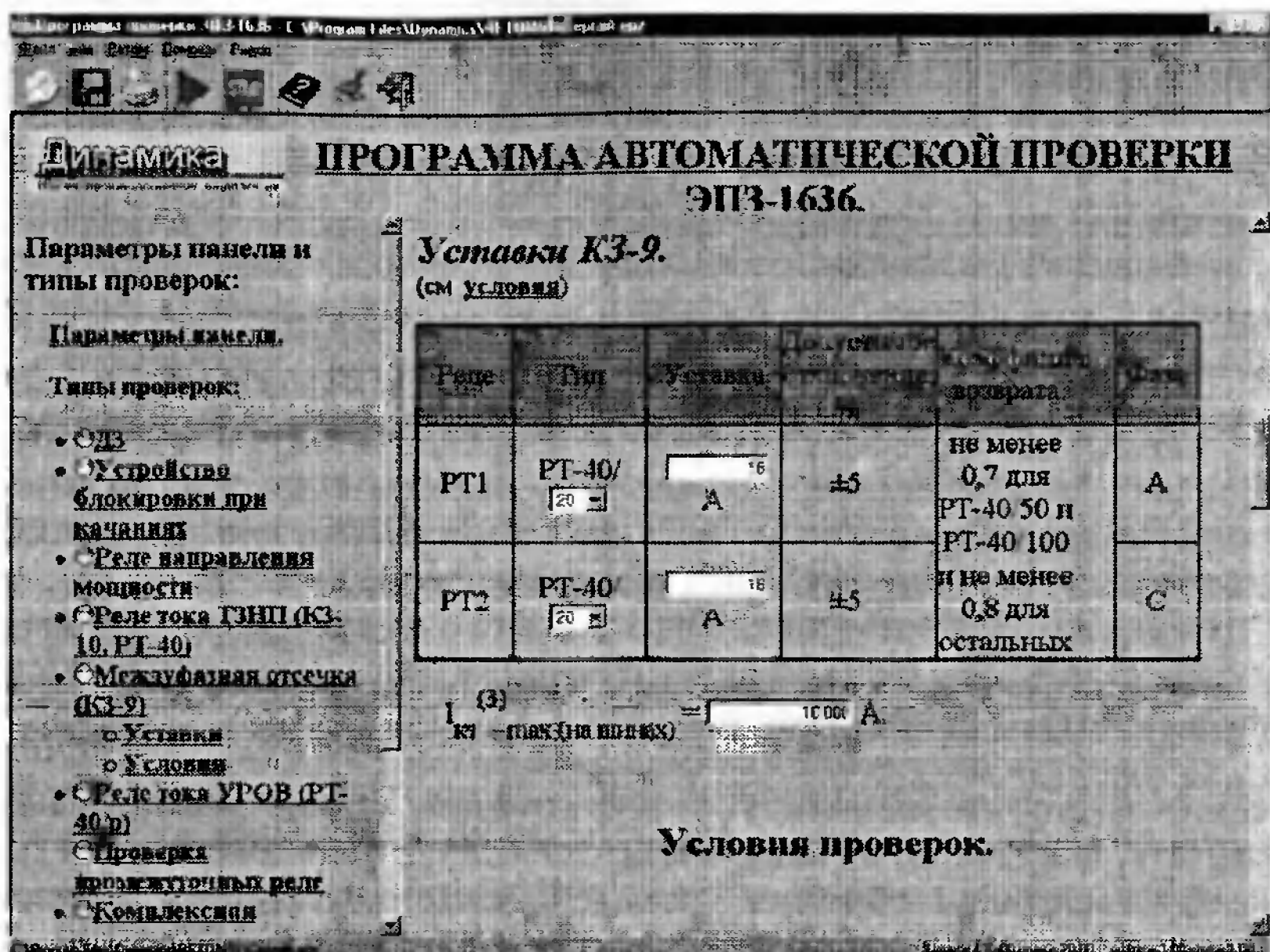


Рис. 3.43. Окно Уставки КЗ-9

3.12.1. Алгоритм проверки

Алгоритмы поиска токов срабатывания $I_{ср}$ и возврата $I_{вз}$ и проверки отсутствия вибрации контактов аналогичны алгоритмам "Проверка ТЗНП".

А. Проверка тока срабатывания и тока возврата. Для нахождения $I_{ср}$ ток изменяется от I_{min} до I_{max} с заданным шагом, увеличенным в 4 раза ($4\Delta I$). Это грубый шаг. После срабатывания текущее значение тока возвращается на предшествующий шаг, и ток срабатывания определяется более точно, с шагом ΔI . При нахождении тока возврата $I_{вз}$ после определения $I_{ср}$ значение тока увеличивается до I_{max} (для поджатия контактов реле) и начинается поиск $I_{вз}$. Ток уменьшается на ΔI непрерывно ($T_{ХХ}$ и $T_{п}$ равны нулю).

Время ожидания на каждом шаге равно $T_{КЗ}$. Подача может быть импульсной или непрерывной. Для создания непрерывного режима времена $T_{ХХ}$ и $T_{п}$ задаются равными нулю.

Б. Проверка отсутствия вибрации контактов. При проверке в течение заданного времени $T_{КЗ}$, достаточного для того, чтобы проверяющий успел проверить, искрят или не искрят контакты, ток увеличивается от I_{min} до I_{max} с шагом ΔI . В течение времени $T_{КЗ}$ анали-

游 記 遊 記

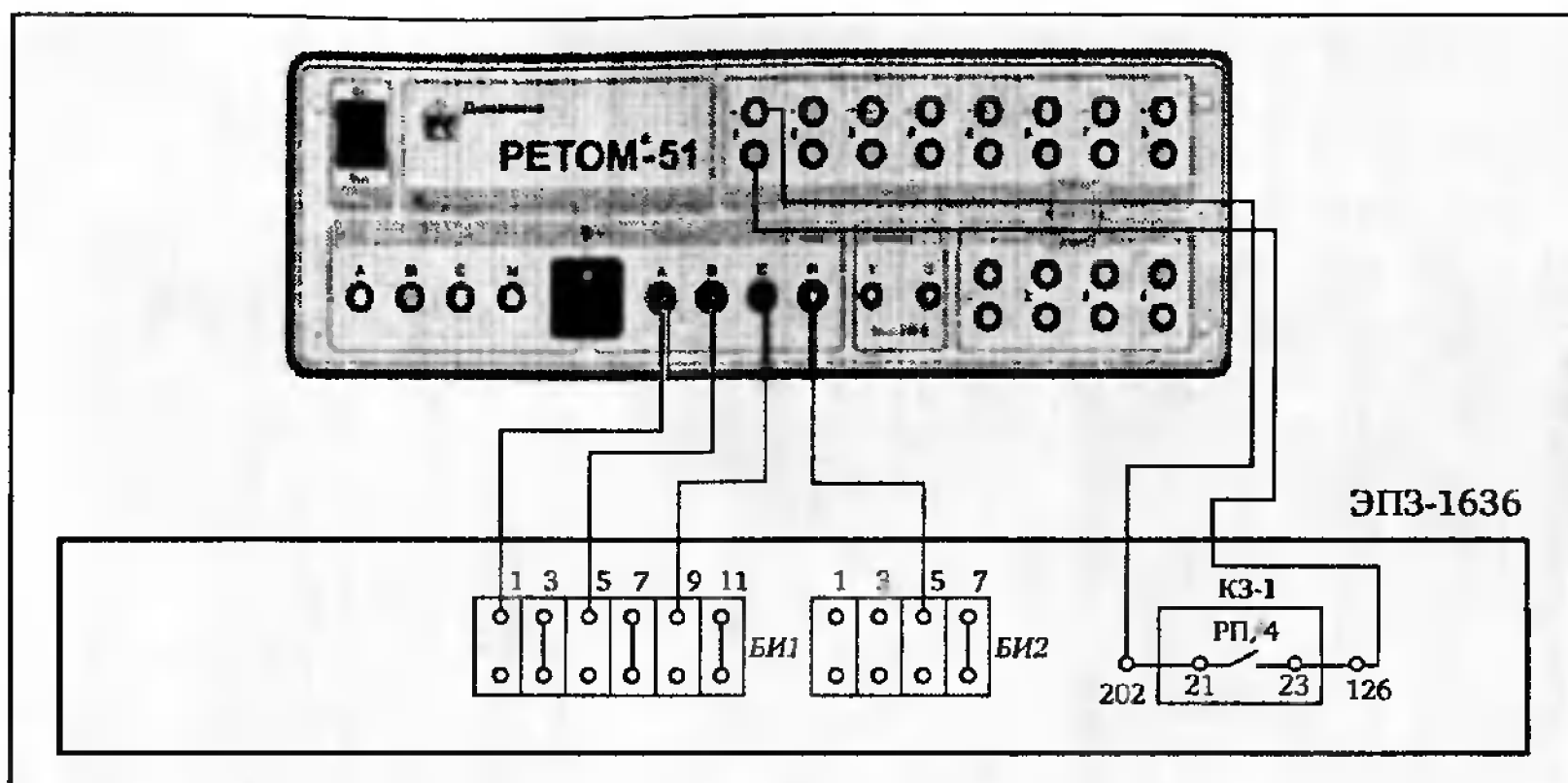


Рис. 3.45. Схема проверки блока КЗ-9 в составе панели

зируется поведение контакта. Если произошел возврат якоря реле (контакты разомкнулись), то в протоколе будет записана неисправность и сделана отметка, на каком токе замечена вибрация.

Если требуется производить проверку токов срабатывания и возврата или отсутствие вибрации при токах больших 20 А, следует установить флажок " $I_{уст\ max} > 20\ A$ " в нижней части рабочего окна.

3.13. ПРОВЕРКА РЕЛЕ ТОКА ДЛЯ УРОВ (РТ-40/Р)

Программа обеспечивает возможность пользователю проверить основные характеристики реле:

- ток срабатывания;
- ток возврата.

Внимание! Проверка реле тока УРОВ, в отличие от других проверок панели, допускается только при выведении из работы защищаемой линии, так как для этого требуется подключение к токовым цепям линии испытательных блоков в токовых цепях панели!

После окончания проверки токовые цепи линии на панели необходимо восстановить в исходное состояние!

Внешний вид окон, порядок и последовательность работы ничем не отличаются от таковых в предыдущих проверках.

Имеется два варианта схем подключения: в составе панели (рис. 3.46, а) и как отдельный блок (рис. 3.46, б).

3.13.1. Алгоритмы проверки

Ток срабатывания реле $I_{ср}$ определяется путем плавного увеличения тока от I_{min} до I_{max} с шагом ΔI . Время ожидания на каждом шаге

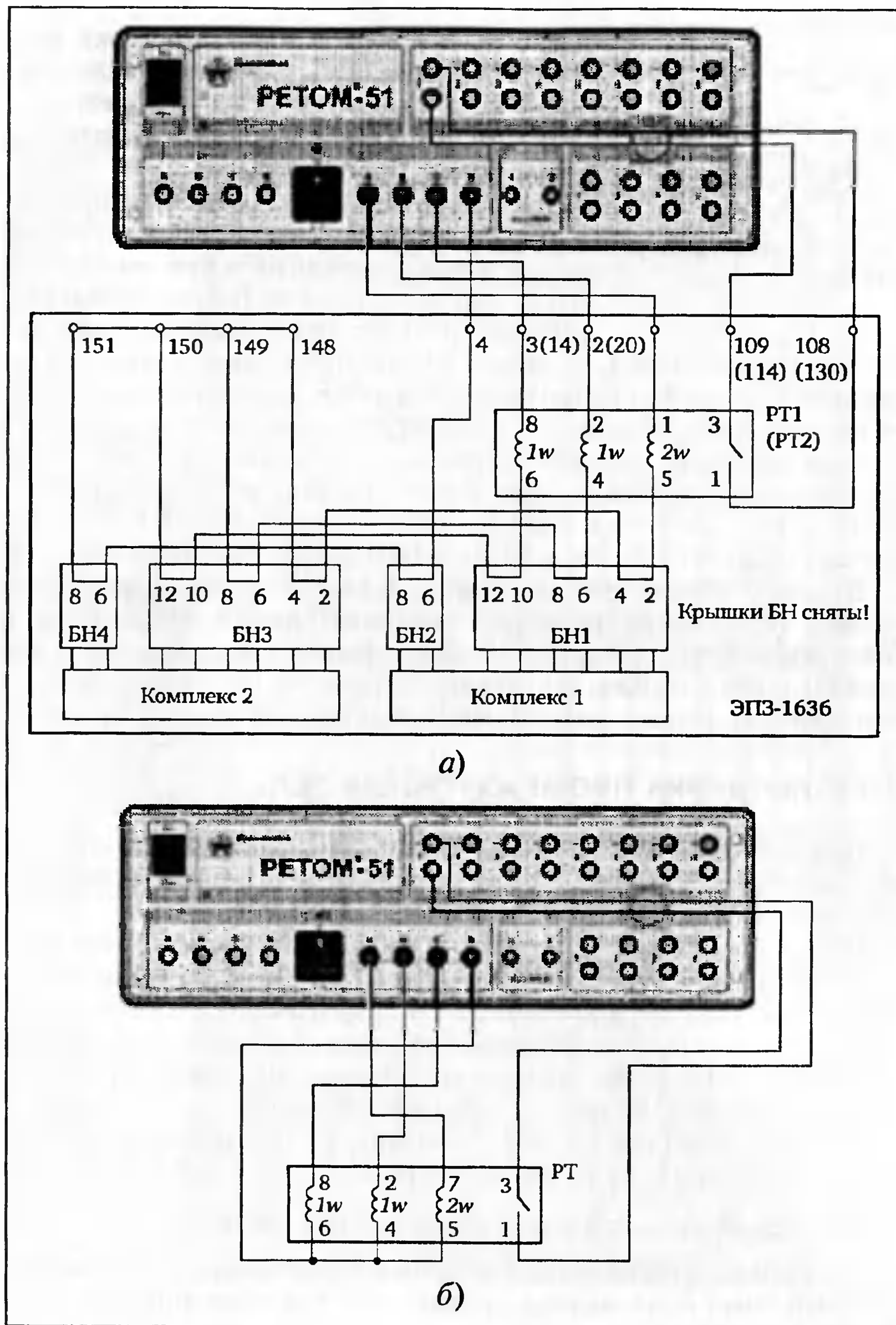


Рис. 3.46. Схема подключения при проверке реле УРОВ:
а — в составе панели; б — как отдельный блок

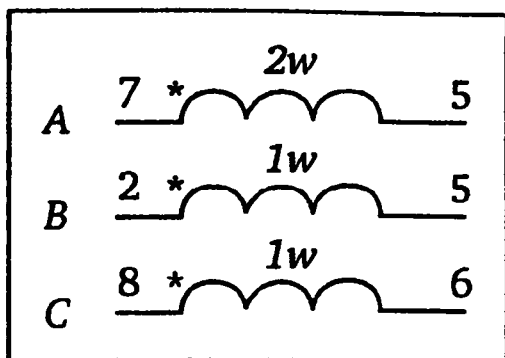


Рис. 3.47. Обмотки реле УРОВ

равно заданному в условиях проверки времени КЗ. После срабатывания текущее значение тока возвращается на предшествующий шаг, и ток срабатывания определяется более точно, с шагом $\Delta I/4$.

Для измерения тока возврата программа после срабатывания реле увеличивает ток до I_{\max} , а затем с заданным шагом уменьшает его до тока возврата реле. После нахождения тока возврата (грубого) текущее значение тока поднимается до I_{\max} (до поджима контакта) и возвращается на предшествующий шаг до возврата по грубому шагу. Шаг уменьшается в 4 раза, и ток возврата определяется более точно. При этом длительная вибрация контакта вблизи тока срабатывания (при плохом регулировании контактной системы) может привести к неправильному измерению тока и коэффициента возврата (более 1). В таких случаях следует провести регулирование контактной системы.

В связи с тем что при разных видах КЗ в реле работают обмотки с разным числом витков и разной полярности (рис. 3.47) ожидаемый ток срабатывания при одной и той же уставке для разных видов КЗ различен, что и отражено в колонке протокола $I_{\text{ср.ож}}$. Диапазон токов проверки уставок должен охватывать уставки по всем фазам.

3.14. ПРОВЕРКА ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЕ

При выборе данного пункта проверки в окне программы появляется таблица параметров промежуточных реле из протокола проверки панели ЭПЗ-1636 (рис. 3.48).

При измерениях необходимо использовать соответствующие проверке программные (виртуальные) цифровые измерительные приборы — вольтметр, амперметр или секундомер, а также окно мониторинга входов, с помощью которых можно производить измерения напряжения, тока и времени срабатывания и возврата промежуточных и сигнальных реле и следить за положением их контактов.

С использованием внешнего амперметра программа позволяет внести в протокол ток удерживания реле от токовой обмотки.

3.14.1. Проверка напряжений срабатывания и возврата

Эта проверка проводится с помощью программного вольтметра, который имеет поля задания данных — это три редактируемых поля справа у прибора:

Мин — нижнее значение изменения напряжения;

Шаг — шаг изменения напряжения;

Макс — верхнее значение изменения напряжения.

Для ввода данных необходимо выбрать одно из этих полей, при этом поле изменит свой цвет с синего на красный, после чего с клавиатуры можно будет ввести нужное значение. Вводить и изменять эти значения можно и с помощью клавиш, расположенных в нижней части прибора:

← — уменьшение величины на шаг;

→ — увеличение величины на шаг;

↑ — увеличение шага (эта функция может выполняться в процессе регулирования величины);

↓ — уменьшение шага (эта функция может выполняться в процессе регулирования величины).

Все клавиши работают в режиме автоповтора, что упрощает процесс регулирования. Значения величин отражаются в полях задания данных.

Ввод заканчивается нажатием кнопки *Enter*. Цвет поля возвращается к синему.

Для проверки напряжения срабатывания реле нужно правильно подсоединить его обмотку и контакт к прибору РЕТОМ, выбрать номер входа и тип контакта, а затем, пользуясь кнопками прибора, изменить напряжение. При переключении реле напряжения срабатывания и возврата отображаются в полях *Срабатывание* и *Возврат*, откуда они автоматически переносятся в протокол, в графу проверяемого реле.

Напряжение на реле подается только после пуска проверки.

3.14.2. Проверка тока и напряжения удерживания реле

Для измерения тока удерживания промежуточного или указательного реле в удерживающую обмотку реле включается дополнительный миллиамперметр постоянного тока. С помощью программируемого вольтметра из окна программы на реле подается регулируемое напряжение, по шкале миллиамперметра определяется ток при возврате реле, и его значение вручную вносится в редактируемое окно, откуда оно автоматически переносится в строку протокола, относящуюся к проверяемому реле. Напряжение удерживания реле измеряется автоматически и требует только переключения в испытательной схеме.

3.14.3. Проверка времен срабатывания и возврата

Измерение времени и управление подачей на реле заданных значений проводятся виртуальным секундомером. При проверке начальное и конечное значения напряжения задаются в верхних окнах настройки прибора *Мин* и *Макс*.

Таблица 3.3

№ п/п	Реле	Подать + $U_{пр}$ на зажим комп- лекта или реле	Зажимы и тип контакта	$[U_{ср}]$, В, или $[I_{ср}]$, А	$[U_{вз}]$, В	$[t_{ср}]$, с	$[t_{вз}]$, с	Примечания
ДЗ-2								
1	1РП	24	33 – 37 НО/2	132 – 154	–	–	$0,1 - 0,15$	Разомкнуть Н1. Поджать якорь 2РП
		1РП:20		–	> 132	–	–	Проверка удерживающей обмотки. Разомкнуть Н1. Установить 30 – 32 в блоке ДЗ-2. Срабатывание от руки
2	2РП	49	39 – 51 НО/2	132 – 154	> 11	~ 0,045	–	Снять 31 – 32 Х. Переключатель П в положении “Р”
3	3РП	1РП:20	39 – 61 НО/3	132 – 154	> 11	~ 0,05	–	Установить 30 – 32 в блоке ДЗ-2, разомкнуть Н2
4	4РП	65	74 – 76 НО/1	< 132	–	~ 0,025	–	Разомкнуть Н4, Н12
		37		–	> 100	–	–	То же. Проверка удержания через R41. Срабатывание от руки
5	4РП + 1РУ	25	РУ: 58 – 36	< 132	–	–	–	Поджать якорь 1РП и 4РП
6	4РП + 2РУ	1РВ:9			–	–	–	–
7	4РП + 3РУ	1РВ:6			–	–	–	–
8	4РП + 4РУ	45			–	–	–	–
9	4РП + 5РУ	63			–	–	–	Поджать якорь 6РП
10	5РП	15	33 – 35 НО/2	< 154	> 11	~ 0,045	–	Поджать якорь К1 блока КРБ
11	6РП	31	50 – 52 НО/4	< 154	> 11	~ 0,06	$0,3 - 0,5$	–
12	ЛС	36	8 – 10 НЗ/1	< 154	> 11	–	–	Установить 34 – 36 в блоке ДЗ-2. Переключатель П в положении “К”
		Визуально	< 176	–	–	–	–	–
13	РП8	“+” – 79 “–” – 73	58 – 60 НЗ	26 – 27	> 20,8	–	–	Вынуть платы НИ! $U_{исп} < 30$ В!

№ п/п	Реле	Подать + $U_{\text{пр}}$ на зажим комп- лекта или реле	Зажимы и тип контакта	$[U_{\text{ср}}]$, В, или $[I_{\text{ср}}]$, А	$[U_{\text{вз}}]$, В	$[t_{\text{ср}}]$, с	$[t_{\text{вз}}]$, с	Примечания
14	<i>P</i>	“+” – 19; “–” – 16 (2РС-2Ш)	47 – 1РП:20	< 14,4	–	–	–	Вынуть платы НИ! $U_{\text{исп}} < 30$ В!
15	<i>1PB</i>	17	1PB:(4 – 3) НО/1	< 154	> 11	–	–	–
			7 – 9 – 1PB	–	–	$T_{\text{уст1}}$	–	–
			8 – 6 – 1PB	–	–	$T_{\text{уст2}}$	–	–
16	<i>2PB</i>	29	4 – 3 – 2PB	< 154	> 11	–	–	–
			11 – 28	–	–	$T_{\text{уст1}}$	–	–
			11 – 43	–	–	$T_{\text{уст2}}$	–	–
КРБ-126 (-125)								
1	<i>K1</i>	24	5 – 7 НЗ/4	< 154	–	–	–	Отжать якорь КЗ
				–	> 11	–	> 0,008	Поджать якорь КЗ
2	<i>K2</i>		КТ:11 – 30	< 154	–	–	–	Отжать якорь КЗ
				–	> 11	–	–	Поджать якорь КЗ
3	<i>K3</i>	24	1 – 3 НЗ/2	< 154	> 11	–	0,32 – 0,4 4	Без С1'. Снята 25 – 27. Поджать якорь К1, К2
							0,48 – 0,6 6	С С1'. Установлена 25 – 27. Поджать якорь К1, К2
4	<i>КТ</i>	–	24 – 21	< 154	–	–	–	Отжать якорь КЗ
				–	> 11	–	–	Поджать якорь КЗ
			КТ:3 – 30	–	–	$T_{\text{уст}}$	–	–
КЗ-9								
1	<i>РП</i>	8	21 – 23 НО/4	< 154	> 11	< 0,1	< 0,1	Установлена 7 – 9
				< 154	> 11	< 0,05	< 0,1	Снята 7 – 9

Продолжение табл. 3.3

№ п/п	Реле	Подать + $U_{\text{пр}}$ на зажим комп- лекта или реле	Зажимы и тип контакта	$[U_{\text{ср}}]$, В, или $[I_{\text{ср}}]$, А	$[U_{\text{вз}}]$, В	$[t_{\text{ср}}]$, с	$[t_{\text{вз}}]$, с	Примечания
2	РП + РУ	5	20 – 22 НО/1	< 154	–	–	–	Поджать якорь КЗ
КЗ-10								
1	РП1	20	15 – 25 НО/2	< 154	> 11	< 0,04	–	Снять 21 – 23
2	РП2	78	15 – 27 НЗ/2	< 154	> 11	< 0,04	–	Снять 25 – 27. Переключатель “П” в по- ложении “К”
3	РП3	18	3 – 5 НО/3	< 154	> 11	< 0,05	< 100	10 – 12 снята
				< 154	> 11	< 0,1	< 100	10 – 12 установлена
4	РП4	18	15 – 26 НО/1	< 154	> 11	< 0,04	–	
5	РП5	“+” – 47 “–” – 51	7 – 17 НЗ	26 – 27	> 20,8	–	–	Поляризованное реле БП комплекта КЗ-10. Отключить провода от 47 – 49 – 51 КЗ-10. $U_{\text{исп}} < 30$ В!
6	РВ1	РВ1:12	15 – 33 НО/1 15 – РВ1:7 НО/2	< 154 –	– –	– $T_{\text{уст}}$	– –	–
7	РВ2	РВ2:12	15 – 39 НО/1 5 – 37 НО/2 5 – 35 НО/2	< 154 – –	– – –	– $T_{\text{уст1}}$ $T_{\text{уст2}}$	– – –	Разомкнуть 37 – 39 комплекта КЗ-10
8	РВ3	1	15 – 53 НО/1 15 – 55 НО/2 15 – 57 НО/3	< 154 – –	– – –	– $T_{\text{уст1}}$ $T_{\text{уст2}}$	– – –	177 – 178 – 179Х, 37 – 39 комплекта КЗ-10. Снять 166 – 167Х
9	РВ4	50	РВ4:3 – РВ4:4 НО/2 15 – РВ4:7 НО/2	< 154 –	– –	– $T_{\text{уст}}$	– –	– Снять 44 – 46 – 48 – 50 – 52ХН10

№ п/п	Реле	Подать + $U_{\text{пр}}$ на зажим комп- лекта или реле	Зажимы и тип контакта	$[U_{\text{ср}}]$, В, или $[I_{\text{ср}}]$, А	$[U_{\text{вз}}]$, В	$[t_{\text{ср}}]$, с	$[t_{\text{вз}}]$, с	Примечания
10	КН1	“+” — РУ...:1	60 — 30	1	—	—	—	Заклинить якорь реле РП4 подтянутым
11	КН2							
12	КН3							
13	КН4							
14	КН5							
Реле на панели								
1	РП1	12	РП1:7 — РП1:3 НО/2	< 154	> 11	—	—	Выходное реле 1-го комплекса
2	РП2	12	РП2:7 — РП2:9 НО/3	< 154	> 11	—	> 0,1	Демпферная обмотка замкнута
							> 0,05	Демпферная обмотка разомкнута
							—	.
3	РПУ1	11	87 — 88ХНО/4	< 154	> 11	—	> 0,8	Снята 106 — 105Х
							> 1,3	Установлена 106 — 105Х
							—	
4	РПУ2	11	87 — 88Х	< 154	> 11	—	—	
5	РУ1	“+” — РУ...:1; “_” — РУ...:2	РУ...:3 — РУ...:5	1	—	—	—	БНН
6	РУ2							БП 1-го комплекса
7	РУ3							БП 2-го комплекса
8	РУ4							Действие на Q1
9	РУ5							Действие на Q2

Примечания к табл. 3.3:

1. Если в колонке “Примечания” есть варианты со снятой или установленной перемычкой, то проверку следует делать только для варианта, имеющего место на данной панели.
2. Первая позиция в обозначении контакта — та, которую нужно подключить к зажиму “+” дискретного входа РЕТОМ.
3. Зажимы комплекта обозначены просто цифрами; зажимы реле — после двоеточия.

В нижней части секундомера расположены четыре клавиши:

Старт — для скачкообразного изменения напряжения и запуска секундомера. Останов секундомера производится контактом проверяемого реле. Время срабатывания (возврата) фиксируется на шкале секундомера;

Сброс — для сброса показаний секундомера и восстановления предшествующего старту режима;

Мин-Макс — при нажатии этой кнопки РЕТОМ программируется так, что напряжение при проверке изменяется от меньшего значения *Мин* до большего *Макс*. При выборе этого режима кнопка *Мин-Макс* “утапливается”;

Макс-Мин — напряжение при проверке изменяется от большего значения *Макс* до меньшего *Мин*. При выборе этого режима кнопка *Макс-Мин* “утапливается”.

Для измерения времени срабатывания или возврата нужно выбрать тип контакта и номер входа РЕТОМ, направление изменения напряжения (*Мин-Макс* или *Макс-Мин*) и затем нажать кнопку *Старт*. Измеренное время фиксируется в окнах на панели секундомера и в полях *Срабатывание* или *Возврат*, откуда автоматически переносится в протокол, в графу проверяемого реле.

Опыты можно многократно повторять. При этом в нередактируемых окнах *Срабатывание* и *Возврат* фиксируются последние измеренные значения времен срабатывания и возврата.

3.14.4. Указания по подключению прибора

С панели необходимо снять питание защит (автоматом питания), цепей сигнализации и цепей отключения выключателей! Вставляются испытательные блоки *БИ5*, *БИ6* и подается “—” напряжения проверки $U_{пр}$ на зажим панели *X130*.

В табл. 3.3 приведены сведения о выводах, на которые нужно подавать напряжение при проверке и на которых проводится контроль состояния этих реле; сведения об объеме проверки реле; сведения о допустимых напряжениях и временах срабатывания и возврата реле (в квадратных скобках); дополнительные указания, относящиеся к отдельным проверкам.

3.15. КОМПЛЕКСНАЯ ПРОВЕРКА ПАНЕЛИ ЭПЗ-1636

Заключительной частью проверки панели ЭПЗ-1636 является комплексная проверка защиты. Окно комплексной проверки целиком не помещается на экране, поэтому для задания всех условий и запуска проверок применяется прокрутка экрана (скроллинг). На рис. 3.49 показан внешний вид окна с комментария-

Рис. 3.49. Окно комплексной проверки панели

ми и описанием проверок, а на рис. 3.50 – 3.52 приведены схемы подключений.

В табл. 3.4 перечислены режимы работы панели и необходимые перемычки, соответствующие этим режимам.

Времена срабатывания II, III и IV ступеней ТЗНП (рис. 3.53) проверяются программой автоматически, последовательно при нажатии кнопки “Начать проверку”.

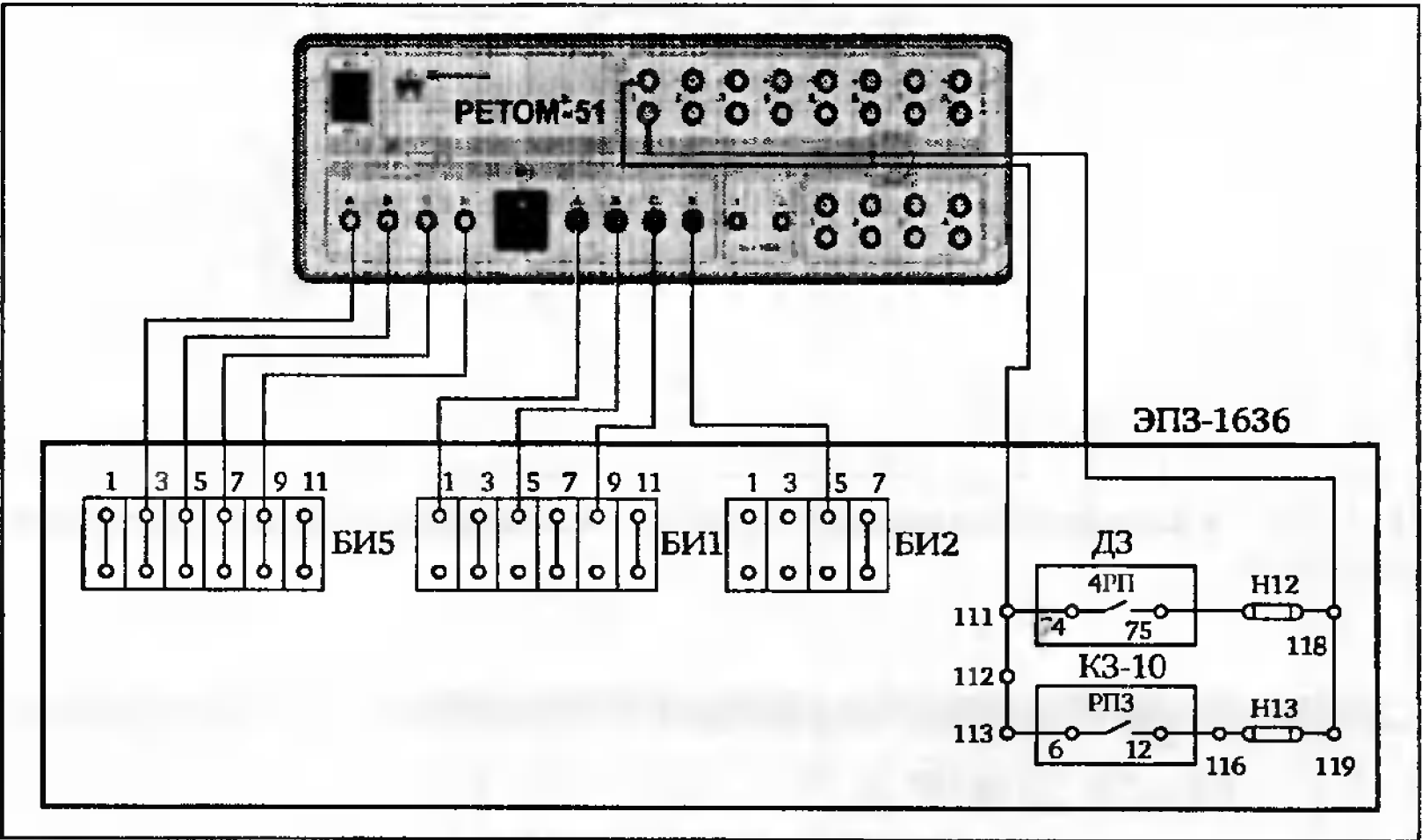


Рис. 3.50. Схема подключения при проверке дистанционной защиты

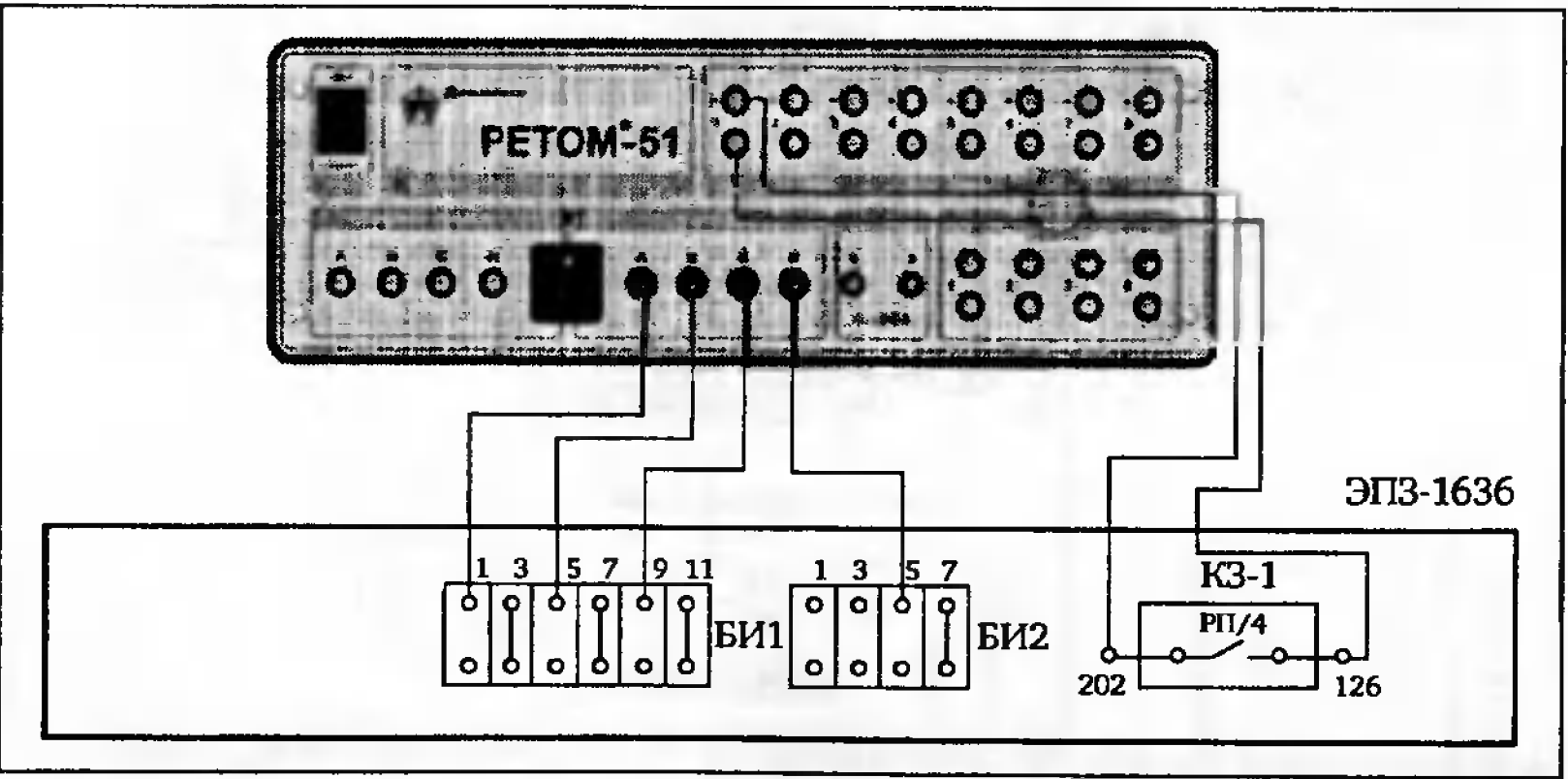


Рис. 3.51. Схема подключения при проверке междуфазной токовой отсечки

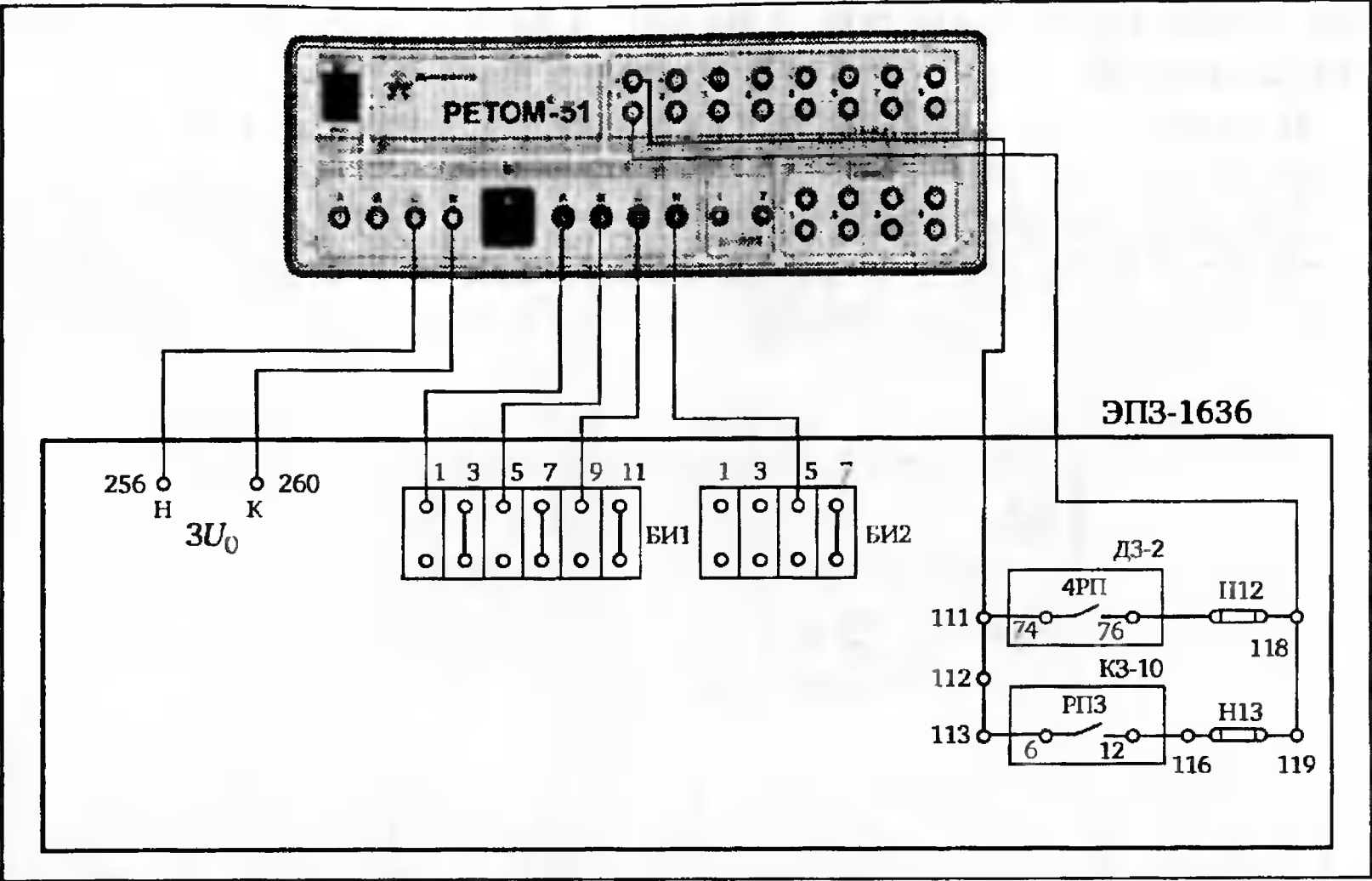


Рис. 3.52. Схема подключения при проверке токовой защиты нулевой последовательности

Файл Вид Реле Ток. Блок

КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОВЕРКИ ПАНЕЛИ ЭПЗ-1636

Параметры проверки

- Проверка
 - Проверка работы ДЗ при близких КЗ
 - Время срабатывания ДЗ с ускорением
 - Ступенчатая характеристика ДЗ
 - Время МФО
 - Время срабатывания ТЗНП с ускорением
 - Ступенчатая характеристика ТЗНП
- Протокол

Реле	К1	К2	Фаза
Г 1РТ	0.9	0.9	AB
Г 2РТ			BC

Начать проверку

Уставки для ТЗНП

Ступень	I, A	T, c	[ΔT], c	ΔT, %
I-я (1РТ)	4	0.1	0.1	10
II-я (2РТ)	3	0.2	0.1	10
III-я (3РТ)	2	0.3	0.1	10
IV-я (РТ40)	1	0.4	0.1	10

Время срабатывания ТЗНП с ускорением

Ипр.= 1.3 * Iуст Начать проверку

Условие снятия ступенчатой характеристики ТЗНП.

3U0:	3 В	К1:	0.9	Tх.л.	0.5 с
фаз:	75 °	К2:	1.3	Tх.з.	0.5 с
				Tпауза	0.2 с

Начать проверку

ЭПЗ-1636.exe Уставка=120.0 Iуст=20.0 И.пр=1.0 И.тп=1.0

Рис. 3.53. Внешний вид протокола при комплексной проверке ТЗНП

Таблица 3.4

Режим	Степень											
	I			II			III			IV		
Ввод в работу				183 – 184			185 – 186			54 – (53 или 55, или 29)		
Вывод задержки по времени	46 – 48*			=			=			=		
Направлен-ность	Нет	PM ₀	PM _Р или PM _Б	Нет	PM _Р	PM _Р или PM _Б	Нет	PM _Р	PM _Р или PM _Б	Нет	PM _Р	PM _Р или PM _Б
	21 – 23*	–	=	23 – 25*	–	25 – 27*	41 – 43*	–	43 – 45*	28 – 29 – 54	53 – 54 49 – 50	54 – 55 49 – 50
Ускорение при включе-нии	=			107 – 106, Н11 (2 – 3)								
				177 – 176			177 – 178			=		
				t = 0	t = 0,5 с	t = 0	t > 0					
				52 – 54*	50 – 52*	52 – 54*	50 – 52*					
Оперативное ускорение, t = 0	=			Н5 (2 – 3)								
				=			t = 0	t < 0	Н3 (1 – 2), 43 – 45*			
							37 – 39*	–				

Примечание. Выводы панели, которые надо замкнуть в панели для проверки соответствующего режима, обозначены просто цифрами, а выводы комплекта реле — цифрами со значком *. Прочерк означает, что перемычка не установлена, а две черты — что данная возможность отсутствует.

При этой проверке программа сама устанавливает ток, на 30 % превышающий уставку реле тока соответствующей ступени, и результат записывает в трех окнах *Протокола* (для времени ускорения II, III и IV ступеней).

Для того, чтобы в эти окна были записаны нужные (проверяемые) времена, следует создать условия для работы ступеней с ускорением:

- II ступени — от мгновенного контакта реле *PВ1*, при установленной перемычке *X176 — X177*, через замкнутый контакт реле *РПУ* (создать условия для его замыкания!), с замедлением (установить перемычку *50 — 52* комплекта КЗ-2) или без него (установить перемычку *54 — 52* комплекта КЗ-2);

- III ступени — от мгновенного контакта реле *PВ2*, при установленной перемычке *X178 — X177*, либо через замкнутый контакт реле *РПУ* (создать условия для его замыкания!), с замедлением (установить перемычку *50 — 52* комплекта КЗ-2) или без него (установить перемычку *54 — 52* комплекта КЗ-2), либо через цепи действия каскадной отсечки (ускорения от защиты параллельной линии — собрать цепь ее действия!), также с замедлением или без него, либо через оперативную накладку *H5*;

- IV ступени — от проскальзывающего контакта реле *PВ2*, при установленной перемычке *X47 — X48*.

Программно-аппаратный комплекс “РЕТОМ-51”

ПЗ.1. Состав системы и требования к ее компонентам

Состав комплекса РЕТОМ-51:

- устройство РЕТОМ-51 (рис. ПЗ.1);
- управляющее устройство на базе персонального компьютера (ПК);
- принтер для распечатки протоколов испытаний;
- программное обеспечение.

Устройство РЕТОМ-51 работает под управлением компьютера со следующей минимальной конфигурацией:

- процессор Pentium-III 800 МГц, рекомендуется 1200 МГц и более;
- ОЗУ 128 Мб, рекомендуется 256 Мб и более;
- дисплей SVGA с разрешением 800 × 600, рекомендуется 1280 × 1024;
- порт USB 1.1/2.0 и/или COM. Для подключения устройства рекомендуется использовать порт USB, так как он более скоростной;
- привод CD-ROM для установки ПО;
- стандартная клавиатура и координатное устройство типа Mouse (“мышь”);
- операционная система Windows XP (2000), возможна работа и с Windows-98, но нежелательна, так как в ней не реализованы многие необходимые функции;

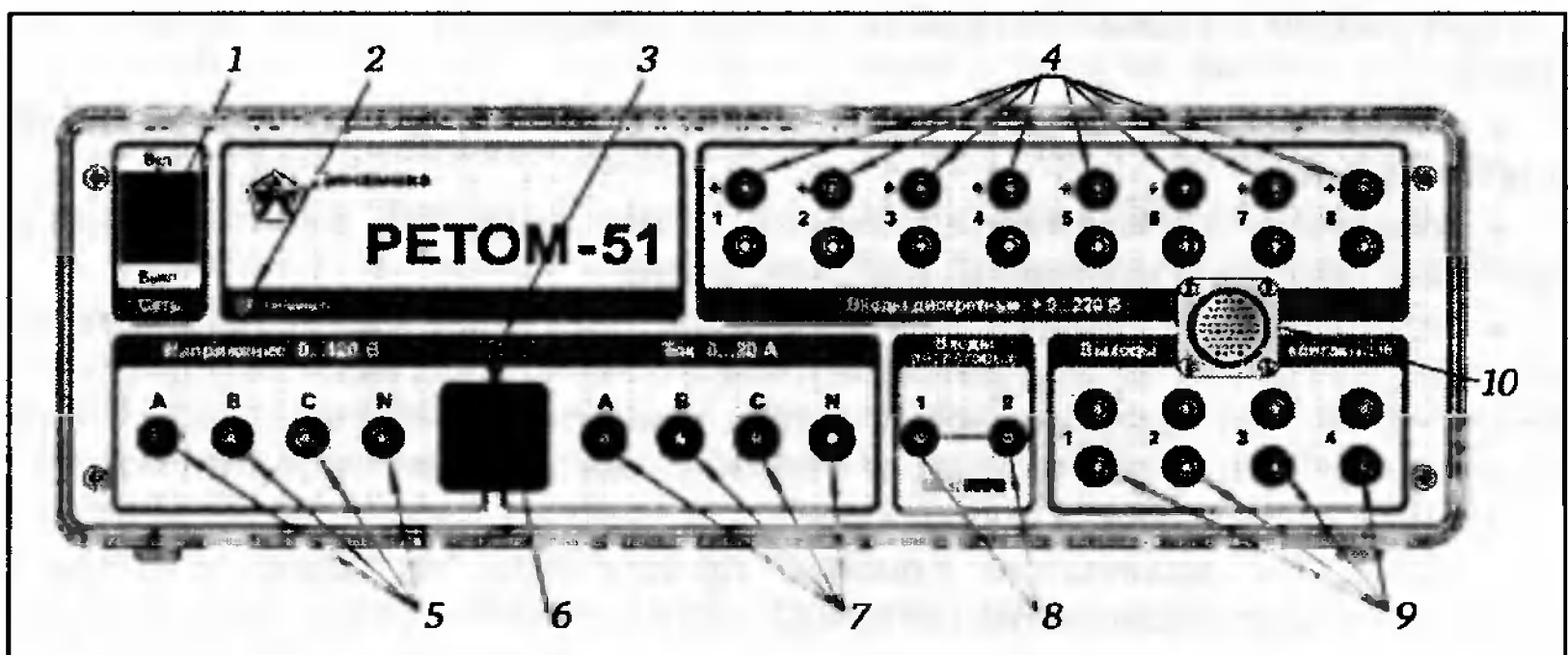


Рис. ПЗ.1. Лицевая панель РЕТОМ-51:

1 — выключатель Сеть; 2 — индикатор готовности; 3 — индикатор высокого напряжения; 4 — клеммы дискретных входов (восемь входов); 5 — клеммы выходов источников напряжения (U_A , U_B , U_C , U_N); 6 — разъем для подключения внешнего силового кабеля КС-51.01, гальванически связан с выходами 5 и 7 источников тока и напряжения; 7 — клеммы выходов источников тока (I_A , I_B , I_C , I_N); 8 — разъемы аналоговых входов; 9 — клеммы контактных выходов; 10 — разъем для подключения внешнего информационного кабеля КИ-51.01 (гальванически связан с клеммами 4, 9)

- для специальных программ рекомендуется Internet Explorer версия 6.0 и выше.

П3.2. Меры безопасности при работе с системой

В приборе РЕТОМ-51 предусмотрены специальные меры, обеспечивающие безопасность проведения работ, защиту самого РЕТОМ-51 и, что очень важно, защиту аппаратуры РЗиА.

К программно-аппаратным мерам относятся:

- защита и сигнализация о наличии холостого хода в цепях тока на выходе РЕТОМ-51. Этот режим не опасен для самого прибора, но свидетельствует о неисправностях в цепях тока проверяемой защиты, ошибках в схеме ее подключения либо о большом сопротивлении нагрузки;
- защита и сигнализация о наличии КЗ в цепях напряжения на выходе РЕТОМ-51. Срабатывание защиты свидетельствует о неисправностях в цепях напряжения проверяемой защиты или ошибках в схеме ее подключения;
- температурная защита каналов тока и напряжения. РЕТОМ-51 прекращает выдачу токов и напряжений в случае перегрева одного из каналов и сигнализирует об этом в виде сообщения на экране компьютера, что позволяет предотвратить выход прибора из строя. При выдаче источниками тока и напряжения максимальной выходной мощности время работы не менее 10 мин;
- защита и сигнализация о неисправностях в линии связи с компьютером. Выдается сообщение о том, что устройство РЕТОМ-51 не подключено;
- защита усилителя напряжения от подачи на него внешнего напряжения.

При работе с системой необходимо придерживаться нескольких простых правил:

- перед началом работы изучить поставляемую с ней техническую документацию;
- соблюдать требования безопасной эксплуатации ПК в соответствии с требованиями ее технической документации.
- переключение соединительных концов производить при отключенном устройстве, так как на выходных клеммах и на контактах выходного разъема присутствует или в любое время может появиться высокое, опасное для жизни напряжение независимо от способа подключения нагрузки. Отключение можно выполнить программно;
- повторное включение прибора производить не ранее чем через 1 — 2 мин после отключения от сети;
- не подключать проверяемую защиту к токовым каналам без использования клеммы N;
- подключение РЕТОМ-51 к компьютеру с применением порта COM производить только при выключенном приборе и компьютере. Применение порта USB позволяет выполнить подключение в “горячем” режиме, т.е. без отключения от сети;
- программное обеспечение для РЕТОМ-51 работает только под управлением операционной системы Windows (98, XP, 2000, Vista). Другие системы не подходят;

- перед программным включением прибора РЕТОМ-51 (программный рубильник в ручном управлении или кнопка “Пуск” в автоматических программах) дождаться загорания зеленого светодиода “Готов” на передней панели прибора;

- отключать прибор от сети разрешается только или после закрытия программы “Реле-Томограф-51”, или после нажатия специальной иконки со значком “Вилка”;

- при работе с токовыми каналами неиспользуемые выходы подсоединить к клемме *N*;

- компьютер и РЕТОМ должны быть подключены к одной фазе 200 В;

- во время работы контролировать появление сообщений о неисправностях или ненормальных режимах и своевременно принимать меры к их устранению.

Действия, которые могут вывести прибор из строя:

- подача на выходы усилителей внешнего напряжения более 20 В;

- замыкание во время работы цепей тока и напряжения;

- подключение нагрузки к токовым каналам без использования клеммы *N*;

- подача напряжения более 700 В на аналоговые входы;

- коммутация большого тока дискретными выходами (более 10 А с активной нагрузкой или более 3 А с индуктивной нагрузкой).

Меры безопасности при использовании компьютера:

- повторное включение компьютера производить через 1 — 2 мин;

- нельзя подключать прибор и компьютер к источнику сетевого питания: если шнур питания или разъем поврежден или имеет дефекты, ПК попал под дождь или воду, поврежден корпус ПК;

- нельзя открывать крышку ноутбука за один из ее углов, так как при этом происходят перекося крышки и повреждения дисплея. Нельзя применять значительную физическую силу при воздействии на защелки ноутбука, так как это может привести к их повреждению.

Необходимо немедленно отключить ПК и РЕТОМ-51 от сети, если они:

- не работают нормально, когда все инструкции соблюдаются;

- проявляют необычное изменение своих характеристик, что указывает на потребность в ремонте.

Чистку прибора и ПК можно выполнять только после отключения от сети. Нельзя использовать жидкие или аэрозольные очистители. Для протирки экрана монитора следует пользоваться мягкой тканью или специальными салфетками.

П3.3. Установка программного обеспечения

Для работы комплекса на компьютере должна быть установлена программа “Реле-Томограф-51”. Она поставляется фирмой-изготовителем вместе с прибором. Эта программа не имеет ограничений по применению. Ее можно устанавливать любое количество раз на любое число компьютеров.

При установке с компакт-диска система автоматически запускается и предлагает выполнить установку программы “Реле-Томограф-51”. Порядок действия при этом простой — нажатие на кнопку “Далее”.

ПЗ.4. Обновление программы внутри РЕТОМ-51

Внимание. В связи с постоянным усовершенствованием прибора РЕТОМ-51 выполнять обновление программы внутри него необходимо по инструкции, приведенной в руководстве по эксплуатации данного прибора.

ПЗ.5. Калибровка РЕТОМ-51

Для проверки устройств РЗА необходимо использовать только прошедшие калибровку и имеющие соответствующий протокол устройства РЕТОМ-51. Периодичность проверки — 1 раз в год. Поверку и калибровку системы выполняют в соответствии с инструкцией, приведенной в руководстве по эксплуатации.

ПЗ.6. Основные технические данные РЕТОМ-51

В табл. ПЗ.1 приведены основные технические данные прибора РЕТОМ-51 только для нормируемых метрологических характеристик. Его можно использовать и при выдаче меньших значений тока и напряжения, но при этом следует воспользоваться отдельными выносными приборами для контроля формы сигнала и его величины. Остальные технические данные можно найти в [18, 19].

Таблица ПЗ.1

Параметр	Значение
<i>Источники тока</i>	
Количество каналов	3
Диапазон изменения тока, А:	
в трехфазном режиме в каждом канале	0,05 – 20
в однофазном режиме	0,15 – 60
в режиме источника постоянного тока	0,1 – 20
Минимальный шаг изменения тока, мА	1
Выходная мощность каждого источника, В · А, не менее	250
Диапазон сопротивления нагрузки, при котором сохраняются характеристики по точности, Ом	0 – 0,625
<i>Источники напряжения</i>	
Количество каналов	3
Диапазон изменения напряжения, В:	
в трехфазном режиме в каждом канале	0,05 – 120
в однофазном режиме	0,05 – 240
в режиме источника постоянного тока	0,05 – 320

Окончание табл. ПЗ.1

Параметр	Значение
Минимальный шаг изменения напряжения, мВ	10
Максимальная выходная мощность каждого источника, В · А	60
Сопротивление нагрузки, при котором сохраняются характеристики по точности, Ом	175
Источники тока и напряжения	
Промышленная частота, Гц	50
Стандартный диапазон изменения частоты, Гц	20 – 70
Минимальный шаг изменения частоты в стандартном диапазоне, Гц	0,01
Расширенный диапазон изменения частоты, Гц	1 – 500
Минимальный шаг изменения частоты в расширенном диапазоне, Гц	0,1
Аналоговые входы	
Количество, шт.	2
Назначение	Измерение напряжения постоянного и переменного тока
Дискретные входы	
Количество, шт.	8
Тип	“Сухой контакт”, транзисторный ключ, ТТЛ 15В с допустимым значением напряжения постоянного тока определенной полярности на входе до 300 В
Дискретные выходы	
Количество, шт.	4
Тип	Электромагнитные реле РЭК-51
Коммутационная способность, А, при напряжении до 250 В	5 А
Общие характеристики	
Напряжение питания устройства от сети переменного тока частотой 50 Гц, В	220
Потребляемая мощность, В · А	2200
Условия эксплуатации	
Диапазон рабочих температур окружающей среды, °С	От + 5 до + 40

Устройства серии РЕТОМ

В настоящее время фирма НПП “Динамика” выпускает следующие устройства серии РЕТОМ:

- комплекс РЕТОМ-11М;
- комплекс РЕТОМ-30КА;
- прибор для измерения активного сопротивления РЕТ-МОМ;
- прибор для испытания электрической прочности изоляции и проверки измерительных трансформаторов тока РЕТОМ-2500;
- цифровой вольтамперфазометр РЕТОМЕТР;
- комплексные системы для проверки сложных устройств РЗА РЕТОМ-51;
- испытательный комплекс для проверки ВЧ-аппаратуры РЕТОМ-ВЧм;
- вспомогательные блоки РЕТ-10, РЕТ-ТН, РЕТ-3000, РЕТ-ВАХ.

Устройства РЕТОМ-11М, РЕТОМ-30КА, РЕТ-МОМ, РЕТОМ-ВЧм, РЕТ-3000 и РЕТ-ВАХ в книге не рассматриваются, так как для проверок ЭПЗ-1636 они не требуются.

Основные проверки панели типа ЭПЗ-1636 выполняются с помощью комплекса РЕТОМ-51, в котором можно использовать блоки РЕТ-10 и РЕТ-ТН. Для испытания электрической прочности изоляции можно использовать прибор РЕТОМ-2500. Для контроля отдельных параметров можно применить цифровой вольтамперфазометр РЕТОМЕТР. Именно эти устройства рассмотрены ниже.

П4.1. Прибор РЕТОМ-2500

Прибор РЕТОМ-2500 предназначен для испытания изоляции электрооборудования, аппаратов и вторичных цепей, а также проверки вольт-амперных характеристик трансформаторов тока для ВЛ от 330 до 750 кВ.

Прибор РЕТОМ-2500 питается от сети 220 В, 50 Гц и содержит:

- силовой источник высокого напряжения переменного тока;
- встроенные цифровые приборы: вольтметр, секундомер, миллиамперметр.

Прибор обеспечивает:

- выдачу регулируемого однофазного напряжения 100 — 2500 В промышленной частоты;
- задание выдержки времени: 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 мин со звуковой сигнализацией по окончании счета, в течение которого на выходе прибора присутствует напряжение;
- измерение напряжения, выдаваемого на испытуемый объект, до 3000 В;

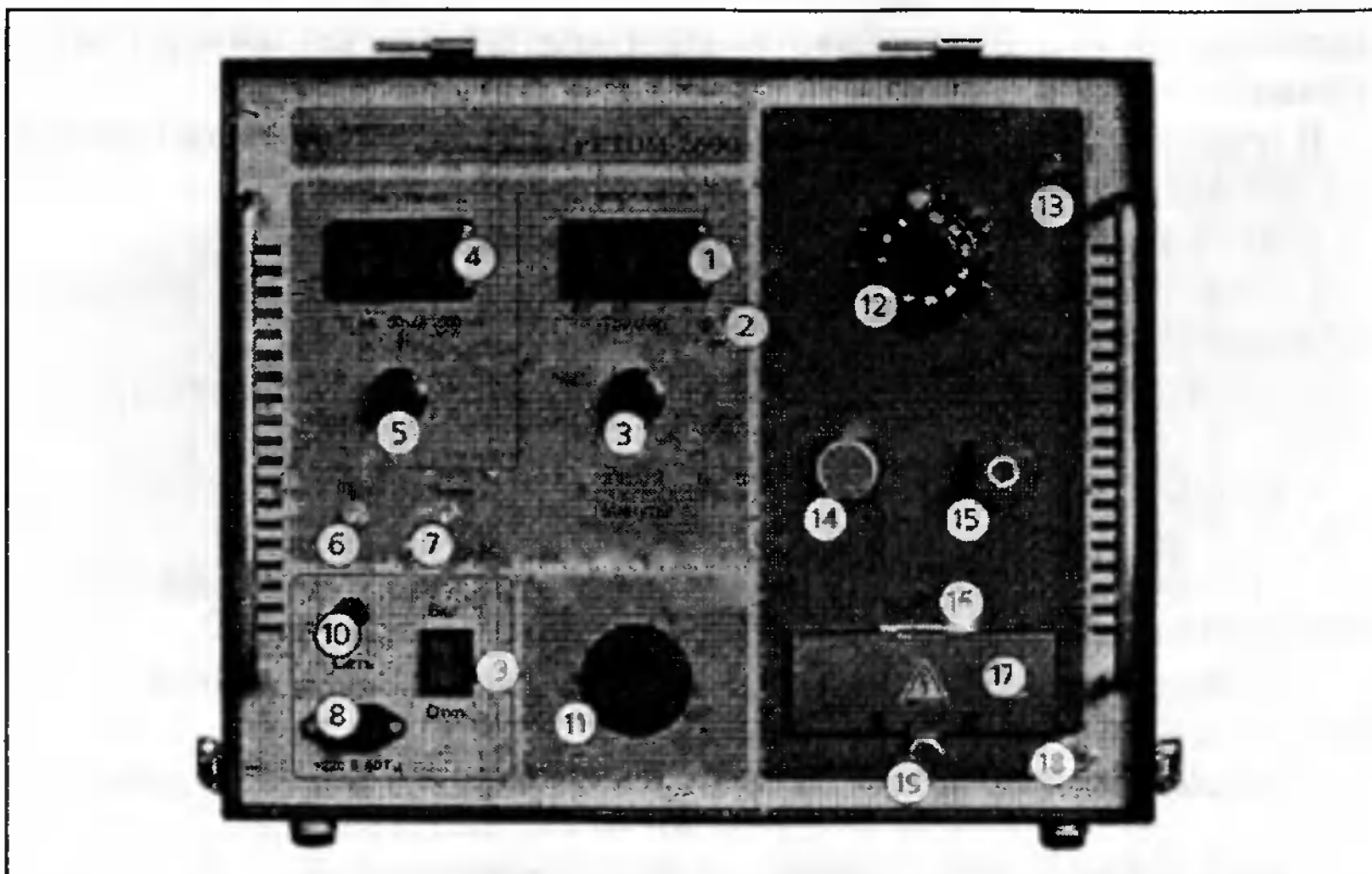


Рис. П4.1. Рабочее поле прибора RETOM-2500

- измерение тока утечки при испытании повышенным напряжением с пределами измерения 10, 50, 500 мА;
- фиксацию на индикаторах значений напряжения, тока утечки, времени подачи повышенного напряжения и времени до момента пробоя.

Прибор RETOM-2500 выполнен в корпусе типа “чемодан” с откидной съемной крышкой. Прибор может работать как в горизонтальном, так и в вертикальном положениях. Рабочее поле, расположенное на лицевой панели, состоит из трех функциональных зон: информационной сетевой и силовой (рис. П4.1).

Информационная зона, в свою очередь, разделена на две: “Напряжение/Таймер” и “Ток утечки”.

В зоне “Напряжение/Таймер” расположены индикатор 1 для отображения значения выходного напряжения или отсчета времени таймера, светодиод “Счет” 2 для сигнализации запущенного отсчета таймера и переключатель “минуты” 3 для установки временных интервалов таймера.

В зоне “Ток утечки” расположены индикатор тока утечки 4, возникающего в испытуемом объекте под воздействием приложенного напряжения, и переключатель 5 для установки предельного значения тока утечки 10; 50; 500 мА.

Кроме того, в информационной зоне расположены две кнопки: “Пуск” 6, предназначенная для запуска отсчета таймера при наличии высокого напряжения и перезапуска программы после прекращения подачи высокого напряжения; “Режим” 7, определяющая режим работы индикатора “На-

пряжение/Таймер” (при ее нажатии индикатор работает как таймер, при отпуске — как вольтметр).

В *сетевой зоне* расположены гнездо для подключения сетевого шнура 8, кнопка автомата защиты 9 и сетевой выключатель 10.

В *силовой зоне* располагаются:

- ручка регулятора напряжения ЛАТР 12 для регулирования выходного напряжения;
- светодиод “Готов” 13 для сигнализации нулевого положения ручки ЛАТР;
- кнопка ПУСК 14 для подачи высокого напряжения на испытуемый объект;
- кнопка СТОП 15 для ручного отключения испытуемого объекта от напряжения;
- светодиод “Высокое напряжение” 16 для сигнализации наличия напряжения на высоковольтных гнездах;
- высоковольтные гнезда с защитной крышкой 17 и фиксирующим винтом 19;
- клемма “Земля” для заземления устройства.

Между сетевой и силовой зонами расположен звуковой излучатель 11 для сигнализации аномальных режимов работы.

П4.2. Блок однофазного преобразователя тока РЕТ-10

Блок однофазного преобразователя тока РЕТ-10 является многообмоточным трансформатором тока и служит для расширения возможностей устройства РЕТОМ-51 по току. Внешний вид и назначение органов управления показаны на рис. П4.2, а электрическая принципиальная схема приведена на рис. П4.3.

Блок выполняет две основные задачи: увеличение выходного тока, если это позволяет сопротивление нагрузки, и увеличение выходного напряжения, что дает возможность работать с нагрузкой, имеющей достаточно большое сопротивление, но при меньшем токе.

Он позволяет:

- масштабировать выходной ток канала с коэффициентами передачи 10, 5, 0,2 и 0,1. Это соответствует максимальному значению тока — 2, 4, 100 и 200 А;
- уменьшить достоверно выдаваемый ток до 1 мА;
- увеличить уровень выходного напряжения до 130 В, что позволит выдавать ток до 2 А при сопротивлении нагрузки 65 Ом.

Параметры блока:

- класс точности — 0,5;
- номинальная мощность 250 В · А (максимальная — 750 В · А);
- диапазон частот 40 — 600 Гц;
- время непрерывной работы при номинальной мощности 20 мин.

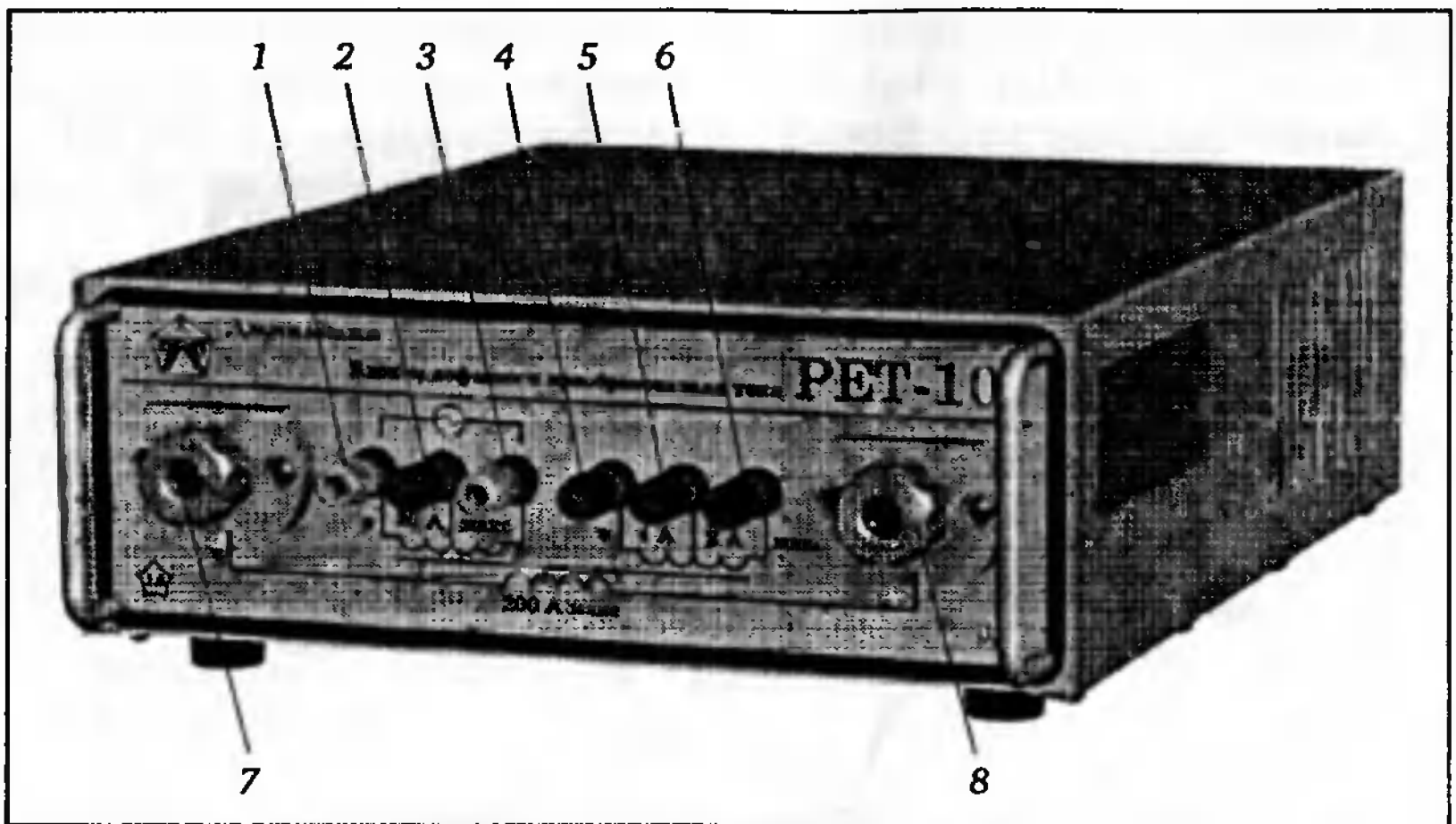


Рис. П4.2. Внешний вид блока РЕТ-10:

1, 3 — вход блока преобразователя 20 А (первичная обмотка); 2 — вывод первичной обмотки, используемый для режима увеличения нагрузочной способности; 4, 5 — выход блока преобразователя 4 А (вторичная обмотка); 4, 6 — выход блока преобразователя 2 А (вторичная обмотка); 7, 8 — выход блока преобразователя 200 А (вторичная обмотка)

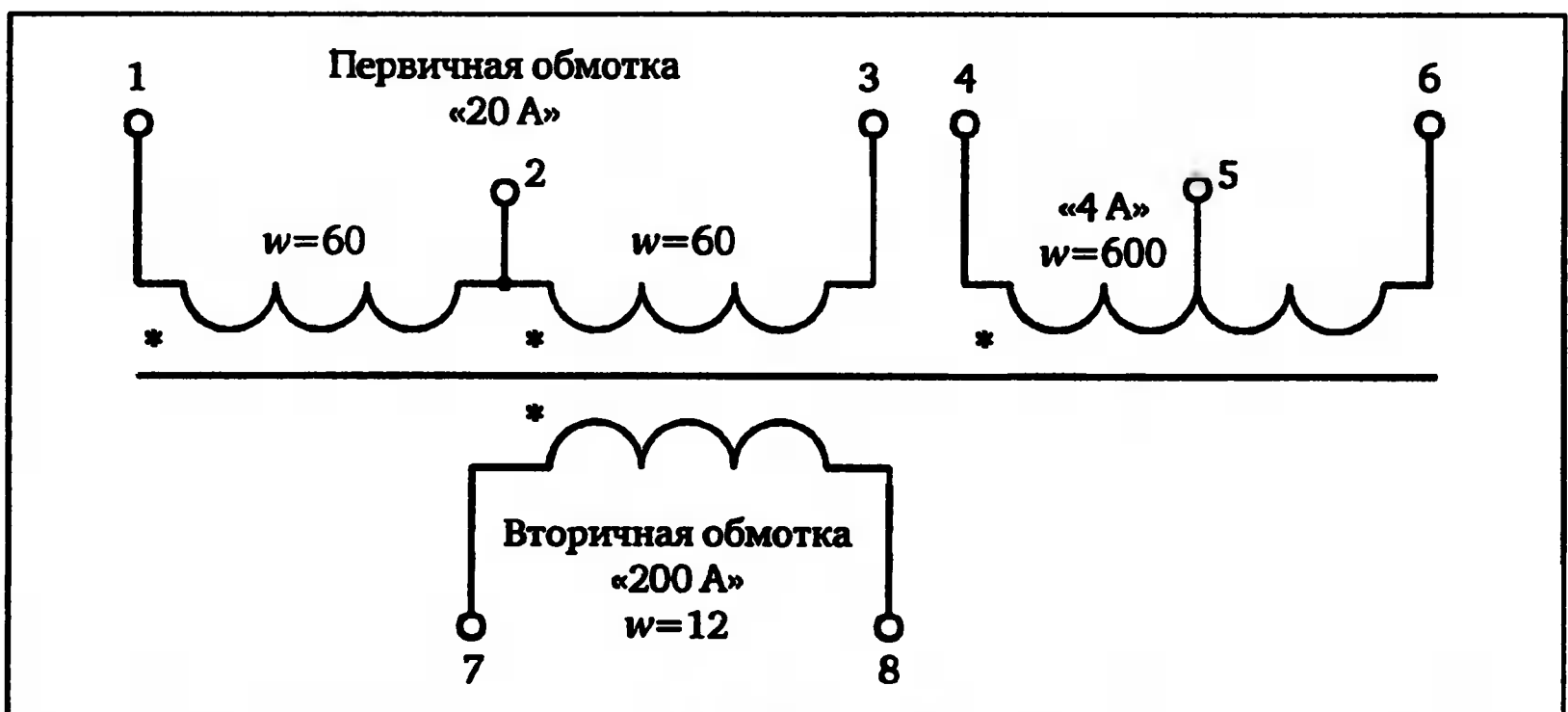


Рис. П4.3. Схема электрическая принципиальная блока однофазного преобразователя тока РЕТ-10

Для работы с одноамперной панелью ЭПЗ-1636 желательно использовать три блока РЕТ-10 на три фазы.

В случае отсутствия трех блоков РЕТ-10 проводить проверку ТЗНП можно и с помощью одного РЕТ-10, для этого вторичная обмотка включается в

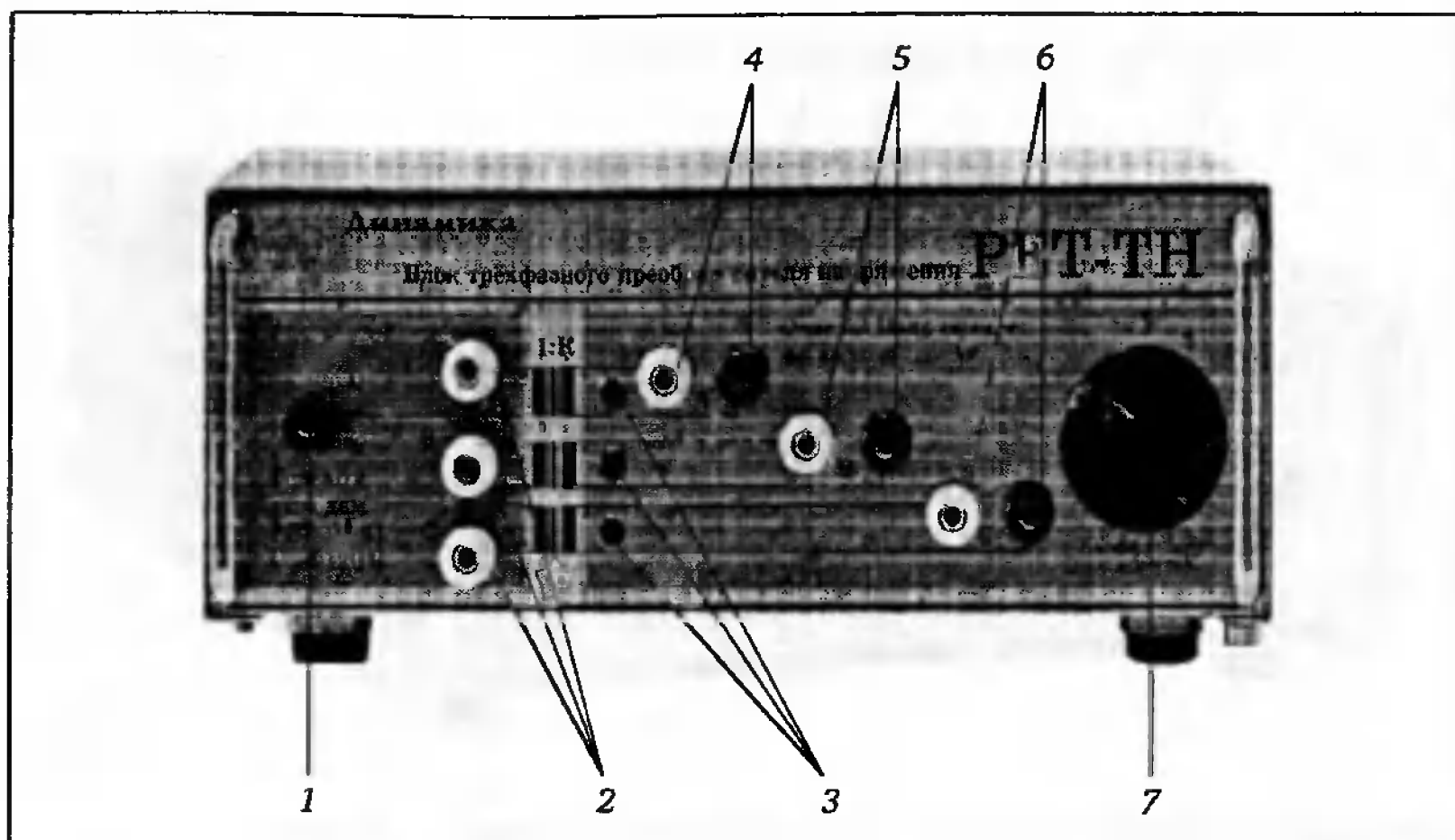


Рис. П4.4. Внешний вид блока РЕТ-ТН:

1 — общая клемма N (подключается к клемме U_N РЕТОМ-51); 2 — входы для подключения фаз РЕТОМ-51; 3 — индикаторы наличия напряжения на выходе блока; 4 — выход фазы A ; 5 — выход фазы B ; 6 — выход фазы C ; 7 — переключатель коэффициентов трансформации

Таблица П4.1

Параметр	Значение			
Входное напряжение на каждой фазе, В, не более	120			
Выходное напряжение на каждой фазе, В, не более	600			
Максимальная выходная мощность каждой фазы, В · А, не менее	60			
Выходное напряжение холостого хода при соответствующих коэффициентах K , K_d	$U_{вх} K K_d \pm 2 \%$			
Коэффициент трансформации K	0,1	1	1,732	5
Добавочный коэффициент трансформации K_d	1,00; 1,05			
Номинальный ток нагрузки, А	0,5	0,5	0,3	0,1
Максимальный ток нагрузки, А, не более	1,2	1,2	0,7	0,3
Коэффициент жесткости нагрузочной характеристики блока, В/А, не более	1,5	12	30	200
Выходное напряжение разомкнутого треугольника при симметричном входном трехфазном напряжении, %, не более	5	2	2	—
Диапазон частот, Гц	45 ÷ 185			
Погрешность передачи фазы на частоте 50 Гц, град, не более	1	1	1	2,5
Габаритные размеры, мм, не более	345 × 265 × 110			
Масса, кг, не более	9			
Диапазон температур окружающей среды, °С	От — 20 до + 50			

цепь нулевой последовательности, а первичная обмотка присоединяется к нулевому проводу “звезды” панели и клемме I_N РЕТОМ-51.

При работе с пятиамперной панелью данный блок необходим только в случае проверки уставок с током более 60 А. Достаточно иметь один блок.

П4.3. Блок трехфазного преобразователя РЕТ-ТН

Блок РЕТ-ТН (рис. П4.4) служит для расширения возможностей устройства РЕТОМ-51 по напряжению. Он позволяет масштабировать трехфазную систему напряжений на выходе прибора РЕТОМ с коэффициентами трансформации 0,1; 1; $\sqrt{3}$; 5 соответственно с максимальными токами нагрузки — 1,2; 1,2; 0,7; 0,3 А, выходным напряжением — $3 \cdot 12$; $3 \cdot 120$; $3 \cdot 207$; $3 \cdot 600$ В и мощностью — $3 \cdot 60$ В · А на каждом канале;

Основные технические данные и характеристики блока РЕТ-ТН приведены в табл. П4.1.

П4.4. Вольтамперфазометр РЕТОМЕТР

РЕТОМЕТР (рис. П4.5) в отличие от ВАФ-85 (и других аналогичных устройств) является комбинированным измерительным прибором с высоким классом точности и предназначен для измерений напряжения, силы переменного тока, угла сдвига фаз, частоты, сопротивления и проверки чередования фаз и обмоток трансформаторов.

РЕТОМЕТР имеет автоматический выбор пределов измерения, малые массогабаритные показатели, возможность фиксации прибора на любой металлической поверхности с помощью вшитых в чехол магнитов и индика-

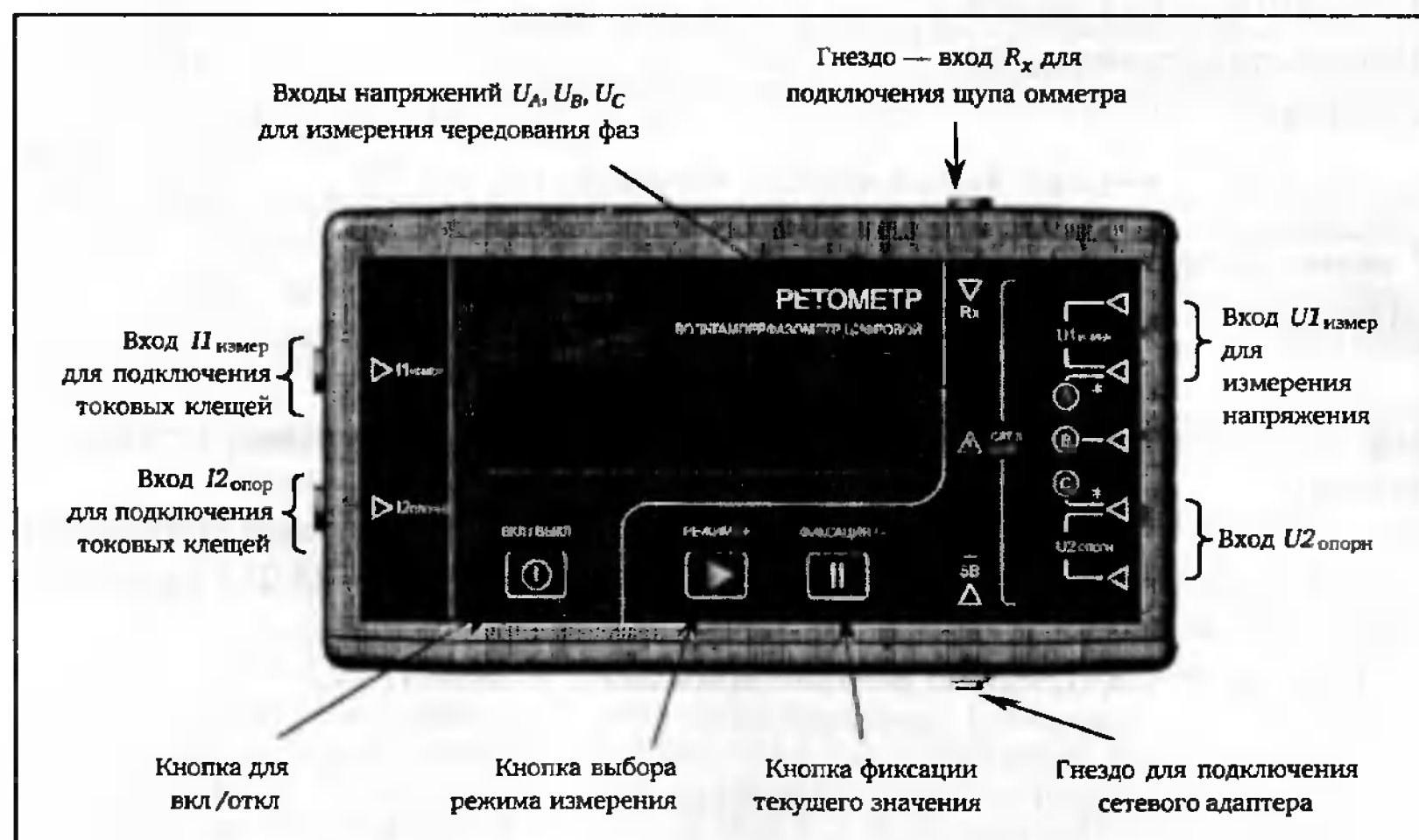


Рис. П.4.5. Внешний вид прибора РЕТОМЕТР

Таблица П4.2

Параметр	Значение
Диапазон измерения напряжения, В	0 – 600
Погрешность измерения напряжения, %	± 0,5
Сила переменного тока (без разрыва цепи), А	0 – 20
Погрешность измерения силы тока, %	0,5
Входное сопротивление при измерении напряжения, МОм, не менее	1
Диапазон измерения частоты, Гц	20 – 250
Погрешность измерения частоты, Гц	± 0,1
Мощность, кВт	12
Погрешность измерения мощности, %	2
Угол сдвига фаз, град	От – 180 до + 180
Погрешность измерения угла сдвига фаз, %	± 0,6
Количество измерительных каналов тока	2
Количество измерительных каналов напряжения	1
Минимальное измеряемое напряжение, мВ	20
Минимальный измеряемый ток, мА	5
Диапазон сопротивлений в режиме “Прозвонка”, Ом	0 – 10
Диапазон измерения сопротивления цепи R_x	10 Ом – 10 кОм
Погрешность, %, не более	5
Режим сохранения электроэнергии	Имеется
Габаритные размеры, мм	110 × 195 × 45
Рабочая температура, °С	От – 20 до + 40
Питание	От встроенных аккумуляторов и от сети 220 В, через сетевой адаптер
Средняя потребляемая мощность, Вт, не более	0,4
Масса, кг, не более	0,5

тор со светящимися символами, позволяющими легко считывать данные в темноте.

Удобство эксплуатации позволяет использовать этот прибор при проверках, заменить им использовавшиеся ранее приборы типа ВАФ-85 и комбинированные приборы типа Ц4317 (или аналогичные).

Основные технические данные приведены в табл. П4.2.

Список литературы

1. **Типовая инструкция по организации и производству работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики электростанций и подстанций:** РД 34.35.302-90. М.: СПО ОРГРЭС, 1991.
2. **Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110 – 750 кВ.** РД 153-34.0-35.617-2001. — 3-е изд., перераб. и доп. М.: СПО ОРГРЭС, 2001.
3. **Единые формы протоколов проверки при новом включении устройств релейной защиты и электроавтоматики.** Вып. 1 – 3. М.: СПО Союзтехэнерго, 1983.
4. **Инструкция по проверке трансформаторов напряжения и их вторичных цепей.** М.: СПО Союзтехэнерго, 1979.
5. **Инструкция по наладке и проверке релейной части дифференциально-фазной высокочастотной защиты типа ДФЗ-2.** М.: БТИ ОРГРЭС, 1965.
6. **Инструкция по наладке и эксплуатации дистанционных защит ПЗ-2/2 и ПЗ-2/1.** М.: СПО ОРГРЭС, 1977.
7. **Методические указания по техническому обслуживанию реле максимального тока РТ-80, РТ-90:** МУ 34-70-036-83. М.: СПО Союзтехэнерго, 1983.
8. **Методические указания по техническому обслуживанию реле мощности обратной последовательности РМОП-2:** МУ 34-70-046-83. М.: СПО Союзтехэнерго, 1983.
9. **Методические указания по техническому обслуживанию фильтр-реле РНФ-1М и РНФ-2:** МУ 34-70-021-82. М.: СПО Союзтехэнерго, 1982.
10. **Методические указания по техническому обслуживанию промежуточных реле РП8, РП9, РП11, РП12, РП16, РП17, РП18, РВ01, РВ03, РСВ13, РСВ14:** РД 153-34.0-35.647-99. М.: СПО ОРГРЭС, 2000.
11. **Методические указания по техническому обслуживанию реле тока РСТ11 – РСТ14, реле напряжения РСН14 – РСН17 и РСН11, РСН12, РСН18:** РД 34.35.644-97. М.: СПО ОРГРЭС, 1998.
12. **Методические указания по техническому обслуживанию реле РСН-13-1:** РД 153-34.0-35.646-97. М.: СПО ОРГРЭС, 1999.
13. **Чернобровов Н. В.** Релейная защита. — 5-е изд. М.: Энергия, 1974.
14. **Эксплуатационный циркуляр Ц-04-89(Э) “О повышении надежности работы защит ЭПЗ-1636-67, ДФЗ-201, ДФЗ-503, ДФЗ-504 с нуль-индикаторами на интегральных микросхемах”.**
15. **Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации:** РД 34.20.501-95. — 15-е изд., перераб. и доп. М.: СПО ОРГРЭС, 1996.
16. **Сборник директивных материалов по эксплуатации энергосистем (Электротехническая часть) Минэнерго СССР.** — 2-е изд., перераб. и доп. Ч. 1. М.: Энергоиздат, 1981.
17. **Удрис А. П.** Панель релейной защиты типа ЭПЗ-1636 для ВЛ 110 – 220 кВ. М.: НТФ Энергопрогресс, 2000 [Библиотечка электротехника, приложение к журналу “Энергетика”. Вып. 6 (18)].
18. **Дорохин Е. Г., Дорохина Т. Н.** Основы эксплуатации релейной защиты и автоматики. Краснодар: ОАО “Издательство “Советская Кубань”, 2006.
19. **РЕЛЕ-ТОМОГРАФ-41М.** Универсальная испытательная система для релейной защиты. Техническое описание и инструкция для пользователей 13.092.133.1 ТО. Чебоксары: НПП “Динамика”.
20. **ЭПЗ-1636.** Программа автоматической проверки. Техническое описание и инструкция для пользователей 13.092.133.2 ТО. Чебоксары: НПП “Динамика”.
21. **РЕЛЕТОМ-51.** Комплекс программно-технический измерительный. Руководство по эксплуатации БРГА.44132.3003 РЭ. Чебоксары: НПП “Динамика”.
22. **Специальная программа “Проверка панели ЭПЗ-1636”.** Руководство по эксплуатации 13.092.133.015.01 РЭ. Чебоксары: НПП “Динамика”.

Содержание

Часть 1

Предисловие	3
ГЛАВА ПЕРВАЯ. Панель ЭПЗ-1636.	5
1.1. Общие вопросы.	5
1.2. Назначение и составные части панели ЭПЗ-1636	6
1.3. Краткое описание принципа работы реле сопротивления	7
1.4. Устройства блокировки при качаниях	21
1.5. Устройство блокировки при неисправности цепей напряжения	24
1.6. Токовая защита	25
ГЛАВА ВТОРАЯ. Проверка и настройка защиты	27
2.1. Общие вопросы	27
2.2. Проверка настройки частотных фильтров	28
2.3. Проверка устройства блокировки при качаниях КРБ-126	29
2.4. Проверка и настройка реле сопротивления	37
2.5. Настройка реле сопротивления комплекта КРС-1	41
2.6. Настройка реле сопротивления комплекта ДЗ-2	46
2.7. Комплексная проверка токовых реле УРОВ типа РТ-40/Р	48
2.8. Проверка блокировки при неисправностях в цепях напряжения	53
2.9. Проверка фильтра тока обратной последовательности КРБ-126.	55
<i>Приложение П1. Технические данные панели ЭПЗ-1636</i>	<i>60</i>
<i>Приложение П2. Схемы электрические принципиальные панели ЭПЗ-1636</i>	<i>62</i>
Список литературы	77

Часть 2

Предисловие.	83
ГЛАВА ТРЕТЬЯ. Программа проверки панели ЭПЗ-1636	85
3.1. Назначение программы.	85
3.2. Общие сведения о работе программы	86
3.3. Главное окно программы. Параметры панели.	88
3.3.1. Назначение кнопок <i>Панели инструментов</i>	89
3.3.2. Строка <i>Меню</i>	90
3.4. Проверка комплекта ДЗ-2	91
3.4.1. Проверка реле сопротивления.	91
3.4.2. Выбор условий проверок РС	91
3.4.3. Подключение.	92
3.4.4. Пуск проверки и ее результаты	95
3.4.5. Алгоритмы проверки РС.	95
3.5. Проверка блокировки при неисправности цепей напряжения (БНН)	99
3.5.1. Алгоритмы проверки БНН.	104
3.6. Проверка КРС-1	105

3.6.1. Проверка реле сопротивления	106
3.6.2. Задание условий проверок РС	106
3.6.3. Подключение	108
3.6.4. Алгоритмы проверки	108
3.7. Проверка блокировки при качаниях КРБ-126	111
3.7.1. Задание уставок	112
3.7.2. Задание условий проверок РС	113
3.7.3. Подключение	115
3.7.4. Алгоритмы поиска параметров.	115
3.8. Быстрая проверка КРБ-126	122
3.8.1. Общее описание режима быстрой проверки	122
3.8.2. Задание параметров быстрой проверки	122
3.8.3. Схема проверки	122
3.8.4. Алгоритмы проверки	123
3.9. Проверка блокировки при качаниях КРБ-125	127
3.9.1. Задание уставок	128
3.9.2. Задание условий проверки	128
3.9.3. Подключение	128
3.9.4. Алгоритмы проверки	129
3.10. Проверка реле направления мощности (РНМ)	133
3.10.1. Задание уставок.	133
3.10.2. Задание условий проверки	136
3.10.3. Подключение	136
3.10.4. Алгоритмы проверки	139
3.11. Проверка реле тока ТЗНП	140
3.11.1. Алгоритм проверки	142
3.12. Проверка реле тока междуфазной отсечки (комплект КЗ-9)	143
3.12.1. Алгоритм проверки	144
3.13. Проверка реле тока для УРОВ (РТ-40/р)	146
3.13.1. Алгоритмы проверки	146
3.14. Проверка промежуточных реле	148
3.14.1. Проверка напряжений срабатывания и возврата	148
3.14.2. Проверка тока и напряжения удерживания реле	150
3.14.3. Проверка времен срабатывания и возврата	150
3.14.4. Указания по подключению прибора	155
3.15. Комплексная проверка панели ЭПЗ-1636.	155
Приложение П3. Программно-аппаратный комплекс РЕТОМ-51	161
П3.1. Состав системы и требования к ее компонентам.	161
П3.2. Меры безопасности при работе с системой.	162
П3.3. Установка программного обеспечения	163
П3.4. Обновление программы внутри РЕТОМ-51	164
П3.5. Калибровка РЕТОМ-51	164
П3.6. Основные технические данные РЕТОМ-51	164
Приложение П4. Устройства серии РЕТОМ	166
П4.1. Прибор РЕТОМ-2500	166
П4.2. Блок однофазного преобразователя тока РЕТ-10	168
П4.3. Блок трехфазного преобразователя РЕТ-ТН	171
П4.4. Вольтамперфазометр РЕТОМЕТР	171
Список литературы	173

Библиотечка электротехника

Приложение к производственно-массовому журналу “Энергетик”

ДОРОХИНА ТАТЬЯНА НИКОЛАЕВНА

ЗАЙЦЕВ БОРИС СЕРГЕЕВИЧ

ЩУКИН СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

ШАЛИМОВ АЛЕКСАНДР СТАНИСЛАВОВИЧ

**Проверка панели ЭПЗ-1636 с помощью прибора РЕТОМ-51
(Часть 2)**

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

115280, Москва, ул. Автозаводская, 14/23

Телефоны: (495) 675-19-06, тел. 675-00-23 доб. 22-47; факс: 234-74-21

Редакторы: Л. Л. Жданова, Н. В. Ольшанская

Худож.-техн. редактор Т. Ю. Андреева

Корректор Е. П. Севостьянова

Сдано в набор 20.05.08. Подписано в печать 23.07.08.

Формат 60×84¹/₁₆. Печать офсетная.

Печ. л. 6,0. Заказ БЭТ/07(115)-2008

Макет выполнен издательством “Фолиум”: 127238, Москва, Дмитровское ш., 58.

Отпечатано типографией издательства “Фолиум”: 127238, Москва, Дмитровское ш., 58.