

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ФИРМА ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ  
ТЕХНОЛОГИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ ОРГРЭС"

---

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ  
ШКАФОВ ДИСТАНЦИОННОЙ И ТОКОВОЙ ЗАЩИТ  
ШДЭ 2801, ШДЭ 2802



ОРГРЭС

Москва 1998

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ФИРМА ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ  
ТЕХНОЛОГИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ ОГРЭС"

---

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ  
ШКАФОВ ДИСТАНЦИОННОЙ И ТОКОВОЙ ЗАЩИТ  
ШДЭ 2801, ШДЭ 2802**

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ОГРЭС  
Москва

1998

Разработано АО "Фирма ОРГРЭС"  
Исполнители С.П. ПУДИКОВ, А.К. БЕЛОТЕЛОВ  
Утверждено АО "Фирма ОРГРЭС" 24.06.94 г.  
Заместитель главного инженера Ф.Л. КОГАН

В настоящих Методических указаниях приведены методика, объем и последовательность проверки при новом включении шкафов защит ШДЭ 2801, ШДЭ 2802, рекомендации по срокам и объемам проведения других видов технического обслуживания, краткие сведения о принципе действия защит и отдельные указания о порядке их оперативного обслуживания.

Методические указания составлены на основе технического описания и инструкции по эксплуатации предприятия-изготовителя защит АО "ЧЭАЗ" с учетом опыта проведения пусконаладочных работ АО "Фирма ОРГРЭС" и опыта эксплуатации подобных защит в энергосистемах.

Методические указания составлены в соответствии с требованиями "Правил технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110-750 кВ" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1989) и "Типовой инструкции по организации и производству работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики электростанций и подстанций" (М.: СПО ОРГРЭС, 1991).

Для повышения надежности, улучшения конструкции блока питания (БП) заводом "ЧЭАЗ" с 1990 г. в шкафах ШДЭ 2801, ШДЭ 2802 блоки питания БРЭ 2301 (Е1-Е3) заменены на блоки П111, П112, П113, П114, П115 (Е1-Е5) с сохранением входных и выходных зажимов БП в кассете А1. Из-за наличия в документации, поставляемой с каждым шкафом, достаточного объема информации по блокам питания П111-П115 в данных Методических указаниях они не приведены.

Методические указания предназначены для инженерно-технических работников и служащих, занимающихся техническим обслуживанием шкафов защит ШДЭ 2801, ШДЭ 2802.

© СПО ОРГРЭС, 1993

Подписано к счету 26 65 98

Неторговая обработка

Заказ № 29

Формат 81 x 1 8

Тираж 640 экз

Усл. печ. л. 10,5 Уч.-изд. л. 11,0

Издат. № 97071

Приложение к настоящему документу ОРГРЭС  
105023, Москва, Семеновский пер., д. 15

Участок оперативной фотографии СПО ОРГРЭС  
109432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д. 29, строение 6

УДК 621.316

---

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ШКАФОВ  
ДИСТАНЦИОННОЙ И ТОКОВОЙ  
ЗАЩИТ ШДЭ 2801, ШДЭ 2802**

---

*Срок действия установлен с 01.06.98 г.*

## **1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ**

Шкафы дистанционной и токовой защит ШДЭ 2801, ШДЭ 2802 предназначены для использования на воздушных линиях электропередачи напряжением 110–330 кВ взамен аналогичных по функциям панелей защит ЭПЗ-1636 и ПЗ-201.

Шкафы защит ШДЭ 2801, ШДЭ 2802 выполнены на базе интегральных микросхем (ИМС), имеют расширенные функциональные возможности, большие удобства в эксплуатации и при проведении технического обслуживания.

Задача ШДЭ 2801 применяется в качестве основной или резервной защиты ВЛ 110–220 кВ с двусторонним питанием, а также в качестве резервной защиты ВЛ 330 кВ, не оборудованных устройством однофазного автоматического повторного включения (ОАПВ).

Задача ШДЭ 2802 выполняет функции основной и резервной защиты линий электропередачи с односторонним питанием 110–220 кВ.

Шкаф защиты ШДЭ 2801 содержит основной комплект (ОК), в состав которого входят: трехступенчатая дистанционная защита (ДЗ) от всех видов междуфазных КЗ, токовая защита (ТЗ), содержащая четырехступенчатую токовую защиту нулевой последовательности (ТЗНП) от КЗ на землю и токовую отсечку от многофазных КЗ (МФО), реле тока УРОВ, блок питания (БП) мощностью 50 Вт.

Шкаф защиты ШДЭ 2802 помимо основного комплекта, аналогичного шкафу защиты ШДЭ 2801, включает в себя резервный комплект (РК), в состав которого входят: двухступенчатая ДЗ, двухступенчатая ТЗНП и БП мощностью 15 Вт. Основной и резервный комплекты содержат независимые цепи переменного тока и напряжения, оперативного постоянного напряжения, отдельные группы реле для выходных цепей и цепей сигнализации. Компоновка защиты позволяет проводить проверки основного или резервного комплекта при оставлении в работе одного из них. Устройства блокировки дистанционных защит при качаниях (БК) и блокировки при неисправностях цепей напряжения (БНН) являются общими для основного и резервного комплектов.

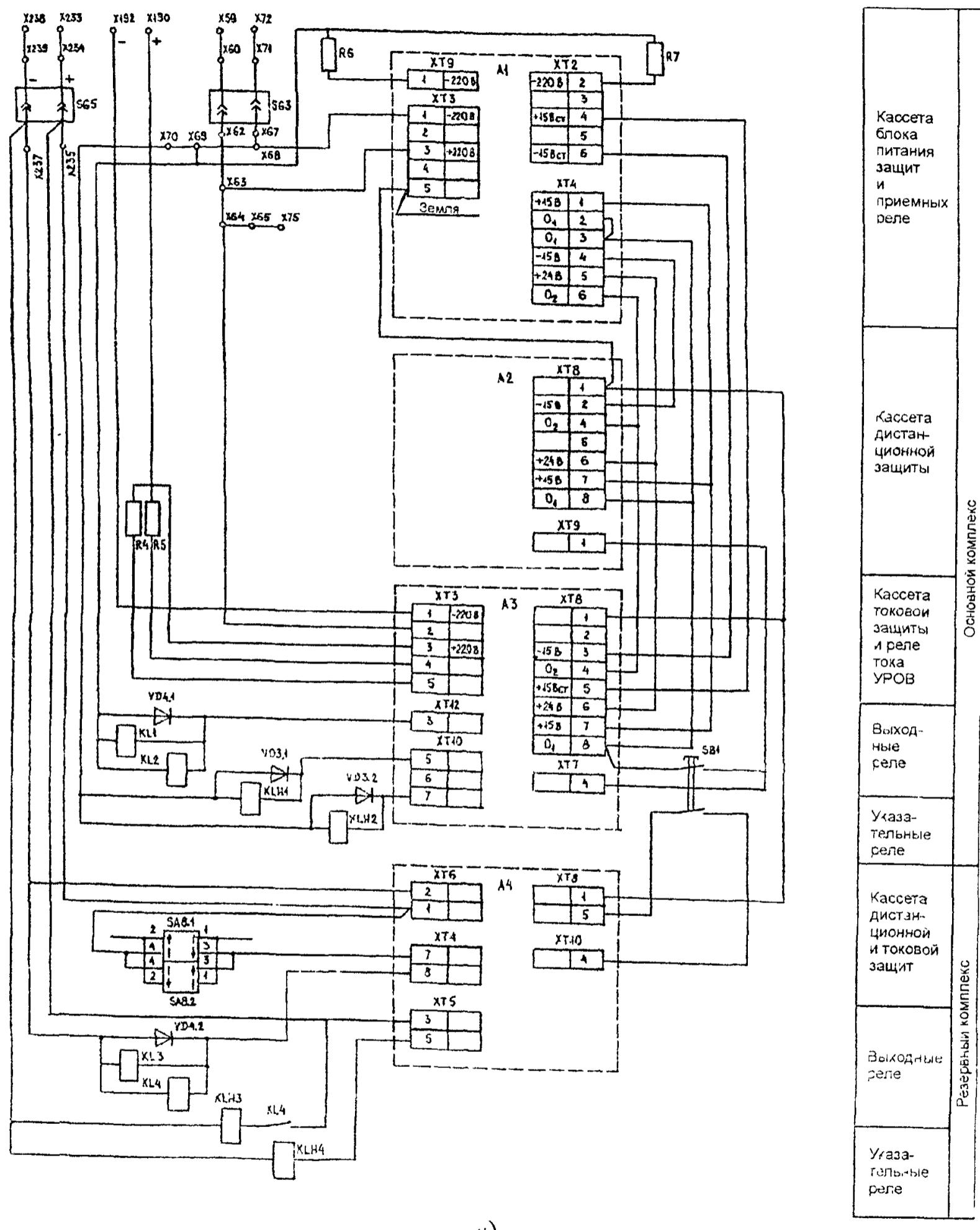
Поскольку защита ШДЭ 2801 является практически составной частью защиты ШДЭ 2802, далее речь будет идти о защите ШДЭ 2802, а защита ШДЭ 2801 будет рассматриваться как основной комплект.

Шкафы защит ШДЭ 2801, ШДЭ 2802 содержат также схемы непрерывного и тестового контроля.

Принципиальные схемы основного и резервного комплектов шкафа защиты ШДЭ 2802 приведены на рис. 1–7.

Расположение сигнальных и переключающих устройств приведено на рис. 8, 9.

В приложении 1 дан состав и назначение блоков, входящих в комплект защит.



a)

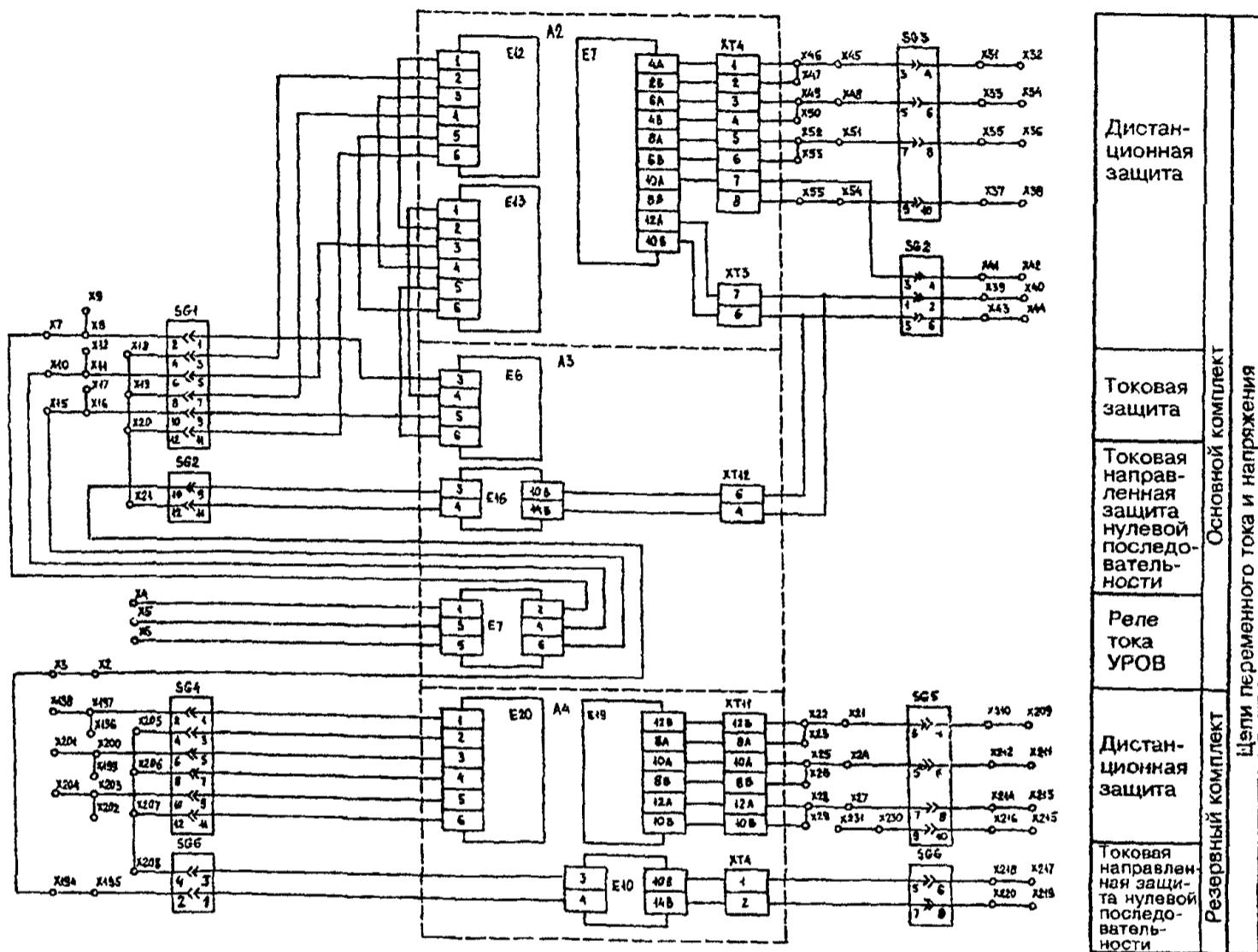
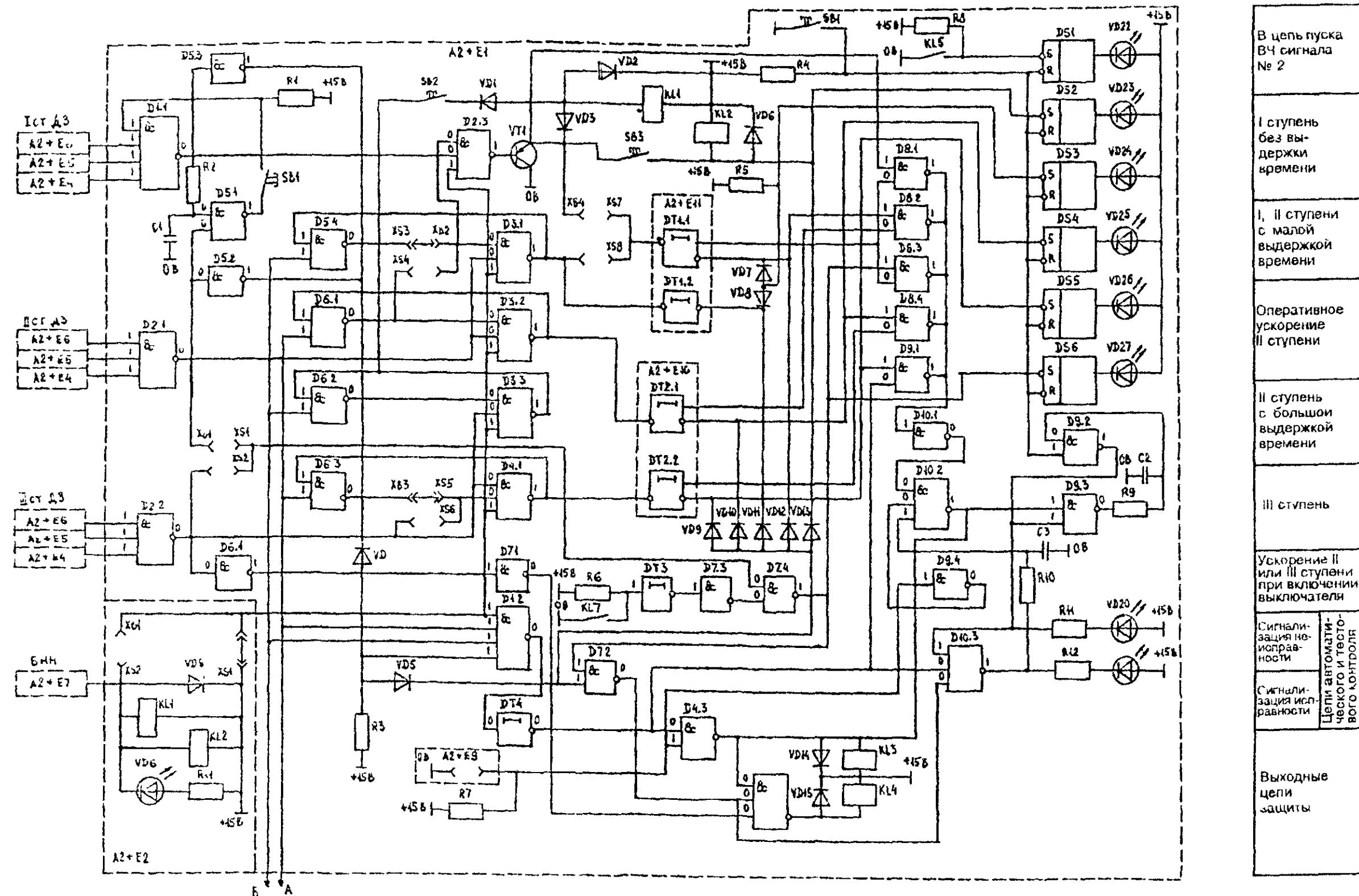


Рис. 1. Цепи питания защит:

- а — постоянным оперативным напряжением;  
 б — переменным током и напряжением



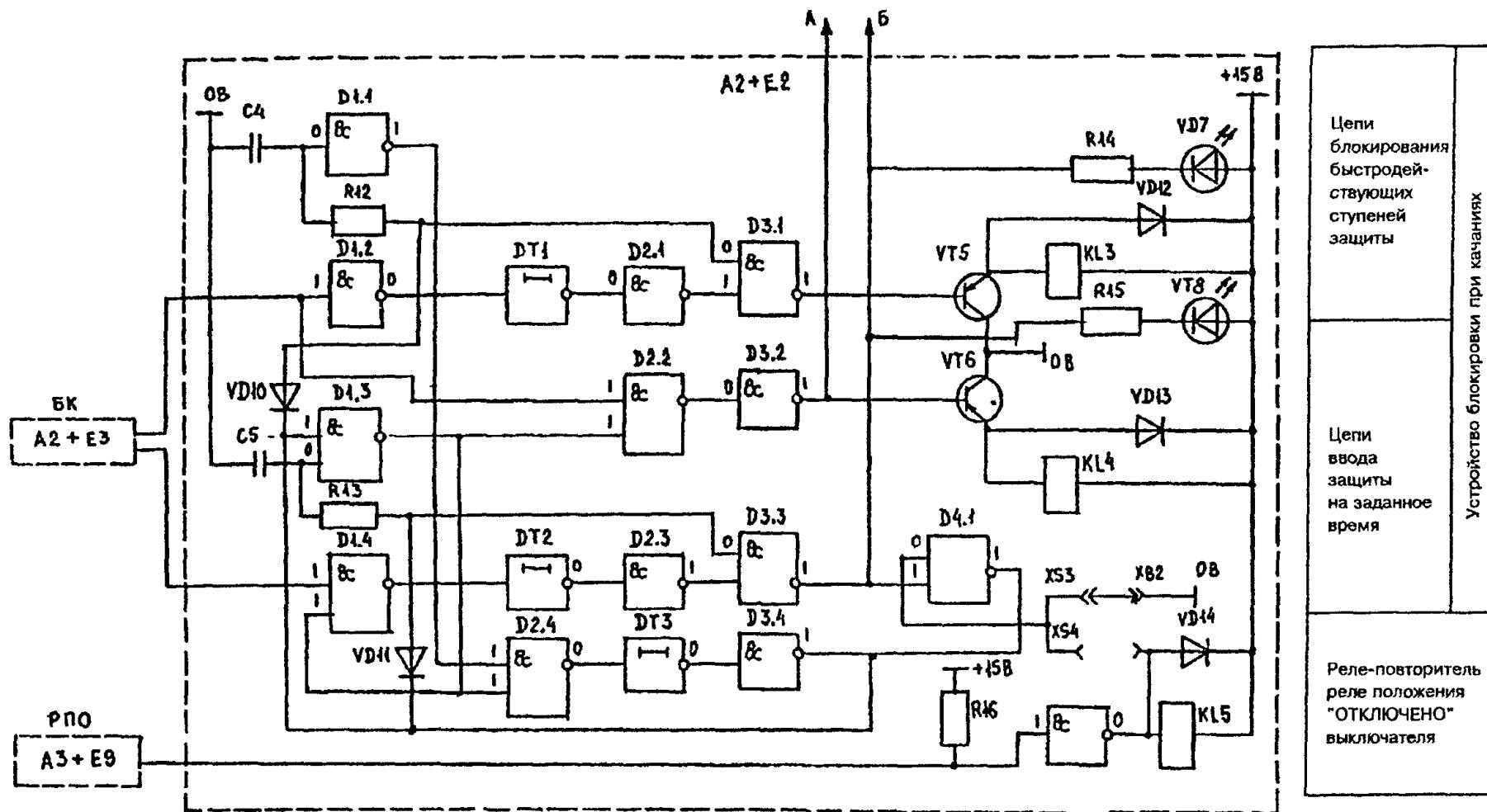
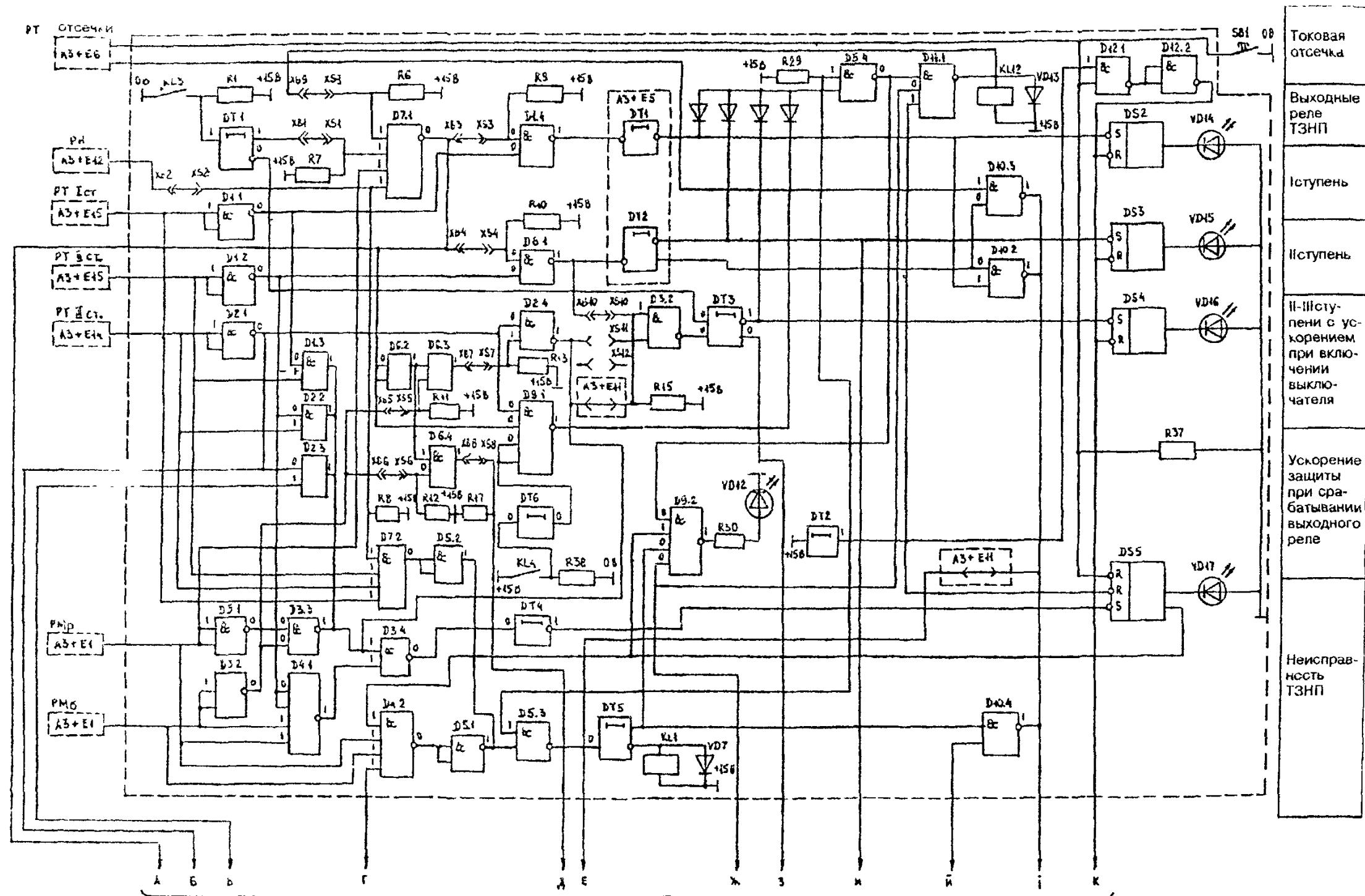


Рис. 2. Цепи логической части дистанционной защиты основного комплекта



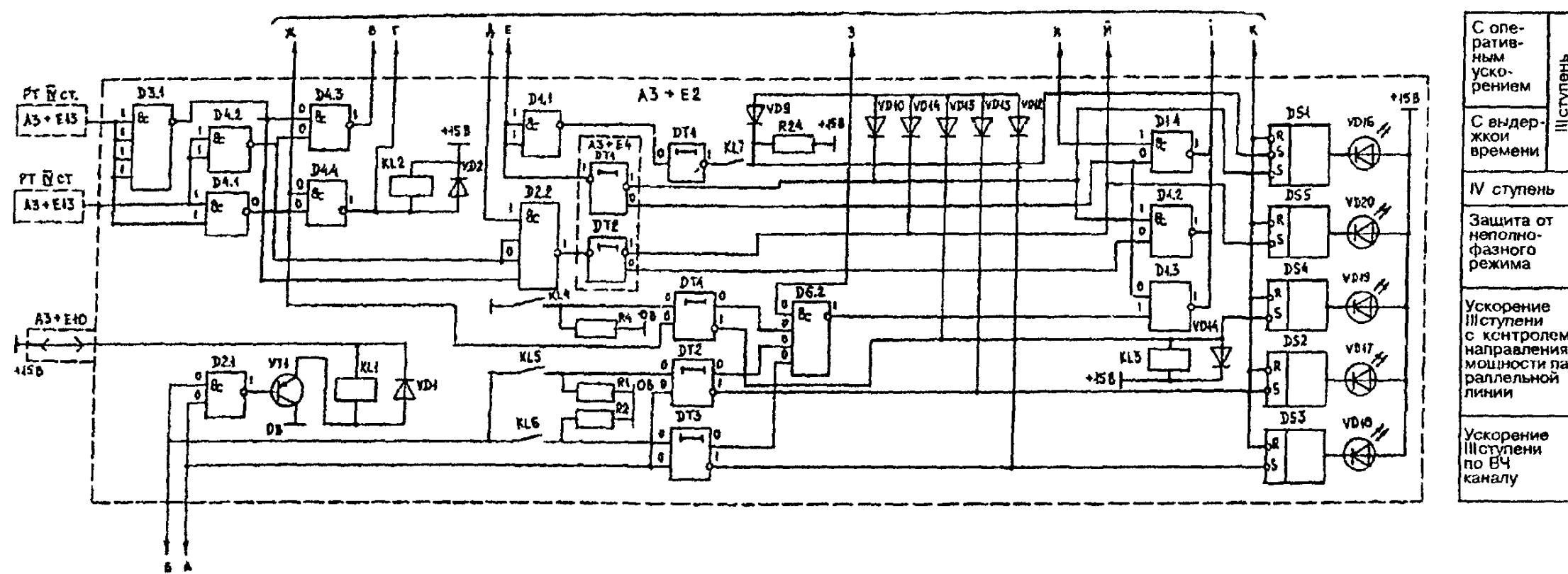


Рис. 3. Цепи логической части токовых защит основного комплекта

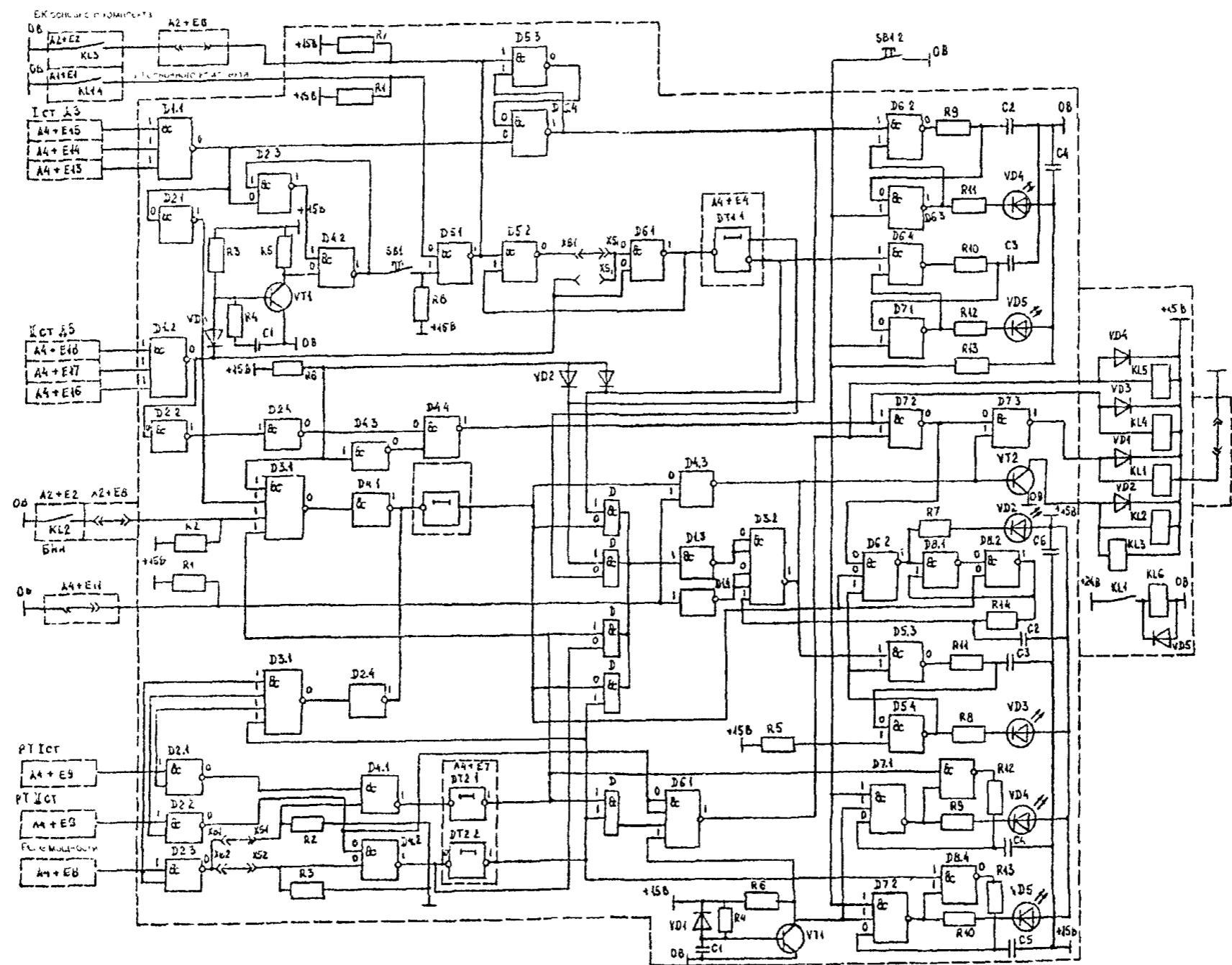
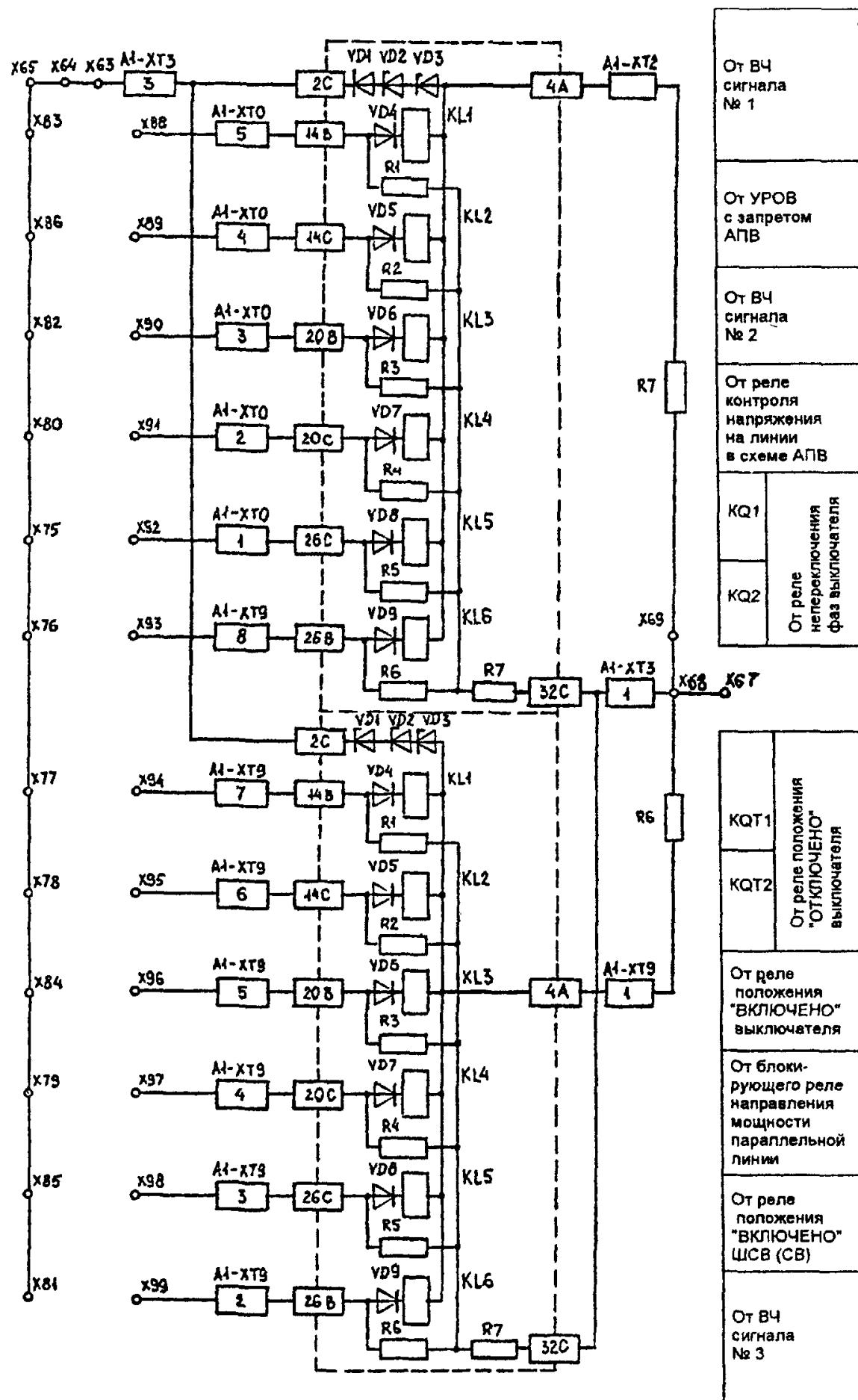


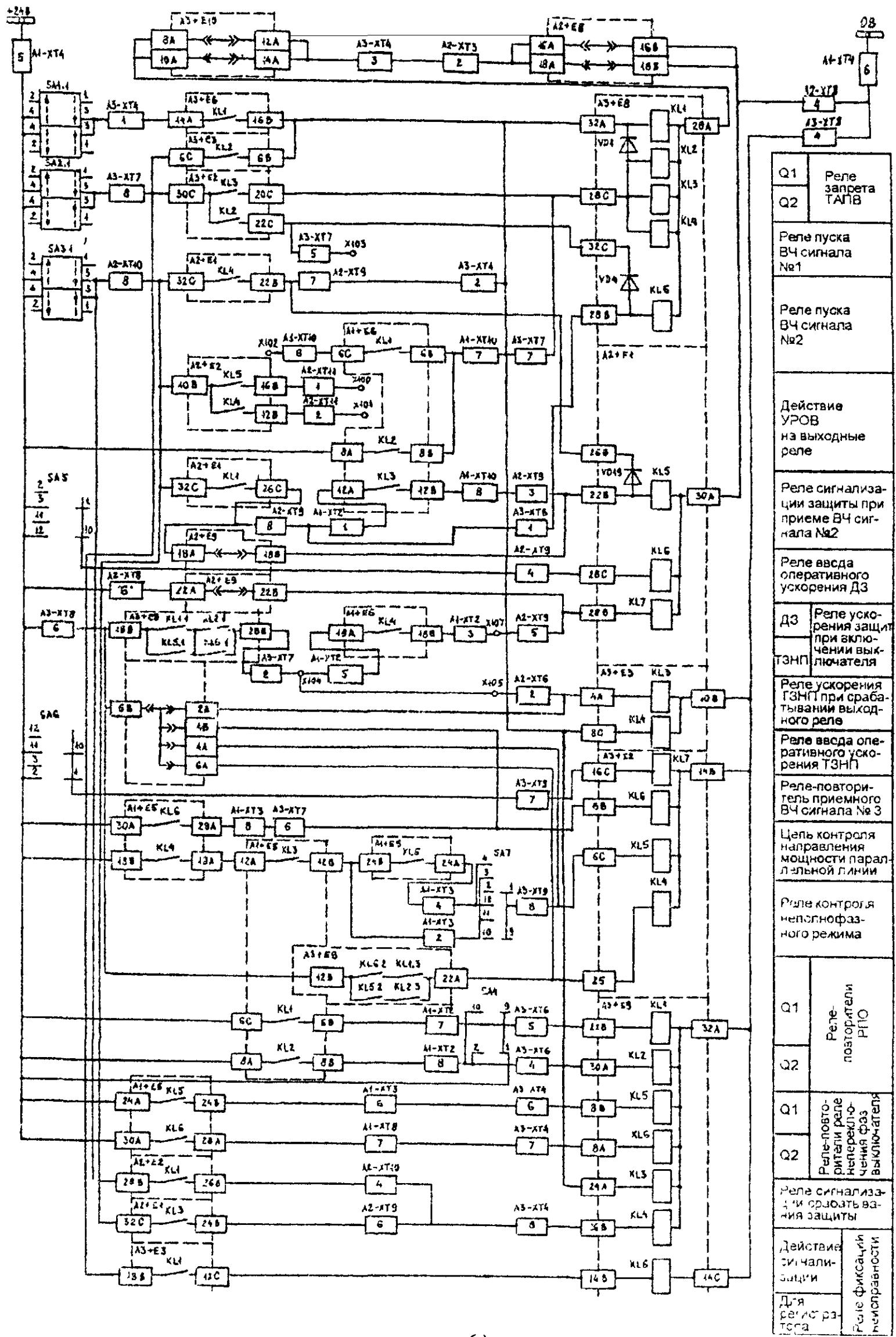
Рис. 4. Цепи логической части защит резервного комплекта



a)

Рис. 5. Цепи промежуточных реле:

*a* — приемных; *b* — вспомогательных  
(окончание рис см. на обороте)



б) (окончание рис. 5)

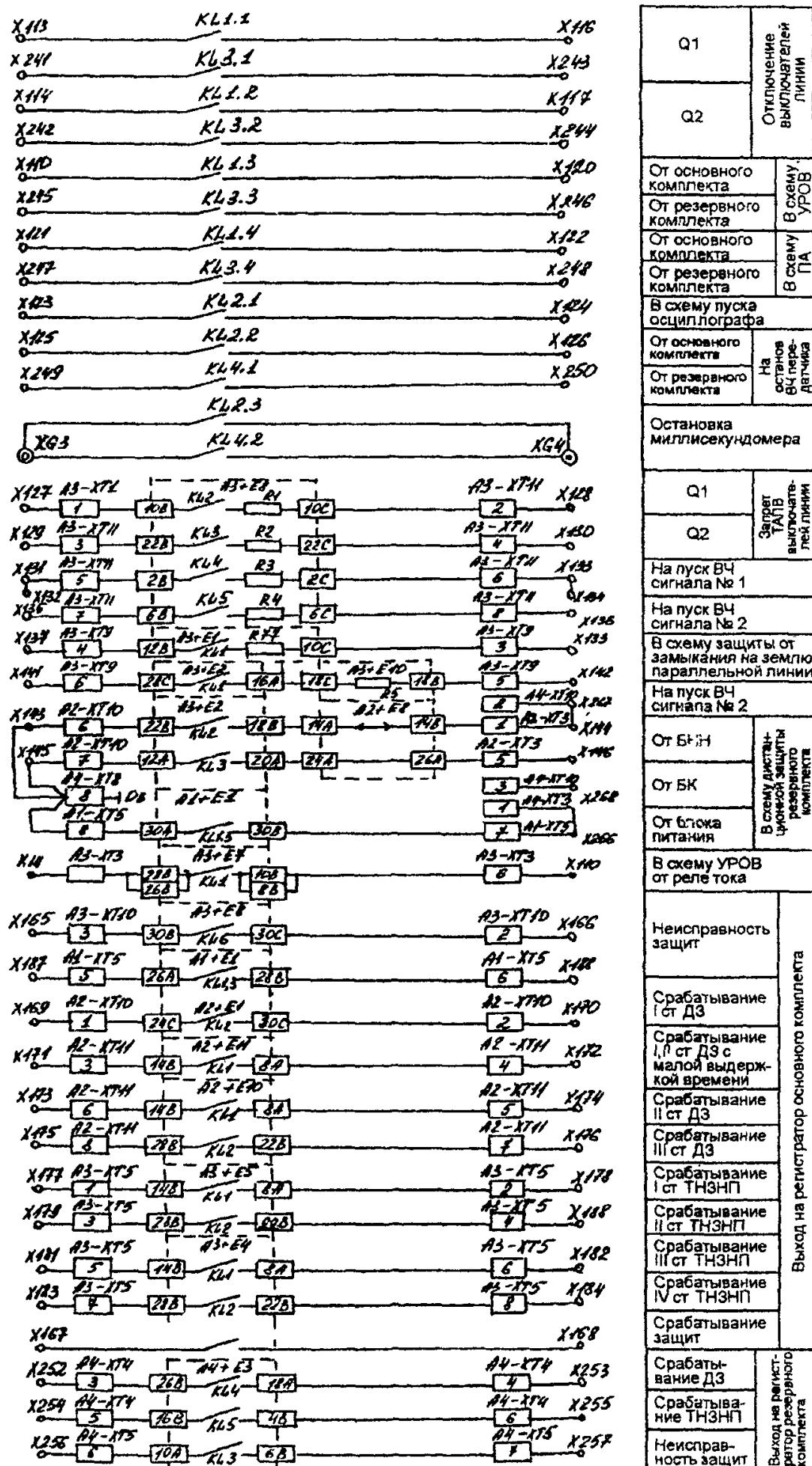


Рис. 6. Цепи выходных и сигнальных реле

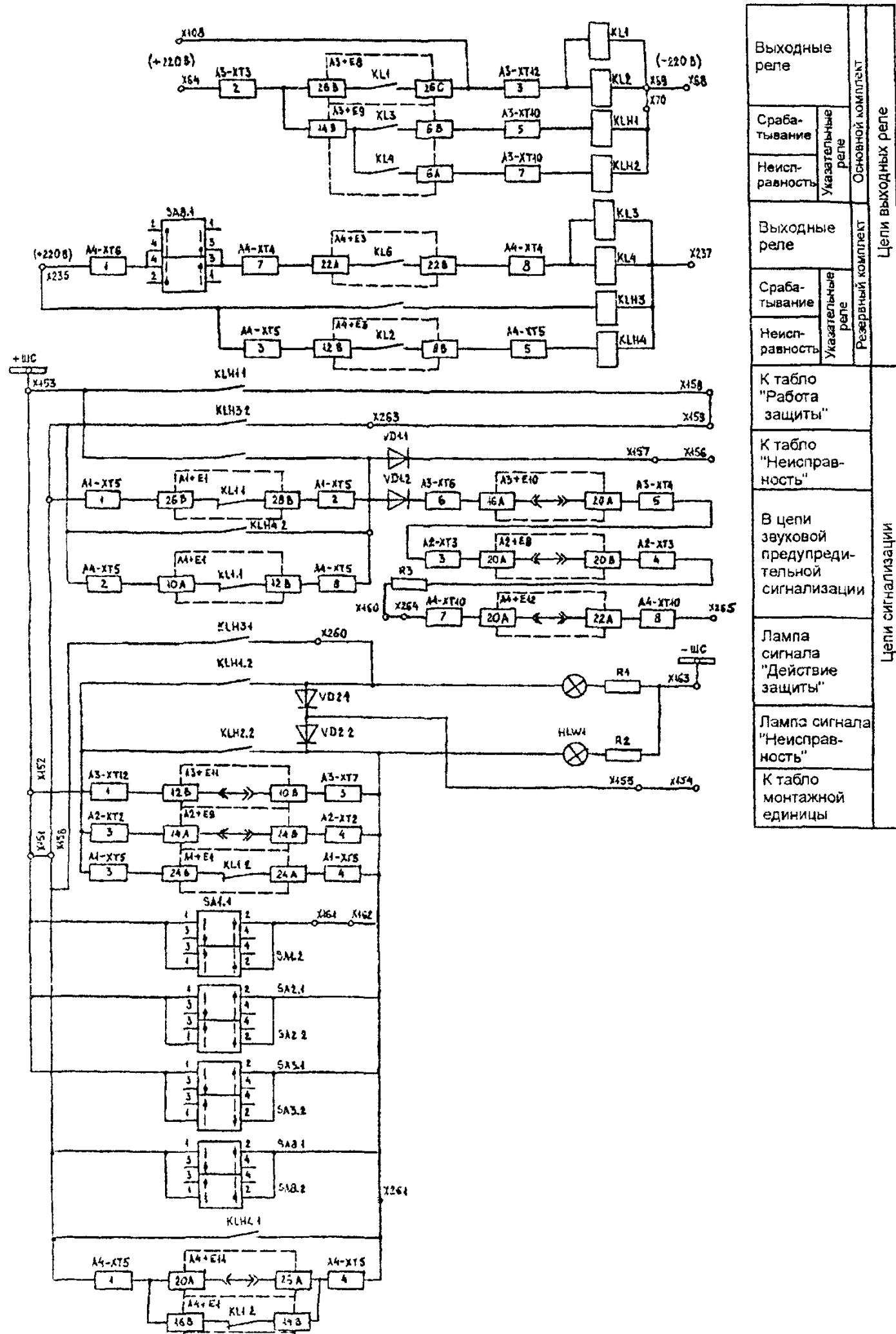


Рис. 7. Контакты выходных реле

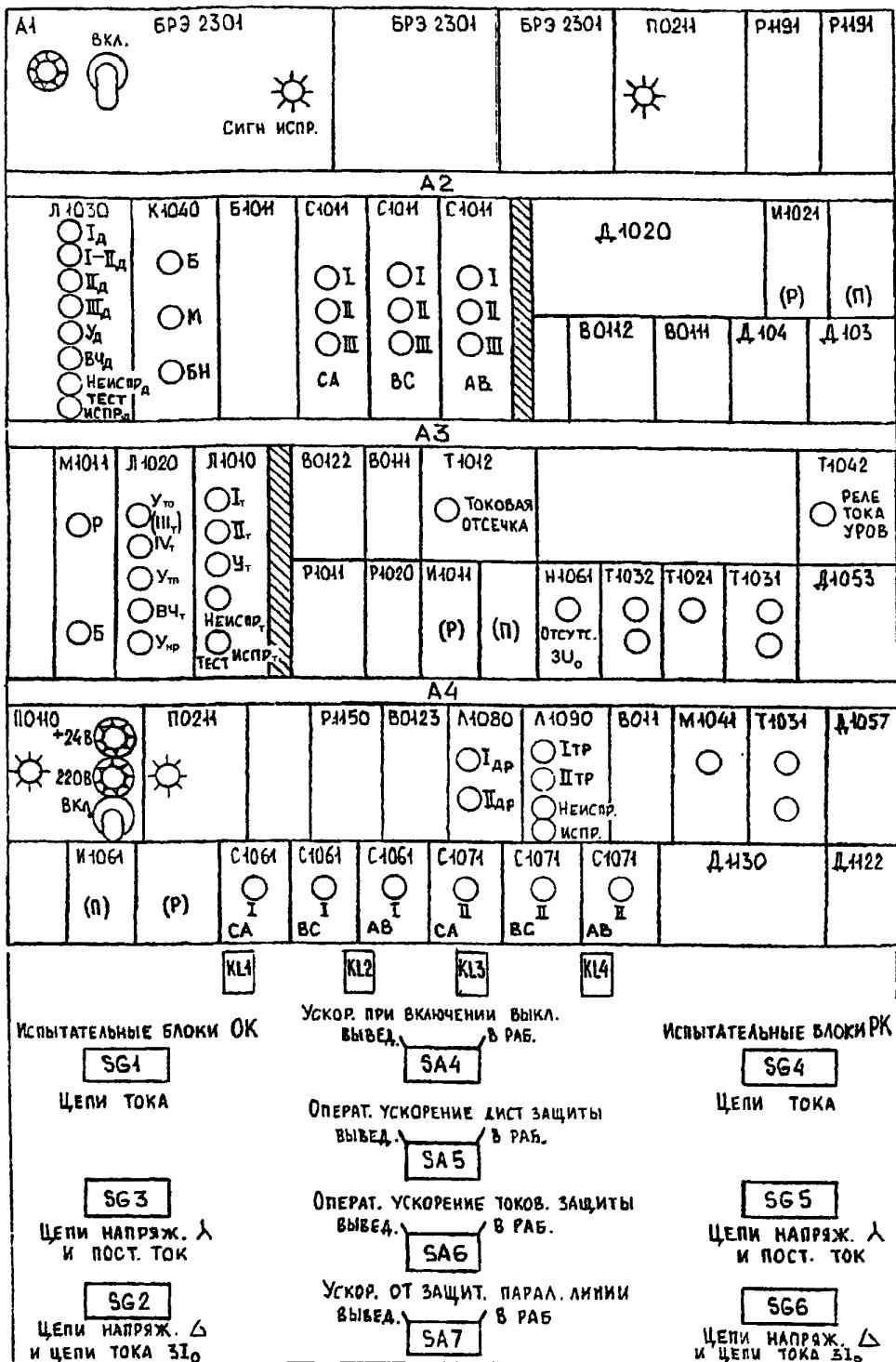


Рис. 8. Сигнальные и переключающие устройства внутри шкафа ШДЭ 2802

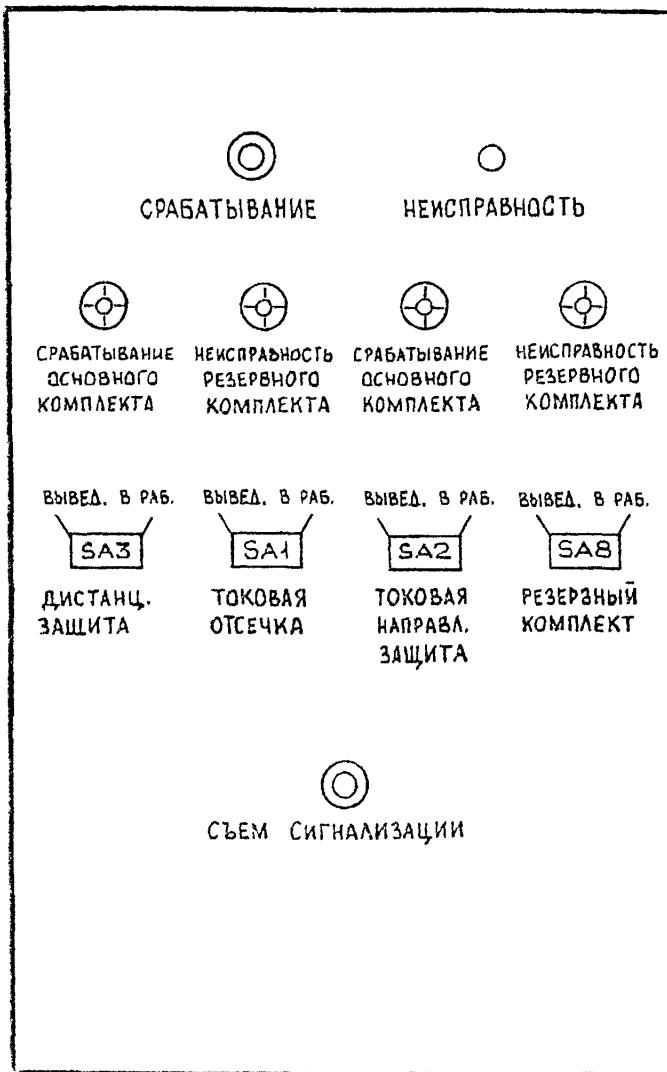


Рис. 9. Основные сигнальные и переключающие устройства, расположенные на дверце шкафа ЩДЭ 2802

## 2. УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1. Работы по техническому обслуживанию защиты необходимо производить в соответствии с требованиями действующих "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок" (М.: Энергоатомиздат, 1987) и "Правил техники безопасности при производстве электромонтажных работ на объектах Минэнерго СССР" (М.: Информэнерго, 1984).

2.2. Перед началом наладочных работ проверить заземление металлоконструкций шкафа, блоков, проверочных устройств и приборов. Работы в цепях, находящихся под напряжением, производить инструментом с изолированными рукоятками.

2.3. При работе в токовых цепях эти цепи должны быть надежно закорочены. Токовые разъемы, осуществляющие связь блоков защиты через втычные разъемы с кассетой шкафа, недостаточно надежны и иногда не обеспечивают закорачивания токовых цепей при вынутом блоке, поэтому запрещается при вынутых блоках вставлять рабочие крышки испытательных блоков токовых цепей. Во избежание повреждения устройства установку и выемку отдельных блоков из кассеты шкафа разрешается производить при снятом с защиты напряжении питания и отключении входных напряжений и токов с помощью испытательных блоков.

## 3. ПРОВЕРКА ПРИ НОВОМ ВКЛЮЧЕНИИ

### 3.1. Подготовительные работы

3.1.1. Подготовить необходимую для проведения работы документацию:

а) исполнительные принципиальные схемы защиты, согласованные со службой РЗА той ступени управления, к которой относится данная защита;

б) инструкции или методические указания по техническому обслуживанию (наладке) защиты;

в) техническое описание и инструкцию по эксплуатации (заводскую документацию) на данную защиту;

г) паспорт защиты и бланк протокола для внесения в них результатов проверки;

д) рабочие тетради для текущих записей;

е) уставки защиты, выданные службой РЗА;

ж) письма службы РЗА, циркуляры и т.п. по изменению схем.

3.1.2. Произвести проверку принципиальных схем и схем электрических соединений.

Проверить соответствие:

а) номинальных данных шкафа соответствующему оборудованию и аппаратуре;

б) заданных уставок возможностям их выставления в шкафу;

в) технических требований, предъявляемых к схеме (взаимодействие и последовательность операций, достаточность коммутационной аппаратуры в выходных цепях), выполненной проектной принципиальной схеме с учетом рекомендаций по улучшению технического обслуживания защиты (приложение 2). Проанализировать изменения, предусмотренные проектной организацией и службой РЗА, подобрать места установки дополнительной аппаратуры.

3.1.3. Подготовить необходимые контрольно-измерительные приборы и устройства (приложение 3), инструмент, приспособления, соединительные провода, запасные части

3.1.4. Произвести допуск бригады к работе. При подготовке рабочего места для безопасного проведения работ следует отключить жилы всех кабелей, подключенных к шкафу.

**3.2. Внешний и внутренний осмотры,  
проверка механической части аппаратуры  
и напряжения срабатывания реле постоянного тока**

3.2.1. При осмотре следует проверить:

а) отсутствие механических повреждений и внешних дефектов шкафа, испытательных блоков, переключателей, кнопок, ряда зажимов и других элементов;

б) отсутствие дефектов деталей и элементов, входящих в блоки, надежность крепления этих деталей;

в) правильность установки и надежность фиксации контактных соединений блоков и кассеты. Особое внимание следует обратить на токовые разъемы блоков Д103-Д105, Д112, Т101, Т104. При недостаточной глубине захода подвижной части разъема в неподвижную, установленную в кассете, не происходит полного размыкания самозакорачивающихся контактов в неподвижной части разъема и, как следствие, эти неразомкнувшиеся контакты полностью или частично шунтируют рабочую цепь тока. Глубину захода контактов можно увеличить, отодвинув неподвижную часть разъема от стенки кассеты, подкладывая гетинаксовые шайбы в местах винтовых соединений разъема и стенки кассеты;

г) качество пайки и состояние печатного монтажа. Печатный монтаж не должен иметь видимых повреждений в виде отслаивающихся проводников и заусенцев, излишних перемычек между дорожками печатной схемы и выводами элементов;

д) отсутствие подгаров, наличие зазоров между радиоэлементами;

е) наличие закорачивающих перемычек в токовых испытательных блоках и их отсутствие в блоках, установленных в цепях напряжения;

ж) надежность замыкания контактов (достаточность совместного хода подвижных и неподвижных контактов) переключателей уставок. Эта проверка выполняется с помощью омметра;

з) наличие и соответствие надписей на элементах шкафа защиты функциональному назначению, правильность маркировки кабелей, жил кабелей и проводов.

3.2.2. Осмотреть и при необходимости отрегулировать механическую часть промежуточных выходных реле *KL1-KL4*.

Контакты реле регулируются согласно методике, приведенной в техническом описании и инструкции по эксплуатации реле типов РП16-РП18.

Для удобства регулировки контактов необходимо снять толкатель и ослабить винт, крепящий контактный блок. Следует помнить, что контактный блок неразборный и возможности регулировки соосности контактов за счет естественных люфтов очень ограничены. Контакты и ход якоря должны быть отрегулированы таким образом, чтобы зазор между разомкнутыми контактами составлял не менее 1 мм, а совместный ход не менее 0,3 мм. Регулировать контакты следует при нажатии на якорь реле, прижимая его к сердечнику с помощью отвертки или другого инструмента. Переводить якорь в сработанное положение путем нажатия на его конец со стороны толкателя нельзя, так как это может привести к неправильной оценке регулировки контактов.

Расположение сигнальных и переключающих устройств приведено на рис. 8, 9.

После регулировки механической части реле проверить напряжение срабатывания и возврата. Напряжение срабатывания должно быть  $0,65U_{\text{ном}}$ . В заводском исполнении реле имеют напряжение срабатывания около  $(0,4 \div 0,45)U_{\text{ном}}$  с временем срабатывания до 10 мс. Увеличение напряжения срабатывания до  $0,65U_{\text{ном}}$  приводит к увеличению времени срабатывания на 2-3 мс, что вполне допустимо.

Напряжение срабатывания регулируется изменением давления плоской возвратной пружины с помощью регулировочного винта, расположенного на контактном блоке.

Напряжение возврата должно быть не менее  $0,05U_{\text{ном}}$ .

Проверить время срабатывания реле *KL1-KL4*. Проверить напряжение срабатывания сигнальных реле *KLH1-KLH4*, которое должно быть не более  $0,7U_{\text{ном}}$ .

### 3.3. Проверка изоляции

- 3.3.1. Перед проверкой изоляции необходимо провести подготовительные работы:
- снять напряжения со всех источников, связанных со шкафом и отсоединить кабели связи с другими устройствами РЗА;
  - отсоединить провод ЗЕМЛЯ от зажима Х3 и А1-ХТ8:6;
  - снять перемычку между зажимами Х3 и Х194 (токовые цепи основного и резервного комплектов);
  - установить перемычки в контрольные гнезда блоков стабилизации ПО210 XS1:1 (+15 В), XS1:2 (О В), XS2:1 (-15 В) и блока питания резервного комплекта ПО110 XS1:1 (О В), XS1:2 (+24 В);
  - установить перемычки между зажимами А1-ХТ4:1 + А1-ХТ4:8 (выходы  $\pm 15$  В, 24 В блока питания основного комплекта БРЭ 2301);
  - установить рабочие крышки испытательных блоков SG1-SG6 в рабочее положение;
  - установить переключатели SA1-SA8 во введенное (рабочее) положение;
  - включить переключатели в блоках питания основного и резервного комплектов;
  - собрать все цепи защиты в отдельные группы установкой перемычек на рядах зажимов шкафа и кассеты А1 согласно табл. 1.

Таблица 1

| Цепи   | Объединить зажимы  |
|--|--|
| 1. Цепи переменного тока ОК  | X2–Х21   |
| 2. Цепи переменного напряжения ОК  | X31–Х55  |
| 3. Цепи оперативного постоянного напряжения ОК   | X60–Х99  |
| 4. Цепи приема ВЧ команд и ускорений ( $U_{ном} = 24$ В), $\pm 15$ В и 24 В ОК                 | X100–Х107; А1-ХТ4.1–А1-ХТ4.8   |
| 5. Выходные цепи ОК и контакты реле тока УРОВ  | X110–Х111; Х119–Х142   |
| 6. Цепи отключения ОК  | X113–Х117  |
| 7. Контакты БНН, БК и БП ОК в схеме РК ( $U_{ном} = 15$ В) и цепи питания $\pm 15$ В и 24 В РК | X143–Х146; Х266–Х268; ПО210 РК XS1:1 (+15 В) – XS1:2 (О В)–XS2:1 (-15 В);<br>ПО110 РК XS1:1(О В)–XS1:2 (+24 В) |
| 8. Цепи сигнализации ОК и РК   | X151–Х163; Х258–Х265   |
| 9. Цепи регистратора ОК  | X165–Х188  |
| 10. Цепи оперативного постоянного напряжения реле тока УРОВ                                    | X190–Х192  |
| 11. Цепи тока РК   | X194–Х208  |
| 12. Цепи напряжения РК   | X209–Х230  |
| 13. Цепи оперативного постоянного напряжения РК  | X233–Х239  |
| 14. Цепи отключения РК   | X241–Х250  |
| 15. Цепи регистратора РК   | X252–Х257  |

3.3.2. Вынуть блоки из кассет и произвести измерение сопротивления изоляции цепей с номинальным напряжением до 24 В (группы 4 и 7) по отношению к корпусу мегаомметром с номинальным напряжением 100 В. Вставить блоки в кассеты и повторить измерение.

Сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм.

Восстановить заземление цепей с номинальным напряжением до 24 В (группы 4 и 7), подключить провод ЗЕМЛЯ к зажиму А1-ХТ8:6

3.3.3. Произвести измерение сопротивления изоляции всех групп цепей (за исключением групп 4 и 7) относительно корпуса шкафа и между собой мегаомметром с номинальным напряжением 500 В сначала при вынутых из кассет блоках, а затем при вставленных.

Для ускорения процесса измерений данную проверку рекомендуется производить следующим образом. группы цепей (за исключением групп 4 и 7) соединить между собой с

помощью вспомогательной шинки (можно изготовить из гибкого оголенного проводника). Вынуть блоки из кассет и произвести измерение сопротивления изоляции всех групп, связанных между собой вспомогательной шинкой, относительно корпуса шкафа. Затем заземлить вспомогательную шинку и, поочередно отключая от нее каждую группу, измерить значение сопротивления изоляции этой группы относительно всех остальных групп, объединенных между собой и заземленных. Вставить блоки в кассеты и повторить измерения.

Сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм.

3.3.4. Измерить сопротивление изоляции между фазами токовых цепей мегаомметром с номинальным напряжением 500 В, подключая мегаомметр согласно табл. 2.

Таблица 2

| Фазы цепей тока | Мегаомметр подключен к зажимам |                       |
|-----------------|--------------------------------|-----------------------|
|                 | Основной комплект              | Резервный комплект    |
| A — BCO         | X7-X19, X20, X21               | X196-X206, X207, X208 |
| B — CAO         | X10-X18, X20, X21              | X199-X205, X207, X208 |
| C — ABO         | X15-X18, X19, X21              | X202-X205, X206, X208 |

Значение сопротивления изоляции должно быть не менее 10 МОм.

3.3.5. Проверить электрическую прочность изоляции всех объединенных групп (за исключением групп 4 и 7) относительно корпуса панели напряжением переменного тока 1000 В частоты 50 Гц в течение 1 мин.

3.3.6. Повторно измерить сопротивление изоляции всех групп цепей (кроме групп 4 и 7) относительно корпуса шкафа мегаомметром с номинальным напряжением 500 В. Изоляция считается выдержавшей испытание, если значения ее сопротивлений, измеренные до и после испытаний, будут одинаковыми.

### 3.4. Проверка блоков питания

3.4.1. Проверку блоков питания желательно производить от рабочих источников оперативного постоянного напряжения (аккумуляторной батареи, выпрямительных устройств), регулируя напряжение с помощью потенциометра.

В случае отсутствия в момент проверки рабочих источников оперативного напряжения проверку блока питания можно производить от других источников постоянного (выпрямленного) напряжения, амплитуда пульсаций которого не должна превышать 6% при токе нагрузки до 0,2 А. В качестве такого источника может быть использовано проверочное устройство У 5053 при емкости сглаживающего конденсатора 1000 мкФ.

3.4.2 Вставить в кассеты все блоки.

3.4.3 Проверить полярность оперативного постоянного напряжения, подведенного к шкафу "Плюс" оперативного напряжения должен быть подключен к зажимам X60 (ОК), X234 (РК), X190 (УРОВ) "Минус" — соответственно к зажимам X71, X239 и X192. Подключить цепи оперативного постоянного напряжения к указанным зажимам через реостат, собранный по схеме потенциометра. Подать на защиту напряжение 220 В

3.4.4 Включить блоки питания переключателями ВКЛ в блоке БРЭ 2301 ОК и 220 В в блоке ПО110 РК. Блоки должны запуститься, о чем судят по свечению четырех зеленых светодиодов в блоках БРЭ 2301, ПО211 ОК, ПО110, ПО211 РК

3.4.5. Измерить напряжения на выходах блоков питания при напряжении на его входах, равном номинальному, т.е. 220 В. При необходимости на выходах  $\pm 15$  В с помощью регулировочных резисторов, расположенных на лицевой панели блока ПО210, выставить номинальное значение выходных напряжений. Измерения следует производить вольтметром класса точности 0,5 после пятнадцатиминутного прогрева блоков питания. Все блоки защиты должны быть вставлены в кассеты.

Места подключения вольтметра, регулировочные резисторы и допустимые значения напряжения указаны в табл. 3.

Таблица 3

| Наименование цепи                | Точки подключения вольтметра     | Допустимые значения напряжения, В | Регулировочные резисторы    |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1 +15В БРЭ 2301 ОК (1-й выход)   | A1.XT4:1-A1.XT4:2                | 15 $\pm$ 10%                      | R9, РЕГУЛ. $U_{\text{вых}}$ |
| 2. -15 В БРЭ 2301 ОК (2-й выход) | A1.XT4:4-A1.XT4:2                | 15 $\pm$ 10%                      | R9, РЕГУЛ. $U_{\text{вых}}$ |
| 3. +24 В БРЭ 2301 ОК (3-й выход) | A1.XT4:5-A1.XT4:6                | 24 $\pm$ 10%                      | R9, РЕГУЛ. $U_{\text{вых}}$ |
| 4 +15Вст ПО211 ОК                | A1.XT2:4-A1.XT4:2 (XS1.1-XS1.2)  | 15 $\pm$ 2%                       | R11, +15В                   |
| 5. -15Вст ПО211 ОК               | A1.XT2:6-A1.XT4:2 (XS2.2-XS2.1)  | 15 $\pm$ 2%                       | R14, -15В                   |
| 6. +15В ПО211 РК                 | XS1.1-XS1.2                      | 15 $\pm$ 2%                       | R11, +15В                   |
| 7. -15В ПО211 РК                 | XS2.1-XS2.2                      | 15 $\pm$ 2%                       | R14, -15В                   |
| 8. +24В ПО110 РК                 | XS1.1-XS1.2                      | 18,2-29,0                         | Отсутствует                 |
| 9. +15В Т104 УРОВ                | A3.XT3:5 — гнездо выбора уставки | 15 $\pm$ 0,15                     | —                           |
| 10. -15В Т104 УРОВ               | A3.XT3:1 — гнездо выбора уставки | 15 $\pm$ 0,15                     | —                           |

3.4.6. Проверить значения выходных напряжений блоков питания при изменении входного напряжения в пределах (0,8 $\div$ 1,1)  $U_{\text{ном}}$ . Отклонение значений выходных напряжений не должно превышать пределы, указанные в табл. 3.

3.4.7. Проверить действие защиты блоков питания от коротких замыканий. Проверку осуществить поочередно замыканием цепи питания через резистор сопротивлением 4-5 Ом. При этой проверке замыкаются цепи № 1-7, указанные в табл. 3. Место установки закороток совпадает с указанным в этой таблице местом подключения вольтметра. При срабатывании защиты происходит срыв инвертирования блоков питания, перестают светиться зеленые светодиоды блоков питания. Повторный запуск блоков питания осуществляется включением переключателей в блоках БРЭ 2301 и ПО110, которые нужно сначала отключить, а затем, спустя 1-2 с, опять включить. В случае несрабатывания защиты блоков питания от КЗ необходимо изменить уставку напряжения срабатывания защиты подстроечным резистором  $R2$  в блоке Е3 БРЭ 2301.

### 3.5. Проверка электрических характеристик измерительных органов

#### 3.5.1. Проверка реле сопротивления

3.5.1.1. Провести подготовительные работы.

В целях экономии времени для сборки схем при проверке электрических характеристик реле ОК и РК собрать цепи тока обоих комплектов последовательно, установив перемычки между зажимами X18-X198, X19-X201, X20-X204, X21-X194, и снять перемычки между зажимами X18-X19-X20-X21 и X3-X194. Ток подать:  $I_A$  — на зажим X4,  $I_B$  — на зажим X5,  $I_C$  — на зажим X6,  $I_0$  — на зажим X2.

Цепи напряжения ОК и РК подключить параллельно, установив перемычки между зажимами X32-X209, X34-X211, X36-X213, X38-X217, X44-X219.

Напряжение подать:  $U_A$  — на зажим X32,  $U_B$  — на зажим X34,  $U_C$  — на зажим X36,  $U_0$  — на зажим X38.

Установить расчетное или ближайшее большее число витков трансформаторов напряжения TV1 в блоках преобразователей напряжения Д102 и Д113 и установить переключатели SB2 и SB1 в блоках Д103, Д104, Д112 в требуемое положение согласно заданным уставкам, подсчитанным по формулам, приведенным в табл. 4

Таблица 4

| Расчетный параметр   | Формула                                      |
|--|--|
| Вторичное сопротивление срабатывания $z_{cp\ 2}$ , Ом/фазу | $\frac{z_1 \cdot n_{tt}}{n_{th}}$            |
| Количество витков трансформатора напряжения TV1, %         | $\frac{z_{ust\ min}}{z_{cp\ 2}} \cdot 100\%$ |
| Сопротивление срабатывания при проверке $z_{cp}$ , Ом/фазу | $\frac{U}{2I}$                               |

В приведенной таблице:

$z_1$  — первичное сопротивление срабатывания, Ом/фазу;

$n_{tt}$  — коэффициент трансформации трансформатора тока;

$n_{th}$  — коэффициент трансформации трансформатора напряжения,

$z_{ust\ min}$  — минимальные значения уставок реле сопротивления регулируются с помощью группы переключателей K1 — SB1, SB2, установленных на лицевой части блоков, и соответствуют значениям, приведенным в табл. 5.

Таблица 5

| K1               | Положение переключателей |             | Наименование блоков | Комплект  | Zust min Ом/фазу |             |             |
|------------------|--------------------------|-------------|---------------------|-----------|------------------|-------------|-------------|
|                  | SB1                      | SB2         |                     |           | I ступень        | II ступень  | III ступень |
| 1<br>0,5<br>0,25 | Выступающее              | Выступающее | Д103                | Основной  | 5 (1)            | 5 (1)       | 10 (2)      |
|                  | Выступающее              | Утопленное  | Д104                |           | 2,5 (0,5)        | 2,5 (0,5)   | 5 (1)       |
|                  | Утопленное               | Утопленное  | Д104                |           | 1,25 (0,25)      | 1,25 (0,25) | 2,5 (0,5)   |
| 1<br>0,5<br>0,25 | Выступающее              | Выступающее | Д112                | Резервный | 5 (1)            | 5 (1)       | —           |
|                  | Выступающее              | Утопленное  | Д112                |           | 2,5 (0,5)        | 2,5 (0,5)   |             |
|                  | Утопленное               | Утопленное  | Д112                |           | 1,25 (0,25)      | 1,25 (0,25) |             |

П р и м е ч а н и е. Здесь и в дальнейшем вне скобок указаны значения для шкафов с номинальным значением переменного тока 1 А, в скобках — для 5 А.

### 3.5.1.2 Выставить рабочие уставки реле сопротивления.

От устройства У 5053 или аналогичного ему подать на шкаф такие же сочетания фаз тока и напряжения, на которые они будут включены в работу. Угол между векторами напряжения и тока установить в соответствии с заданной уставкой. Значение тока должно в два-три раза превышать ток точной работы реле. Снижая напряжение, определить уставку срабатывания реле. Момент срабатывания фиксировать по светодиоду проверяемого реле. Плавная регулировка сопротивления срабатывания реле производится резисторами "K" в блоках датчиков напряжения ( $R1$  — для I ступени,  $R2$  — для II ступени и  $R3$  — для III ступени).

### 3.5.1.3. Снять характеристику $z_{cp} = f(\varphi)$

В связи с различием характеристик реле сопротивления различных ступеней (рис. 10) определение сопротивления срабатывания производится в различных диапазонах углов между векторами тока и напряжения.

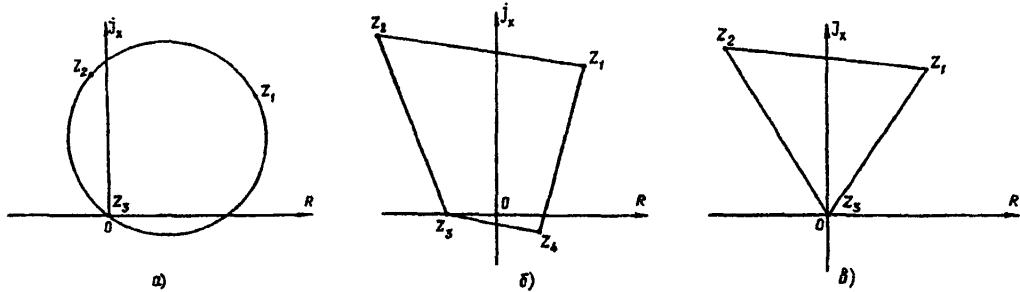


Рис. 10. Характеристики срабатывания реле сопротивления:  
а – I ступени; б – II ступени; в – III ступени

При снятии характеристики I ступени удобно производить измерения через  $30^\circ$  в диапазоне углов от  $0^\circ$  до  $150^\circ$ . Характеристика должна иметь форму, близкую к окружности, проходящую через начало координат с углом максимальной чувствительности  $\varphi_{m,4} = 75 \pm 5^\circ$ , с соотношением осей, при  $\varphi = \varphi_{m,4}$  и  $\varphi = \varphi_{m,4} + 90^\circ$ , равным  $1,0 \pm 0,15$ .

При снятии характеристики II ступени измерения производятся через  $30^\circ$  в диапазоне углов от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ . Характеристика должна иметь форму четырехугольника со смещением в 3-й квадрант не более чем на 6% относительно уставки при угле между векторами тока и напряжения  $255^\circ$ . Верхняя и нижняя стороны четырехугольника должны иметь наклон по отношению к оси активных сопротивлений в пределах  $5^\circ$  с допустимыми отклонениями  $+5^\circ$  или  $-10^\circ$ . Наклон правой боковой стороны четырехугольника  $\varepsilon = \frac{b}{a}$ , где  $b$  – отрезок оси  $R$  между началом координат и правой боковой стороной;  $a$  – половина значения уставки срабатывания при угле  $75^\circ$ .

Наклон правой боковой стороны четырехугольника имеет две ступени регулировки  $\varepsilon = 0,3 + 0,07$  и  $\varepsilon = 0,6 + 0,1$  и устанавливается с помощью переключателей  $SB1$  в блоке С101 для ОК и в блоке С107 для РК. При разомкнутом  $SB1$  (выступающее положение переключателя)  $\varepsilon = 0,3$ , а при замкнутом  $SB1$  (утопленное положение переключателя)  $\varepsilon = 0,6$ .

Вершина четырехугольника, расположенная в 1-м квадранте, имеет координаты по оси активных сопротивлений  $0,85 z_y + 15\%$ , во 2-м квадранте –  $0,5 z_y + 20\%$ , в 3-м квадранте –  $0,3 z_y + 20\%$ . Координаты вершин четырехугольника удобно проверять графически после построения характеристики. Ориентировочные значения координат вершин четырехугольника можно определить без графического построения по формулам:

$$\begin{aligned}\varphi &= 0^\circ - z_{cp} = \varepsilon z_y; \\ \varphi &= 180^\circ - z_{cp} = 0,3 z_y; \\ \varphi &= 180^\circ + \varphi_{m,4} - z_{cp} = 0,06 z_y.\end{aligned}$$

Характеристика срабатывания III ступени имеет форму треугольника с одной из ее вершин, находящихся в начале координат. При снятии характеристики достаточно методом "засечек" определить по одной точке на сторонах треугольника, проходящих через начало

координат, и две точки на третьей стороне треугольника. Для определения точек на двух боковых сторонах треугольника на защиту подать ток и напряжение, соответствующие примерно  $0,5 z_y$ , и фазорегулятором изменять угол между током и напряжением до момента срабатывания реле. На третьей стороне треугольника зафиксировать  $z_{cp}$  при углах между током и напряжением  $60^\circ$  и  $90^\circ$ .

Левая сторона треугольника должна иметь угол наклона к оси активных сопротивлений  $115^\circ \pm 10^\circ$ .

Угол наклона правой стороны треугольника можно изменить с  $47^\circ$  на  $35^\circ$  посредством изъятия резисторов  $R6$  и  $R21$  на печатной плате блоков  $C101$ .

Значение тока при снятии угловых характеристик должно быть такое же, как и при настройке уставок, т.е. в два-три раза превышать ток точной работы.

При снятии характеристик I и III ступеней необходимо также на соответствующее реле подавать напряжение третьей (неповрежденной) фазы, т.е. в случае использования установки У 5053 включить переключатель  $S29$ .

### 3.5.1.4. Снять характеристики $z = f(I)$ .

При угле максимальной чувствительности определить  $z_{cp}$  реле при снижении тока от номинального значения до минимального, при котором еще возможна работа реле. По характеристике определить значение тока, при котором  $z_{cp}$  оказывается на 10% ниже уставки, т.е. ток точной работы реле. Его значения не должны превышать значений, указанных в табл. 6

Таблица 6

| $z_{cp}$ мин Ом/фазу | 1,25 (0,25)                  | 2,5 (0,5)    | 5 (1)              | 10 (2)               |
|----------------------|------------------------------|--------------|--------------------|----------------------|
| Ток точной работы, А | I, II степени<br>III ступени | 1,2 (6)<br>— | 0,6 (3)<br>0,4 (2) | 0,3 (1,5)<br>0,2 (1) |

3.5.1.5. В случае несоответствия формы характеристики срабатывания  $z_{cp} = f(\phi)$ , значительного отклонения числа витков от расчетного значения, смещения характеристик I и III ступени относительно "нуля" координат и другого для определения причин этого несоответствия необходимо проверить:

блоки датчиков тока Д103, Д104, Д112;

блоки датчиков напряжения Д102, Д113,

потенциалы в контрольных точках блоков реле сопротивления С101, С106, С107 в исходном режиме;

настройку активного фильтра контура памяти;

координаты вершин характеристик срабатывания реле.

3.5.1.6. Проверить блоки датчиков тока Д103, Д104, Д112.

Вынуть из кассеты проверяемые блоки и соединить их с кассетой через удлинитель и разделительную колодку.

Подать на вход шкафа поочередно токи фаз АВ, ВС, СА значением 1 или 5 А.

Измерить значения вторичных напряжений трансформаторов ТА и ТА1 токовых блоков на зажимах разъема X1. В зависимости от положения переключателей K1-SB1, SB2 в блоках Д103, Д112 и установки перемычек XB1, XB2 " $I_{cp.H}$ " в штепельные гнезда XS1 и XS4 — " $I_{cp.H} \times 1$ ", XS2 и XS5 — " $I_{cp.H} \times 2$ ", XS3 и XS6 — " $I_{cp.H} \times 4$ " в блоке Д104 значения вторичных напряжений должны соответствовать данным табл. 7, для блока Д103, табл. 3 для блока Д104 и табл. 9 для блока Д112

Внутреннее сопротивление вольтметра должно быть не менее 5 кОм/В

Таблица 7

| Подан<br>ток фаз | Вторичное напряже-<br>ние, измеряемое на<br>разъеме X1 между<br>выводом 2A и выво-<br>дами, указанными<br>ниже | Вторичное напряжение, В |          |           |
|------------------|--|-------------------------|----------|-----------|
|                  |  | $K_1$                   |          |           |
|                  |  | 1                       | 0,5      | 0,25      |
| AB               | 4A   | 3,4–4,2                 | 1,7–2,1  | 0,85–1,1  |
|                  | 4B   | 1,7–2,1                 | 0,85–1,1 | 0,42–0,55 |
| BC               | 6A   | 3,4–4,2                 | 1,7–2,1  | 0,85–1,1  |
|                  | 6B   | 1,7–2,1                 | 0,85–1,1 | 0,42–0,55 |
| CA               | 8A   | 3,4–4,2                 | 1,7–2,1  | 0,85–1,1  |
|                  | 8B   | 1,7–2,1                 | 0,85–1,1 | 0,42–0,55 |

Таблица 8

| Подан<br>ток<br>фаз | Вторичное напряжение,<br>измеряемое на разъеме<br>X1 между выводами 2A<br>и выводами,<br>указанными ниже | Вторичное напряжение, В |           |         |           |           |
|---------------------|--|-------------------------|-----------|---------|-----------|-----------|
|                     |  | $K_1$                   |           |         |           |           |
|                     |  | 1                       |           | 0,5     |           | 0,25      |
| AB                  | 22A  | 10,5–13,0               | 5,35–6,5  | 2,7–3,3 | 5,35–6,5  | 2,7–3,3   |
|                     | 4B   |                         | 10,5–13,0 |         | 5,35–6,5  | 2,7–3,3   |
|                     | 14A  |                         | 5,3–6,5   |         | 2,7–3,3   | 1,3–1,7   |
|                     | 4A   |                         | 1,75–2,15 |         | 0,85–1,05 | 0,42–0,55 |
|                     | 24A  | 10,5–13,0               | 5,35–6,5  | 2,7–3,3 | 5,35–5,5  | 2,6–3,3   |
| BC                  | 6A   |                         | 10,5–13,0 |         | 5,3–5,5   | 2,6–3,3   |
|                     | 14B  |                         | 5,35–6,5  |         | 2,7–3,3   | 1,3–1,7   |
|                     | 8B   |                         | 1,75–2,15 |         | 0,85–1,05 | 0,42–0,55 |
|                     | 16A  |                         | 10,5–13,0 |         | 5,35–6,5  | 2,6–3,3   |
| CA                  | 12A  |                         | 5,35–6,5  |         | 2,7–3,3   | 1,3–1,7   |
|                     | 8A   |                         | 1,75–2,15 |         | 0,85–1,05 | 0,42–0,55 |

Таблица 9

| Подан<br>ток<br>фаз | Вторичное напряжение,<br>измеряемое на разъеме<br>X1 между выводом 2A<br>и выводами,<br>указанными ниже | Вторичное напряжение, В |          |           |
|---------------------|---|-------------------------|----------|-----------|
|                     |   | $K_1$                   |          |           |
|                     |   | 1                       | 0,5      | 0,25      |
| AB                  | 4A  | 5,35–6,5                | 2,7–3,3  | 1,3–1,7   |
|                     | 24B   | 3,4–4,2                 | 1,7–2,1  | 0,85–1,1  |
|                     | 4B  | 1,7–2,1                 | 0,85–1,1 | 0,42–0,55 |
|                     | 6A  | 5,35–6,5                | 2,7–3,3  | 1,3–1,7   |
| BC                  | 10B   | 3,4–4,2                 | 1,7–2,1  | 0,85–1,1  |
|                     | 6B  | 1,7–2,1                 | 0,85–1,1 | 0,42–0,55 |
|                     | 26B   | 5,35–6,5                | 2,7–3,3  | 1,3–1,7   |
| CA                  | 8B  | 3,4–4,2                 | 1,7–2,1  | 0,85–1,1  |
|                     | 22B   | 1,7–2,1                 | 0,85–1,1 | 0,42–0,55 |

## 3.5.1 7. Проверить блоки датчиков напряжения Д102 и Д113.

Подать на вход панели поочередно напряжения фаз АВ, ВС, СА, равные 100 В.

Измерить значения вторичных напряжений трансформаторов ТВ1 датчиков напряжения на зажимах разъема X1. В зависимости от положений перемычек XB1, XB2, XB3 и потенциометров R1, R2, R3 (К) значения вторичных напряжений должны соответствовать данным табл. 10 для блока Д102 и табл. 11 — для блока Д113.

Таблица 10

| Напряжение подано на фазы | Вторичное напряжение, измеряемое на разъеме X1 между выводом 2А и выводами, указанными ниже | Положение перемычек XB1, XB2, XB3, % | Вторичное напряжение, В  |   |
|---------------------------|---|--------------------------------------|--|---|
|                           |   |                                      | при крайнем левом положении движка потенциометров R1, R2, R3 (К = 1) | при крайнем правом положении движка потенциометров R1, R2, R3 (К = 0,4) |
| AB                        | 16А, 16В, 18А<br>18А<br>14В<br>18В<br>20А   | 100<br>50<br>25<br>12<br>6<br>3      | 44–52<br>22–26<br>11,0–13,0<br>5,5–6,5<br>2,75–3,25<br>1,35–1,65     | 16,6–23<br>8,3–11,5<br>4,15–5,75<br>2,05–2,9<br>1,0–1,45<br>0,5–0,75    |
|                           |   |                                      | 44–52  |   |
|                           |   |                                      | 2,75–3,25  |   |
|                           |   |                                      | 2,75–3,25  |   |
|                           |   |                                      | Любое  |   |
|                           |   |                                      | 44–52  |   |
|                           |   |                                      | 2,75–3,25  |   |
|                           |   |                                      | 2,75–3,25  |   |
|                           |   |                                      | Любое  |   |
|                           |   |                                      | 44–52  |   |
| BC                        | 22А, 22В, 24А<br>24А<br>20В<br>24В<br>26А   | 100<br>50<br>25<br>12<br>6<br>3      | 44–52<br>22–26<br>11,0–13,0<br>5,5–6,5<br>2,75–3,25<br>1,35–1,65     | 16,6–23<br>8,3–11,5<br>4,15–5,75<br>2,05–2,9<br>1,0–1,45<br>0,5–0,75    |
|                           |   |                                      | 44–52  |   |
|                           |   |                                      | 2,75–3,25  |   |
|                           |   |                                      | 2,75–3,25  |   |
|                           |   |                                      | Любое  |   |
|                           |   |                                      | 44–52  |   |
|                           |   |                                      | 2,75–3,25  |   |
|                           |   |                                      | 2,75–3,25  |   |
|                           |   |                                      | Любое  |   |
|                           |   |                                      | 44–52  |   |
| CA                        | 28А, 28В, 30В<br>30В<br>26З<br>30А<br>32А   | 100<br>50<br>25<br>12<br>6<br>3      | 44–52<br>22–26<br>11,0–13,0<br>5,5–6,5<br>2,75–3,25<br>1,35–1,65     | 16,6–23<br>8,3–11,5<br>4,15–5,75<br>2,05–2,9<br>1,0–1,45<br>0,5–0,75    |
|                           |   |                                      | 44–52  |   |
|                           |   |                                      | 2,75–3,25  |   |
|                           |   |                                      | 2,75–3,25  |   |
|                           |   |                                      | Любое  |   |
|                           |   |                                      | 44–52  |   |
|                           |   |                                      | 2,75–3,25  |   |
|                           |   |                                      | 2,75–3,25  |   |
|                           |   |                                      | Любое  |   |
|                           |   |                                      | 44–52  |   |

Таблица 11

| Напряжение подано на фазы | Вторичное напряжение, измеряемое на разъеме X1 между выводом 2А и выводами, указанными ниже | Положение перемычек XB1, XB2, XB3, % | Вторичное напряжение, В  |   |
|---------------------------|---|--------------------------------------|--|---|
|                           |   |                                      | при крайнем левом положении движка потенциометров R1, R2, R3 (К = 1) | при крайнем правом положении движка потенциометров R1, R2, R3 (К = 0,4) |
| 1                         | 2   | 3                                    | 4  | 5   |
| AB                        | 14В, 16А  | 100<br>50<br>25<br>12                | 44–52<br>22–26<br>11,0–13,0<br>5,5–6,5                               | 16,6–23<br>8,3–11,5<br>4,15–5,75<br>2,05–2,9                            |

Окончание таблицы 11

| 1  | 2                 | 3                          | 4   | 5   |
|----|-------------------|----------------------------|---|---|
|    | 14A<br>18A<br>16B | 6<br>Любое                 | 2,75–3,25<br>44–52<br>2,75–3,25<br>2,75–3,25        | 1,0–1,5   |
| BC | 20A, 20B          | 100<br>50<br>25<br>12<br>6 | 44–52<br>22–26<br>11,0–13,0<br>5,5–6,5<br>2,75–3,25 | 16,6–23<br>8,3–11,5<br>4,15–5,75<br>2,05–2,9<br>1,0–1,5 |
|    | 18A<br>22A<br>22B | Любое                      | 44–52<br>2,75–3,25<br>2,75–3,25                     |   |
| CA | 24B, 26A          | 100<br>50<br>25<br>12<br>6 | 44–52<br>22–26<br>11,0–13,0<br>5,5–6,5<br>2,75–3,25 | 16,6–23<br>8,3–11,5<br>4,15–5,75<br>2,05–2,9<br>1,0–1,5 |
|    | 24A<br>26B<br>28A | Любое                      | 44–52<br>2,75–3,25<br>2,75–3,25                     |   |

3.5.1.8. Проверить потенциалы контрольных точек блоков реле сопротивлений I, II и III ступеней в исходном режиме.

Проверяемый блок соединить с помощью удлинителя с разъемом своей кассеты. Подать постоянное оперативное напряжение. Светодиоды в блоках реле сопротивлений не должны светиться.

Измерить напряжения постоянного тока между выводом X1:2A(О В) и выводами, указанными в табл. 12. Значения напряжений должны соответствовать значениям, указанным в табл. 12.

Таблица 12

| Напряжение, измеряемое между выводом X1:2A и выводами, указанными ниже     |   |   | Значение напряжения, В             |
|--|---|---|------------------------------------|
| Блок С101  | Блок С106                                   | Блок С107                                   |                                    |
| X1:2B (+15В)<br>X1:32A (-15В)<br>XP1+XP9,<br>XP13, XP14, XP15<br>XP10+XP12 | X1:2B (+15В)<br>X1:32A (-15В)<br>XP5<br>XP4 | X1:2B (+15В)<br>X1:32A (-15В)<br>XP6<br>XP5 | +15±0,5<br>+15±0,5<br>±1,2<br>>+12 |

3.5.1.9. Проверить настройку контура памяти.

При этой проверке с помощью осциллографа контролируется фаза и форма сигнала на выходе формирователя реле сопротивления I и III ступеней защиты при поочередной подаче на реле "основного" напряжения и напряжения подпитки.

От установки У 5053 или любого другого испытательного стенда на защиту подается напряжение, равное 100 В, и напряжение подпитки, равное 58 В.

При отключенном напряжении подпитки и поданном напряжении 100 В с помощью осциллографа (режим синхронизации от сети), подключенного к выводам X1:2A (О В) и

XP9 блока С101 ОК или к выводам X1:2A и XP3 (Е3) блока С106 РК зафиксировать фазу прямоугольного импульса. Затем снизить напряжение до 0 или объединить фазы АВ0 цепей напряжения защиты и подать напряжение подпитки, равное 58 В. При этом фаза прямоугольного импульса должна совпадать с предыдущим измерением.

При расхождении фазы наблюдаемого импульса поворотом движка переменного резистора R50 в блоке С101 и R20 в блоке С106 добиться отсутствия расхождения.

Аналогично провести проверку и настройку контура памяти для реле сопротивления, включенных на сочетания фаз ВС (напряжение подпитки 58 В) и фаз СА (напряжение подпитки 58 В).

### 3.5.1.10 Проверить координаты вершин характеристик срабатывания.

Установить переключатели К1 – SB1, SB2 в блоках Д103, Д104, Д112 в положение К1 = 1. Перемычки XB1, XB2, XB3 (N %) в блоках Д102, Д113 установить в штепельные гнезда "100%", а движки потенциометров R1, R2, R3 (К) – в крайнее левое положение (К = 1).

Координаты вершин характеристик срабатывания определяются при подаче в шкаф nominalного тока, равного 1 или 5 А.

Подсоединить осциллограф к выводу X1:2A и к выводу соответствующего элемента Е1-Е8 (контрольные выводы XP1-XP8) для блока С101, Е1, Е2 (контрольные выводы XP1, XP2) для блока С106 и Е1-Е4 (контрольные выводы XP1-XP4).

Изменяя угол между векторами напряжения  $U_{AB}$  и тока  $I_{AB}$ <sup>1</sup> и напряжение  $U_{AB}$  добиться компенсации сигналов на экране осциллографа. При этом угол между напряжением  $U_{AB}$  и током  $I_{AB}$  и значение напряжения  $U_{AB}$  должны соответствовать данным, приведенным в табл. 13.

Таблица 13

| Комплект  | Номер ступени реле сопротивления | Проверяются координаты вершин    | Осциллограф подключается между выводом X1:2A и выводами, указанными ниже | Угол между напряжением $U_{AB}$ и током $I_{AB}$ , эл.град                                    | Значения напряжения $U_{AB}$ , В                        |
|-----------|----------------------------------|----------------------------------|--|---|---|
| Основной  | I                                | $Z_1$<br>$Z_2$                   | XP7<br>XP8   | 45–48<br>108–122  | 8,7–10,3<br>7,7–9,4                                     |
|           | II                               | $Z_1$<br>$Z_2$<br>$Z_3$<br>$Z_4$ | XP1<br>XP2<br>XP3<br>XP4   | 40–54<br>108–122<br>176–196<br>$\varepsilon = 0,6$   340–357<br>$\varepsilon = 0,3$   320–355 | 10,5–13,8<br>10,5–13,7<br>2,4–3,7<br>2,1–3,5<br>0,7–1,8 |
|           |                                  | $Z_1$<br>$Z_2$                   | XP5<br>XP6   | 42–52<br>105–125  | 20,0–29,2<br>20,0–31,2                                  |
|           |                                  | $Z_1$<br>$Z_2$                   | XP1<br>XP2   | 45–58<br>108–122  | 8,7–10,3<br>7,7–9,4                                     |
|           | III*                             | $Z_1$<br>$Z_2$<br>$Z_3$<br>$Z_4$ | XP1<br>XP2<br>XP3<br>XP4   | 40–54<br>108–122<br>176–196<br>$\varepsilon = 0,6$   340–357<br>$\varepsilon = 0,3$   320–355 | 10,5–13,8<br>10,5–13,7<br>2,4–3,7<br>2,1–3,5<br>0,7–1,8 |
| Резервный | I                                | $Z_1$<br>$Z_2$                   | XP1<br>XP2   | 45–58<br>108–122  | 8,7–10,3<br>7,7–9,4                                     |

\* Измерения производятся при установленных резисторах R6 и R21

<sup>1</sup> Аналогичные измерения производятся также и при подаче напряжений и токов  $U_{BC}$ ,  $I_{BC}$  и  $U_{CA}$ ,  $I_{CA}$

### 3.5.2. Проверка устройства блокировки при качаниях

3.5.2.1. Выставить заданную уставку чувствительного органа блокировки при качаниях.

В зависимости от положения переключателя XB1 и XB2 на лицевой плате блока Д104, могут быть выставлены следующие значения уставок по изменению тока обратной последовательности:

0,04 (0,2); 0,08 (0,4); 0,16 (0,8) А.

Значения данных соответствуют положению К = 1 переключателей SB1 и SB2.

3.5.2.2. Проверить фильтры тока обратной последовательности (ФТОП) и прямой последовательности (ФТПП).

Проверку производить при поочередной подаче токов двухфазного КЗ  $I_{AB}$ ,  $I_{BC}$ ,  $I_{CA}$  или однофазного  $I_{AO}$ ,  $I_{BO}$ ,  $I_{CO}$  значением 1 или 5 А и измерении напряжения на выводах XP1 для ФТОП и XP2 для ФТПП.

Относительно вывода XP6 (О В) или X1:2А измеренные значения не должны отличаться от среднего значения трех измерений более чем на 3%. Подстройку ФТОП при необходимости производить с помощью резисторов  $R1$  и  $R2$ .

3.5.2.3. Проверить компенсацию статических небалансов ФТОП и ФТПП.

При подаче тока  $I_{AB} = 0,075$  (0,375) А измерить напряжение на выводах XP3 – для ФТОП и XP4 для ФТПП. Напряжение  $U_{n6}$ , измеренное вольтметром переменного тока с внутренним сопротивлением не менее 20 кОм/В, должно составлять не более 0,1 В. Регулирование минимального напряжения небаланса осуществляется резисторами  $R28$  для ФТОП и  $R33$  для ФТПП.

3.5.2.4. Проверить чувствительность грубого и чувствительных выходов устройства.

Чувствительность устройства проверять при подаче толчком тока  $I_{AB}$  от 0 до  $I_{ср}$ .

Фиксацию срабатывания осуществлять по свечению светодиодов.

Ток срабатывания грубого органа блокировки должен не более чем в три раза превышать соответствующую уставку чувствительного органа.

При измерении значения тока срабатывания каждого канала необходимо предусмотреть вывод из работы тех каналов, ток срабатывания которых ниже или равен току срабатывания проверяемого канала. Это осуществляется путем подачи потенциала "−15 В" через резисторы сопротивлением 30–40 кОм в точки блока В101, указанные в табл. 14.

Таблица 14

| Выведен канал           | Через резистор сопротивлением 30–40 кОм подан потенциал "−15 В" в место соединения элементов |
|-------------------------|--|
| Чувствительный по $I_2$ | C19 и R57  |
| Грубый по $I_2$         | C20 и R59  |
| Чувствительный по $I_1$ | C21 и R61  |
| Грубый по $I_1$         | C22 и R63  |

Значение тока обратной (прямой)  $I_{2(1)}$  последовательности при этих имитациях определяется по формуле

$$I_{2(1)} = \frac{I_{\text{лин}}}{\sqrt{3}} = \frac{I_{\Phi}}{3},$$

где  $I_{\text{лин}}$ ,  $I_{\Phi}$  – линейное, фазное значения тока срабатывания.

### 3.5.3. Проверка устройства блокировки при неисправностях цепей напряжения

На зажимы шкафа X40 (Н) и X44 (К) подать напряжение с зажимов ФАЗОМЕТР блока К515 установки У 5053 (зажим, отмеченный \*, подключается к зажиму X40). Измерить поданное напряжение  $U_1$  (оно равно максимальному значению напряжения, которое можно снять с установки).

Замкнуть между собой цепи напряжения панели А, В, С (зажимы X32, X34, X36), после чего на них и на зажим X38 (0) подать напряжение  $U_{AO}$ , равное  $U_1/4\sqrt{3}$ .

Подключив милливольтметр переменного напряжения на зажимы X1:12В, X1:14А блока Д102, резистором  $R7$  установить минимальное значение небаланса при поданных напряжениях  $U_{HK}$  и  $U_{AO}$ .

Произвести аналогичные измерения при подаче напряжения с зажимов ФАЗОМЕТР на зажимы шкафа X40(Н) и X42(И) и напряжения  $U_{AO}$ . Напряжение небаланса регулируется резистором  $R6$ .

Снижая напряжение  $U_{AO}$  при неизменном напряжении  $U_1$  проверить работу устройства. Фиксация срабатывания БНН осуществляется по светодиоду "БН" в блоке К104. Светодиод "БН" должен срабатывать при уменьшении напряжения  $U_{AO}$  не более чем в 2 раза.

В момент срабатывания БНН измерить напряжение на зажимах X1:12В, X1:14А блока Д102.

### 3.5.4. Проверка токовых органов защиты нулевой последовательности

Снять перемычки XN1 в блоках Т103 и Т102. Выставить заданные уставки.

Уставки выставляются согласно формуле

$$I_{cp} = K (1 + \Sigma \theta) A,$$

где  $K$  имеет следующие значения:

|                 |   |
|-----------------|---|
| для I ступени   | $K = K_I = 0,35 (1,75), 1,05 (5,25), 3,5 (17,5);$   |
| для II ступени  | $K = K_{II} = 0,15 (0,75), 0,45 (2,25), 1,5 (7,5);$ |
| для III ступени | $K = K_{III} = 0,1 (0,5), 0,3 (1,5), 1 (5,0);$      |
| для IV ступени  | $K = K_{IV} = 0,05 (0,25), 0,15 (0,75), 0,5 (2,5).$ |

Значения  $K_I$ ,  $K_{II}$ ,  $K_{III}$ ,  $K_{IV}$  устанавливаются с помощью переключателей XB1, XB2, XB3 и XB4, расположенных на лицевой плате блока Д105;

$\Sigma \theta$  – сумма значений, набранных переключателями, находящимися в выступающем положении.

Переключатели SB1-SB5, расположенные на лицевых платах блоков Т1032, Т102, Т1031 (для I, III и IV ступеней ТЗНП), и SB6-SB10 – на лицевой плате блока Т1032 (для II ступени ТЗНП), имеют следующие положения: "0,1"; "0,2"; "0,4"; "0,8"; "1,6".

Таким образом, с помощью переключателей  $K$  и SB1-SB10 уставки (в амперах) могут быть выставлены в следующих пределах:

|                 |                                   |
|-----------------|-----------------------------------|
| для I ступени   | $0,35 (1,75) \div 14,35 (71,75);$ |
| для II ступени  | $0,15 (0,75) \div 6,15 (30,75);$  |
| для III ступени | $0,1 (0,5) \div 4,1 (20,5);$      |
| для IV ступени  | $0,05 (0,25) \div 2,05 (10,25)$   |

Кроме того предусмотрена возможность дополнительного загружения органов тока путем установки перемычки XN1 в блоках Т103 и Т102, что вызывает увеличение уставки в 2 раза по сравнению с расчетом по формуле.

Плавная подрегулировка уставок производится с помощью резисторов  $R15$  для I, III и IV ступеней и  $R38$  для II ступени.

При подаче на панель тока  $I_{AO}$  определить срабатывание реле. Фиксация срабатывания осуществляется по светодиодам соответствующих реле.

Снижая ток, определить ток возврата. Коэффициент возврата должен быть не менее 0,9. В случае, если установки значительно отличаются от расчетных, необходимо проверить трансформаторы тока ТА1 и ТА2 в блоке Д105.

С этой целью подать на вход шкафа ток  $I_{AO} = 1,5$  (7,5) А и измерить вторичное напряжение на трансформаторах тока ТА1 и ТА2 на выводах, указанных в табл. 15. В этой таблице указаны и допустимые значения напряжений.

**Таблица 15**

| Гнездо установки<br>перемычки XB1 | Гнездо установки<br>перемычки XB3 | Допустимые напряжения, В,<br>между выводами X1:2A и выводами |             |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--|-------------|
|                                   |                                   | X1:4B  | X1:20B      |
| 0,35 (1,75)                       | 0,1 (0,5)                         | 1,87–2,05  | 3,49–3,85   |
| 1,05 (5,25)                       | 0,3 (1,5)                         | 0,62–0,686   | 1,16–1,28   |
| 3,5 (17,5)                        | 1 (5)                             | 0,187–0,205  | 0,349–0,385 |

### 3.5.5. Проверка органа направления мощности

3.5.5.1 Проверить балансировку выходов операционных усилителей фильтров органа направления мощности (ОНМ).

Подать постоянное напряжение. При отсутствии переменного тока и напряжения переменным резистором  $R17$  установить на выходе операционного усилителя А3 (вольтметр подключить к выводам ХР2-Х1:2A) и резистором  $R14$  – на выходе операционного усилителя А4 (вольтметр подключить к выводам ХР3-Х1:2A) наименьшие возможные значения напряжения, которые не должны превышать 5 мВ.

3.5.5.2. Проверить углы максимальной чувствительности.

При проверке за однополярные зажимы тока и напряжения должны быть приняты: основной комплект – Х21 (ток) и Х39 (напряжение); резервный комплект – Х208 (ток) и Х218 (напряжение).

Подать переменное напряжение 100 В и переменный ток 1 (5) А.

Изменяя фазорегулятором угол сдвига фаз между напряжением и током по состоянию светодиода "Р" в блоке М101 (для основного комплекта) или светодиода "Mp" в блоке М1041 (для резервного комплекта), определить предельные значения углов  $\phi_1$  и  $\phi_2$ , при которых происходят срабатывания разрешающего реле мощности. Зная значения этих углов, по нижеприведенной формуле определяется угол максимальной чувствительности  $\phi_{M,ч}$

$$\phi_{M,ч} = \frac{\phi_1 + \phi_2}{2}.$$

Значение угла  $\phi_{M,ч}$  должно быть в пределах  $240^\circ \pm 260^\circ$ .

Для основного комплекта аналогичным образом с помощью светодиода "Б" в блоке М101 определить угол  $\phi_{M,ч}$  блокирующего реле, значение которого должно быть в пределах  $60^\circ \pm 80^\circ$ .

3.5.5.3. Проверить ток срабатывания и возврата реле.

Выставить заданную уставку (чувствительность) по току согласно формуле

$$I_p = K_m (1 + \Sigma \theta) A,$$

где  $K_m = 0,04$  для шкафов с  $I_{ном} = 1$  А;  
 $K_m = 0,2$  для шкафов с  $I_{ном} = 5$  А;

$\Sigma\theta$  — сумма значений, набранных переключателями SB1-SB3 (находятся в выступающем положении) для разрешающего реле и переключателями SB11-SB13 для блокирующего реле, имеющими следующие положения: "0,5"; "1,0"; "2,0".

Таким образом, с помощью переключателей SB1-SB3 или SB11-SB13 уставки могут быть выставлены в пределах  $0,04 (0,2) + 0,18 (0,9)$  А.

Переключатель уставки тока смещения установить в положение, соответствующее  $I_{cm} = \infty$  (переключатель SB4 в блоке М101 в выступающем положении). Установить между векторами напряжения и тока угол, равный номинальному значению угла максимальной чувствительности.

При напряжении 100 В, повышая (снижая) ток, измерить значение тока срабатывания (возврата) реле.

Плавная подрегулировка уставки производится с помощью резисторов:

$R40$  блока М101 — для разрешающего реле основного комплекта;

$R56$  блока М101 — для блокирующего реле основного комплекта;

$R32$  блока М104 — для разрешающего реле резервного комплекта.

### 3.5.5.4. Проверить напряжение срабатывания и возврата реле.

Выставить заданную уставку (чувствительность) по напряжению согласно формулам:

$$U = 0,5 (1 + \Sigma\theta) \text{ — для разрешающего и блокирующего реле основного комплекта;}$$

$$U = 0,25 (3 + \Sigma\theta) \text{ — для разрешающего реле резервного комплекта,}$$

где  $\Sigma\theta$  — сумма значений, набранных переключателями, находящимися в выступающем положении.

Уставки выставляются с помощью переключателей:

SB8-SB10 — для разрешающего реле мощности ОК;

SB14-SB16 — для блокирующего реле мощности ОК. Эти переключатели имеют положения: "0,5"; "1,0"; "2,0" (SB3, SB4 — для разрешающего реле мощности РК. Они имеют положения "1" и "2").

Таким образом, с помощью указанных переключателей уставки по напряжению могут быть выставлены в пределах  $(0,5+2,25)$  В для разрешающего и блокирующего реле мощности ОК и в пределах  $(0,75+1,5)$  В для разрешающего реле мощности РК.

Переключатель уставки тока смещения установить в положение, соответствующее  $I_{cm} = \infty$ .

Установить между векторами напряжения и тока угол, равный номинальному значению  $\Phi_{m\chi}$ .

При токе 1 (5) А, повышая и снижая подаваемое напряжение измерить напряжения срабатывания и возврата реле.

Плавная подрегулировка уставки производится с помощью резисторов:

$R39$  — для разрешающего реле основного комплекта;

$R54$  — для блокирующего реле основного комплекта;

$R31$  — для разрешающего реле резервного комплекта.

### 3.5.5.5. Проверить зоны работы реле.

При трехкратных значениях напряжения и тока срабатывания реле мощности при выведенном смещении ( $I_{cm} = \infty$ ) определить зоны работы реле, ширина которых должна быть не менее  $110^\circ$ .

3.5.5.6. Выставить заданную уставку по току смещения для разрешающего реле основного комплекта по формуле

$$I_{cm} = 1,25 K_m (1 + \Sigma\theta)\lambda,$$

где  $K_m = 0,04$  для шкафов с  $I_{nom} = 1$  А,

$K_m = 0,2$  для шкафов с  $I_{nom} = 5$  А;

$\Sigma\theta$  — сумма значений, набранных переключателями SB5-SB7 на лицевой плате блока М101, которые имеют следующие положения: "1,0"; "3,0"; "5,0"

Таким образом, уставка по току смещения может быть выставлена в пределах  $0,05$   $(0,25) \div 0,5$  ( $2,5$ ) А.

При заданном токе смещения  $I_{cm}$  условие срабатывания реле мощности от напряжения определяется не только значением подводимого напряжения  $U_0$ , но и суммой

$$U_0 + \frac{U_{cp}}{I_{cm}} I_0,$$

из чего следует, что при  $I_0 \geq I_{cm}$  реле мощности срабатывает только от тока.

Поэтому следует проверить выставленную уставку смещения, для чего определить ток срабатывания реле при закороченных цепях напряжения реле мощности.

3.5.7. Снять вольт-амперные характеристики реле  $I_{cp} = f(U_{cp})$ .

Характеристики снимаются при  $\varphi = \varphi_m$  в диапазоне токов и напряжений от минимальных до максимальных значений и должны иметь вид, приведенный на рис. 11.

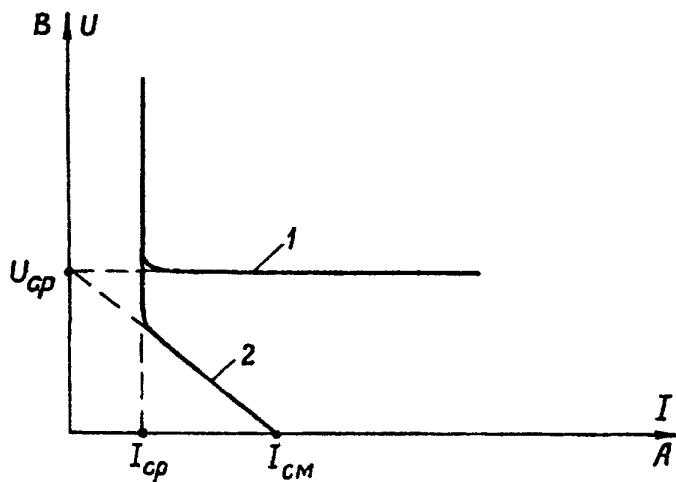


Рис. 11. Вольт-амперные характеристики органа направления мощности:

1 — при выведенном смещении  $I_{cm} = \infty$ , 2 — при наличии смещения

### 3.5.6. Проверка токового органа междуфазной отсечки

Выставить заданную уставку согласно формуле

$$I_{cp} = K (1 + \Sigma \theta) A,$$

где  $K$  — соответствует установленному положению переключателя XB1 и может иметь следующие значения: "1" ("5"), "3" ("15"), "10" ("50");

$\Sigma \theta$  — сумма значений, набранных переключателями SB1-SB5, находящимися в выступающем состоянии и имеющими следующие положения: "0,1"; "0,2"; "0,4"; "0,8"; "1,6".

Таким образом, с помощью переключателей  $K$  и SB1-SB5 уставка токовой отсечки может быть выставлена в пределах  $1 (5) \div 41 (205)$  А.

При поочередной подаче на панель токов  $I_{AO}$ ,  $I_{CO}$  определить значения токов срабатывания реле. Точная регулировка уставки срабатывания реле осуществляется с помощью резистора  $R7$ .

Сниженный ток, определить значение тока возврата и коэффициент возврата, который должен быть не менее 0,9.

### **3.5.7. Проверка органа контроля цепей разомкнутого треугольника трансформатора напряжения**

От генератора частоты подать на зажимы X40(Н)-X44(К) напряжение примерно 0,25 В частотой 150 Гц. Снижая напряжение, определить напряжение срабатывания, которое должно быть в пределах (0,12-0,18) В. Срабатывание органа фиксировать по свечению светодиода на лицевой плате блока Н106.

Установить на выходе генератора частоты напряжение около 1,25 В частотой 50 Гц и, снижая его, зафиксировать срабатывание органа.

Напряжение срабатывания органа при частоте 50 Гц должно удовлетворять условию

$$U_{cp}(50\text{Гц}) \geq 5U_{cp}(150\text{Гц}).$$

### **3.5.8. Проверка реле тока УРОВ**

Выставить заданную уставку срабатывания реле тока УРОВ. В зависимости от гнезда, в которое установлен переключатель XB1 в блоке Т104, могут быть выставлены следующие уставки по току: "0,1" ("0,5"), "0,16" (0,8), "0,25" ("1,25"), "0,4" ("2,0") А.

Проверить токи срабатывания и возврата реле при подаче входного тока поочередно в фазы А, В и С. Точная подрегулировка уставки по току срабатывания осуществляется с помощью резистора R9 блока Т104.

Коэффициент возврата должен быть не менее 0,9.

Фиксацию работы реле можно производить с помощью омметра, подключенного к зажимам X110, X111 шкафа, а также по увеличению яркости свечения светодиода при нажатом переключателе SB3.

## **3.6. Проверка взаимодействия элементов устройства защиты**

3.6.1. Проверить работу защиты от устройств тестового контроля дистанционной и токовой защит ОК и РК и реле тока УРОВ.

Порядок проведения тестового опробования приведен в приложении 4.

3.6.2. Проверить правильность подключения токовых цепей и цепей напряжения. Для этого от стенда У 5053 необходимо подать переменные ток и напряжение на те же зажимы, куда будут подключаться цепи измерительных трансформаторов тока и напряжения, добиться срабатывания измерительных органов, а затем, поочередно вытаскивая крышки испытательных блоков, проверить надежность отключения цепей напряжения и закорачивания токовых цепей.

3.6.3 Проверить входные и выходные цепи защит.

При проведении этой проверки необходимо руководствоваться следующим:

а) в соответствии с проектом заданными режимами, первичной схемой соединений выставить в необходимое положение все переключатели внутри блоков, установить необходимые и снять излишние перемычки на ряде зажимов шкафа, при необходимости уточнить надписи под переключателями, отметить их рабочие положения;

б) проверку взаимодействия необходимо проводить при всех возможных положениях переключателей, установленных в цепях прохождения сигнала,

в) фиксация замыкания контактов должна производиться с помощью омметра,

г) при проверке выходной группы реле факт замыкания всех контактов указанных реле достаточно проконтролировать только один раз, после чего можно контролировать замыкание только одного из контактов этих реле;

д) работа защиты контролируется по замыканию контактов выходных реле и визуально по состоянию элементов индикации (светодиодов, ламп, указательных реле),

е) после каждой из проверок производится съем сигнализации защит. Для этого нажимают кнопку *SB1 СЪЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ*, что обеспечивает прекращение свечения светодиодов внутренней сигнализации и возврат в исходное положение реле сигнализации;

ж) имитацию производят путем установки перемычек на ряде зажимов в цепи обмоток реле-повторителей входных сигналов, а также подавая ток и напряжение от испытательной установки для срабатывания измерительных органов. Проверку замыкания контактов выходных групп реле можно выполнить, нажимая якори выходных реле

Для того, чтобы проверка была полной и носила систематизированный характер, рекомендуется проверить сначала входные цепи. Для этого поочередно замыкают зажимы в цепи промежуточных приемных реле, изображенных на рис. 5, а, и выполняя необходимые воздействия в соответствии с алгоритмом работы устройства, обеспечивают замыкание выходных реле устройства. При этом достаточно зафиксировать замыкание хотя бы одного из контактов.

Затем по этой же методике проверяется работа цепи промежуточных вспомогательных реле (см. рис. 5, б). При этом отдельные имитации, выполненные при проверке приемных реле, можно не повторять. Схема проверяется полностью в последовательности слева-направо, построчно.

После этого проверяются работа цепи выходных реле (см. рис. 7) и контакты выходных реле (см. рис. 6).

И наконец, проверяется работа цепи сигнализации, изображенной на рис. 6.

В табл. 16 приведены некоторые примеры имитаций режимов.

### 3.7. Проверка временных характеристик защиты

3.7.1. Проверить временные характеристики логической части основного и резервного комплектов.

3.7.1.1. Определить время ввода ступеней защит ДЗ от ПОБ.

Выставить заданные уставки времени ввода быстродействующих и медленнодействующих ступеней защиты.

Время ввода быстродействующих ступеней выставляется с помощью переключателя *XB1*  $t_b$  в блоке *K104* и может иметь следующие значения: 0,2 с; 0,4 с; 0,6 с.

Время ввода медленнодействующих ступеней (время возврата БК) выставляется с помощью переключателя *XB1*  $t_m$  и может иметь следующие значения: 3,0 с; 6,0 с; 9,0 с; 12,0 с.

Блок *K104* соединить с кассетой через удлинитель и разделительную колодку. Распаять на разделительной колодке зажимы: *X1:20A*, *X1:12A*, *X1:16B*, *X1:10B*.

Пуск миллисекундометра осуществлять от контакта вспомогательного реле *K4* блока *K515* испытательного устройства *У 5053*.

Останов миллисекундометра осуществлять контактами реле *KL3* блока *K104* (зажимы *X1:20A-X1:12A*) – для быстродействующих ступеней и реле *KL4* (зажимы *X1:16B-X1:10B*) – для медленнодействующих ступеней.

Подать толчком на панель ток *I<sub>ДО</sub>*, превышающий в 1,5 раз уставку срабатывания чувствительного органа, и измерить время замкнутого состояния контактов реле *KL3*.

Затем подать толчком ток *I<sub>ДО</sub>*, превышающий в 1,5 раз уставку грубого органа, и измерить время замкнутого состояния контактов реле *KL3* и *KL4*.

Для исключения пуска БК через элемент задержки *ДТ1* необходимо заблокировать контакт чувствительного органа, подав потенциал 0 В на контрольный штырь *ХР4* блока *K104*.

3.7.1.2. Определить время срабатывания органа блокировки при неисправностях цепей напряжения

Подать в шкаф симметричное напряжение, равное  $100/\sqrt{3}$  В, на входы "звезды" и напряжение 100 В на входы Н и "разомкнутого треугольника" цепей напряжения шкафа.

Разомкнуть одну, две или три фазы "звезды" с одновременным запуском миллисекундометра. Останов миллисекундометра осуществлять контактными реле *KL1* блока *K104*,

предварительно распаяв на разделительной колодке его зажимы X1:26В и X1:28В Время срабатывания не должно превышать 15 мс.

Эту проверку удобно производить, когда есть возможность подключить шкаф к цепям напряжения измерительного трансформатора. При их отсутствии проверку можно выполнить с помощью устройства У 5053. Цепи напряжения А, В, С, О берутся с блока К515 установки У 5053, а цепи Н, И — с зажимов ~380/220 СЕТЬ блока К514 этой установки. При этом с помощью фазорегулятора блока К515 и регулировочных органов S9 и T10 блока К513 необходимо сначала настроить БНН на минимальный небаланс (зажимы X1:12В, X1:14а блока Д102).

3.7.1.3. Определить время блокировки I ст. ДЗ от II ст. ДЗ резервного комплекта. Обмотку вспомогательного герконового реле, зашунтированного диодом с допустимым обратным напряжением не менее 15 В, подключить между выходом элемента Д4.2 (анод диода) и зажимом X1:2В (+15В) разъема блока Л108.

Подать ток и напряжение для срабатывания II ст. ДЗ РК.

Пуск миллисекундомера осуществлять, как и в предыдущем пункте. Останов миллисекундомера осуществлять контактами вспомогательного герконового реле. Измеряется время срабатывания герконового реле. Оно должно быть 0,8–0,9 с.

3.7.1.4 Определить время ввода автоматического ускорения ДЗ ОК при включении выключателя.

Переключатель SA3 установить в положение РАБОТА, соединить перемычкой зажимы X89, X91 (контроль отсутствия напряжения), а зажимы X77 и объединенные зажимы X94, X95 (контакты РПО обоих выключателей) — через ключ миллисекундомера. Вытащить колки элементов задержки II и III ступеней ДЗ (блоки ВО111 и ВО112). Если ускоряется II ступень (XB1 блока Л103 должен находиться в положении XS1), подается ток для срабатывания II ступени ДЗ, а если III ступень (XB1 находится в положении XS2) — ток и напряжение для срабатывания III ступени.

Останов миллисекундомера — от одного из замыкающих контактов выходной группы реле ОК. Измерить время возврата замыкающего контакта. При замкнутом положении переключателя SB1 элемента ДТЗ блока Л103 это время должно быть 1,0 с, при разомкнутом — 2,0 с.

Измерение нужно производить до появления сигнала НЕИСПРАВНОСТЬ, который может мешать измерению.

3.7.1.5 Определить время ввода автоматического ускорения ТЗНП ОК при включении выключателя

Переключатель SA2 установить в положение РАБОТА, соединить перемычкой зажимы X89, X91 (контроль отсутствия напряжения), а зажимы X77 и объединенные зажимы X94, X95 (контакты РПО обоих выключателей) — через ключ миллисекундомера. Ключ SA7 УСКОРЕНИЕ ОТ ЗАЩИТЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ВЛ установить в положение ШСВ ОТКЛЮЧЕН.

Вытащить блоки элементов задержки II и III ступеней (блоки ВО122 и ВО111).

Подается ток и напряжение для срабатывания II или III ступеней ТЗНП (XB10 блока Л101 находится в положении XS10, если ускоряется II ступень и в положении XS11, если ускоряется III ступень).

Останов миллисекундомера от одного контакта выходной группы реле ОК. Измерить время возврата замыкающего контакта. При замкнутом положении переключателя SB1 элемента ДТ1 блока Л101 это время должно быть 1,0 с, при разомкнутом — 2,0 с.

Измерения нужно проводить до появления сигнала НЕИСПРАВНОСТЬ, который может мешать измерению.

3.7.1.6 Определить время появления сигналов НЕИСПРАВНОСТЬ ДИСТАНЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ОК, НЕИСПРАВНОСТЬ ТЗНП ОК, НЕИСПРАВНОСТЬ ЗАЩИТ РК

Имитация неисправности производится вызовом длительного срабатывания измерительных органов защит. Время срабатывания может быть произведено по секундной стрелке часов, оно составляет 10–20 с

### 3.7.2. Снять временные характеристики ДЗ ОК и РК.

Характеристику  $t_{cp} = f(z)$  снять при заданном угле максимальной чувствительности для трех сочетаний междуфазных КЗ при том же токе, при котором были отрегулированы уставки РС для следующих значений сопротивлений:  $0,5z_1, 0,9z_1, 1,1z_1, 0,9z_2, 1,1z_2, 0,9z_3, 1,1z_3$ .

При снятии характеристики произвести регулировку выдержек времени при  $0,5z_1$  для I ст ДЗ, при  $1,1z_1$  для II ст. ДЗ и ее оперативного ускорения, при  $1,1z_2$  для III ст ДЗ и при  $1,1z_1$  или  $1,1z_2$  для ускорения при включении выключателя.

При измерении времени оперативного ускорения II ст. ключ SA5 – ОПЕРАТИВНОЕ УСКОРЕНИЕ ДЗ перевести во включенное положение. При измерении времени действия защиты при включении выключателя выполнить все операции согласно п. 3.7.1.4.

Время отсчитывается с момента создания аварийного режима и определяется как среднее из трех измерений.

Останов миллисекундомера осуществлять от контактов выходного реле KL2 ОК или реле KL4 (зажимы XG3-XG4).

Измеренное время действия ступеней с выдержкой времени не должно отличаться от заданного более чем на минимальную дискретную ступень регулировки элементов задержки.

### 3.7.3 Снять временные характеристики ТЗНП основного и резервного комплектов, токовой отсечки и реле тока УРОВ.

Характеристику  $t_{cp} = f(I)$  снять при заданном угле максимальной чувствительности РМОП для следующих значений тока:  $0,9I_{cp}, 1,1I_{cp}, 1,3I_{cp}$  соответствующих ступеней ТЗНП и токовой отсечки и при  $1,3I_{cp}$  реле УРОВ.

При определении времени работы ступеней ТЗНП в шкаф подается ток  $I_{AO}$ , для токовой отсечки поочередно подаются токи фаз А и С, а для реле тока УРОВ – токи фаз А, В и С.

При измерении времени действия ускоренных ступеней ТЗНП необходимо установить необходимые перемычки в соответствии с алгоритмом работы реле.

Регулировку выдержки времени производить при значении тока, равном  $1,3I_{cp}$ .

Для более полной проверки определяется, что при подаче тока  $0,9I_{cp}$  защита не работает, а при  $1,1I_{cp}$  надежно работает.

Время отсчитывается с момента подачи тока и определяется как среднее из трех измерений. Останов миллисекундомера осуществляется с зажимов XG3-XG4 при проверке ступеней ТЗНП и токовой отсечки и с зажимов X110-X111 при проверке реле УРОВ.

Измеренное время не должно отличаться от заданного более чем на минимальную дискретную ступень регулировки элемента времени.

### 3.7.4. Измерить время действия дистанционной защиты при близких КЗ.

Измерения произвести при следующих видах КЗ:

а) при имитации близкого двухфазного КЗ в зоне действия защиты со снижением напряжения двух фаз до нуля и включенной "здоровой" фазе напряжения на защиту подается ток, равный максимальному току КЗ, при угле максимальной чувствительности.

I и III ступени ДЗ должны четко срабатывать и удерживаться в этом положении до конца аварийного режима;

б) при имитации внешнего двухфазного КЗ (на шинах) на реле необходимо подать ток КЗ обратного направления ( $\phi_{m\chi} + 180^\circ$ ). Значение тока выбирается равным максимальному току на линии при КЗ на шинах, I и III ступени защиты при внешнем КЗ не должны срабатывать;

в) при близких трехфазных КЗ в "мертвой" зоне защиты, т.е. проверяется работа реле I ст по "памяти" при снижении напряжения всех трех фаз до нуля с одновременной подачей максимального тока КЗ при угле максимальной чувствительности.

Поскольку при КЗ в "мертвой" зоне реле сопротивления срабатывает кратковременно, измеряется время замкнутого состояния замыкающих контактов выходного реле, которое должно быть не менее 30 мс. Если это время составляет меньшее значение, то необходимо уменьшить уставку в цепях тока  $z_{уст.мин}$ , если это возможно по условию выполнения

Таблица 16

| Логическая цепь                                       | Необходимые действия  | Контроль события (замыкание между зажимами шкафа, работа сигнальных реле, свечение светодиодов)  |
|---|---|--|
| 1 Отключение при приеме сигнала ВЧ-1                  | <p>Установить переключатель SA2 — ТОКОВАЯ НАПРАВЛЕННАЯ ЗАЩИТА в положение РАБОТА и перемычки между зажимами X83-X88, X103-X102, подать ток <math>I_{AO}</math>, превышающий уставку IV ст. ТЗНП</p> <p>Установить переключатель SA3 — ДИСТАНЦИОННАЯ ЗАЩИТА в положение РАБОТА при следующих трех сочетаниях:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) перемычка между зажимами X77-X94, ключ SA4 — в положении ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ Q2 ОТКЛЮЧЕН;</li> <li>2) перемычка между зажимами X78-X95, ключ SA4 — в положении ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ Q1 ОТКЛЮЧЕН;</li> <li>3) перемычки между зажимами X77-X94, X78-X95, ключ SA4 — в положении ОБА ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ В РАБОТЕ</li> </ol> <p>Установить переключатель SA3 в положение РАБОТА и перемычки между зажимами X83-X88, X101-X102, выбрав одно из трех сочетаний, указанных выше, подать ток <math>I_{AO}</math>, превышающий уставку чувствительного выхода пускового органа блокировки при качаниях (ПОБ)</p> | X113-X116, X114-X117, X119-X120, X121-X122, X123-X124, X125-X126, X127-X128, X129-X130, X131-X133, X167-X168, XG3-XG4.<br>Сигнальное реле СРАБАТЫВАНИЕ ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА |
| 2 Отключение от УРОВ с запретом АПВ                   | Установить перемычку между зажимами X86-X89   |  |
| 3. Пуск ВЧ-2 от I и III ст. Д3                        | Установить переключатель SA3 в положение РАБОТА. Подать ток и напряжение для срабатывания I ст. Д3  | X135-X136  |
| 4 Прием ВЧ-2  | Установить переключатель SA3 в положение РАБОТА. Переключатель SB2 в блоке Л103 установить во включенное положение. Подать ток и напряжение для срабатывания III ст. Д3   | X113-X116, X114-X117, X119-X120, X121-X122, X123-X124, X125-X126, X135-X136<br>Светодиод "ВЧ <sub>д</sub> " в блоке Л1030  |
| 5. Ускорение токовой защиты при включении выключателя | <p>Установить переключатель SA2 в положение РАБОТА, переключатель XB1 в блоке Л101 — в положение XS1, вытащить элементы задержки ступеней ТЗНП — блоки BO122 и BO111.</p> <p>Подать ток и напряжение для срабатывания III ст. ТЗНП (переключатель XB10 — в положение XS11), а затем — ток и напряжение для срабатывания II ст. ТЗНП (XB10 — в положение XS10) и установить поочередно следующие сочетания перемычек:</p> <p>X77-X94, X78-X95;<br/> X75-X92, X76-X93;<br/> X77-X94, X76-X93;<br/> X75-X92, X78-X95</p>   | Те же зажимы, что в п. 4.<br>Светодиод "У," в блоке Л1010  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| 6. Ускорение дистанционной защиты при включении выключателя                                      | Установить переключатель SA3 в положение РАБОТА. Установить перемычки между зажимами X80-X91, X78-X95, X75-X92, вытащить элементы задержки II и III ст. Д3 — блоки ВО111 и ВО112, подать ток и напряжение для срабатывания III ст. Д3 (переключатель XB1 — в положение XS2), а затем для срабатывания II ст. Д3 (переключатель XB1 — в положение XS1)                   | Те же зажимы, что в п. 4<br>Светодиод "У <sub>д</sub> " в блоке Л1030  |
| 7 Ускорение III ст. токовой защиты по каналу ВЧ-3  | Установить переключатель SA2 в положение РАБОТА, установить перемычку между зажимами X81-X99, подать ток и напряжение для срабатывания III ст. ТЗНП   | Те же зажимы, что в п. 4.<br>Светодиод "ВЧ <sub>т</sub> " в блоке Л1020  |
| 8 Ускорение III ст. токовой защиты с контролем направления по параллельной линии                 | Установить переключатель SA2 в положение РАБОТА, установить перемычки между зажимами X79-X97, X84-X96, ключ SA7 УСКОРЕНИЕ ОТ ЗАЩИТЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ЛИНИИ — в положение ШСВ ОТКЛЮЧЕН, подать ток и напряжение для срабатывания III ст. ТЗНП<br>Повторить при тех же условиях, но ключ SA7 установить в положение ШСВ ВКЛЮЧЕН и установить перемычку между зажимами X85-X96 | Те же зажимы, что в п. 4<br>Светодиод "У <sub>т</sub> " в блоке Л1020  |
| 9 Контроль неполнофазного режима   | Установить переключатель SA2 в положение РАБОТА. Подать ток и напряжение для срабатывания IV ст. ТЗНП и установить поочередно следующие сочетания перемычек:<br>X76-X93, X77-X94;<br>X75-X92, X78-X95   | Те же зажимы, что в п. 1<br>Светодиоды "У <sub>т</sub> " в блоке Л1020   |
| 10. Ускорение токовой защиты при срабатывании выходного реле шкафа                               | Установить переключатель SA2 в положение РАБОТА. Установить перемычку между зажимами А3-ХТ4:1 — А3-ХТ4:2, подать ток и напряжение для срабатывания III ст. ТЗНП   | Те же зажимы, что в п. 4   |
| 11. Работа дистанционной защиты РК при отключенном блоке питания ОК                              | Установить переключатель SA8 РЕЗЕРВНЫЙ КОМПЛЕКТ в положение РАБОТА, отключить блок питания ОК, переключатель XB1 установить в положение XS1, подать ток и напряжение для срабатывания II ст. Д3 РК, затем для срабатывания I ст. Д3 РК  | X241-X243, X242-X244, X245-X246, X247-X248, X249-X250, X252-X253, XG3-XG4.<br>Светодиоды "II <sub>др</sub> ", "I <sub>др</sub> " |
| 12 Блокирование работы дистанционной защиты РК при неисправностях в цепях переменного напряжения | Установить переключатель SA8 в положение РАБОТА. Отключить напряжение фазы А. Подать ток и напряжение фаз ВС для срабатывания I или II ст. Д3   | X256-X257.<br>Светодиод НЕИСПР. в блоке Л1090.<br>Сигнальное реле НЕИСПРАВНОСТЬ РЕЗЕРВНОГО КОМПЛЕКТА                             |

заданных уставок. При этой проверке подхват I ст. ДЗ от II ст. должен быть выведен. Переключатель SB1 блока Л103 должен быть отключен;

г) при близких трехфазных КЗ "за спиной" в режиме двустороннего питания и в тупиковом режиме.

Проверка поведения защиты в режиме двустороннего питания проводится при угле  $\phi_m \leq +180^\circ$  и токе, равном максимальному току трехфазного КЗ, протекающему при КЗ "за спиной".

Проверка защиты в тупиковом режиме проводится при снижении напряжения до нуля без подачи аварийного тока.

При проверках защита не должна срабатывать.

### 3.8. Проверка взаимодействия защиты с другими устройствами РЗА и действия ее на выключатели

С соблюдением полярности подключить шкаф к шинкам оперативного постоянного напряжения 220 В.

Подключить цепи переменного тока и напряжения.

Проверить взаимодействие цепей защит с другими устройствами РЗА и действие ее на выключатели согласно п. 3.10 "Типовой инструкции по организации и производству работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики электростанций и подстанций"

### 3.9. Проверка защит рабочим током и напряжением

#### 3.9.1. Выполнить подготовительные работы.

Произвести осмотр шкафа, проверить надежность контактных соединений на переключателях, рядах зажимов, испытательных блоках, затянуть винты крепления блоков в кассетах. Переключатели SA1 – МЕЖДУФАЗНАЯ ОТСЕЧКА, SA2 – ТОКОВАЯ НАПРАВЛЕННАЯ ЗАЩИТА, SA3 – ДИСТАНЦИОННАЯ ЗАЩИТА, SA8 – РЕЗЕРВНАЯ ЗАЩИТА, SA5 – ОПЕРАТИВНОЕ УСКОРЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ, SA6 – ОПЕРАТИВНОЕ УСКОРЕНИЕ ТОКОВОЙ ЗАЩИТЫ установить в положение ВЫВЕДЕНО. Произвести тестовое опробование панели.

3.9.2 Проверить правильность подключения цепей напряжения. На ряде зажимов шкафа измерить значения напряжения "звезды" и "разомкнутого треугольника", проверить фазировку цепей напряжения шкафа с цепями ТН или другими собранными заранее цепями напряжения.

#### 3.9.3. Проверить правильность подключения токовых цепей защит.

Прибором ВАФ-85 необходимо измерить вторичные токи в фазах, ток небаланса в нулевом проводе, снять векторную диаграмму. Сравнить направление мощности по векторной диаграмме вторичных токов с действительными направлениями мощности (по пультовым приборам) и определить правильность подключения трансформаторов тока.

3.9.4 Проверить правильность включения блокировки при неисправностях в цепях переменного напряжения.

3.9.4.1. Проверить балансировку ампер-витков TV1 БНН в нормальном режиме и в режиме однофазного короткого замыкания.

Блок Д102 соединить с кассетой через удлинитель Ламповым вольтметром, подключенным к выводам X1:12В и X1:14А, измерить небаланс в нормальном режиме. Значение  $U_{16}$  не должно превышать 0,1 В. Напряжение небаланса регулируется резистором R6. Измерить напряжение небаланса в режиме однофазного короткого замыкания по цепям напряжения

Имитация режима однофазного короткого замыкания по цепям напряжения производится усгаловкой соответствующих перемычек на зажимах испытательных блоков SG3 – ЦЕПИ НАПРЯЖЕНИЯ И ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ и SG2 – ЦЕПИ НАПРЯЖЕНИЯ и ТОКА  $3I_0$  согласно рис. 12

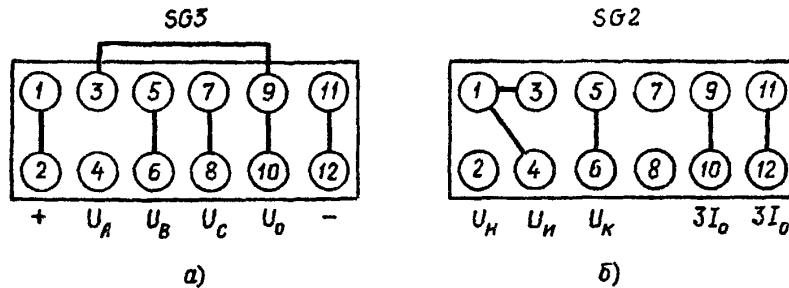


Рис. 12. Имитация однофазного короткого замыкания по цепям напряжения для проверки БНН:

- а) — переключения в цепях напряжения "звезды",  
б) — переключения в цепях напряжения "разомкнутого треугольника"

3.9.4.2. Проверить работу БНН при имитации обрыва цепей напряжения путем поочередного отключения цепей напряжения "звезды", "разомкнутого треугольника" и отдельных фаз напряжений. При имитации обрыва БНН должен срабатывать, что контролируется по свечению светодиода "БН".

3.9.5. Проверить правильность настройки фильтров токов прямой и обратной последовательности ПОБ. Блок Б101 соединить с кассетой через удлинитель.

Измерить напряжение небаланса относительно вывода Х1:2А (О В) на выходе ФТОП — вывод ХР1 и на выходе ФТПП — вывод ХР2 при прямом и обратном чередовании фаз токов на входе шкафа.

Если ток нагрузки больше тока срабатывания ПОБ, при установке крышки испытательного блока ПОБ должен срабатывать, что фиксируется по свечению светодиодов "Б" и "М" в блоке К104.

### 3.9.6. Проверить правильность включения реле сопротивления

Правильность включения реле сопротивления достаточно проверить только для одного реле сопротивления первой ступени, если основной и резервный комплекты подключены к одной группе вторичных обмоток трансформаторов тока. Если токовые цепи ОК и РК подключены к разным группам вторичных обмоток трансформаторов тока, следует проверить по одному реле сопротивление ОК и РК.

Поскольку контур "памяти" питается от линейных, а не от фазных напряжений (как, например, в защите ЭПЗ 1636-67), перевод реле сопротивлений в режим реле направления мощности производится путем закорачивания на крышке испытательного блока SG3 цепи подвода рабочего напряжения со стороны реле сопротивления и поочередной подачи в цепь линейного напряжения незакороченных фаз (цепь "подпитки") различных напряжений. Схема установки перемычек на крышке испытательного блока SG3 реле АВ приведена на рис. 13. Зона работы для реле направления мощности строится относительно вектора, подведенного к зажимам 7 (начало), 5 блока SG3, повернутого на угол  $+90^\circ$ . При этом значение угла максимальной чувствительности проверяемого реле в режиме реле направления мощности то же, что и в режиме реле сопротивления. На диаграмму наносится вектор тока нагрузки  $I_{AB}$  и определяется ожидаемое поведение реле. Затем оно сравнивается с фактическим поведением реле при проведении имитаций и делается вывод о правильности включения реле.

Эту проверку можно производить также путем оценки поведения реле при снижении значения рабочего напряжения при одновременном подведении к нему тока нагрузки.

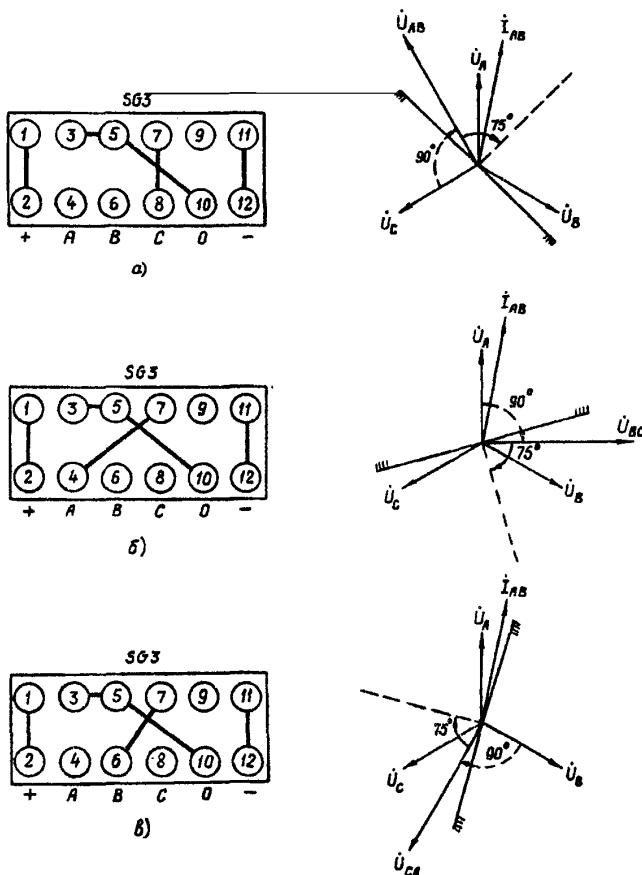


Рис. 13. Положения перемычек на крышках испытательных блоков SG3 (основной комплект) и SG5 (резервный комплект) и соответствующие векторные диаграммы при подаче напряжений:

а —  $U_{AB}$ ; б —  $U_{BC}$ ; в —  $U_{CA}$

Для достоверной оценки правильности работы реле, можно подавать различные сочетания фаз напряжения. Порядок подачи напряжения и схемы подключения потенциометров для снижения рабочего напряжения показана на рис. 14. Вместо реостата для этой проверки можно использовать ЛАТР.

Анализ работы производить по измеренному сопротивлению срабатывания реле и определенному на основе векторной диаграммы по угловой характеристике реле  $z_{cp} = f(\phi)$  (см. п. 3.5.1.3).

3.9.7. Проверить правильность включения реле мощности нулевой последовательности.

Проверка ОНМ производится поочередно подачей токов фаз АО, ВО, СО посредством установок перемычек на рядах зажимов панели и подачей испытательного напряжения  $U_{ИК}$  от "разомкнутого треугольника" вместо  $U_{НК}$ .

При проверке ОНМ основного комплекта на крышке испытательного блока SG2 установить перемычки, показанные на рис. 15.

При проверке ОНМ резервного комплекта напряжение  $U_{ИК}$  подать путем установки перемычки между зажимами X41-X218, отключив внешний провод с зажима X218. Во всех случаях по светодиодам "Р" и "Б" ОК и РК фиксировать состояние реле

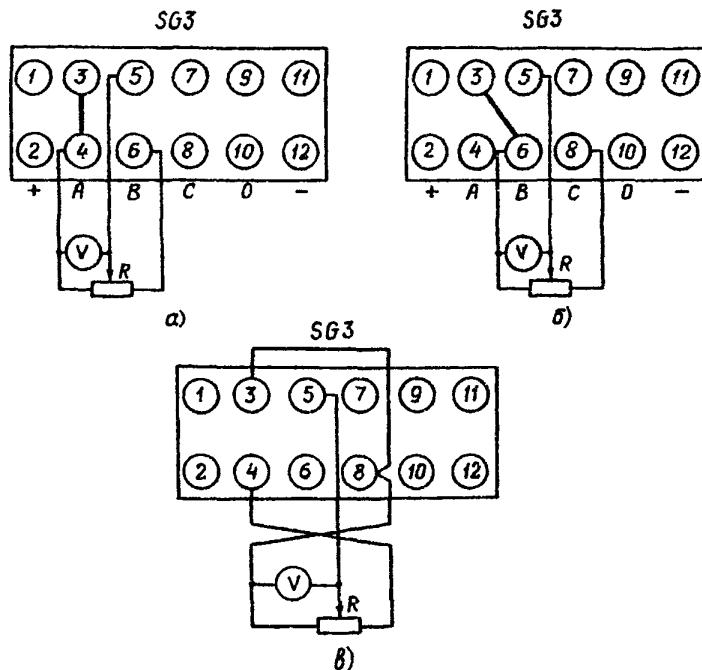


Рис. 14. Схема подключения потенциометра при проверке реле сопротивления от рабочего напряжения

а — РС<sub>AB</sub>, б — РС<sub>BC</sub>; в — РС<sub>CA</sub>

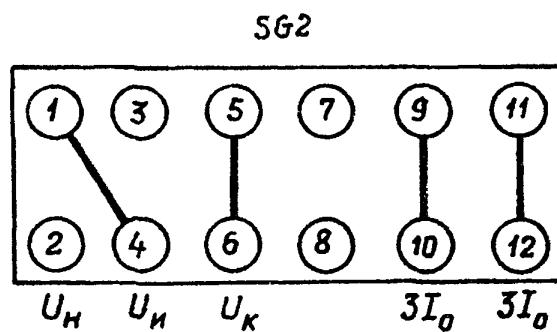


Рис. 15. Положения перемычек на крышке испытательного блока SG2 при проверке органа направления мощности от рабочего напряжения

Анализ результатов проверки провести на основе векторной диаграммы и зон работы отключающих и блокирующего реле.

### 3.10. Подготовка защит к включению в работу

3.10.1 Восстановить все цепи напряжения, тока. Снять все перемычки, установленные во время проверок.

3.10.2. Проверить установку переключающих устройств (табл. 17–20) Эти положения должны соответствовать существующему режиму.

Таблица 17

| Блок             | Переключающее устройство дистанционной защиты ОК |   |                             |  |
|------------------|--|---|-----------------------------|--|
|                  | Обозначение                                      | Назначение  |                             | Положение, соответствующее назначению  |
| 1                | 2  | 3   | 4                           | 5                                      |
| Л103<br>A2 E1    | SB1  | Подхват ИО I ст. от ИО II ст  | исп.                        | Замкнуты                               |
|                  |  |   | не исп.                     | Разомкнуты                             |
|                  | SB2  | Пуск команды ВЧ-2 при работе ИО ступени   | I и III                     | Замкнуты                               |
|                  |  |   | I                           | Разомкнуты                             |
|                  | SB3  | I ст. без выдержки времени  | введена                     | Замкнуты                               |
|                  |  |   | выведена                    | Разомкнуты                             |
|                  | XB1  | Ускорение при включении по цепи ступени   | II                          | XS1<br>XS2<br>XS3<br>XS4<br>XS5<br>XS6 |
|                  |  |   | III                         |  |
|                  | XB2  | Ввод I ст., II быстродействующей ст., оперативное ускорение II ст с контролем пуска канала БК | быстр.                      |  |
|                  |  |   | медл                        |  |
|                  | XB3  | Ввод III ст.  | с контролем пуска медл. БК  |  |
|                  |  |   | без контроля пуска медл. БК |  |
|                  | XB4  | Действие с выдержкой ДТ1.1  | I ст.                       | XS7<br>XS8                             |
|                  |  |   | II быстр. ст.               |  |
|                  | SB1 ДТ3  | Время, на которое вводится автоматическое ускорение, с  | 1                           | Замкнуты                               |
|                  |  |   | 2                           | Разомкнуты                             |
| K104<br>A2.E2    | XB1  | Действие БНН  | на сигнал, на вывод ДЗ      | XS1<br>XS2                             |
|                  |  |   | исп                         |  |
| K104<br>A2 E2    | XB2  | Возврат БК после отключения выключателя ВЛ  | не исп.                     | XS3<br>XS4                             |
|                  |  |   | исп                         |  |
| C101<br>A2 E3-E5 | XB1 ДТ1, ДТ2                                     | Время ввода быстродействующих ступеней, с   | 0,2; 0,4; 0,6               | Замкнуты                               |
|                  |  |   | 3, 6, 9, 12                 | Замкнуты                               |
| Д102<br>A2.E7    | XB1<br>XB2<br>XB3                                | Уставка N% для ступеней   | больший                     | Замкнуты                               |
|                  |  |   | меньший                     | Разомкнуты                             |
| BO112<br>A2 E10  | SB1-SB6  | Время II ст, с (ДТ2.1)  | 0,05-3,2                    | Разомкнуты по формуле                  |
|                  |  |   | 0                           | Замкнуты                               |
|                  | XS1  | SB7-SB12  | 0,1-6,4                     | Разомкнуты по формуле                  |
|                  |  |   | 0                           | Замкнуты                               |
| BO111<br>A2.E11  | SB1-SB6  | Время I ст. или II быстродействующей ст. (ДТ1.1), с   | 0,05-3,2                    | Разомкнуты по формуле                  |
|                  |  |   | 0                           | Замкнуты                               |
| Д104<br>A2 E12   | SB1  | Уставка z <sub>мин</sub> для II (III) ст, Ом/фазу   | 5 (10)                      | Оба разомкнуты                         |
|                  |  |   | 2,5 (5)                     | SB2 — замкнут, SB1 — разомкнут         |
|                  | SB2  |   | 1,25 (2,5)                  | Оба замкнуты                           |

## Окончание таблицы 17

| 1 | 2   | 3  | 4  | 5                                      |
|---|-----|--|--|--|
|   | XB1 | Уставка $I_{2cp}$ органа блокировки при качаниях, А                                      | при разомкнутых<br>0,04<br>0,08<br>0,16<br>0,04<br>SB1,<br>0,08<br>SB2<br>0,16 | XS1<br>XS2<br>XS3<br>XS4<br>XS5<br>XS6 |
|   | XB2 | ( $I_{2cp}$ зависит от положения SB1, SB2 при замкнутом SB1— X4, при замкнутом SB2 — X2) |  |  |

Таблица 18

| Блок          | Переключающее устройство токовых защит ОК |   |  |                                       |
|---------------|---|---|--|---------------------------------------|
|               | Обозначение                               | Назначение  |  | Положение, соответствующее назначению |
| 1             | 2   | 3   | 4  | 5                                     |
| M101<br>A3.E1 | SB1-SB3                                   | Уставка по $I$ РМр, А                                       | 0,04-0,18  | Разомкнуты по формуле                 |
|               | SB4                                       | Ток смещения  | исп.<br>не исп.  | Замкнуты<br>Разомкнуты                |
|               | SB5-SB7                                   | Уставка тока смещения, А                                    | 0,04-0,5   | Разомкнуты по формуле                 |
|               | SB8-SB10                                  | Уставка по $U$ РМр, В                                       | 0,5-3,0  | То же                                 |
|               | SB11-SB13                                 | Уставка по $I$ РМб, А                                       | 0,04-0,18  | —"                                    |
|               | SB14-SB16                                 | Уставка по $U$ РМб, В                                       | 0,5-3,0  | —"                                    |
| Л102<br>A3 E2 | SB1-SB3                                   | Время оперативного ускорения III ст ТЗНП, с                 | 0,05-0,4   | —"                                    |
|               | SB4-SB6                                   | Время ускорения III ст. ТЗНП от РМ параллельной ВЛ, с       | 0,05-0,4   | —"                                    |
|               | SB7-SB9                                   | Время ускорения III ст. по ВЧ команде, с                    | 0,05-0,4   | —"                                    |
|               | SB10-SB12                                 | Время ЗНР, с  | 0,05-0,4   | —"                                    |
| Л101<br>A3 E3 | SB1                                       | Время, на которое вводится автоматическое ускорение ТЗНП, с | 1,0<br>2,0   | Замкнуты<br>Разомкнуты                |
|               | SB2-SB4                                   | Время, на которое вводится автоматическое ускорение ТЗНП, с | 0,05-0,4   | Разомкнуты по формуле                 |
|               | SB5                                       | Вывод направленности ТЗНП при включении выключателя         | исп.<br>не исп.  | Замкнуты<br>Разомкнуты                |
|               | SB6                                       | Вывод направленности ТЗНП при неисправности ТН              | исп<br>не исп  | Замкнуты<br>Разомкнуты                |
| Л101<br>A3 E3 | SB7                                       | Направленность I ст. ТЗНП от РМр                            | введена<br>снята                                       | Замкнуты<br>Разомкнуты                |
|               | SB8                                       | Направленность II ст. ТЗНП от РМр                           | введена<br>снята                                       | Замкнуты<br>Разомкнуты                |
| Л101<br>A3.E3 | SB9                                       | Направленность III ст. ТЗНП от РМ                           | РМ <sub>р</sub> или РМ <sub>б</sub><br>РМ <sub>б</sub> | Замкнуты<br>Разомкнуты                |
|               | SB10                                      | Направленность IV ст. ТЗНП от РМ                            | РМ <sub>р</sub> или РМ <sub>б</sub><br>РМ <sub>р</sub> | Замкнуты<br>Разомкнуты                |
|               | SB11                                      | Направленность III ст. ТЗНП                                 | введена<br>снята                                       | Замкнуты<br>Разомкнуты                |
|               | SB12                                      | Направленность IV ст. ТЗНП                                  | введена<br>снята                                       | Замкнуты<br>Разомкнуты                |
|               | SB13                                      | Вывод направленности ТЗНП при срабатывании токовых реле     | исп<br>не исп  | Замкнуты<br>Разомкнуты                |

## Окончание таблицы 18

| 1              | 2        | 3   | 4                | 5   |
|----------------|----------|---|------------------|---|
|                | SB14     | Автоматическое ускорение при включении II ст. ТЗНП                              | введено<br>снято | Замкнуты<br>Разомкнуты  |
|                | SB15     | Автоматическое ускорение при включении III ст. ТЗНП                             | введено<br>снято | Замкнуты<br>Разомкнуты  |
| BO122<br>A3 E4 | SB1-SB6  | Время III ст. ТЗНП (ДТ1), с   | 0,1-6,4          | Разомкнуты<br>по формуле  |
|                | XS1      |   | 0                | Замкнуты  |
|                | SB7-SB12 | Время IV ст. ТЗНП (ДТ2), с  | 0,1-6,4          | Разомкнуты<br>по формуле  |
|                | XS2      |   | 0                | Замкнуты  |
| BO111<br>A3.E5 | SB1-SB6  | Время I ст. ТЗНП (ДТ1), с   | 0,05-3,2         | Разомкнуты<br>по формуле  |
|                | XS1      |   | 0                | Замкнуты  |
|                | SB7-SB12 | Время II ст. ТЗНП (ДТ2), с  | 0,05-3,2         | Разомкнуты<br>по формуле  |
|                | XS2      |   | 0                | Замкнуты  |
| T101<br>A3.E6  | XB1      | Грубое регулирование уставок токовой отсечки — коэффициент K                    | 1                | Замк-<br>ну-<br>ты  |
|                |          |   | 3                | XS1<br>XS2  |
|                |          |   | 10               | XS3   |
| T101<br>A3.E6  | SB1-SB5  | Дискретное регулирование уставок токовой отсечки, A                             | 1-41             | Разомкнуты<br>по формуле  |
| T104<br>A3 E7  | XB1      | Дискретное регулирование уставок реле УРОВ, A                                   | 0,1              | Замк-<br>ну-<br>ты  |
|                |          |   | 0,16             | XS1<br>XS2  |
|                |          |   | 0,25             | XS3   |
|                |          |   | 0,40             | XS4   |
| T103<br>A3.E13 | SB1-SB5  | Дискретное регулирование уставок IV ст. ТЗНП (I канал), A                       | 0,05-2           | Разомкнуты<br>по формуле  |
|                | SB6-SB10 | Дискретное регулирование уставок IV ст. ТЗНП (II канал), A                      | 0,05-2           | То же   |
| T102<br>A3.E14 | SB1-SB5  | Дискретное регулирование уставок III ст. ТЗНП, A                                | 0,1-8            | —   |
| T103<br>A3.E15 | SB1-SB5  | Дискретное регулирование уставок I ст. ТЗНП, A                                  | 0,35-28          | —   |
|                | SB6-SB10 | Дискретное регулирование уставок II ст. ТЗНП, A                                 | 0,15-6           | —   |
| D105<br>A3.E16 | XB1      | Грубое регулирование уставок I ст. ТЗНП — коэффициент K <sub>1</sub>            | 0,35             | XS1<br>XS2<br>XS3<br>XS4<br>XS5<br>XS6<br>XS7<br>XS8<br>XS9<br>XS10<br>XS11<br>XS12 |
|                |          |   | 1,05             |   |
|                |          |   | 3,5              |   |
|                | XB2      | Грубое регулирование уставок II ст. ТЗНП — коэффициент K <sub>2</sub>           | 0,15             |   |
|                |          |   | 0,45             |   |
|                |          |   | 1,5              |   |
|                | XB3      | Грубое регулирование уставок III ст. ТЗНП — коэффициент K <sub>3</sub>          | 0,1              |   |
|                |          |   | 0,3              |   |
|                |          |   | 1,0              |   |
|                | XB4      | Грубое регулирование уставок IV ст. ТЗНП — коэффициент K <sub>4</sub>           | 0,05             |   |
|                |          |   | 0,15             |   |
|                |          |   | 0,5              |   |
| T102<br>A3 E14 | XS1      | Увеличение уставки (коэффициент K <sub>1</sub> в формуле) I ст. ТЗНП в 2 раза   | исп.<br>не исп   | Замкнуты<br>Разомкнуты  |
| T103<br>A3 E15 | XS1      | Увеличение уставки (коэффициент K <sub>3</sub> в формуле) III ст. ТЗНП в 2 раза | исп<br>не исп    | Замкнуты<br>Разомкнуты  |

Примечание РМр — реле мощности разрешающее, РМб — реле мощности блокирующее

Таблица 19

| Блок                   | Переключающее устройство защит РК |   |                       |                                       |
|------------------------|-----------------------------------|---|-----------------------|---------------------------------------|
|                        | Обозначение                       | Назначение  |                       | Положение, соответствующее назначению |
| ВО123<br>A4 E4         | SB1-SB6                           | Время II ст. ДЗ, с  | 0,1-6,4               | Разомкнуты по формуле                 |
|                        | XS1                               |   | 0                     | Замкнуты                              |
|                        | SB7-SB12                          | Время сигнализации неисправности, с   | 0,2-12,8              | Разомкнуты по формуле                 |
|                        | XS2                               |   | 0                     | Замкнуты                              |
| Л108<br>A4 E5          | SB1                               | Контроль работы I ст. ДЗ от II ст. ДЗ при отключении БП основного комплекта | исп.<br>не исп        | Замкнуты<br>Разомкнуты                |
|                        | XB1                               | Ввод II ст. ДЗ  | с контролем пуска БК  | Замк-<br>нуты                         |
|                        |                                   |   | без контроля пуска БК | XS1<br>XS2                            |
|                        | XB1                               | Контроль направленности I ст. ТЗНП  | введен<br>выведен     | Замкнуты<br>Разомкнуты                |
| Л109<br>A4 E6          | XB2                               | Контроль направленности II ст. ТЗНП   | введен<br>выведен     | Замкнуты<br>Разомкнуты                |
|                        | SB1-SB6                           | Время I ст. ТЗНП, с   | 0,05-3,2              | Разомкнуты по формуле                 |
|                        | XS1                               | Время II ст. ТЗНП, с  | 0                     | Замкнуты                              |
|                        | SB7-SB12                          |   | 0,05-3,2              | Разомкнуты по формуле                 |
| XS2                    | XS2                               |   | 0                     | Замкнуты                              |
| M104<br>A4.E3          | SB1, SB2                          | Уставка по $I_{PMp}$ , А  | 0,06-0,18             | Разомкнуты по формуле                 |
|                        | SB3, SB4                          | Уставка по $U_{PMp}$ , В  | 0,75-1,5              | То же                                 |
| T103<br>A4 E9          | SB1-SB5                           | Дискретное регулирование уставок I ст. ТЗНП, А                              | 0,35-28               | —“—                                   |
|                        | SB6-SB10                          | Дискретное регулирование уставок II ст. ТЗНП, А                             | 0,15-6                | —“—                                   |
| Д105<br>A4.E10         | XB1                               | Грубое регулирование уставок I ст. ТЗНП — коэффициент $K_1$                 | 0,35                  | XS1                                   |
|                        |                                   |   | 1,05                  | XS2                                   |
|                        |                                   |   | 3,5                   | XS3                                   |
|                        | XB2                               | Грубое регулирование уставок II ст. ТЗНП — коэффициент $K_2$                | 0,15                  | XS4                                   |
|                        |                                   |   | 0,45                  | XS5                                   |
|                        |                                   |   | 1,5                   | XS6                                   |
| С107<br>A4.E16-<br>E17 | SB1                               | Угол наклона правой стороны характеристики II ст. ДЗ к оси R                | больше                | Замкнуты                              |
|                        |                                   |   | меньше                | Разомкнуты                            |
| Д113<br>A4.E19         | XB1                               | Уставка $N\%$ для ступеней ДЗ   | I                     | Замкнуты                              |
|                        |                                   |   | II                    | Замкнуты                              |
| Д112<br>A4.E20         | SB1, SB2                          | Уставка $z_{min}$ для I и II ст. ДЗ, Ом/фазу                                | 5                     | Оба разомкнуты                        |
|                        |                                   |   | 2,5                   | SB2 замкнут<br>SB1 разомкнут          |
|                        |                                   |   | 1,25                  | Оба замкнуты                          |

Примечание. РМр — реле мощности разрешающее.

Таблица 20

| Место расположения | Обозначение | Переключающее устройство шкафа                         |   |
|--------------------|-------------|--|---|
|                    |             | Назначение   | Положение   |
| Дверь шкафа        | SA1         | Токовая отсечка  | Введено<br>Выведено                                       |
|                    | SA2         | ТЗНП основного комплекта                               | Введено<br>Выведено                                       |
|                    | SA3         | ДЗ основного комплекта                                 | Введено<br>Выведено                                       |
|                    | SA8         | Задеты резервного комплекта                            | Введено<br>Выведено                                       |
| Нижняя плита шкафа | SA4         | Автоматическое ускорение при включении                 | B1<br>B1 или B2<br>B2                                     |
|                    | SA5         | Оперативное ускорение II ст. ДЗ основного комплекта    | Введено<br>Выведено                                       |
|                    | SA6         | Оперативное ускорение III ст. ТЗНП основного комплекта | Введено<br>Выведено                                       |
|                    | SA7         | Ускорение от РМб параллельной ВЛ                       | С использованием ШСВ<br>Без использования ШСВ<br>Выведено |

Примечание РМб — реле мощности блокирующее.

3.10.3 Оформить записью в журнале релейной защиты результаты проверки состояния защиты и заключение о возможности включения ее в работу

#### 4. УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ

Техническое обслуживание шкафа защит ШДЭ 2801 и ШДЭ 2802 проводится в соответствии с "Правилами технического обслуживания устройств релейной защиты, электротехнической, дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 220–750 кВ"

Ниже приводятся рекомендуемая периодичность и объем технического обслуживания.

##### 4.1. Периодичность технического обслуживания

Рекомендуемый цикл технического обслуживания панели ШДЭ 2802 – 6 лет.

Периодичность технического обслуживания приведена в табл. 21.

Таблица 21

|                               |   |    |   |   |   |   |   |
|-------------------------------|---|----|---|---|---|---|---|
| Количество лет эксплуатации   | 0 | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Вид технического обслуживания | Н | К1 | — | К | — | — | В |

Тестовый контроль проводится каждые полгода

##### 4.2. Объем работ по техническому обслуживанию

Объем работ по каждому виду технического обслуживания приведен в табл. 22.

Таблица 22

| Вид технического обслуживания    | Наименование работы   |
|----------------------------------|---|
| 1                                | 2   |
| Н<br>Н, К1, В, К<br>Н, К1, В, К  | 1 Внешний и внутренний осмотры<br>2 Проверка изоляции<br>3 Проверка блоков питания:<br>3.1. Проверка значений выходных напряжений при номинальном значении входных напряжений   |
| Н, К1, В                         | 3.2. Проверка значений выходных напряжений при изменении входного оперативного напряжения от 0,8 до 1,1 номинального значения   |
| Н, В<br>Н, К1, В<br>Н, К1, В, К  | 3.3 Проверка защиты от повышения напряжения и коротких замыканий<br>4 Проверка реле постоянного тока<br>5 Проверка реле сопротивлений<br>5.1 Выставление рабочих уставок  |
| Н, К1, В<br>Н, К1, В             | 5.2 Проверка характеристик $z_{cp} = f(\phi)$<br>5.3. Проверка характеристик $z_{cp} = f(I)$  |
| Н                                | 6. Проверка ПОБ:<br>6.1. Проверка настройки ФТПП и ФТОП   |
| Н, К1, В<br>Н, К1, В<br>Н, К1, В | 6.2. Проверка токов срабатывания пусковых органов ПОБ<br>7. Проверка БНН<br>8. Проверка ТЗНП.   |
| Н, К1, В                         | 8.1. Проверка токов срабатывания и возврата измерительных органов тока<br>8.2 Проверка токов и напряжений срабатывания разрешающего и блокирующего ОНМ: проверка угла максимальной чувствительности и проверка вольт-амперной характеристики  |
| Н, К1, В<br>Н, К1, В, К          | 8.3. Проверка органа контроля исправности цепей "разомкнутого треугольника"<br>9. Проверка тока срабатывания и возврата измерительного органа тока междуфазной отсечки  |
| Н, К1, В, К                      | 10. Проверка тока срабатывания и возврата реле тока УРОВ при подведении к шкафу поочередно разных токов   |
| Н, К1, В, К                      | 11. Проверка взаимодействия элементов устройств защиты:<br>11.1. Проверка тестового контроля  |
| Н, К1, В                         | 11.2. Проверка входных и выходных цепей защиты<br>12. Проверка временных характеристик  |
| Н, К1, В<br>Н, К1, В             | 12.1. Время ввода ступеней защиты ДЗ от ПОБ<br>12.2. Время срабатывания БНН   |
| Н, К1, В<br>Н, К1, В             | 12.3 Время блокировки I ст. ДЗ от II ст. ДЗ резервного комплекта<br>12.4. Время автоматического ускорения ДЗ и ТЗНП при включении выключателя   |
| Н, К1, В<br>Н, К1, В             | 12.5. Время автоматического ускорения III ст. ТЗНП по каналу ВЧ-3 с контролем направления мощности по параллельной линии и при срабатывании выходного реле  |
| Н, К1, В, К                      | 12.6. При имитации двухфазных КЗ, АВ, ВС, СА с подачей параметра аварийного режима $0z_1; 0.5z_1; 0.9z_1; 1.1z_1; 0.9z_2; 1.1z_2; 0.9z_3; 1.1z_3$ для основного комплекта и $0z_1; 0.5z_1; 0.9z_1, 1.1z_1, 0.9z_2, 1.1z_1$ для резервного комплекта (при К — проверяется одна точка I зоны и одна точка вне зоны срабатывания последней ступени. Проверяется действие защиты при имитации близких КЗ) |
| Н, К1, В, К                      | 12.7. При имитации однофазных КЗ для I—IV ступеней основного комплекта и I—II ступеней резервного комплекта при подведении к шкафу 0,9 и 1,1 уставок срабатывания соответствующих ступеней. (При К проверяется правильность работы без изменения времени). Время срабатывания регулируется при токе, равном $2I_{cp}$   |
| Н, К1, В, К                      | Проверяется работа ОНМб и ОНМр при имитации однофазных КЗ в зоне и вне зоны действия ТЗНП   |
| Н, К1, В, К                      | 12.8. При подведении токов фаз А и С 0,9 и 1,1 уставки срабатывания токовой отсечки   |

*Окончание таблицы 22*

| 1           | 2   |
|-------------|---|
| Н, К1, В    | 13. Проверка взаимодействия защиты с другими устройствами РЗА и действия ее на выключатели                                  |
| Н, К1, В, К | 14. Проверка защиты рабочим током и напряжением:<br>14.1 Проверка правильности подключения токовых цепей и цепей напряжения |
| Н           | 14.2. Проверка правильности включения БНН   |
| Н           | 14.3. Проверка правильности включения фильтров тока прямой и обратной последовательности ПОБ                                |
| Н, К1       | 14.4. Проверка правильности включения дистанционных органов   |
| Н, К1       | 14.5. Проверка правильности включения ОНМр и ОНМб   |

**Примечание.** ОНМр — орган направления мощности разрешающий, ОНМб — орган направления мощности блокирующий.

**4.3. Указания оперативному персоналу****4.3.1. Порядок ввода защиты в работу**

Защита вводится в работу в следующем порядке:

- устанавливаются переключатели и накладки, расположенные на дверце шкафа (ДИСТАНЦИОННАЯ ЗАЩИТА, ТОКОВАЯ ОТСЕЧКА, ТОКОВАЯ НАПРАВЛЕННАЯ ЗАЩИТА, РЕЗЕРВНЫЙ КОМПЛЕКТ, Н1 ПУСК УРОВ ОТ ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА и Н2 ПУСК УРОВ ОТ РЕЗЕРВНОГО КОМПЛЕКТА<sup>1</sup>), в положение ВЫВЕДЕНО;
- роверяется соответствие режиму положений переключателей ввода оперативного ускорения дистанционной и токовой защит, расположенных на плате внутри шкафа панели, а также установка рабочих крышек испытательных блоков;

в) подается на защиту постоянное оперативное напряжение (или проверяется, что оно подается) включением автоматических выключателей на щите постоянного тока или установленных на отдельных панелях и включаются переключатели в блоках питания БРЭ 2301 и ПО110;

г) производится возврат блоков сигнализации при наличии сигналов о срабатывании защиты или неисправности кнопкой СЪЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ на дверце шкафа. При исправном состоянии защиты все сигналы должны сняться. Должны осветиться только 4 зеленых светодиода в блоках питания и в реле тока УРОВ в блоке Т1042 (в полную силу — при наличии тока на ВЛ и неполнотью — при отсутствии тока на ВЛ, но при наличии постоянного оперативного напряжения от схемы УРОВ). Кроме того, на дверце панели горит лампочка НЕИСПРАВНОСТЬ (эта лампочка погаснет после перевода всех ключей на дверце панели за исключением ключа ТОКОВАЯ ОТСЕЧКА в положение ВВЕДЕНО<sup>2</sup>).

Контроль состояния защиты должен производиться не ранее чем через 20 с после подачи оперативного постоянного напряжения (это выдержка времени схемы функционального контроля).

При необходимости квотируются сигнальные реле на дверце шкафа,

д) вводится в работу защита при ее исправном состоянии, определенном условиями предыдущего пункта, установкой ключей и накладок, расположенных на дверце шкафа, за исключением ключа ТОКОВАЯ ОТСЕЧКА, в положение ВВЕДЕНО. Токовая отсечка вводится в работу ключом ТОКОВАЯ ОТСЕЧКА только на период опробования ВЛ напряжением, после чего должна быть выведена.

<sup>1</sup> На многих подстанциях в цепи контактов выходных реле, действующих на пуск схемы УРОВ, устанавливаются дополнительно накладки Н1, Н2

<sup>2</sup> В том случае, если МФО вводится только при опробовании ВЛ и перемычка между зажимами X161-X162 снята

#### **4.3.2. Порядок вывода защиты из работы**

4.3.2.1. Кратковременный вывод защиты (или одного из ее комплектов) по оперативным условиям осуществляется переводом ключей, расположенных на дверце шкафа, в положение ВЫВЕДЕНО При этом загорается лампа НЕИСПРАВНОСТЬ на дверце шкафа. Основной комплект выводится из работы тремя ключами (ДИСТАНЦИОННАЯ ЗАЩИТА, ТОКОВАЯ ОТСЕЧКА, ТОКОВАЯ НАПРАВЛЕННАЯ ЗАЩИТА), а резервный – одним ключом (РЕЗЕРВНЫЙ КОМПЛЕКТ).

4.3.2.2. Для длительного вывода защиты с целью проверок, связанных с подачей переменного тока и напряжения от постороннего источника, или ремонта, связанного с выемкой блоков из кассет, необходимо кроме перевода оперативным персоналом вышеуказанных ключей и накладок в положение ВЫВЕДЕНО (см. п. 4.3.2.1) дополнительно произвести отключение защиты по цепям оперативного напряжения, цепям тока и напряжения и выходным цепям Для этого персонал МС РЗА после оперативного вывода защиты дежурным должен:

- а) отключить переключатели в блоках питания основного и резервного комплектов (БРЭ 2301 и ПО110),
- б) снять рабочие крышки шести блоков, установленных на нижней плате шкафа;
- в) отключить и заизолировать на ряде зажимов жилы контрольных кабелей выходных цепей цепи отключения – зажимы X59, X116;
- цепи УРОВ – зажимы X120, X190, X114;
- останов ВЧ передатчика панели ПДЭ 2802 – зажимы X125, X126\*.

4.3.2.3. Для вывода защиты из работы при появлении неисправностей, сопровождающихся дымом, гарью, искрением и т.п., необходимо осуществить вывод защиты согласно п. 4.3.2.1, а затем обесточить защиту по цепям постоянного и переменного тока и напряжения. Для этого оперативный персонал должен:

- а) отключить переключатели в блоках питания основного и резервного комплектов (БРЭ 2301 и ПО110);
- б) снять рабочие крышки шести испытательных блоков, установленных на нижней плате шкафа.

#### **4.3.3. Действия оперативного персонала при срабатывании защиты**

При срабатывании защиты дежурный персонал должен определить и зафиксировать в оперативном журнале, по какому именно каналу произошло срабатывание защиты. Для этого необходимо зафиксировать состояние сигнальных ламп и сигнальных реле сначала на дверце шкафа, а затем на блоках внутри шкафа. Фиксация работы устройств сигнализации производится отметкой на специальном бланке (приложение 5) путем перечеркивания или иным способом всех светящихся светодиодов, ламп и срабатывания сигнальных реле. После этого нажатием кнопки СЪЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ на дверце шкафа производится возврат устройств сигнализации. Также необходимо вернуть в исходное положение указательные реле. Только после возврата схемы сигнализации в исходное состояние разрешается повторное включение линии. Затем согласно табл. 23 производится расшифровка работы защиты и вносится запись в оперативный журнал.

#### **4.3.4. Действия оперативного персонала при неисправностях защиты**

При появлении сигнала о неисправности защиты на щите управления дежурный должен по работе устройств сигнализации на самой защите определить, какие именно неисправности возникли, зафиксировать это в бланке (см. приложение 5) и в дальнейшем перенести в оперативный журнал. Затем нажатием кнопки СЪЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ попытаться вернуть

\* Номера зажимов здесь указаны только в качестве примера и в каждом конкретном случае должны уточняться

в исходное состояние сигнальные устройства. Если сигнальные устройства вернулись в исходное состояние, оставить защиту в работе, доложив персоналу МС РЗА об имевшем место случае работы устройств сигнализации. Если устройства сигнализации не возвращаются в исходное состояние, необходимо определить вид возможной неисправности согласно табл. 23 и в дальнейшем действовать в зависимости от вида неисправностей: при неисправностях в системе оперативного напряжения 220 В принять меры по восстановлению этого напряжения включением соответствующих автоматических выключателей; при неисправностях цепей напряжения принять меры по восстановлению этих цепей; при внутренних неисправностях или, если невозможно восстановить цепи постоянного и переменного напряжения из-за неисправностей внутри шкафа доложить об этом диспетчеру и по его указанию осуществить оперативный вывод защиты или ее части, установив переключатели на дверце шкафа в положение ВЫВЕДЕНО.

Необходимо проинформировать об этом персонал МС РЗА.

При возникновении явных неисправностей в защите (появление дыма, гари, искрения) осуществить вывод защиты из работы и ее обесточение согласно п. 4.3.2.3.

Расшифровка работы сигнальных устройств

**Таблица 23**

| Наименование блока, в котором расположены светодиоды | Обозначение светодиода   | Фиксируемое событие   |
|--|--|---|
| 1  | 2  | 3   |
| БРЭ 2301   | Зеленый цвет   | Нормально светится. При возникновении неисправности в блоке питания перестает светиться   |
| ПО211 ОК   | Зеленый цвет   | Нормально светится и сигнализирует о наличии напряжения "+15 В". При возникновении неисправности в блоке стабилизации напряжения ПО211 перестает светиться  |
| Л1030  | I <sub>Д</sub>   | Срабатывание I ст. ДЗ с блокировкой при качаниях основного комплекта  |
|  | I-II <sub>Д</sub>  | Срабатывание II ст. ДЗ с блокировкой при качаниях основного комплекта   |
|  | II <sub>Д</sub>  | Срабатывание II ст. ДЗ с фиксацией пуска блокировки основного комплекта   |
|  | III <sub>Д</sub>   | Срабатывание III ст. ДЗ с фиксацией пуска блокировки основного комплекта  |
|  | У <sub>Д</sub>   | Срабатывание III ст. ДЗ с ускорением при включении выключателя основного комплекта  |
|  | ВЧ <sub>Д</sub>  | Срабатывание I ст. ДЗ при приеме сигнала телеотключения основного комплекта. В данной схеме не используется   |
|  | НЕИСПР <sub>Д</sub>  | Неисправность ДЗ в случаях возникновения ложного срабатывания длительностью более 17 с*: логической части ДЗ без срабатывания измерительных органов, органов I, II, III ступеней измерительных ДЗ или блокировки при качаниях основного комплекта |
| ТЕСТ ИСПР <sub>Д</sub>                               | При тестовом опробовании основного комплекта ДЗ (см. приложение 4) |   |
| K1040  | Б  | Срабатывание ПОБ на время 0,4 с* и ввод быстродействующих ступеней ДЗ на это время  |
| K1040  | М  | Срабатывание ПОБ на время 6 с* и ввод медленнодействующих ступеней ДЗ на это время  |
| K1040  | БН   | Неисправность цепей напряжения 100 В  |
| С1011  | I  | Работа реле сопротивления I ст. основного комплекта   |
|  | II   | Работа реле сопротивления II ст. основного комплекта  |

## Продолжение таблицы 23

| 1        | 2                                   | 3  |
|----------|-------------------------------------|--|
|          | III                                 | Работа реле сопротивления III ст. основного комплекта<br>Примечание Реле сопротивления в блоке (A2.E4) реагирует на ток и напряжение СА, реле сопротивления в блоке (A2 E5) реагирует на ток и напряжение ВС; реле сопротивления в блоке (A2 E6) реагирует на ток и напряжение АВ  |
| M1011    | P                                   | Работа органа направления мощности ТЗНП основного комплекта на отключение  |
|          | Б                                   | Работа органа направления мощности ТЗНП основного комплекта на блокировку  |
| Л1020    | У <sub>т6</sub> (III <sub>т</sub> ) | Срабатывание III ст. ТЗНП основного комплекта с выдержкой времени или по цепи оперативного ускорения   |
|          | IV <sub>т</sub>                     | Срабатывание IV ст ТЗНП основного комплекта  |
|          | У <sub>тп</sub>                     | Срабатывание III ст. основного комплекта при ускорении от защиты параллельной линии (не используется)  |
|          | ВЧ <sub>т</sub>                     | Срабатывание III ст. ТЗНП основного комплекта при ускорении от принятого сигнала по высокочастотному каналу (не используется)  |
|          | У <sub>нр</sub>                     | Срабатывание IV ст. ТЗНП основного комплекта при ускорении в неполнофазном режиме (не используется)  |
| Л1010    | I <sub>т</sub>                      | Срабатывание I ст. ТЗНП основного комплекта  |
|          | II <sub>т</sub>                     | Срабатывание II ст. ТЗНП основного комплекта   |
|          | У <sub>т</sub>                      | Срабатывание с ускорением III ст. ТЗНП основного комплекта при включении выключателя   |
| Л1010    | НЕИСПР <sub>т</sub>                 | Неисправность ТЗНП основного комплекта:<br>при ложном срабатывании органа тока любой ступени, что может быть подтверждено свечением светодиода данного органа;<br>при отказе срабатывания органа тока чувствительной ступени при КЗ в зоне действия грубой ступени;<br>при одновременной работе отключающего и блокирующего реле ОНМ;<br>при отказе работы ОНМ в случае работы II ступени ТЗНП |
|          | ТЕСТ ИСПР <sub>т</sub>              | При тестовом опробовании ТЗНП (см. приложение 4)   |
| T1012    | Токовая отсечка                     | При срабатывании токовой отсечки   |
| T1042    | Реле тока УРОВ                      | Светится в полноте только при наличии оперативного напряжения от БП <sub>уров</sub> , светится полным светом при срабатывании реле тока УРОВ от токов нагрузки   |
| H1061    | ОТСУТСТВИЕ 3U <sub>0</sub>          | Отсутствие напряжения 3U <sub>0</sub>  |
| T1032    | Светодиоды без обозначения          | Срабатывание двух реле IV ст ТЗНП основного комплекта  |
| T1021    | То же                               | Срабатывание измерительного органа III ст ТЗНП основного комплекта   |
| T1031    | —“—                                 | Срабатывание измерительного органа I ст. ТЗНП основного комплекта  |
|          | —“—                                 | Срабатывание измерительного органа II ст ТЗНП основного комплекта  |
| ПО110    | Зеленый светодиод                   | Нормально светится. При возникновении неисправности в блоке питания основного комплекта светится перестает   |
| ПО211 РК | Зеленый светодиод                   | Нормально светится и сигнализирует о наличии напряжения "+15 В" При возникновении неисправности в блоке стабилизации напряжения ПО211 резервного комплекта светится перестает  |
| Л1080    | I <sub>др</sub>                     | Срабатывание I ст. ДЗ резервного комплекта   |
|          | II <sub>др</sub>                    | Срабатывание II ст. ДЗ резервного комплекта  |
| Л1090    | I <sub>тр</sub>                     | Срабатывание I ст. ТЗНП резервного комплекта   |
|          | II <sub>тр</sub>                    | Срабатывание II ст ТЗНП резервного комплекта   |

*Окончание таблицы 23*

| 1     | 2   | 3  |
|-------|---|--|
|       | НЕИСПР                                    | Неисправность защит резервного комплекта в случаях ложного срабатывания длительностью более 12 с:<br>работа логической части резервного комплекта без срабатывания измерительных органов;<br>срабатывание измерительных органов ДЗ и ТЗНП резервного комплекта без работы логической части |
|       | ТЕСТ ИСПР                                 | При тестовом опробовании (см. приложение 4) резервного комплекта   |
| M1041 | Светодиод<br>без обозначения              | Работа органа направления мощности ТЗНП резервного комплекта   |
| T1031 | Светодиод<br>без обозначения<br>(верхний) | Работа измерительного органа I ст. ТЗНП резервного комплекта   |
|       | Светодиод<br>без обозначения<br>(нижний)  | Работа измерительного органа II ст. ТЗНП резервного комплекта  |
| C1061 | I   | Работа измерительного органа I ст. ДЗ резервного комплекта реле в блоке:<br>(A4.E13) реагирует на ток и напряжение СА;<br>(A4.E14) — на ток и напряжение ВС;<br>(A4.E15) — на ток и напряжение АВ  |
| C1071 | II  | Работа измерительного органа II ст. ДЗ резервного комплекта реле в блоке:<br>(A4.E16) реагирует на ток и напряжение СА;<br>(A4.E17) — на ток и напряжение ВС;<br>(A4.E18) — на ток и напряжение АВ   |

\* Время указано в качестве примера.

**СОСТАВ И НАЗНАЧЕНИЕ БЛОКОВ,  
ВХОДЯЩИХ В КОМПЛЕКТ ЗАЩИТЫ**

| Кассета   | Порядковый номер в кассете | Тип блока | Наименование блока  | Функциональное назначение                     | Примечание           |  |
|---|----------------------------|-----------|---|---|----------------------|--|
| 1   | 2                          | 3         | 4   | 5   | 6                    |  |
| Кассета А1 блока питания основного комплекта        | E1                         | БРЭ 2301  | Блок преобразовательный   | Питание основного комплекта защит             |                      |  |
|   | E2                         |           |   |   |                      |  |
|   | E3                         |           |   |   |                      |  |
|   | E4                         | ПО211     | Блок стабилизации   | Блоки реле-повторителей входных сигналов      |                      |  |
|   | E5                         | Р1191     | Блок реле   |   |                      |  |
|   | E6                         | Р1191     |   |   |                      |  |
| Кассета А2 дистанционной защиты основного комплекта | E1                         | Л1030     | Блок логики   | Логика ДЗо                                    |                      |  |
|   | E2                         | К1040     | Блок блокировки при неисправностях цепей ТН, логическая часть блокировки при качаниях | БНН и БК основного и резервного комплектов ДЗ |                      |  |
|   | E3                         | Б1011     | Блок пускового органа блокировки при качаниях   | ПОБ основного и резервного комплектов ДЗ      |                      |  |
|   | E4                         | С1011     | Блоки реле сопротивления I, II и III ступеней   | РСса  |                      |  |
|   | E5                         | С1011     |   | РСвс  |                      |  |
|   | E6                         | С1011     |   | РСав  |                      |  |
|   | E7                         | Д1020     | Блок датчиков напряжения  | РС I-III ст. ДЗо                              |                      |  |
|   | E8                         | И1021     | Блок тестового контроля   | Проверка функционирования ДЗо                 | Положение "Работа"   |  |
|   | E9                         |           |   |   | Положение "Проверка" |  |
|   | E10                        | ВО112     | Блоки органов выдержки времени  | IIб, III ст. ДЗо                              |                      |  |
|   | E11                        | ВО111     |   | IIм, II ст. ДЗо при оперативном ускорении     |                      |  |
|   | E12                        | Д104      | Блоки датчиков тока   | I ст. ДЗо, БК                                 |                      |  |
|   | E13                        | Д103      |   | II, III ст. ДЗо                               |                      |  |
| Кассета А3 токовой защиты основного комплекта       | E1                         | М1011     | Блок органа направления мощности  | Контроль направления мощности в ТЗНПо         |                      |  |
|   | E2                         | Л1020     | Блоки логики  | Логика ТЗНПо                                  |                      |  |
|   | E3                         | Л1010     |   |   |                      |  |
|   | E4                         | ВО122     | Блоки органов выдержки времени  | III, IV ст. ТЗНПо                             |                      |  |
|   | E5                         | ВО11      |   | I, II ст. ТЗНПо                               |                      |  |
|   | E6                         | Т1012     | Блок токовой отсечки  | Токовая отсечка                               |                      |  |
|   | E7                         | Т1042     | Блок реле тока для УРОВ   | Реле тока УРОВ                                |                      |  |
|   | E8                         | Р1011     | Блок реле   | Вспомогательные реле схемы логики             |                      |  |
|   | E9                         | Р1020     | Блок реле   |   |                      |  |
|   | E10                        | И1011     | Блок тестового контроля   | Организация тестового контроля ТЗНПо          | Положение "Работа"   |  |
|   | E11                        |           |   |   | Положение "Проверка" |  |

## Окончание приложения 1

| 1                               | 2   | 3     | 4                                  | 5   | 6                    |
|---------------------------------|-----|-------|------------------------------------|---|----------------------|
|                                 | E12 | H1061 | Блок органа напряжения             | Контроль напряжения $3U_0$                      |                      |
|                                 | E13 | T1032 | Блоки органов тока                 | Реле тока I, II ст. ТЗНПо                       |                      |
|                                 | E14 | T1021 |                                    | Реле тока III ст. ТЗНПо                         |                      |
|                                 | E15 | T1031 |                                    | Реле тока IV ст. ТЗНПо                          |                      |
|                                 | E16 | Д1053 | Блок датчиков тока и напряжения    | Датчики тока и напряжения $3U_0$ для ТЗНПо      |                      |
| Кассета А4 резервного комплекта | E1  | ПО110 | Блок преобразовательный            | Питание резервного комплекта защит              |                      |
|                                 | E2  | ПО211 | Блок стабилизации                  |   |                      |
|                                 | E3  | Р1150 | Блок реле                          | Выходные и вспомогательные реле схемы логики РК |                      |
|                                 | E4  | ВО123 | Блок органа выдержки времени       | II ст. ДЗРК, выдержка времени ФК                |                      |
|                                 | E5  | Л1080 | Блок логики                        | ДЗР и ТЗНПр                                     |                      |
|                                 | E6  | Л1090 |                                    | ТЗНПр   |                      |
|                                 | E7  | ВО111 | Блок органа выдержки времени       | I, II ст. ТЗНПр                                 |                      |
| Кассета А4 резервного комплекта | E8  | M1041 | Блок органа направления мощности   | Блок направления мощности в ТЗНПр               |                      |
|                                 | E9  | T1031 | Блок органа тока                   | Реле тока I и II ст. ТЗНПр                      |                      |
|                                 | E10 | Д1057 | Блок датчиков тока и напряжения    | Датчики тока и напряжения $3U_0$ для ТЗНПр      |                      |
|                                 | E11 | И1061 | Блок тестового контроля            | Проверка функционирования ДЗ и ТЗНП РК          | Положение "Проверка" |
|                                 | E12 | И1061 |                                    |   | Положение "Работа"   |
|                                 | E13 | C1061 |                                    | Реле сопротивления I ст. СА                     |                      |
|                                 | E14 | C1061 |                                    | Реле сопротивления I ст. ВС                     |                      |
|                                 | E15 | C1061 |                                    | Реле сопротивления I ст. АВ                     |                      |
|                                 | E16 | C1071 | Блок реле сопротивления II ступени | Реле сопротивления II ст. СА                    |                      |
|                                 | E17 | C1071 |                                    | Реле сопротивления II ст. ВС                    |                      |
|                                 | E18 | C1071 |                                    | Реле сопротивления II ст. АВ                    |                      |
|                                 | E19 | Д1130 | Блок датчиков напряжения           | Датчики напряжения для РС РК                    |                      |
|                                 | E20 | Д1120 | Блок датчиков тока                 | Датчики тока РС РК                              |                      |

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УЛУЧШЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗАЩИТЫ

1 Как видно из рис. 16, схема защиты допускает ложный ввод в работу ранее выведенной ключом одного из вида защиты при возникновении на другом виде защиты неисправности. Так, например, при выводе из работы ТЗНП ключом *SA2* и срабатывании БНН ТЗНП будет ложно введена в работу по цепи: +24 В, контакты ключа *SA3.1*, контакты реле *KL1-A2.E2*, контакты реле *KL2-A3.E3*.

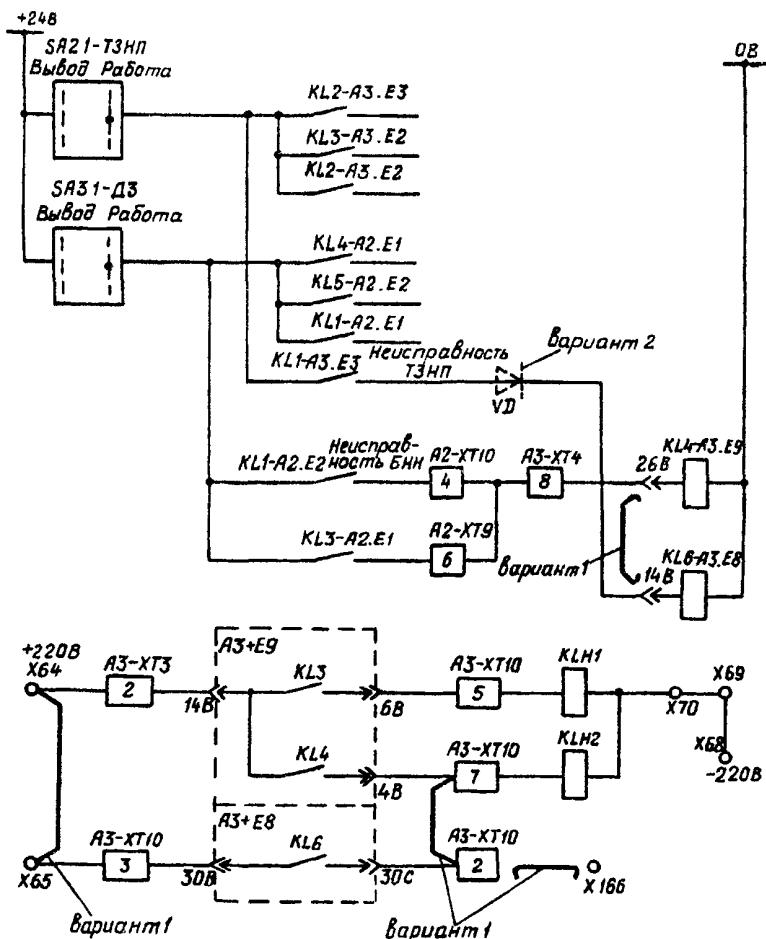


Рис. 16. Изменения в схеме защиты для предотвращения ее ложного ввода в работу

Для предотвращения указанного явления необходимо разделить цепи контактов реле, фиксирующих неисправность, либо с помощью отдельного реле, например, *KL6-A3 E8*, которое редко используется в схемах, и объединения его kontaktов с kontaktами реле *KL4-A3.E9* (вариант 1), либо установкой дополнительного диода *VD* в цепь контакта реле *KL1-A3.E3* (вариант 2). Указанные изменения показаны утолщенными линиями.

2. В случае подключения ВЛ через один выключатель для повышения надежности цепи отключения убирается лишний контакт (реле-повторителя контактов РПО отсутствующего выключателя, как показано на рис. 17), обмотка которого длительное время должна находиться под напряжением. Целесообразно зашунтировать перемычкой непосредственно на выводах герконового реле контакты KL2.1-A3.E9).

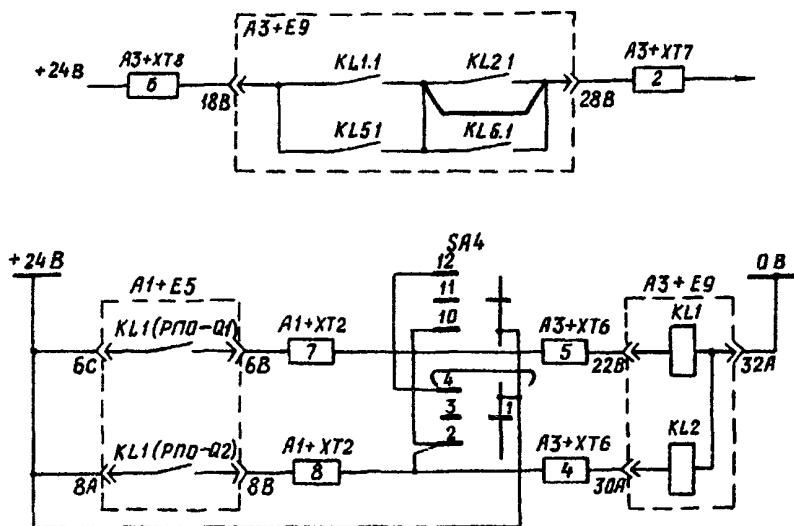


Рис. 17. Изменения в схеме защиты для ВЛ, включенной через один выключатель

Кроме того для устранения ложного ввода ускорения при включении дистанционной и токовой защит при ошибочном переводе ключа SA4 УСКОРЕНИЕ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ в положение SB1 В РЕМОНТЕ необходимо исключить шунтирование ключом SA4 контактов реле-повторителей положение ОТКЛЮЧЕНО выключателей согласно рис. 17.

3. Обычно МФО нормально выведена и используется только при опробовании ВЛ. Для исключения возникновения сигнала НЕИСПРАВНОСТЬ при установке ключа SA1 ТОКОВАЯ ОТСЕЧКА в положение ВЫВОД необходиомо снять перемычку между зажимами X161 и X162.

4 Для обеспечения видимого разрыва в цепях пуска УРОВ основного и резервного комплектов устанавливают дополнительные накладки типа НКР.

5 В процессе эксплуатации защит имели место случаи выхода из строя блока питания ПО210 резервного комплекта, в котором из-за перегорания резистора R10 типа МЛТ-2 сопротивлением 10 Ом повреждались дорожки печатного монтажа. Рекомендуется несколько увеличить (приблизительно вдвое) мощность и значение сопротивления резистора R10 (до 50%), установив параллельно два резистора подходящего номинала.

6 В процессе эксплуатации имели место случаи ложного срабатывания защиты, цепи напряжения которой питаются через контакты реле-повторителей положения разъединителей (РПР). Отключение происходило при отключении, а затем последующем включении вводного автоматического выключателя от аккумуляторной батареи. При этом действием защиты, обтекаемой током нагрузки, сначала отключались оперативное постоянное напряжение и

цепи напряжения, а затем после включения вводного автоматического выключателя подавалось оперативное постоянное напряжение и после срабатывания РПР — переменное напряжение. В последнем случае защита срабатывала. Таким образом, при отсутствии цепей напряжения и наличии тока нагрузки защита срабатывает при включении оперативного напряжения. До разработки мероприятий по устранению этого явления (а они требуют либо понижения надежности цепи отключения, например, при вводе контактов РПР в цепь отключения, либо существенных изменений в схеме защиты и РПР) рекомендуется избегать указанных операций при введенной в работу защите

Следует иметь в виду, что при осуществлении указанного режима могут быть одновременно ошибочно отключены все ВЛ 110 кВ подстанции, по которым протекает ток нагрузки.

### Приложение 3

#### ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗАЩИТЫ ШДЭ 2802

Средства измерений, необходимые для проведения технического обслуживания, должны быть проверены согласно ГОСТ 8002-71, на них должно быть клеймо с указанием даты проверки. В случае отсутствия указанных средств измерения допускается применять другие приборы с классами точности не ниже указанных.

| Наименование                            | Тип            | Техническая характеристика  | Класс точности |
|---|----------------|-----------------------------|----------------|
| 1. Комплектное испытательное устройство | У 5053, ЭУ5001 | —                           | —              |
| 2. Амперметр                            | Э-537          | 0,5–1 А                     | 0,5            |
| 3. Амперметр                            | Э-538          | 2,5–5 А                     | 0,5            |
| 4. Вольтметр                            | Э-533          | 75–600 В                    | 0,5            |
| 5. Комбинированный прибор               | Ц4317, Ц4313   | $R_{вн} = 20 \text{ кОм/В}$ | 1,5–2,5        |
| 6. Осциллограф универсальный            | С1-67, С1-68   | —                           | —              |
| 7. Милливольтметр                       | В3-38, В3-39   | 3 мВ–300 В                  | 2,5–4,0        |
| 8. Вольтметрфазондикатор                | ВАФ-85         | —                           | —              |
| 9. Генератор низкой частоты             | Г3-33          | 25–150 Гц                   | —              |
| 10. Миллисекундомер                     | Ф209           | $1-10^3 \text{ мс}$         | 0,5            |
| 11. Мегаомметр                          | М4100/3        | 500 В                       | 1,0            |
| 12. Мегаомметр                          | М4100/1        | 100 В                       | 1,0            |
| 13. Испытательная установка             | ИВК-2          | 1000 В, 50 Гц               | —              |

Кроме вышеперечисленных средств измерений необходимо иметь следующую аппаратуру и устройства:

1. Разделительную колодку для подключения блоков через удлинитель.
2. Реостат 250 Ом, 1,4 А.
3. Автоматический выключатель АП-50, 2МТ, 2,5 А.

## ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТОВОГО ОПРОБОВАНИЯ

### 1. Дистанционная защита ОК

1.1 Переставить блок И102 из рабочего положения (А2.Е8) в положение проверки (А2 Е9). При этом загорается лампа НЛW1 НЕИСПРАВНОСТЬ на двери шкафа, защита выводится из действия на отключение путем снятия напряжения питания с обмоток выходных реле и размыкаются цепи звуковой сигнализации.

1.2 Нажать переключатель SA1 ТЕСТ АВ в блоке И102

Проверка исправности ДЗ основана на фиксации следующих событий, которые должны произойти при подаче теста и отсутствии в ДЗ неисправностей:

1.2.1. Должны срабатывать измерительные органы ДЗ всех ступеней, реагирующих на напряжение АВ, что может быть зафиксировано по включению светодиодов I, II, III, установленных на лицевой плате блока С101, пускового органа блокировки при качаниях, что фиксируется по загоранию светодиодов "Б", "М", установленных на лицевой плате блока К103.

1.2.2. Должно сработать устройство логической части ДЗ, что фиксируется по свечению светодиодов "I<sub>д</sub>", "I-II<sub>д</sub>", "II<sub>д</sub>", "III<sub>д</sub>", "У<sub>д</sub>", "ВЧ<sub>д</sub>", установленных на лицевой плате блока Л103, лампа НLR1 СРАБАТЫВАНИЕ, расположенной на дверце шкафа, и срабатыванию указательных реле KLH1 СРАБАТЫВАНИЕ ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА и KLH2 НЕИСПРАВНОСТЬ ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА, установленных на дверце шкафа

1.2.3. Срабатывание ступеней и устройства логической части должно происходить в следующей последовательности:

И ступени без выдержки времени и II или III ускоряемых ступеней раньше, чем I ступени с выдержкой времени или II ступени с меньшей выдержкой времени;

И ступени с выдержкой времени или II ступени с меньшей выдержкой времени раньше, чем II ступени с большей выдержкой времени,

II ступени с большей выдержкой времени раньше, чем III ступени;

III ступени раньше, чем устройства функционального контроля (ФК).

При выполнении вышеуказанных условий на лицевой плате блока Л103 включается светодиод "ТЕСТ ИСПР<sub>д</sub>".

При возникновении несоответствия в указанной очередности срабатывания ступеней ДЗ включается светодиод "НЕИСПР<sub>д</sub>".

Отсутствие в течение времени, превышающего 13 с с момента нажатия переключателя ТЕСТ АВ, включения одного из светодиодов "ТЕСТ ИСПР<sub>д</sub>" и "НЕИСПР<sub>д</sub>" свидетельствует о неисправности устройства функционального контроля ДЗ, блока И102 или цепей тестового контроля

1.3. Произвести съем сигнализации путем нажатия кнопки СЪЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ, расположенной на дверце шкафа, и возврат указательных реле.

1.4. Нажать переключатель SA2 ТЕСТ ВС.

Должны сработать РС всех ступеней, реагирующих на напряжения ВС, БК и устройство логической части согласно п. 1.2

1.5 Произвести съем сигнализации согласно п. 1.3

1.6 Нажать переключатель SA3 ТЕСТ СА

Должны сработать РС всех ступеней, реагирующих на напряжение СА, БК и устройство логической части согласно п. 1.2.

1.7 Произвести съем сигнализации согласно п. 1.3.

1.8 Переставить блок тестового контроля И102 из положения (А2 Е9) в положение (А2.Е8). При этом гаснет лампа НЕИСПРАВНОСТЬ и подается напряжение питания на обмотки выходных реле.

На этом тестовый контроль ДЗ считается законченным.

## 2. Токовая защита основного комплекта (ТЗНПо)

2.1. Переставить блок И101 из рабочего положения (А3.Е10) в положение проверки (А3.Е11). При этом загорается лампа НЕИСПРАВНОСТЬ, защита выводится из действия на отключение путем снятия напряжения питания с обмоток выходных реле и размыкаются цепи звуковой сигнализации.

2.2. Нажать переключатель *SA1 ТЕСТ* в блоке И101.

При этом должны сработать все ступени ТЗНП, токовая отсечка и орган направления мощности отключающий, что фиксируется по загоранию соответствующих светодиодов на лицевых панелях блоков Т101, Т103, Т102, Л101, Л102, М101, а также срабатывает указательное реле *KLH1 СРАБАТЫВАНИЕ ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА* и *KLH2 НЕИСПРАВНОСТЬ ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА*.

Срабатывание ступеней и логической части должно происходить в следующей последовательности:

- И ступени и токовой отсечки раньше, чем II ступени;
- II ступени и ускоряемых ступеней раньше, чем III ступени;
- III ступени раньше, чем IV ступени;
- IV ступени раньше, чем устройства ФК.

При выполнении указанных условий на лицевой панели блока Л101 включается светодиод "ТЕСТ ИСПР<sub>т</sub>".

В случае наличия неисправностей, приведших к отказу в срабатывании ступеней ТЗНП и нарушению очередности работы ступеней на лицевой панели блока Л101 включается светодиод "НЕИСПР<sub>т</sub>".

Отсутствие в течение 15 с, отсчитываемого с момента нажатия переключателя ТЕСТ 1, включения светодиода "ТЕСТ ИСПР<sub>т</sub>" или светодиода "НЕИСПР<sub>т</sub>" является признаком неисправности устройства функционального контроля либо указанных светодиодов.

2.3. Возвратить переключатель *SA1 ТЕСТ 1*, произвести съем сигнализации нажатием кнопки *SB1 "СЪЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ"* и возврат указательных реле.

2.4. Нажать переключатель *SA2 ТЕСТ 2*. Нажать переключатель *SA1 ТЕСТ 1*.

ТЕСТ 2 проверяет отсутствие неисправностей, приводящих к отказу в срабатывании блокирующего реле ОНМ и к излишнему срабатыванию ТЗНП при отсутствии срабатывания разрешающего реле или при срабатывании блокирующего реле ОНМ. Поэтому в данном тесте должны включаться только светодиоды "Б" в блоке М101 и "У<sub>нр</sub>" в блоке Л102. Возвратить переключатели, снять сигнализацию.

2.5 Нажать переключатель *SA3 ТЕСТ 3*.

В этом тесте проверяется отстройка органов ТЗНП от сигнала третьей гармонической составляющей.

Отсутствие включения каких-либо светодиодов свидетельствует об отсутствии неисправностей.

2.6. Возвратить в исходное состояние переключатели *SA1 ТЕСТ 1*, *SA2 ТЕСТ 2*, *SA3 ТЕСТ 3* и произвести съем сигнализации.

2.7. Переставить блок тестового контроля И101 из положения (А3.Е11) в положение (А3.Е10). На этом тестовый контроль ТЗНП считается законченным.

## 3. Реле тока для УРОВ

Тестовый контроль можно проводить только при подведении к реле тока, превышающего его ток срабатывания.

Последовательность нажатия переключателей *SB* и светодиодный контроль указаны в таблице.

| Последовательность контроля               | Состояние светодиода исправного реле |
|---|--------------------------------------|
| 1. Нажатие переключателя SB3 СРАБАТЫВАНИЕ | Светится                             |
| 2. Нажатие переключателя SB1 ВОЗВРАТ 1    | Не светится <sup>1</sup>             |
| 3. Возврат переключателя SB1 ВОЗВРАТ 1    | Светится                             |
| 4. Нажатие переключателя SB2 ВОЗВРАТ 2    | Не светится <sup>1</sup>             |
| 5. Возврат переключателя SB2 ВОЗВРАТ 2    | Светится                             |
| 6. Возврат переключателя SB3 СРАБАТЫВАНИЕ | Не светится <sup>1</sup>             |

<sup>1</sup> Неполное свечение светодиода возможно от оперативного напряжения схемы.

#### 4. Резервный комплект УРОВ

4.1 Переставить блок И106 из рабочего положения (А4.Е12) и в положение для контроля (А4 Е11). При этом загорается лампа НЕИСПРАВНОСТЬ, снимается напряжение питания с обмоток выходного реле и размыкается цепь звуковой сигнализации.

4.2. Нажать переключатель SA2 ТЕСТ ДЗ АВ в блоке И106. При этом срабатывают измерительные органы I и II ступеней ДЗ, реагирующие на напряжение АВ, что может быть зафиксировано по включению светодиодов I, II, установленных на лицевой плате блоков С106 и С107, и устройство логической части, что может быть зафиксировано по включению светодиодов "I<sub>др</sub>", "II<sub>др</sub>" и загоранию лампы HLW1 СРАБАТЫВАНИЕ, а также срабатывают указательные реле KLH3 СРАБАТЫВАНИЕ РЕЗЕРВНОГО КОМПЛЕКТА и KLH4 НЕИСПРАВНОСТЬ РЕЗЕРВНОГО КОМПЛЕКТА. По истечении выдержки времени включается светодиод "ТЕСТ ИСПР".

4.3. Возвратить переключатель SA2 ТЕСТ ДЗ АВ и произвести съем сигнализации путем нажатия кнопки SB1 СЪЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ.

4.4. Нажать переключатель SA3 ТЕСТ ДЗ ВС. Далее аналогично п. 4.2. При этом срабатывают измерительные органы, реагирующие на напряжение ВС

4.5. Возвратить переключатель SA3 ТЕСТ ДЗ ВС и произвести съем сигнализации.

4.6. Нажать переключатель SA4 ТЕСТ ДЗ СА. Далее аналогично п. 4.2. При этом срабатывают измерительные органы, реагирующие на напряжение СА.

4.7. Возвратить переключатель SA4 ТЕСТ ДЗ СА и произвести съем сигнализации

4.8 Нажать переключатель SA1 ТЕСТ ДЗ.

При этом должны сработать обе ступени токовой защиты, что может быть зафиксировано по включению светодиодов на лицевой плате блока Т103 (измерительные органы I и II ступени), блока М104 (орган направления мощности), блока Л109 (I<sub>тр</sub>, II<sub>тр</sub>), срабатыванию указательных реле СРАБАТЫВАНИЕ РЕЗЕРВНОГО КОМПЛЕКТА, НЕИСПРАВНОСТЬ РЕЗЕРВНОГО КОМПЛЕКТА с выдержкой времени ТЕСТ ИСПР.

4.9 Возвратить переключатель SA1 ТЕСТ ТЗ и произвести съем сигнализации.

4.10 Переставить блок тестового контроля И106 из положения (А4.Е11) в положение (А4 Е12). При этом гаснет лампа НЕИСПРАВНОСТЬ. Тестовый контроль считается законченным.

## Приложение 5

БЛАНК ВРЕМЕННОЙ ФИКСАЦИИ ОПЕРАТИВНЫМ ПЕРСОНАЛОМ  
РАБОТЫ СИГНАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ЩДЗ 2802

A1 - БЛОК ПИТАНИЯ ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА

| БРЭ 2301    | БРЭ2301 | БРЭ2301 | П02Н | РН91 | РН94 |
|-------------|---------|---------|------|------|------|
| Сигн. ИСПР. |         |         |      |      |      |

A2 - ДИСТАНЦИОННАЯ ЗАЩИТА ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА

|   |                          |      |                           |                           |                           |  |       |       |  |
|---|--------------------------|------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--|-------|-------|--|
| Л1030                                   | К1040                    | Б104 | С1041                     | С1041                     | С1041                     |  | Д1020 | М1021 |  |
| <input type="radio"/> I <sub>д</sub>    | <input type="radio"/> Б  |      | <input type="radio"/> I   | <input type="radio"/> I   | <input type="radio"/> I   |  |       |       |  |
| <input type="radio"/> I-II <sub>д</sub> |                          |      | <input type="radio"/> II  | <input type="radio"/> II  | <input type="radio"/> II  |  |       |       |  |
| <input type="radio"/> II <sub>д</sub>   | <input type="radio"/> М  |      | <input type="radio"/> III | <input type="radio"/> III | <input type="radio"/> III |  |       |       |  |
| <input type="radio"/> III <sub>д</sub>  |                          |      | <input type="radio"/> СА  | <input type="radio"/> ВС  | <input type="radio"/> АВ  |  |       |       |  |
| <input type="radio"/> У <sub>д</sub>    |                          |      |                           |                           |                           |  |       |       |  |
| <input type="radio"/> ВЧ <sub>д</sub>   |                          |      |                           |                           |                           |  |       |       |  |
| <input type="radio"/> НЕИСПР            | <input type="radio"/> БН |      |                           |                           |                           |  |       |       |  |
| <input type="radio"/> ТЕСТ              |                          |      |                           |                           |                           |  |       |       |  |
| <input type="radio"/> ИСПР              |                          |      |                           |                           |                           |  |       |       |  |

A3 - ТОКОВАЯ ЗАЩИТА, МФО РЕЛЕ УРОВ ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА

|                          |  |   |                                      |                             |  |  |                             |  |                             |
|--------------------------|--|---|--------------------------------------|-----------------------------|--|--|-----------------------------|--|-----------------------------|
| М1041                    | Л1020  | Л1040   | В0422                                | В04Н                        | Т1042                                    |  |                             | Т1042                                      |                             |
| <input type="radio"/> ОР | <input type="radio"/> У <sub>т</sub><br>(III <sub>т</sub> )<br>IV <sub>т</sub> | <input type="radio"/> I <sub>т</sub><br>II <sub>т</sub> | <input type="radio"/> У <sub>т</sub> |                             | <input type="radio"/> ТОКОВАЯ<br>ОТСЕЧКА |  |                             | <input type="radio"/> РЕЛЕ<br>ТОКА<br>УРОВ |                             |
| <input type="radio"/> Б  | <input type="radio"/> У <sub>т</sub><br>V <sub>т</sub>                         | <input type="radio"/> У <sub>т</sub>                    | <input type="radio"/> Р1041          | <input type="radio"/> Р1020 | <input type="radio"/> М1041              |  | <input type="radio"/> Н1061 | <input type="radio"/> Т1032                | <input type="radio"/> Т1021 |

Отсутс.  
ЗU<sub>0</sub>ЗU<sub>0</sub>ЗU<sub>0</sub>ЗU<sub>0</sub>ЗU<sub>0</sub>ЗU<sub>0</sub>ЗU<sub>0</sub>ЗU<sub>0</sub>ЗU<sub>0</sub>ЗU<sub>0</sub>ЗU<sub>0</sub>

|      |      |  |      |       |   |   |       |       |       |       |
|------|------|--|------|-------|---|---|-------|-------|-------|-------|
| П040 | П02Н |  | РН50 | В0423 | М080  | Л1090   | В0441 | М1041 | Т1031 | Д1057 |
|      |      |  |      |       | <input type="radio"/> I <sub>ДР</sub><br><input type="radio"/> II <sub>ДР</sub> | <input type="radio"/> I <sub>ТР</sub><br><input type="radio"/> II <sub>ТР</sub> |       |       |       |       |

НЕИСПР

тест

ИСПР

СИГНАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА, РАСПОЛОЖЕННЫЕ ВНУТРИ ШКАФА

Дата \_\_\_\_\_ 19 г

Время \_\_\_\_\_ ч \_\_\_\_\_ МИН

(предприятие, объект)

(организация, выполняющая проверку)

(присоединение)

" \_\_\_\_ 19 \_\_\_\_ г.

**ПРОТОКОЛ**  
**ПРОВЕРКИ ПРИ НОВОМ ВКЛЮЧЕНИИ ШКАФА ЗАЩИТЫ ТИПА ШДЭ 2802**

**1. Паспортные данные шкафа защиты**

| Оперативное постоянное напряжение, В | Переменное напряжение, В | Номинальный ток, А | Дата выпуска | Заводской номер |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------|-----------------|
|                                      |                          |                    |              |                 |

**2. Защита подключена к трансформатору тока** \_\_\_\_\_

с коэффициентом трансформации \_\_\_\_\_  
 и трансформатору напряжения \_\_\_\_\_  
 с коэффициентом трансформации \_\_\_\_\_

**3. Уставки защит**

**3.1. Уставки заданы** \_\_\_\_\_  
 (кем, когда, номер документа)

**3.2. Уставки дистанционной защиты**

| Наименование параметров                                | Ступень           |    |     |                    |    |
|--|-------------------|----|-----|--------------------|----|
|  | Основной комплект |    |     | Резервный комплект |    |
|  | I                 | II | III | I                  | II |
| Первичное сопротивление срабатывания, Ом/фазу          |                   |    |     |                    |    |
| Вторичное сопротивление срабатывания, Ом/фазу          |                   |    |     |                    |    |
| Минимальное сопротивление, Ом/фазу                     |                   |    |     |                    |    |
| Угол настройки, эл.град                                |                   |    |     |                    |    |
| Наклон правой боковой стороны характеристики, град     | —                 |    |     | —                  |    |
| Время срабатывания, с                                  |                   |    |     |                    |    |
| Использование блокировки отключений                    |                   |    |     |                    |    |
| Оперативное ускорение, с                               | —                 |    |     | —                  |    |
| Автоматическое ускорение, с                            | —                 | НБ | НБ  | —                  | —  |
| Время, на которое вводится автоматическое ускорение, с | —                 |    |     | —                  | —  |

П р и м е ч а н и е БК — блокируется, ФБК — с фиксацией пуска блокировки, НБ — не блокируется.

## Пусковой орган блокировки при качаниях

| Наименование параметров   | Значение                             |
|---|--------------------------------------|
| Вторичный ток срабатывания по $I_2$ грубого органа, А                 |                                      |
| Вторичный ток срабатывания по $I_2$ чувствительного органа, А         |                                      |
| Время ввода быстродействующих ступеней, с                             |                                      |
| Время ввода медленнодействующих ступеней, с                           |                                      |
| Блокировка при неисправности цепей напряжения используется<br>OK на – | PK на –                              |
|   | (сигнал, вывод дистанционной защиты) |

## 3.3 Уставки токовой защиты нулевой последовательности

| Наименование параметров   | Ступень           |    |     |    |                    |    |
|---|-------------------|----|-----|----|--------------------|----|
|   | Основной комплект |    |     |    | Резервный комплект |    |
|   | I                 | II | III | IV | I                  | II |
| Первичный ток срабатывания, А   |                   |    |     |    |                    |    |
| Вторичный ток срабатывания, А   |                   |    |     |    |                    |    |
| Время срабатывания, с   |                   |    |     |    |                    |    |
| Направленность  |                   |    |     |    |                    |    |
| Используемое реле направления мощности  |                   |    |     |    |                    |    |
| Оперативное ускорение, с  | –                 | –  |     | –  | –                  | –  |
| Автоматическое ускорение, с   | –                 |    |     | –  | –                  | –  |
| Время, на которое вводится автоматическое ускорение, с  | –                 |    |     | –  | –                  | –  |
| Ускорение по ВЧ команде, с  | –                 | –  |     | –  | –                  | –  |
| Ускорение от реле мощности параллельной линии, с  | –                 | –  |     | –  | –                  | –  |
| Время ЗНР, с  | –                 | –  |     | –  | –                  | –  |
| П р и м е ч а н и е. РМр — реле мощности разрешающее, РМб — реле мощности блокирующее, НН — не направлено |                   |    |     |    |                    |    |

## Орган направления мощности нулевой последовательности

| Наименование параметров           | Резервный комплект |     | Основной комплект |
|-----------------------------------|--------------------|-----|-------------------|
|                                   | РМр                | РМб | РМр               |
| Чувствительность по току, А       |                    |     |                   |
| Чувствительность по напряжению, В |                    |     |                   |
| Ток смещения                      |                    | –   | –                 |

## 3.4 Уставки междуфазной токовой отсечки

| Наименование параметров       | Значение |
|-------------------------------|----------|
| Первичный ток срабатывания, А |          |
| Вторичный ток срабатывания, А |          |
| Время срабатывания, с         |          |

## 3.5. Первичный ток срабатывания

реле УРОВ                    А, вторичный                    А  
 Реле использовано для УРОВ выключателя                    кВ

## 3.6 Значения первичных токов короткого замыкания:

Максимальный ток К3 в начале линии                    А.  
 Минимальный ток К3 в начале линии                    А.  
 Максимальный ток К3 "за спиной"                    А.  
 Минимальный ток К2 в конце зоны I ст.                    А,  
 II ст                    А, III ст.                    А

## 3.7. Указания по выполнению логической части защиты:

3.7.1. Подхват ИО I ст. ДЗ от ИО II ст. ДЗ                     
 (используется, не используется)

3.7.2. Возврат ПОБ после отключения выключателя                     
 (используется, не используется)

3.7.3. Вывод направленности ТЗНП при неисправности цепей ТН

(используется, не используется)

3.7.4. Вывод направленности ТЗНП при автоматическом ускорении

(используется, не используется)

3.7.5. Вывод направленности ТЗНП при срабатывании выходных реле

(используется, не используется)

3.7.6. Контроль напряжения на ВП при автоматическом ускорении

(используется, не используется)

3.7.7. Контроль I ст. дистанционной защиты резервного комплекта от II ст. при отключении БП основного комплекта

(используется, не используется)

3.8. Дополнительные указания                   

**4. Проверка общего состояния шкафа:**

4.1. Произведен внешний и внутренний осмотры шкафа, проведена механическая исправность аппаратуры и монтажа

По результатам осмотра состояния шкафа и аппаратуры                   

Недостатки                   

(перечень, устраниены, не устраниены, отсутствуют)

4.2. Выполнены изменения в схеме шкафа \_\_\_\_\_

(перечень изменений, с кем согласовано)

## 5. Проверка изоляции шкафа:

5.1 При вставленных блоках омметром измерено сопротивление изоляции цепей 24 и 15 В основного и резервного комплектов относительно остальных заземленных групп.

5.2 Измерено сопротивление изоляции мегаомметром 500 В всех групп цепей между собой и относительно корпуса, кроме цепей 24 и 15 В основного и резервного комплектов

| Цепи   | Объединить зажимы   | Сопротивление изоляции, МОм |           |
|--|---|-----------------------------|-----------|
|  |   | без блоков                  | с блоками |
| 1. Цепи переменного тока ОК  | X2 – X21  |                             |           |
| 2. Цепи переменного напряжения ОК  | X31 – X55   |                             |           |
| 3. Цепи оперативного постоянного напряжения ОК   | X60 – X99   |                             |           |
| 4. Цепи приема ВЧ команд и ускорений ( $U_{ном} = 24$ В), $\pm 15$ В и 24 В                    | X100 – X107;<br>A1-XT4:1-A1-XT4:8   |                             |           |
| 5. Выходные цепи ОК и контакты реле тока УРОВ  | X110 – X111;<br>X119 – X142   |                             |           |
| 6. Цепи отключения ОК  | X113 – X117   |                             |           |
| 7. Контакты БНН, БК и БП ОК в схеме РК ( $U_{ном} = 15$ В) и цепи питания $\pm 15$ В и 24 В РК | X143 – X146; X266 – X268,<br>ПО210 РК; XS1:1 ( $+15$ В) –<br>– XS1:2 (О В) – XS2:1 ( $-15$ В);<br>ПО110 РК; XS1:1 (О В) –<br>XS1:2 ( $+24$ В) |                             |           |
| 8. Цепи сигнализации ОК и РК   | X151 – X163,<br>X258 – X265   |                             |           |
| 9. Цепи регистратора ОК  | X165 – X188   |                             |           |
| 10. Цепи оперативного постоянного напряжения реле тока УРОВ                                    | X190 – X192   |                             |           |
| 11. Цепи тока  | X194 – X208   |                             |           |
| 12. Цепи напряжения РК   | X209 – X230   |                             |           |
| 13. Цепи оперативного постоянного напряжения РК  | X233 – X239   |                             |           |
| 14. Цепи отключения РК   | X241 – X250   |                             |           |
| 15. Цепи регистратора РК   | X252 – X257   |                             |           |

5.3 Проверено сопротивление изоляции между фазами цепей тока мегаомметром на напряжение 500 В.

| Фазы цепей тока | Мегаомметр подключен к зажимам |                          | Сопротивление изоляции, МОм |                    |
|-----------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------|
|                 | Основной комплект              | Резервный комплект       | Основной комплект           | Резервный комплект |
| A-BCO           | X7-X19,<br>X20, X21            | X196-X206,<br>X207, X208 |                             |                    |
| B-CAO           | X10-X18,<br>X20, X21           | X199-X205,<br>X207, X208 |                             |                    |
| C-ABO           | X15-X18,<br>X19, X21           | X202-X205,<br>X206, X208 |                             |                    |

### 6. Проверка блоков питания шкафов:

6.1 Измерено напряжение на выходах блоков питания шкафа при номинальном напряжении на его входе

| Наименование выхода              | Точка подключения вольтметра          | Значение напряжения, В |
|----------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| +15 В БП основного комплекта     | A1.XT4:1-A1.XT4:2                     |                        |
| -15 В БП основного комплекта     | A1.XT4:4-A1.XT4:2                     |                        |
| +24 В БП основного комплекта     | A1.XT4:5-A1.XT4:6                     |                        |
| +15 В ПО211 основного комплекта  | A1.XT2:4-A1.XT4:2                     |                        |
| -15 В ПО211 основного комплекта  | A1.XT2:6-A1.XT4:2                     |                        |
| +15 В ПО211 резервного комплекта | Контрольные точки ПО211 (XS1.1-XS1.2) |                        |
| -15 В ПО211 резервного комплекта | Контрольные точки ПО211 (XS2.1-XS2.2) |                        |
| +24 В БП резервного комплекта    | Контрольные точки БП (XS1.1-XS1.2)    |                        |
| +15 В БП УРОВ                    | A3.XT3.5 — гнездо выбора уставки      |                        |
| -15 В БП УРОВ                    | A3.XT3.1 — гнездо выбора уставки      |                        |

6.2. Проверена стабилизация выходных напряжений блоков ПО211 основного и резервного комплектов, выходов  $\pm 15$  В БП УРОВ и +24 В блоков приемных реле Р119.

При изменении значения входного напряжения в пределах  $0,8 \div 1,1 U_{\text{ном}}$  напряжение на выходах практически не изменяется.

6.3. При изменении значения входного напряжения в пределах  $0,8 \div 1,1 U_{\text{ном}}$  проверено изменение выходных напряжений выходов  $\pm 15$  В БП основного комплекта и выходов +24 В БП основного и резервного комплектов. Нагрузкой проверяемых выходов БП являются цепи шкафа.

| Наименование выхода           | Значение входного напряжения, В |  |  |  |  |
|-------------------------------|---------------------------------|--|--|--|--|
|                               |                                 |  |  |  |  |
| +15 В БП основного комплекта  |                                 |  |  |  |  |
| -15 В БП основного комплекта  |                                 |  |  |  |  |
| +24 В БП основного комплекта  |                                 |  |  |  |  |
| +24 В БП резервного комплекта |                                 |  |  |  |  |

6.4. Опробована защита от коротких замыканий на выходах  $\pm 15$  В, +24 В БП основного комплекта и выходах  $\pm 15$  В стабилизаторов ПО211 основного и резервного комплектов.

### 7. Проверка промежуточных и сигнальных реле

| Обозначение реле | Тип       | Напряжение срабатывания, В | Напряжение возврата, В | Время срабатывания, с |
|------------------|-----------|----------------------------|------------------------|-----------------------|
| KL1              | РП17-52   |                            |                        |                       |
| KL2              | РП17-52   |                            |                        |                       |
| KL3              | РП17-52   |                            |                        |                       |
| KL4              | РП17-52   |                            |                        |                       |
| KLH1             | РЭУ-11-20 |                            | —                      | —                     |
| KLH2             | РЭУ-11-20 |                            | —                      | —                     |
| KLH3             | РЭУ-11-20 |                            | —                      | —                     |
| KLH4             | РЭУ-11-20 |                            |                        |                       |

### 8. Проверка дистанционной защиты

8.1 Произведен расчет уставок

Вторичное сопротивление срабатывания, Ом / фазу

$$z_{\text{уст.вт}} = z_{\text{уст.п}} \frac{K_{\text{тт}}}{K_{\text{тн}}}.$$

Ориентировочное положение переключателя уставок РС

$$N\% = \frac{z_{\text{мин}}}{z_{\text{уст.вт}}} \cdot 100\%.$$

Уставки настроены при  $\phi = \Phi_{\text{настр}} = 75$  эл.град.

Сопротивление срабатывания реле при измерении определено по формуле

$$z_{\text{cp}} = \frac{U_{\text{cp}}}{2I}$$

| Наименование параметров                       | Ступень           |    |     |                    |    |
|---|-------------------|----|-----|--------------------|----|
|   | Основной комплект |    |     | Резервный комплект |    |
|   | I                 | II | III | I                  | II |
| Вторичное сопротивление срабатывания, Ом/фазу |                   |    |     |                    |    |
| Минимальное сопротивление, Ом/фазу            |                   |    |     |                    |    |
| Расчетное значение, %                         |                   |    |     |                    |    |

8.2. Произведена настройка уставок и снятие угловых характеристик реле сопротивления

8.2.1. I ступень основного комплекта

Угловые характеристики сняты при токе  $I = \underline{\hspace{2cm}}$  А.

Положение переключателей:

$N = \underline{\hspace{2cm}}\%$ , SB1  $\underline{\hspace{2cm}}$ , SB2  $\underline{\hspace{2cm}}$ ,  $K_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $z_{\text{мин}} = \underline{\hspace{2cm}}$  Ом / фазу

| Реле              | Параметр         | Значение при угле, эл. град |    |    |    |    |     |     |     |
|-------------------|------------------|-----------------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|
|                   |                  | 0                           | 30 | 60 | 75 | 90 | 120 | 135 | 150 |
| PC <sub>IAB</sub> | $U_{cp}$ В       |                             |    |    |    |    |     |     |     |
|                   | $Z_{cp}$ Ом/фазу |                             |    |    |    |    |     |     |     |
| PC <sub>IBC</sub> | $U_{cp}$ В       |                             |    |    |    |    |     |     |     |
|                   | $Z_{cp}$ Ом/фазу |                             |    |    |    |    |     |     |     |
| PC <sub>ICA</sub> | $U_{cp}$ В       |                             |    |    |    |    |     |     |     |
|                   | $Z_{cp}$ Ом/фазу |                             |    |    |    |    |     |     |     |

## 8.2.2. II ступень основного комплекта

Угловые характеристики сняты при токе  $I = \underline{\hspace{2cm}}$  А.

Положение переключателей:

 $N = \underline{\hspace{2cm}} \%$ , SB1       , SB2       ,  $K_I = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $z_{min} = \underline{\hspace{2cm}}$  Ом/фазу.

| Реле                | Параметр         | Значение при угле, эл. град |    |    |    |    |    |     |     |     |     |
|---------------------|------------------|-----------------------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
|                     |                  | 0                           | 20 | 30 | 60 | 75 | 90 | 120 | 150 | 180 | 240 |
| PC <sub>IIAB</sub>  | $U_{cp}$ В       |                             |    |    |    |    |    |     |     |     |     |
|                     | $Z_{cp}$ Ом/фазу |                             |    |    |    |    |    |     |     |     |     |
| PC <sub>IIBC</sub>  | $U_{cp}$ В       |                             |    |    |    |    |    |     |     |     |     |
|                     | $Z_{cp}$ Ом/фазу |                             |    |    |    |    |    |     |     |     |     |
| PC <sub>IIICA</sub> | $U_{cp}$ В       |                             |    |    |    |    |    |     |     |     |     |
|                     | $Z_{cp}$ Ом/фазу |                             |    |    |    |    |    |     |     |     |     |

## 8.2.3. III ступень основного комплекта

Угловые характеристики сняты при токе  $I = \underline{\hspace{2cm}}$  А.

Положение переключателей:

 $N = \underline{\hspace{2cm}} \%$ , SB1       , SB2       ,  $K_I = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $z_{min} = \underline{\hspace{2cm}}$  Ом/фазу.

| Реле                | Параметр         | Значение при угле, эл. град |    |    |     | Зона        |                 |             |
|---------------------|------------------|-----------------------------|----|----|-----|-------------|-----------------|-------------|
|                     |                  | 60                          | 75 | 90 | 105 | $\varphi_1$ | $\varphi_{1-2}$ | $\varphi_2$ |
| PC <sub>IIIB</sub>  | $U_{cp}$ В       |                             |    |    |     |             |                 |             |
|                     | $Z_{cp}$ Ом/фазу |                             |    |    |     |             | 90              |             |
| PC <sub>IIBC</sub>  | $U_{cp}$ В       |                             |    |    |     |             |                 |             |
|                     | $Z_{cp}$ Ом/фазу |                             |    |    |     |             | 90              |             |
| PC <sub>IIICA</sub> | $U_{cp}$ В       |                             |    |    |     |             |                 |             |
|                     | $Z_{cp}$ Ом/фазу |                             |    |    |     |             | 90              |             |

## 8.2.4 I ступень резервного комплекта

Угловые характеристики сняты при токе  $I = \underline{\hspace{2cm}}$  А.

Положение переключателей:

 $N = \underline{\hspace{2cm}} \%$ , SB1       , SB2       ,  $K_I = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $z_{min} = \underline{\hspace{2cm}}$  Ом/фазу.

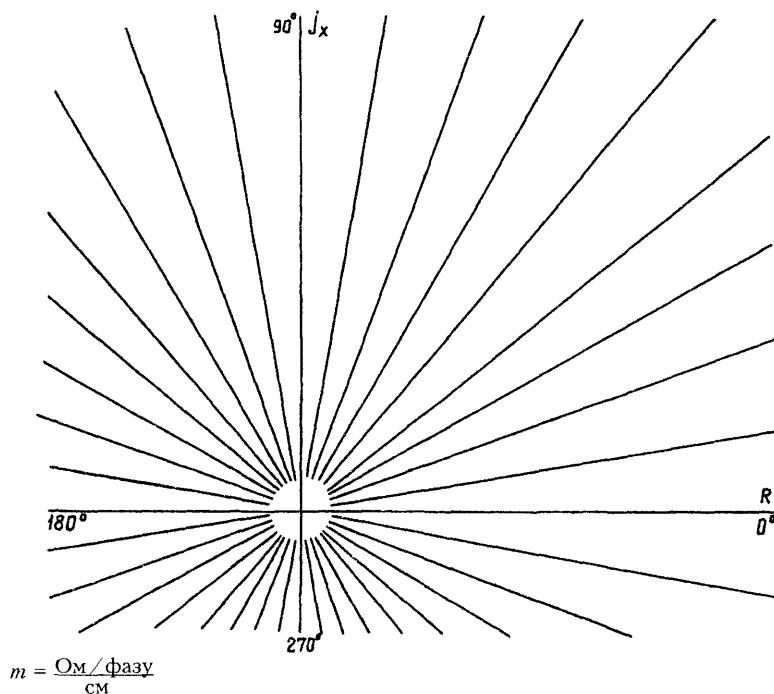
## 8.2.5 II ступень резервного комплекта

Угловые характеристики сняты при токе  $I = 1$  А.

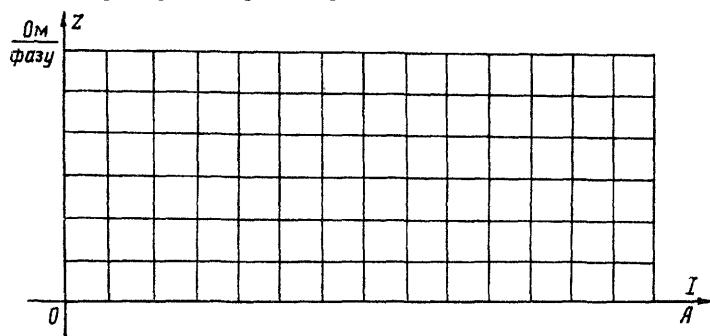
#### Положение переключателей

$N = \underline{\hspace{2cm}}\%$ , SB1  $\underline{\hspace{2cm}}$ , SB2  $\underline{\hspace{2cm}}$ ,  $K_I = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $z_{\text{мин}} = \underline{\hspace{2cm}}$  Ом/фаза

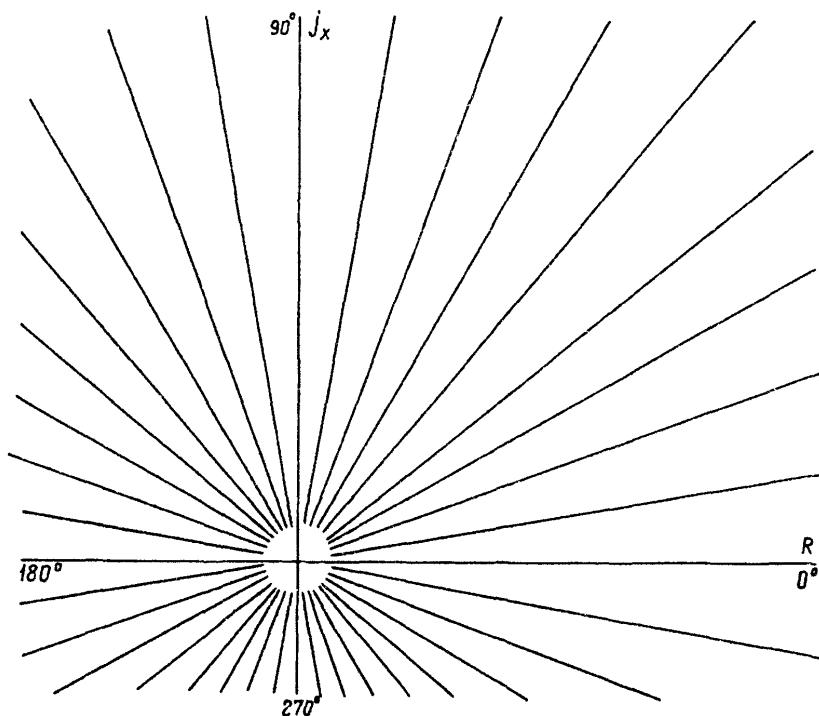
## ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЛЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ I ст. ОК



Угловая характеристика реле сопротивления I ст. ОК

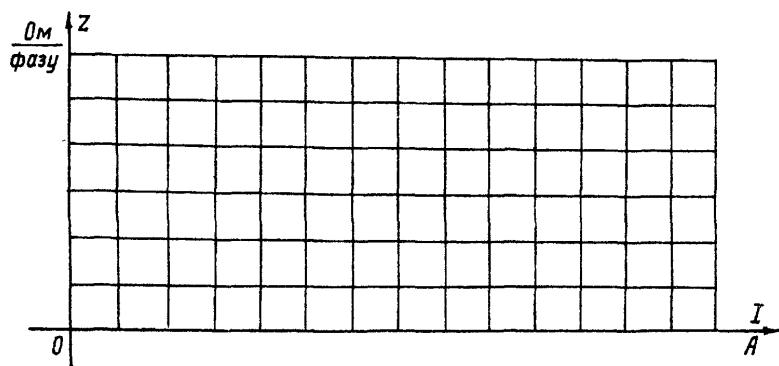
Характеристика  $z_{cp} = f(I)$

## ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЛЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ II ст. ОК



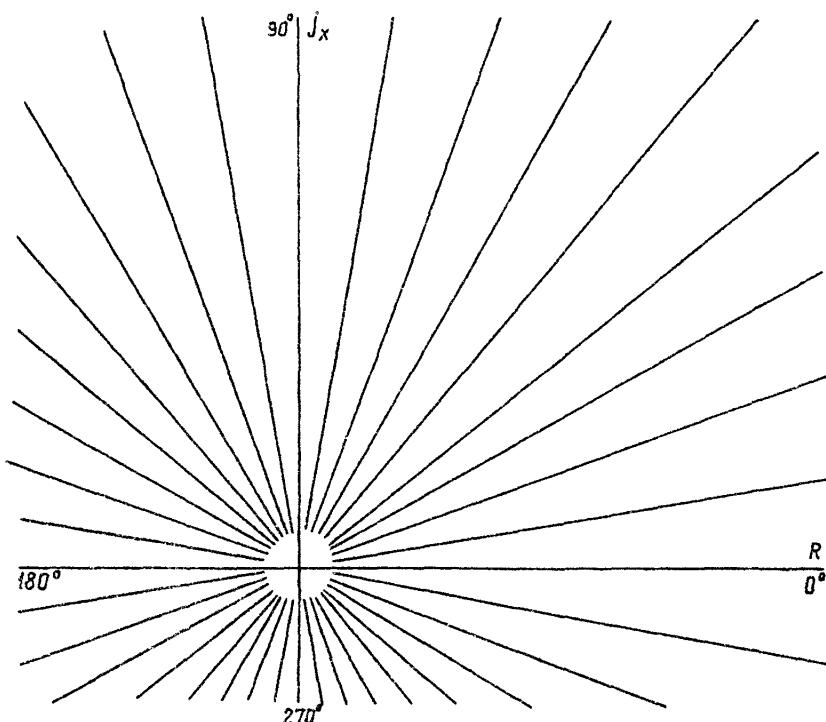
$$m = \frac{\Omega \text{м} / \text{фазу}}{\text{см}}$$

Угловая характеристика реле сопротивления II ст. ОК



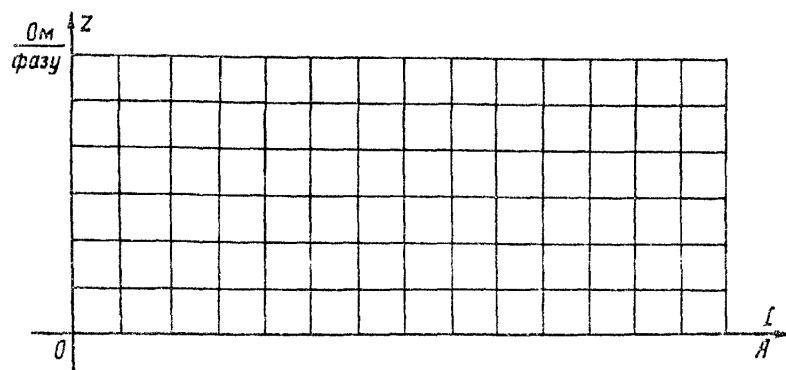
Характеристика  $z_{cp} = f(I)$

## ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЛЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ III ст ОК



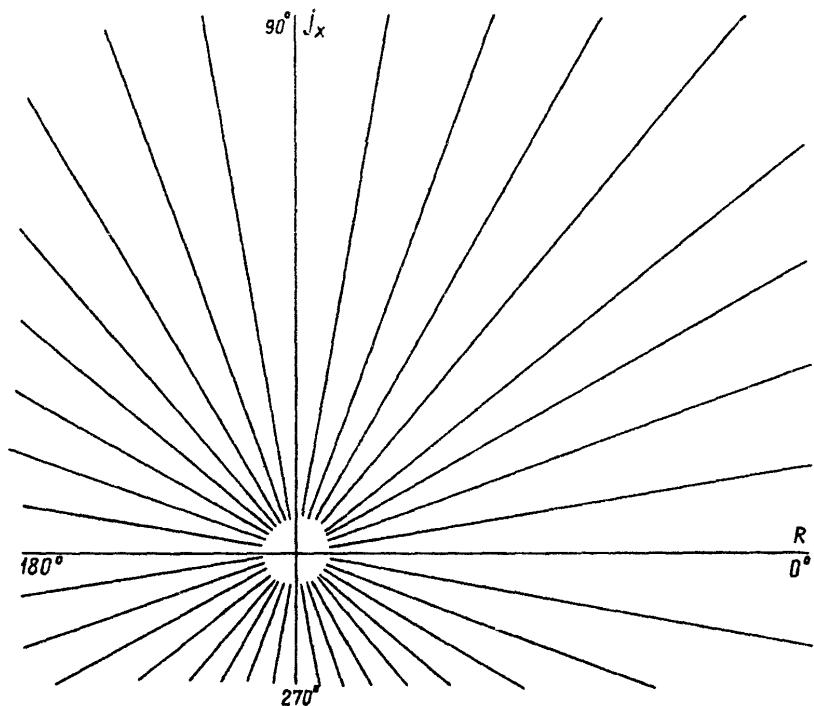
$$m = \frac{\Omega \text{м} / \text{фазу}}{\text{см}}$$

Угловая характеристика реле сопротивления III ст ОК



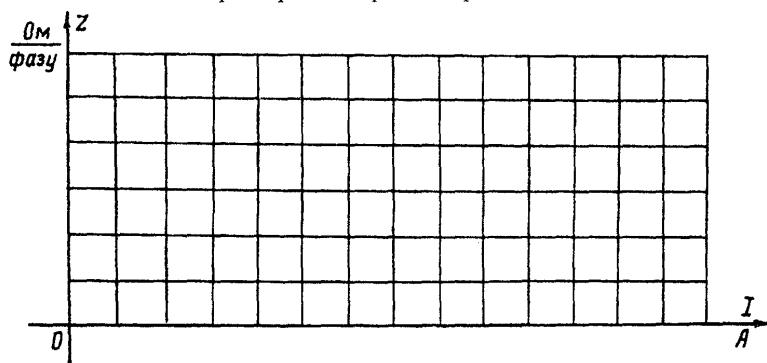
Характеристика  $z_{ep} = f(I)$

## ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЛЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ I ст. РК



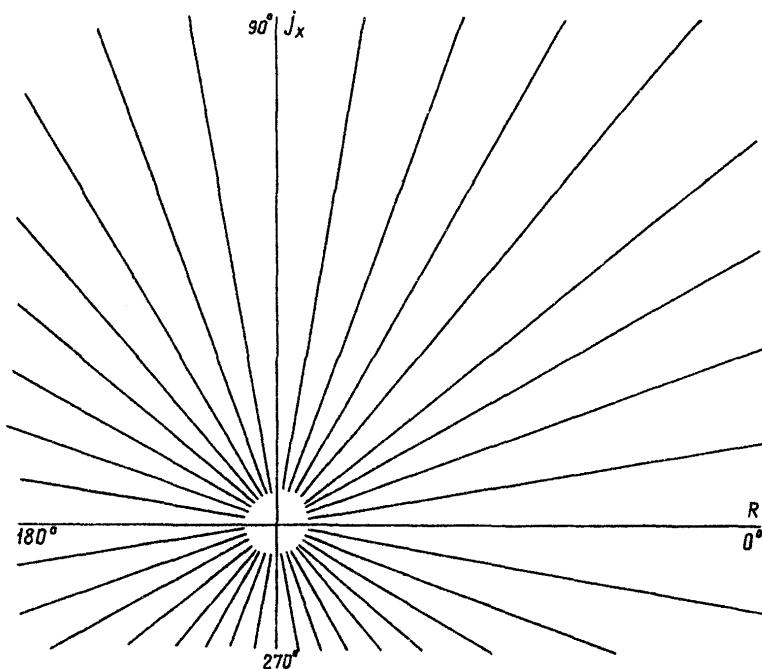
$$m = \frac{\text{Ом}}{\text{фазу}} \text{ см}$$

Угловая характеристика реле сопротивления I ст. РК



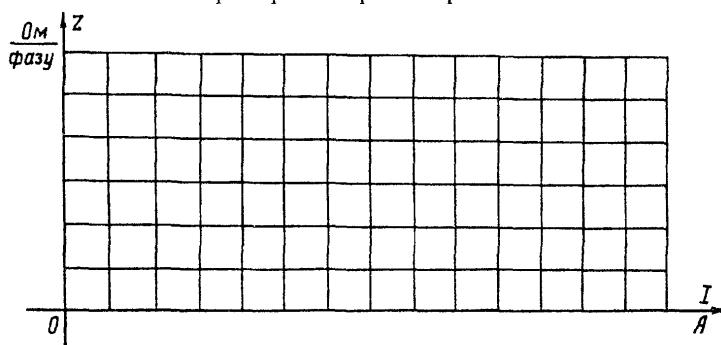
Характеристика  $z_{cp} = f(I)$

## ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЛЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ II ст РК



$$m = \frac{\text{Ом/фазу}}{\text{см}}$$

Угловая характеристика реле сопротивления II ст. РК



Характеристика  $z_{cp} = f(I)$

8.3 Определены токи точной работы реле.

8.3.1. I ступень основного комплекта

| Реле              | Параметр         | Значение при токе, А |  |  |  | Ток точной работы, А |            |
|-------------------|------------------|----------------------|--|--|--|----------------------|------------|
|                   |                  |                      |  |  |  | норма                | измеренный |
| PC <sub>IAB</sub> | $U_{cp}$ В       |                      |  |  |  |                      |            |
|                   | $z_{cp}$ Ом/фазу |                      |  |  |  |                      |            |
| PC <sub>IBC</sub> | $U_{cp}$ В       |                      |  |  |  |                      |            |
|                   | $z_{cp}$ Ом/фазу |                      |  |  |  |                      |            |
| PC <sub>ICA</sub> | $U_{cp}$ В       |                      |  |  |  |                      |            |
|                   | $z_{cp}$ Ом/фазу |                      |  |  |  |                      |            |

8.3.2. II ступень основного комплекта

| Реле                | Параметр         | Значение при токе, А |  |  |  | Ток точной работы, А |            |
|---------------------|------------------|----------------------|--|--|--|----------------------|------------|
|                     |                  |                      |  |  |  | норма                | измеренный |
| PC <sub>IIAB</sub>  | $U_{cp}$ В       |                      |  |  |  |                      |            |
|                     | $z_{cp}$ Ом/фазу |                      |  |  |  |                      |            |
| PC <sub>IIBC</sub>  | $U_{cp}$ В       |                      |  |  |  |                      |            |
|                     | $z_{cp}$ Ом/фазу |                      |  |  |  |                      |            |
| PC <sub>IIICA</sub> | $U_{cp}$ В       |                      |  |  |  |                      |            |
|                     | $z_{cp}$ Ом/фазу |                      |  |  |  |                      |            |

8.3.3 III ступень основного комплекта

| Реле               | Параметр         | Значение при токе, А |  |  |  |  |  | Ток точной работы, А |            |
|--------------------|------------------|----------------------|--|--|--|--|--|----------------------|------------|
|                    |                  |                      |  |  |  |  |  | норма                | измеренный |
| PC <sub>IIIA</sub> | $U_{cp}$ В       |                      |  |  |  |  |  |                      |            |
|                    | $z_{cp}$ Ом/фазу |                      |  |  |  |  |  |                      |            |
| PC <sub>IIIB</sub> | $U_{cp}$ В       |                      |  |  |  |  |  |                      |            |
|                    | $z_{cp}$ Ом/фазу |                      |  |  |  |  |  |                      |            |
| PC <sub>IIIC</sub> | $U_{cp}$ В       |                      |  |  |  |  |  |                      |            |
|                    | $z_{cp}$ Ом/фазу |                      |  |  |  |  |  |                      |            |

8.3.4 I ступень резервного комплекта

| Реле              | Параметр         | Значение при токе, А |  |  |  |  |  | Ток точной работы, А |            |
|-------------------|------------------|----------------------|--|--|--|--|--|----------------------|------------|
|                   |                  |                      |  |  |  |  |  | норма                | измеренный |
| PC <sub>IAB</sub> | $U_{cp}$ В       |                      |  |  |  |  |  |                      |            |
|                   | $z_{cp}$ Ом/фазу |                      |  |  |  |  |  |                      |            |
| PC <sub>IBC</sub> | $U_{cp}$ В       |                      |  |  |  |  |  |                      |            |
|                   | $z_{cp}$ Ом/фазу |                      |  |  |  |  |  |                      |            |
| PC <sub>ICA</sub> | $U_{cp}$ В       |                      |  |  |  |  |  |                      |            |
|                   | $z_{cp}$ Ом/фазу |                      |  |  |  |  |  |                      |            |

8.3.5. II ступень резервного комплекта

| Реле               | Параметр         | Значение при токе, А |  |  |  | Ток точной работы, А |            |
|--------------------|------------------|----------------------|--|--|--|----------------------|------------|
|                    |                  |                      |  |  |  | норма                | измеренный |
| PC <sub>IIAB</sub> | $U_{cp}$ В       |                      |  |  |  |                      |            |
|                    | $Z_{cp}$ Ом/фазу |                      |  |  |  |                      |            |
| PC <sub>IIBC</sub> | $U_{cp}$ В       |                      |  |  |  |                      |            |
|                    | $Z_{cp}$ Ом/фазу |                      |  |  |  |                      |            |
| PC <sub>IICA</sub> | $U_{cp}$ В       |                      |  |  |  |                      |            |
|                    | $Z_{cp}$ Ом/фазу |                      |  |  |  |                      |            |

8.4 Проверка пускового органа блокировки при качаниях:

8.4.1. Проверены фильтры тока обратной и прямой последовательности

| Ток подан в цепи | IA | Напряжение, В, измеренное в точках |            |
|------------------|----|------------------------------------|------------|
|                  |    | XP1 (ФТОП)                         | XP2 (ФТПП) |
| Фазы АВ          |    |                                    |            |
| Фазы ВС          |    |                                    |            |
| Фазы СА          |    |                                    |            |

$\Delta U_{ФТОП} = \text{_____}%$  от среднего значения;  $\Delta U_{ФТПП} = \text{_____}%$  от среднего значения.

8.4.2 Проверена компенсация статического небаланса ФТОП и ФТПП

| Подан ток $I_{AB}$ , А | Напряжение, В, измеренное в точках |            |
|------------------------|------------------------------------|------------|
|                        | XP3 (ФТОП)                         | XP4 (ФТПП) |
|                        |                                    |            |

8.4.3. Проверена чувствительность грубого и чувствительного органов ПОБ при подаче  $I_{AB}$

| Орган ПОБ      | Канал по $I_2$ |   | Канал по $I_1$ |   | Положение переключателя |
|----------------|----------------|---|----------------|---|-------------------------|
|                | $I_{ABcp}$ А   | $I_{2cp} = \frac{I_{AB\phi}}{\sqrt{3}}$ А | $I_{ABcp}$ А   | $I_{2cp} = \frac{I_{AB\phi}}{\sqrt{3}}$ А |                         |
| Чувствительный |                |   |                |   |                         |
| Грубый         |                |   |                |   |                         |

8.5. Проверка органа блокировки при неисправности цепей напряжения

| Напряжение U |             | A, B, C — N             | Напряжение небаланса на зажимах X1:12В — X1:14А блока Д102, мВ | Напряжение при срабатывании |   |
|--------------|-------------|-------------------------|--|-----------------------------|---|
| Фаза         | Значение, В | $\frac{U_1}{4\sqrt{3}}$ |  | A, B, C — N                 | на зажимах X1:12В — X1:14А блока Д102, мВ |
| Н-К          |             |                         |  |                             |   |
| Н-И          |             |                         |  |                             |   |

### 9. Проверка токовой защиты нулевой последовательности:

#### 9.1 Проверены токовые органы

| Комплект  | Ступень | $I_{cp} A$ | $I_B A$ | $K_e$ | Положение переключателей уставок |
|-----------|---------|------------|---------|-------|----------------------------------|
| Основной  | I       |            |         |       |                                  |
| —“—       | II      |            |         |       |                                  |
| —“—       | III     |            |         |       |                                  |
| Резервный | IV      |            |         |       |                                  |
| —“—       |         |            |         |       |                                  |

9.2. Проверены параметры органов направления мощности нулевой последовательности  
 9.2.1. Проверена балансировка выходов операционных усилителей фильтров ОИМ

| Комплект  | Регулировочный резистор | Напряжение небаланса каналов, В |                  |
|-----------|-------------------------|---------------------------------|------------------|
|           |                         | тока (ХР2)                      | напряжения (ХР3) |
| Основной  | R17                     | R14                             |                  |
| Резервный | R17                     | R14                             |                  |

9.2.2. Проверены углы максимальной чувствительности отключающего РМр и блокирующего РМб ОНМ

Однополярные зажимы цепей тока и напряжения:

Х21 (ток) и Х39 (напряжение) для основного комплекта;

Х208 (ток) и Х218 (напряжение) для резервного комплекта.

Подано  $I = I_{nom} = \underline{\hspace{2cm}}$  А,  $U_{nom} = U = 100$  В.

| Комплект  | Элемент ОНМ | Зона работы, эл.град |           |             | $\varphi_{m\chi}$<br>эл.град | Зона работы, эл.град |
|-----------|-------------|----------------------|-----------|-------------|------------------------------|----------------------|
|           |             | $\varphi_1$          | $\varphi$ | $\varphi_2$ |                              |                      |
| Основной  | РМр         |                      | 270       |             |                              |                      |
| —“—       | РМб         |                      | 90        |             |                              |                      |
| Резервный | РМр         |                      | 27        |             |                              |                      |

9.2.3. Проверена чувствительность ОНМ по току и напряжению при  $I_{cm} = \infty$  и  $\varphi = \varphi_{m\chi nom}$

| Комплект  | Элемент ОНМ | На панель подано                       | Измеряемый параметр | Значение при срабатывании |          | $K_e$ | Положение переключающих устройств |
|-----------|-------------|--|---------------------|---------------------------|----------|-------|-----------------------------------|
|           |             |  |                     | срабатывании              | возврате |       |                                   |
| Основной  | РМр         | $U_{nom} = 100$ В                      |                     | $I$ А                     |          |       |                                   |
|           |             | $I_{nom} = \underline{\hspace{2cm}}$ А |                     | $U$ В                     |          |       |                                   |
| —“—       | РМб         | $U_{nom} = 100$ В                      |                     | $I$ А                     |          |       |                                   |
|           |             | $I_{nom} = \underline{\hspace{2cm}}$ А |                     | $U$ В                     |          |       |                                   |
| Резервный | РМр         | $U_{nom} = 100$ В                      |                     | $I$ А                     |          |       |                                   |
|           |             | $I_{nom} = \underline{\hspace{2cm}}$ А |                     | $U$ В                     |          |       |                                   |

9.2.4. Проверены зоны ОНМ при трехкратных рабочих уставках по току и напряжению при выведенном смещении ( $I_{cm} = \infty$ )

| Комплект  | На панель подано                    |                                     | Границы зоны работы, эл.град |           |             | Зона работы, эл.град |
|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-----------|-------------|----------------------|
|           | $I = 3I_{cp} = \underline{\quad} A$ | $U = 3U_{cp} = \underline{\quad} B$ | $\varphi_1$                  | $\varphi$ | $\varphi_2$ |                      |
| Основной  |                                     |                                     |                              | 270       |             |                      |
| —“—       |                                     |                                     |                              | 90        |             |                      |
| Резервный |                                     |                                     |                              | 270       |             |                      |

9.2.5. Проверен ток смещения на рабочих уставках по току и напряжению для РМр основного комплекта измерением тока срабатывания при закороченных цепях напряжения

$$I_{cp} = \underline{\quad} A.$$

9.2.6. Проверены вольт-амперные характеристики ОНМ при  $\varphi_{нч}$

| Комплект  | Элемент ОНМ | $I_{cp} A$ при $U = \underline{\quad} B$ |  |  |  |  |  | $U_{cp} B$ при $I = \underline{\quad} A$ |  |  |  |  |  |
|-----------|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|           |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Основной  | РМр         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| —“—       | РМб         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Резервный | РМр         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

9.3 Проверен орган контроля цепей разомкнутого треугольника ТН

| Частота, Гц | Напряжение, В |          | $K_e$ |
|-------------|---------------|----------|-------|
|             | срабатывания  | возврата |       |
| 50          |               |          |       |
| 150         |               |          |       |

$$\frac{U_{cp}(50)}{U_{cp}(150)} = \underline{\quad}$$

#### 10. Проверка токовых органов междуфазной отсечки

| Ток подан в фазу | Ток, А       |          | $K_e$ |
|------------------|--------------|----------|-------|
|                  | срабатывания | возврата |       |
| A                |              |          |       |
| C                |              |          |       |

#### 11. Проверка реле тока для УРОВ

| Ток подан в фазу | Ток, А       |          | $K_e$ |
|------------------|--------------|----------|-------|
|                  | срабатывания | возврата |       |
| A                |              |          |       |
| B                |              |          |       |
| C                |              |          |       |

Проверена работа тестового контроля реле тока для УРОВ.

## 12. Проверка логической части защит:

12.1. Проверена работа схем тестового контроля дистанционной и токовых защит основного и резервного комплектов.

12.2. Проверено взаимодействие схемы логики защит при всех положениях переключающих устройств блоков и шкафа при оперативном напряжении, равном  $0,8U_{ном} = 176$  В

12.3 Переключающие устройства блоков и шкафа выставлены в положение, соответствующее заданным уставкам.

| Комплект       | Блок           | Переключающие устройства |  |                | Установленное положение |
|----------------|----------------|--------------------------|--|----------------|-------------------------|
|                |                | Обозначение              | Назначение   |                |                         |
| 1              | 2              | 3                        | 4  | 5              |                         |
| Основной       | Л103 А2 Е1     | SB1                      | Подхват ИО I ст. от ИО II ст   |                |                         |
|                |                | SB2                      | Пуск команды ВЧ-2 при работе ИО ступени  | I и III<br>I   |                         |
|                |                | SB3                      | I ст. без выдержки времени   |                |                         |
|                |                | XB1                      | Ускорение при включении по цепи ступени  | III<br>II      |                         |
|                |                | XB2                      | Ввод I ст, II быстродействующей ст, оперативное ускорение II ст. с контролем пуска канала БК |                |                         |
|                |                | XB3                      | Ввод III ст.<br>с контролем пуска медл. БК<br>без контроля пуска медл. БК                    |                |                         |
|                |                | XB4                      | Действие I ст или II быстродействующей ступени с выдержкой ДТ1.1                             |                |                         |
|                |                | SB1 ДТ.3                 | Время, на которое вводится автоматическое ускорение  |                |                         |
|                |                | XB1                      | Действие БНН   |                |                         |
|                |                | XB2                      | Возврат БК после отключения выключателя ВЛ   |                |                         |
| К104 А2.Е2     | K104 А2.Е2     | XB1<br>ДТ1, ДТ2          | Время ввода быстродействующих ступеней   |                |                         |
|                |                | XB1<br>ДТ3               | Время ввода медленнодействующих ступеней   |                |                         |
|                |                | SB1<br>Л2.Е3-Е5          | Угол наклона правой стороны характеристики II ст. Д3 к оси                                   |                |                         |
|                |                | XB1<br>XB2<br>XB3        | Уставка N% для ступеней  | I<br>II<br>III |                         |
| Д102 А2 Е7     | Д102 А2 Е7     | SB1-SB6<br>XS1           | Время II ст., с (ДТ2.1)  |                |                         |
|                |                | SB7-SB12<br>XS2          | Время III ст., с (ДТ2.2)   |                |                         |
|                |                | SB1-SB6<br>XS1           | Время I ст. или II быстродействующей ст (ДТ1.1)  |                |                         |
|                |                | SB7-SB12<br>XS2          | Время оперативного ускорения II ст (ДТ1.2)   |                |                         |
| Д104<br>А2 Е12 | Д104<br>А2 Е12 | SB1                      | Уставка z <sub>мин</sub> для II  |                |                         |
|                |                | SB2                      | (III) ст, Ом/фазу  |                |                         |

## Продолжение таблицы

| 1      | 2         | 3  | 4   | 5 |
|--------|-----------|--|---|---|
|        |           | XB1  | Уставка $I_{2cp}$ органа блокировки при качаниях, А |   |
|        |           | XB2  |   |   |
| M101   | SB1-SB3   | Уставка по $I_2$ РМр, А                                      |   |   |
| A3 E1  | SB4       | Ток смещения   |   |   |
|        | SB5-SB7   | Уставка тока смещения, А                                     |   |   |
|        | SB8-SB10  | Уставка по $U_2$ РМр, В                                      |   |   |
|        | SB11-SB13 | Уставка по $I_2$ РМб, А                                      |   |   |
|        | SB14-SB16 | Уставка по $U_2$ РМб, В                                      |   |   |
| Л 102  | SB1-SB3   | Время оперативного ускорения III ст. ТЗНП, с                 |   |   |
| A3.E2  | SB4-SB6   | Время ускорения III ст. ТЗНП от РМ параллельной ВЛ, с        |   |   |
|        | SB7-SB9   | Время ускорения III ст. по ВЧ команде, с                     |   |   |
|        | SB10-SB12 | Время ЗНР, с   |   |   |
| Л101   | SB1       | Время, на которое вводится автоматическое ускорение ТЗНП, с  |   |   |
| A3.E3  | SB2-SB4   | Время на которое вводится автоматическое ускорение ТЗНП, с   |   |   |
|        | SB5       | Вывод направленности ТЗНП при включении выключателя          |   |   |
|        | SB6       | Вывод направленности ТЗНП при неисправности ТН               |   |   |
|        | SB7       | Направленность I ст. ТЗНП от РМр                             |   |   |
|        | SB8       | Направленность II ст. ТЗНП от РМр                            |   |   |
|        | SB9       | Направленность III ст. ТЗНП от РМ                            |   |   |
|        | SB10      | Направленность IV ст. ТЗНП от РМ                             |   |   |
|        | SB11      | Направленность III ст. ТЗНП                                  |   |   |
|        | SB12      | Направленность IV ст. ТЗНП                                   |   |   |
|        | SB13      | Вывод направленности ТЗНП при срабатывании                   |   |   |
|        | SB14      | Автоматическое ускорение при включении II ст. ТЗНП           |   |   |
|        | SB15      | Автоматическое ускорение при включении III ст. ТЗНП          |   |   |
| BO122  | SB1-SB6   | Время III ст. ТЗНП (ДТ1)                                     |   |   |
| A3.E4  | XS1       |  |   |   |
|        | SB7-SB12  | Время IV ст. ТЗНП (ДТ2)                                      |   |   |
| XS2    |           |  |   |   |
| BO111  | SB1-SB6   | Время I ст. ТЗНП (ДТ1)                                       |   |   |
| A3.E5  | XS1       |  |   |   |
|        | SB7-SB12  | Время II ст. ТЗНП (ДТ2)                                      |   |   |
| XS2    |           |  |   |   |
| T101   | XB1       | Грубое регулирование уставок токовой отсечки — коэффициент К |   |   |
| A3 E5  | SB1-SB5   | Дискретное регулирование уставок токовой отсечки, А          |   |   |
| T104   | XB1       | Дискретное регулирование уставок реле УРОВ, А                |   |   |
| A3.E7  |           |  |   |   |
| T103   | SB1-SB5   | Дискретное регулирование уставок IV ст ТЗНП (I канал), А     |   |   |
| A3 E13 |           |  |   |   |

Окончание таблицы

| 1         | 2                  | 3               | 4   | 5 |
|-----------|--------------------|-----------------|---|---|
|           | T102<br>A3 E14     | SB1–SB5         | Дискретное регулирование уставок III ст ТЗНП, А                             |   |
|           | T103<br>A3 E15     | SB1–SB5         | Дискретное регулирование уставок I ст ТЗНП, А                               |   |
|           |                    | SB6–SB10        | Дискретное регулирование уставок II ст ТЗНП, А                              |   |
|           | Д105<br>A3.E16     | XB1             | Грубое регулирование уставок I ст ТЗНП — коэффициент $K_1$                  |   |
|           |                    | XB2             | Грубое регулирование уставок II ст. ТЗНП — коэффициент $K_2$                |   |
|           |                    | XB3             | Грубое регулирование уставок III ст. ТЗНП — коэффициент $K_3$               |   |
|           |                    | XB4             | Грубое регулирование уставок IV ст. ТЗНП — коэффициент $K_4$                |   |
| Резервный | T102<br>A3.E14     | XS1             | Увеличение уставки I ст. ТЗНП в 2 раза                                      |   |
|           | T103<br>A3.E15     | XS1             | Увеличение уставки III ст ТЗНП в 2 раза                                     |   |
|           | BO123<br>A4.E4     | SB1–SB6<br>XS1  | Время II ст. Д3, с  |   |
|           |                    | SB7–SB12<br>XS2 | Время сигнализации неисправности, с   |   |
|           | Л108 A4.E5         | SB1             | Контроль работы I ст. Д3 от II ст. Д3 при отключении БП основного комплекта |   |
|           |                    | XB1             | Ввод II ст. Д3 с контролем пуска БК без контроля пуска БК                   |   |
|           | Л109<br>A4 E6      | XB1             | Контроль направленности I ст ТЗНП   |   |
|           |                    | XB2             | Контроль направленности II ст. ТЗНП   |   |
|           | BO111<br>A4 E7     | SB1–SB6<br>XS1  | Время I ст ТЗНП, с  |   |
|           |                    | SB7–SB12<br>XS2 | Время II ст. ТЗНП, с  |   |
|           | M104<br>A4.E3      | SB1, SB2        | Уставка по I PMp, А   |   |
|           |                    | SB3, SB4        | Уставка по U PMp, В   |   |
|           | T103<br>A4 E9      | SB1–SB5         | Дискретное регулирование уставок I ст ТЗНП, А                               |   |
|           |                    | SB6–SB10        | Дискретное регулирование уставок II ст ТЗНП, А                              |   |
|           | Д105<br>A4.E10     | XB1             | Грубое регулирование уставок I ст ТЗНП — коэффициент $K_1$                  |   |
|           |                    | XB2             | Грубое регулирование уставок II ст ТЗНП — коэффициент $K_2$                 |   |
|           | C107<br>A4.E16–E17 | SB1             | Угол наклона правой стороны характеристики II ст. Д3 к оси R                |   |
|           | Д113<br>A4.E19     | XB1             | Уставка N% для ступеней Д3  |   |
|           | Д112<br>A4 E20     | SB1, SB2        | Уставка $z_{\min}$ для I и II ст. Д3, Ом/фазу                               |   |

### 13. Проверка входных и выходных цепей защиты

В соответствии с алгоритмом работы защиты проверены входные и выходные цепи защиты омметром, подключенным к соответствующим зажимам панели.

#### 14. Проверка временных характеристик ДЗ и правильности работы защиты при близких коротких замыканиях:

14.1. Проверены временные характеристики логической части основного и резервного комплектов.

| Наименование параметра  | Время, с                   |
|---|----------------------------|
| Время ввода быстродействующих ступеней от ПОБ   | чувствительного<br>грубого |
| Время срабатывания БНН  |                            |
| Время блокировки I ст. от II ст. ДЗ резервного комплекта при отключенном БП основного комплекта |                            |
| Время появления неисправности основного комплекта ДЗ  |                            |
| Время появления неисправности основного комплекта ТЗНП  |                            |
| Время появления неисправности резервного комплекта  |                            |

Настроены временные характеристики ДЗ

14.2. Проверка дистанционной защиты имитацией лизких коротких замыканий  
 14.2.1 Основной комплект

| Вид короткого замыкания               | 1 A        | Работа ИО ступеней | Время, с     |    |    |                                |    |    |
|---------------------------------------|------------|--------------------|--------------|----|----|--------------------------------|----|----|
|                                       |            |                    | срабатывания |    |    | замкнутого состояния контактов |    |    |
|                                       |            |                    | AB           | BC | CA | AB                             | BC | CA |
| $K^3$ в зоне при                      | $I_{\max}$ |                    |              |    |    |                                |    |    |
|                                       | $I_{\min}$ |                    |              |    |    |                                |    |    |
| $K^3$ "за спиной"                     |            |                    |              |    |    |                                |    |    |
| $K^2$ в зоне                          |            |                    |              |    |    |                                |    |    |
| $K^2$ "за спиной"                     |            |                    |              |    |    |                                |    |    |
| $K^3$ "за спиной" в туником режиме ВЛ | 0          |                    |              |    |    |                                |    |    |

## 14.2.2. Резервный комплект

| Вид короткого замыкания               | 1 A        | Работа ИО ступеней | Время, с     |    |    |                                |    |    |
|---------------------------------------|------------|--------------------|--------------|----|----|--------------------------------|----|----|
|                                       |            |                    | срабатывания |    |    | замкнутого состояния контактов |    |    |
|                                       |            |                    | AB           | BC | CA | AB                             | BC | CA |
| $K^3$ в зоне при                      | $I_{\max}$ |                    |              |    |    |                                |    |    |
|                                       | $I_{\min}$ |                    |              |    |    |                                |    |    |
| $K^3$ "за спиной"                     |            |                    |              |    |    |                                |    |    |
| $K^2$ в зоне                          |            |                    |              |    |    |                                |    |    |
| $K^2$ "за спиной"                     |            |                    |              |    |    |                                |    |    |
| $K^3$ "за спиной" в туником режиме ВЛ |            |                    |              |    |    |                                |    |    |

15. Настроены временные характеристики ТЗНП при  $\varphi = \varphi_{\text{м.ч.ном}}$ 

| Ступень | Кратность тока   | Ток, А | 3U_0 B | Время срабатывания, с |                    | Положение переключающих уставок |
|---------|--|--------|--------|-----------------------|--------------------|---------------------------------|
|         |  |        |        | Основной комплект     | Резервный комплект |                                 |
| I       | 0,9I <sub>cp</sub><br>1,1I <sub>cp</sub><br>1,3I <sub>cp</sub> |        |        |                       |                    |                                 |
| II      | 0,9I <sub>cp</sub><br>1,1I <sub>cp</sub><br>1,3I <sub>cp</sub> |        |        |                       |                    |                                 |
| III     | 0,9I <sub>cp</sub><br>1,1I <sub>cp</sub><br>1,3I <sub>cp</sub> |        |        |                       |                    |                                 |
| IV      | 0,9I <sub>cp</sub><br>1,1I <sub>cp</sub><br>1,3I <sub>cp</sub> |        |        |                       |                    |                                 |

| Настройка времени                                   | Кратность тока              | Ток, А | 3U <sub>0</sub> В | Время срабатывания, с | Положение переключающих уставок |
|---|-----------------------------|--------|-------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Ускорение IV ст. от неполнофазного режима           | 1,3 I <sub>cp</sub> IV ст.  |        |                   |                       |                                 |
| Оперативное ускорение III ступени                   | 1,3 I <sub>cp</sub> III ст. |        |                   |                       |                                 |
| Ускорение по ВЧ III ступени                         | 1,3 I <sub>cp</sub> III ст  |        |                   |                       |                                 |
| Ускорение от РМб параллельной ВЛ III ступени        | 1,3 I <sub>cp</sub> III ст. |        |                   |                       |                                 |
| Автоматическое ускорение (II или III) ступени       | 1,3 I <sub>cp</sub> ст      |        |                   |                       |                                 |
| Время, на которое вводится автоматическое ускорение |                             |        |                   |                       |                                 |

**16. Проверены временные характеристики токовой отсечки**

| Ток подан в фазу | Кратность тока      | IA | Время срабатывания, с | Примечание |
|------------------|---------------------|----|-----------------------|------------|
| A                | 0,9 I <sub>cp</sub> |    |                       |            |
|                  | 1,1 I <sub>cp</sub> |    |                       |            |
|                  | 1,3 I <sub>cp</sub> |    |                       |            |
| C                | 0,9 I <sub>cp</sub> |    |                       |            |
|                  | 1,1 I <sub>cp</sub> |    |                       |            |
|                  | 1,3 I <sub>cp</sub> |    |                       |            |

**17. Настроены временные характеристики реле тока для УРОВ**

| Ток подан в фазу | Кратность тока      | IA | Время срабатывания, с |
|------------------|---------------------|----|-----------------------|
| A                | 1,3 I <sub>cp</sub> |    |                       |
|                  |                     |    |                       |
|                  |                     |    |                       |

**18. Проверка защит рабочим током и напряжением**

Упрощенная первичная схема соединений при проверке

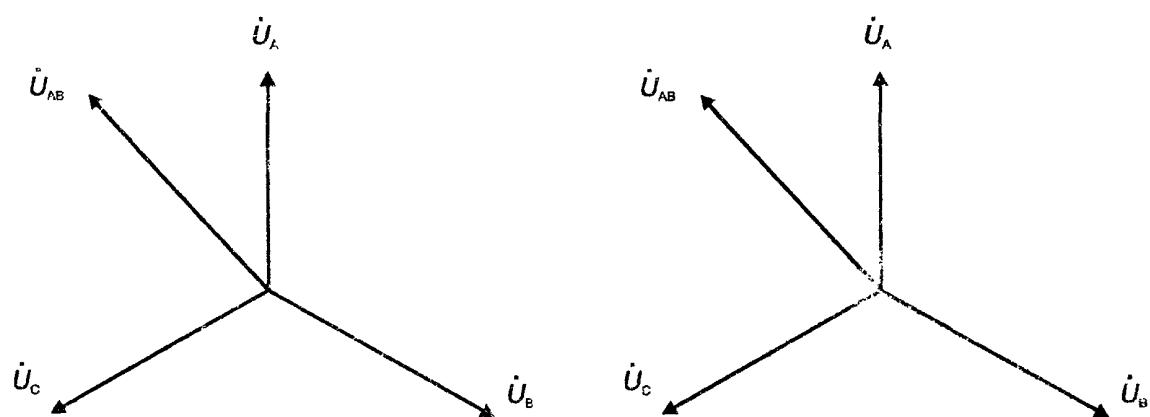
18.1 Проверена исправность токовых цепей защиты измерением вторичных токов нагрузки в фазах и токов небаланса в нулевых проводах.

18.2 Проверена правильность фазировки цепей напряжения панели с цепями панели № \_\_\_\_\_. Напряжение небаланса \_\_\_\_\_

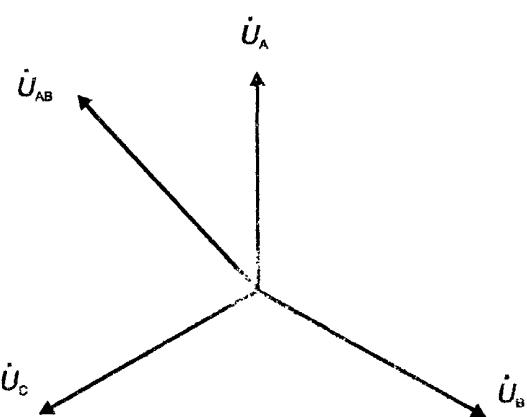
18.3. Сняты векторные диаграммы токов, подводимых к панели

| Фаза | Основной комплект |         | Резервный комплект |         |
|------|-------------------|---------|--------------------|---------|
|      | Ток               |         | Ток                |         |
|      | A                 | эл.град | A                  | эл.град |
| A    |                   |         |                    |         |
| B    |                   |         |                    |         |
| C    |                   |         |                    |         |
| O    |                   |         |                    |         |

Основной комплект



Резервный комплект



Согласно показаниям щитовых приборов

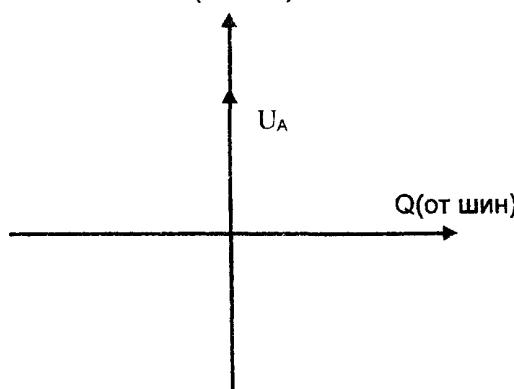
Активная мощность \_\_\_\_\_ направлена

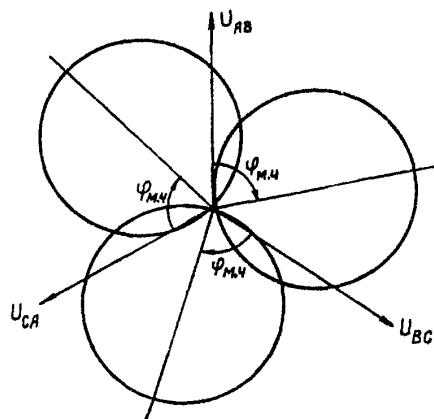
Реактивная мощность \_\_\_\_\_ направлена

P (от шин)

U\_A

Q(от шин)

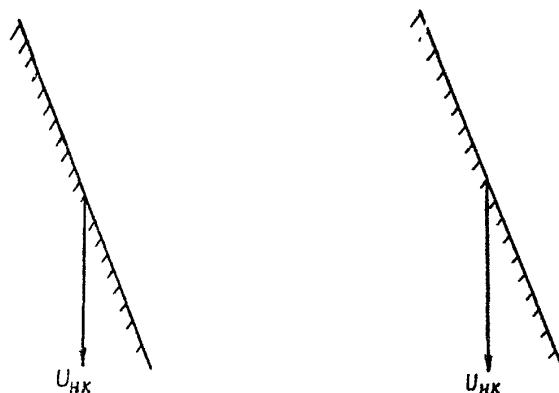




Реле сопротивления включено правильно

Основной комплект

Резервный комплект



Реле мощности включено правильно

18.4. Проверены дистанционные защиты:

18.4.1 Проверен БНН. Произведена балансировка ампер-витков TV1 БНН в нормальном режиме и в режиме однофазного короткого замыкания.

| Режим                | Небаланс, мВ |
|----------------------|--------------|
| Нормальный           |              |
| Режим однофазного КЗ |              |

## Проверка работы БНН при обрыве цепей напряжения

| Напряжение небаланса, В |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------------------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Нормальный режим        | При обрыве цепей |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                         | А                | В | С | О | Н | К | Ф | И | Л | Δ |
| Поведение <sup>1</sup>  |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

<sup>1</sup> "+" — работает; "—" — не работает

Ламповый вольтметр подключен к точкам X1:12В и X1:14А блока Д102

18.4.2. Проверена правильность настройки фильтров токов прямой и обратной последовательности ПОБ.

Измерено напряжение в точках ХР1 (ФТОП) и ХР2 (ФТПП) при прямом и обратном чередованиях токов на входе панели

| Чередование фаз токов | Напряжение небаланса, В |                       |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
|                       | на выходе ФТОП<br>ХР1   | на выходе ФТПП<br>ХР2 |
| Прямое<br>Обратное    |                         |                       |

18.4.3 Проверена направленность реле сопротивления по поведению реле I ст РС<sub>AB</sub> основного и резервного комплектов

| На реле подано  |                 | Параметры срабатывания |                         |                    |                         |
|-----------------|-----------------|------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|
|                 |                 | Основной комплект      |                         | Резервный комплект |                         |
| Ток             | Напряжение      | U <sub>cp</sub> В      | z <sub>cp</sub> Ом/фазу | U <sub>cp</sub> В  | z <sub>cp</sub> Ом/фазу |
| I <sub>AB</sub> | U <sub>AB</sub> |                        |                         |                    |                         |
| I <sub>AB</sub> | U <sub>BC</sub> |                        |                         |                    |                         |
| I <sub>AB</sub> | U <sub>CA</sub> |                        |                         |                    |                         |

$$z_{cp} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} I}$$

В цепи напряжения реле сопротивления АВ поочередно подается регулируемое с помощью реостата напряжение АВ, ВС, СА.

18.5. Проверена правильность включения реле мощности нулевой последовательности

В цепи тока поочередно поданы токи АО, ВО, СО и проверено состояние реле мощности при подаче U<sub>ИК</sub> вместо U<sub>НК</sub>. Переключения произведены на ряде зажимов.

| На реле подан ток | Поведение реле    |                 |                    |
|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------|
|                   | Основной комплект |                 | Резервный комплект |
|                   | PM <sub>p</sub>   | PM <sub>б</sub> | PM <sub>p</sub>    |
| I <sub>AO</sub>   |                   |                 |                    |
| I <sub>BO</sub>   |                   |                 |                    |
| I <sub>CO</sub>   |                   |                 |                    |

19. Заключение \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

Проверку производили \_\_\_\_\_

---

Руководитель работ \_\_\_\_\_

---

---

## О Г Л А В Л Е Н И Е

|  |    |
|--|----|
| 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ . . . . .  | 3  |
| 2. УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ . . . . .  | 17 |
| 3. ПРОВЕРКА ПРИ НОВОМ ВКЛЮЧЕНИИ . . . . .  | 17 |
| 3.1. Подготовительные работы . . . . .   | 17 |
| 3.2 Внешний и внутренний осмотры, проверка механической части аппаратуры и напряжения срабатывания реле постоянного тока . . . . . | 18 |
| 3.3 Проверка изоляции. . . . .   | 19 |
| 3.4. Проверка блоков питания . . . . .   | 20 |
| 3.5. Проверка электрических характеристик измерительных органов  |    |
| 3.5.1. Проверка реле сопротивления . . . . .   | 21 |
| 3.5.2. Проверка устройства блокировки при качаниях . . . . .   | 29 |
| 3.5.3. Проверка устройства блокировки при неисправностях цепей напряжения . . . . .  | 30 |
| 3.5.4. Проверка токовых органов защиты нулевой последовательности . . . . .  | 30 |
| 3.5.5. Проверка органа направления мощности . . . . .  | 31 |
| 3.5.6. Проверка токового органа междуфазной отсечки . . . . .  | 33 |
| 3.5.7. Проверка органа контроля цепей разомкнутого треугольника трансформатора напряжения . . . . .                                | 34 |
| 3.5.8. Проверка реле тока УРОВ . . . . .   | 34 |
| 3.6. Проверка взаимодействия элементов устройства защиты . . . . .   | 34 |
| 3.7. Проверка временных характеристик защиты . . . . .   | 35 |
| 3.8. Проверка взаимодействия защиты с другими устройствами РЗА и действия ее на выключатели . . . . .                              | 40 |
| 3.9. Проверка защит рабочим током и напряжением . . . . .  | 40 |
| 3.10. Подготовка защиты к включению в работу . . . . .   | 43 |
| 4. УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ . . . . .   | 48 |
| 4.1. Периодичность технического обслуживания . . . . .   | 48 |
| 4.2. Объем работ по техническому обслуживанию . . . . .  | 48 |
| 4.3. Указания оперативному персоналу . . . . .   | 50 |
| <i>Приложение 1. Состав и назначение блоков, входящих в комплект защиты . . . . .</i>  | 55 |
| <i>Приложение 2. Рекомендации по улучшению технического обслуживания защиты . . . . .</i>  | 57 |
| <i>Приложение 3. Перечень контрольно-измерительных приборов и устройств, рекомендуемых для проверки защиты ШДЭ 2802 . . . . .</i>  | 59 |
| <i>Приложение 4. Порядок проведения тестового опробования . . . . .</i>  | 60 |
| <i>Приложение 5. Бланк временной фиксации оперативным персоналом работы сигнальных устройств ШДЭ 2802 . . . . .</i>                | 63 |
| <i>Приложение 6. Протокол проверки при новом включении шкафа защиты типа ШДЭ 2802 . . . . .</i>                                    | 64 |

## Рекламная информация

На базе шкафов дистанционной и токовой защит ШДЭ 2801 и ЦДЭ 2802 выпускаются шкафы ШДЭ 2803 и ШДЭ 2804:

шкаф ШДЭ 2803 содержит: основной комплект защиты, идентичный комплекту защиты ШДЭ 2801; два независимых комплектов УРОВ с одним блоком питания 15 Вт, каждый из которых содержит трехфазный орган тока, приемные реле для обеспечения независимого пуска комплекта УРОВ, орган выдержки времени, обеспечивающий необходимое замедление;

шкаф ШДЭ 2804 содержит: основной и резервный комплекты, идентичные комплекту защиты шкафа ШДЭ 2802; один комплект УРОВ, содержащий трехфазный орган тока, орган выдержки времени, обеспечивающий необходимое замедление.

С запросами обращаться по адресу: 428000, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, 5. Чебоксарский электроаппаратный завод (Фирма «РЗА»).