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

СПО
ОРГРЭС
Москва 1998

gost.e-ecolog.ru

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

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ОРГРЭС

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, 1995

Подписано к печати 26.05.95 Формат 84 × 108
Печать офсетная Усл.печ.л. 10,5 Уч.-изд.л. 11,0 Тираж 640 экз
Заказ № 29 Издат. № 97071

Производственная служба передового опыта эксплуатации энергопредприятий ОРГРЭС
105023, Москва, Семеновский пер., д. 15
Участок оперативной полиграфии 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.

Защита 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).

Защита 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.

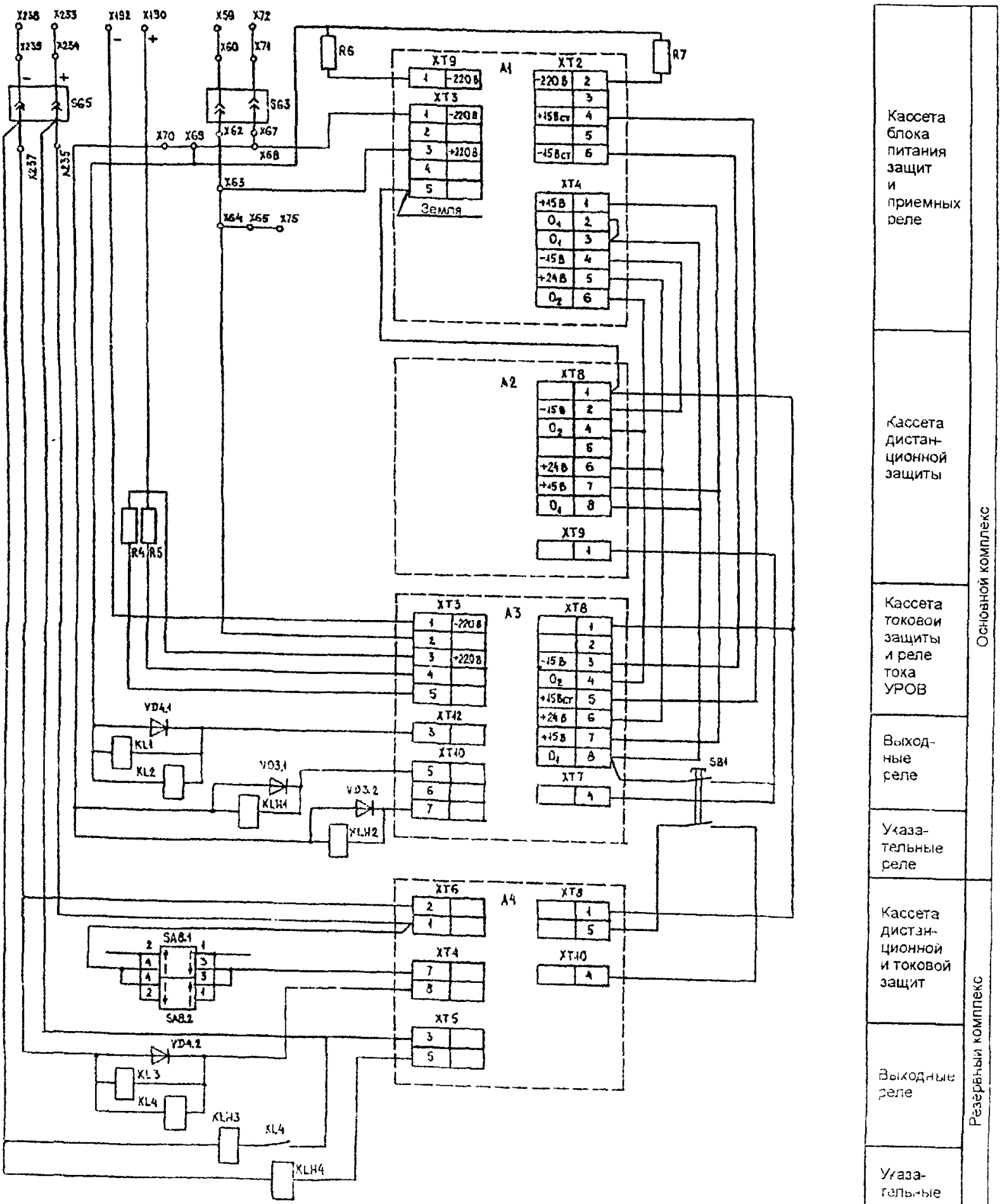
Поскольку защита ШДЭ 2801 является практически составной частью защиты ШДЭ 2802, далее речь будет идти о защите ШДЭ 2802, а защита ШДЭ 2801 будет рассматриваться как основной комплект.

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.


X238
X233
X192
X130
X59
X72
X239
X234
X60
X71
R6
R7
SG5
SG3
X70
X69
X62
X67
X68
X237
X235
X63
X64
X65
X75
XT9
A1
XT2
XT3
XT4
Земля
A2
XT8
XT9
A3
XT3
XT8
XT42
XT40
XT7
VD4.1
KL1
KL2
VD3.1
KLH1
VD3.2
KLH2
SB1
A4
XT6
XT8
XT4
XT10
XT5
SA8.1
SA8.2
VD4.2
KL3
KL4
KLH3
KLH4
R4
R5
Кассета блока питания защит и приемных реле
Кассета дистан-ционной защиты
Кассета токовой защиты и реле тока УРОВ
Выход-ные реле
Указа-тельные реле
Кассета дистан-ционной и токовой защит
Выходные реле
Указа-тельные реле
Основной комплекс
Резервный комплекс

а)

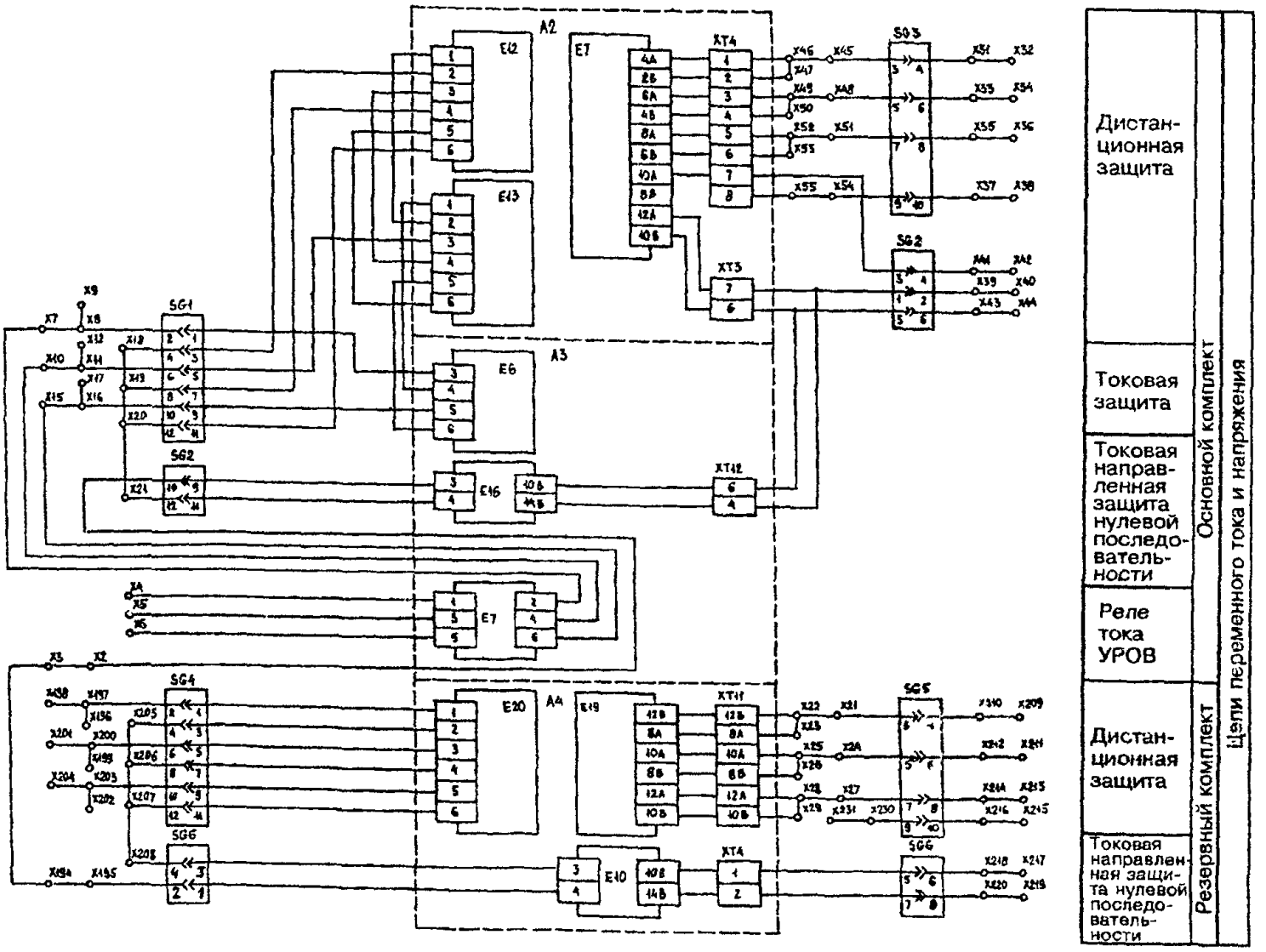
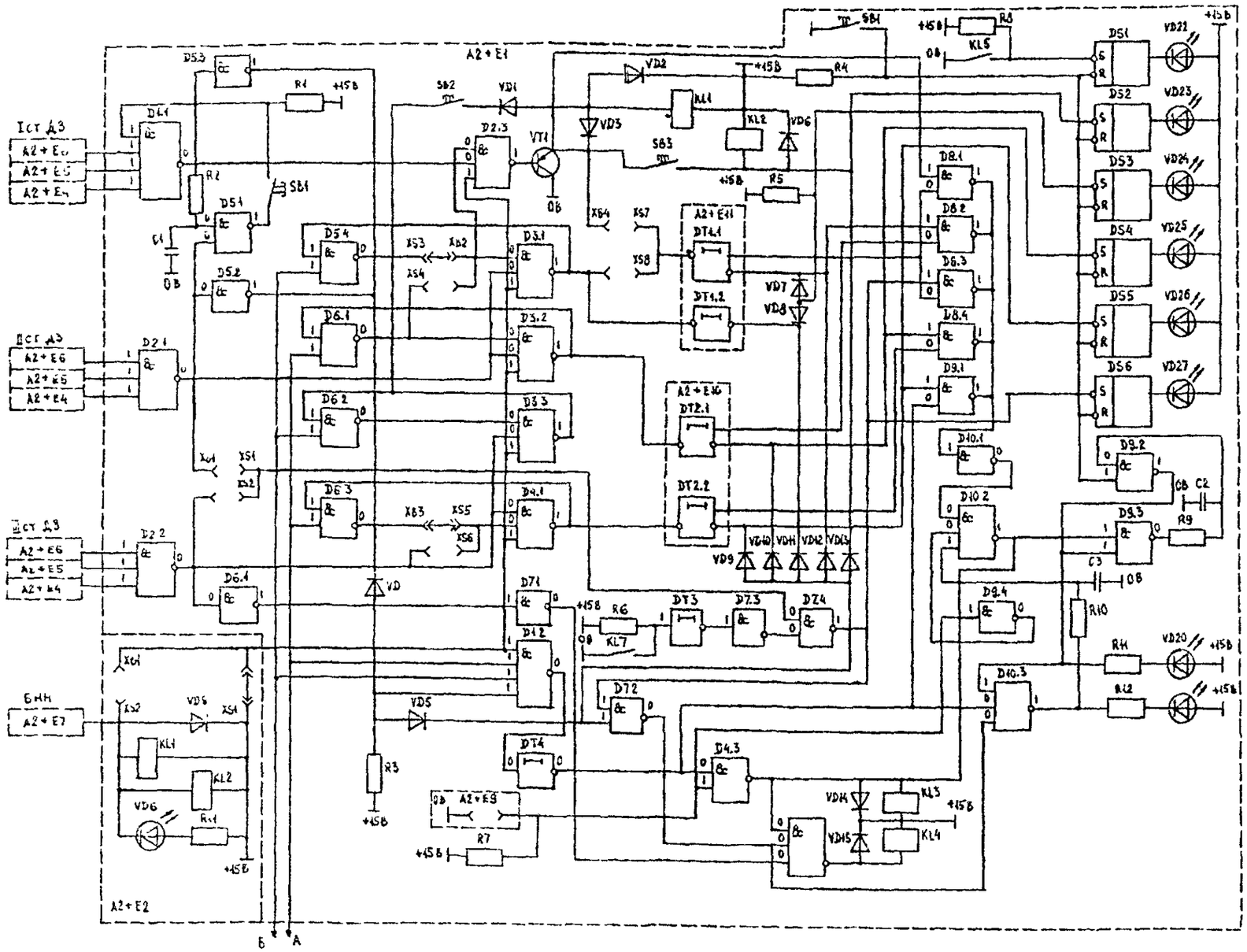


Рис. 1. Цепи питания защит:

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



В цепь пуска ВЧ сигнала № 2
I ступень без выдержки времени
I, II ступени с малой выдержкой времени
Оперативное ускорение II ступени
II ступень с большой выдержкой времени
III ступень
Ускорение II или III ступени при включении выключателя
Сигнализация неисправности / Сигнализация исправности — Цепи автоматического и тестового контроля
Выходные цепи защиты

Рис. 2 (начало).

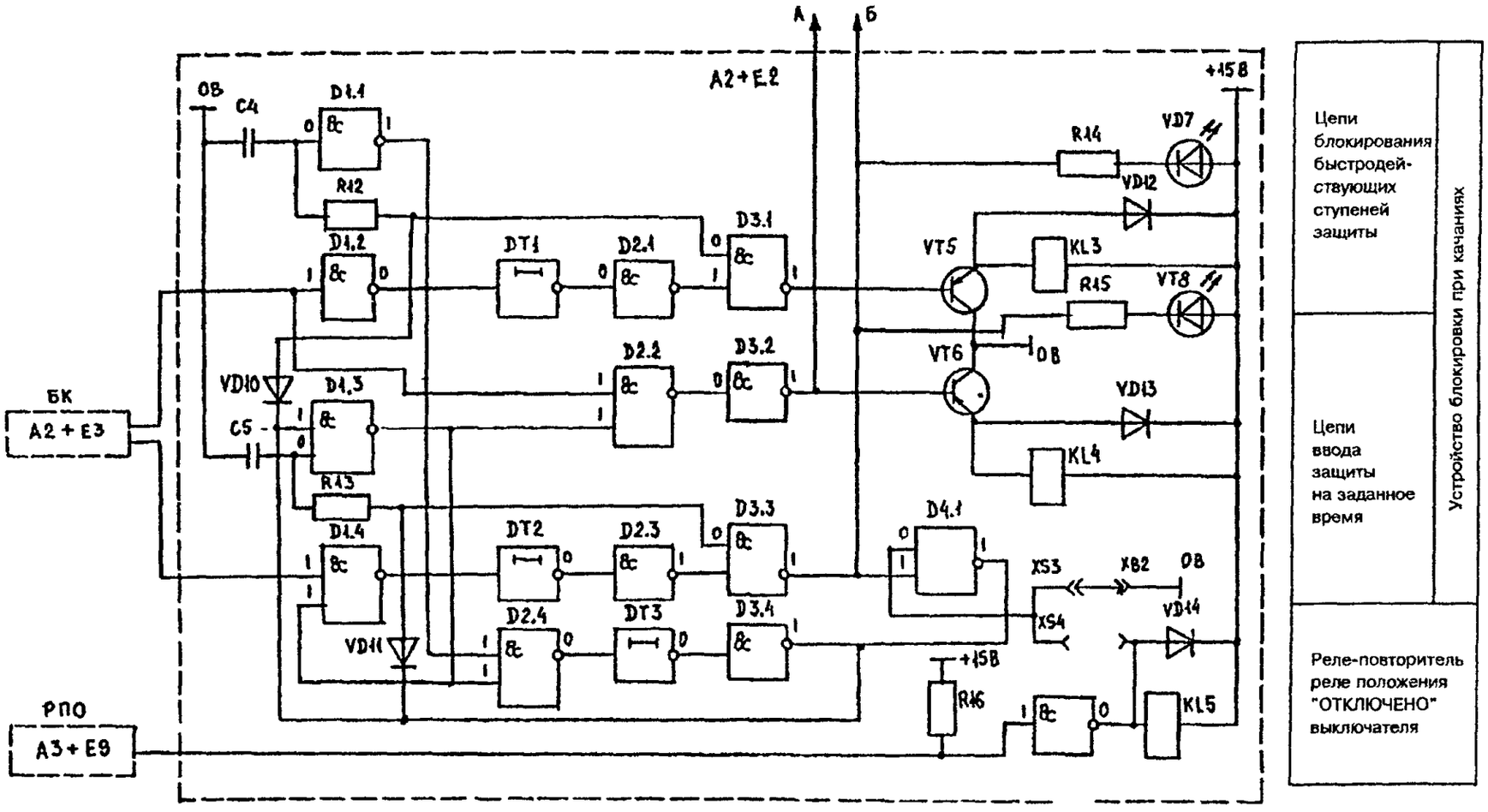
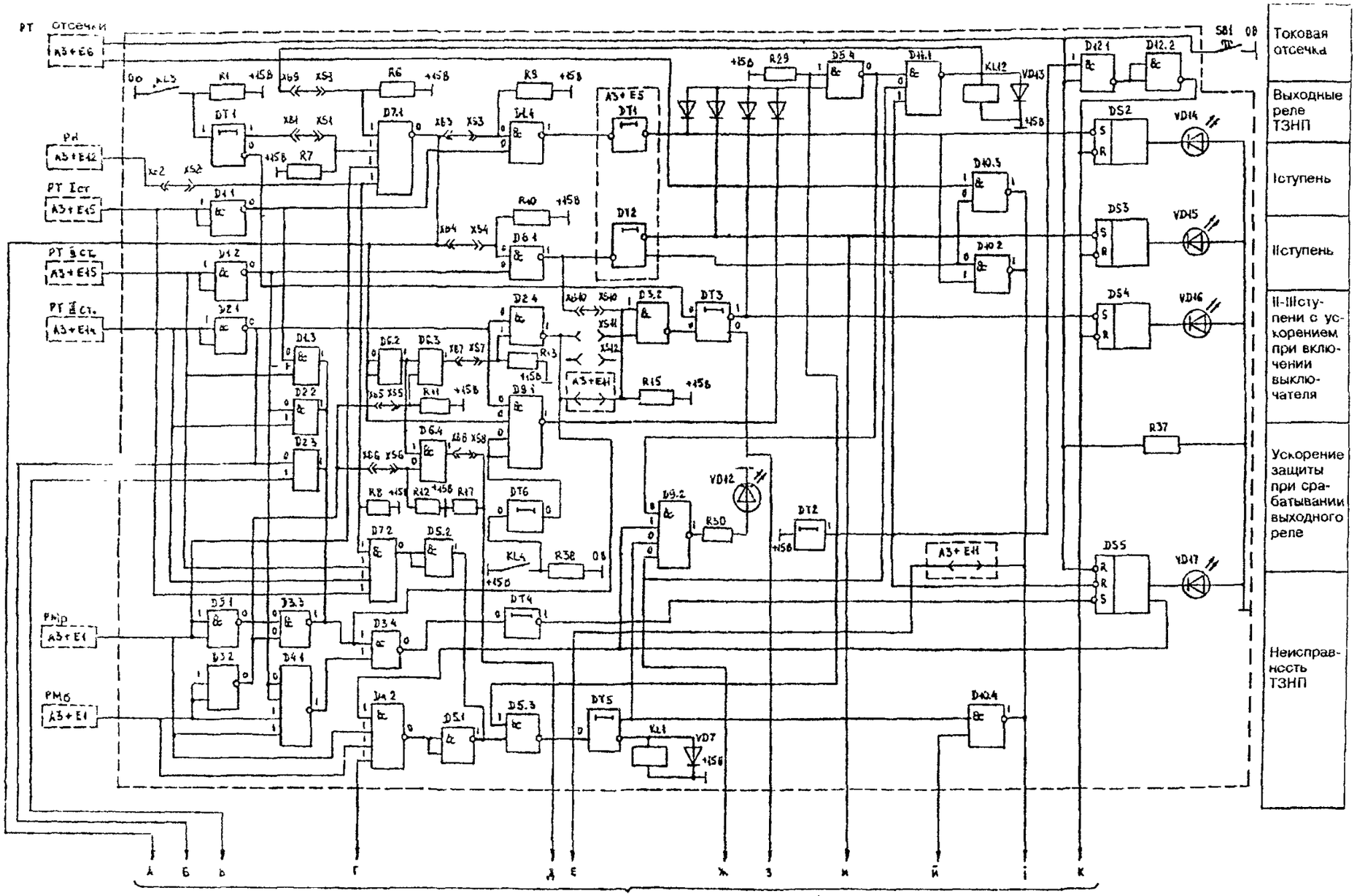


Рис. 2. Цепи логической части дистанционной защиты основного комплекта


Токовая отсечка
Выходные реле ТЗНП
Iступень
IIступень
II-IIIступени с ускорением при включении выключателя
Ускорение защиты при срабатывании выходного реле
Неисправность ТЗНП

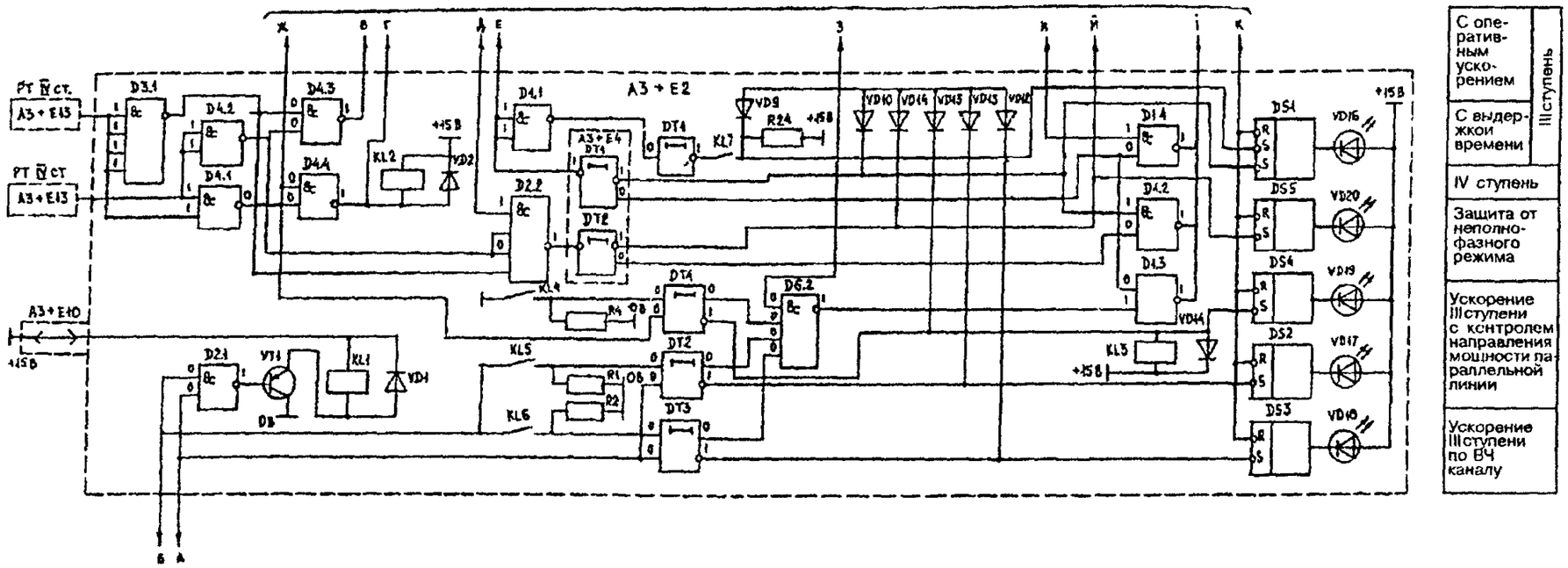


Рис. 3. Цепи логической части токовых защит основного комплекта

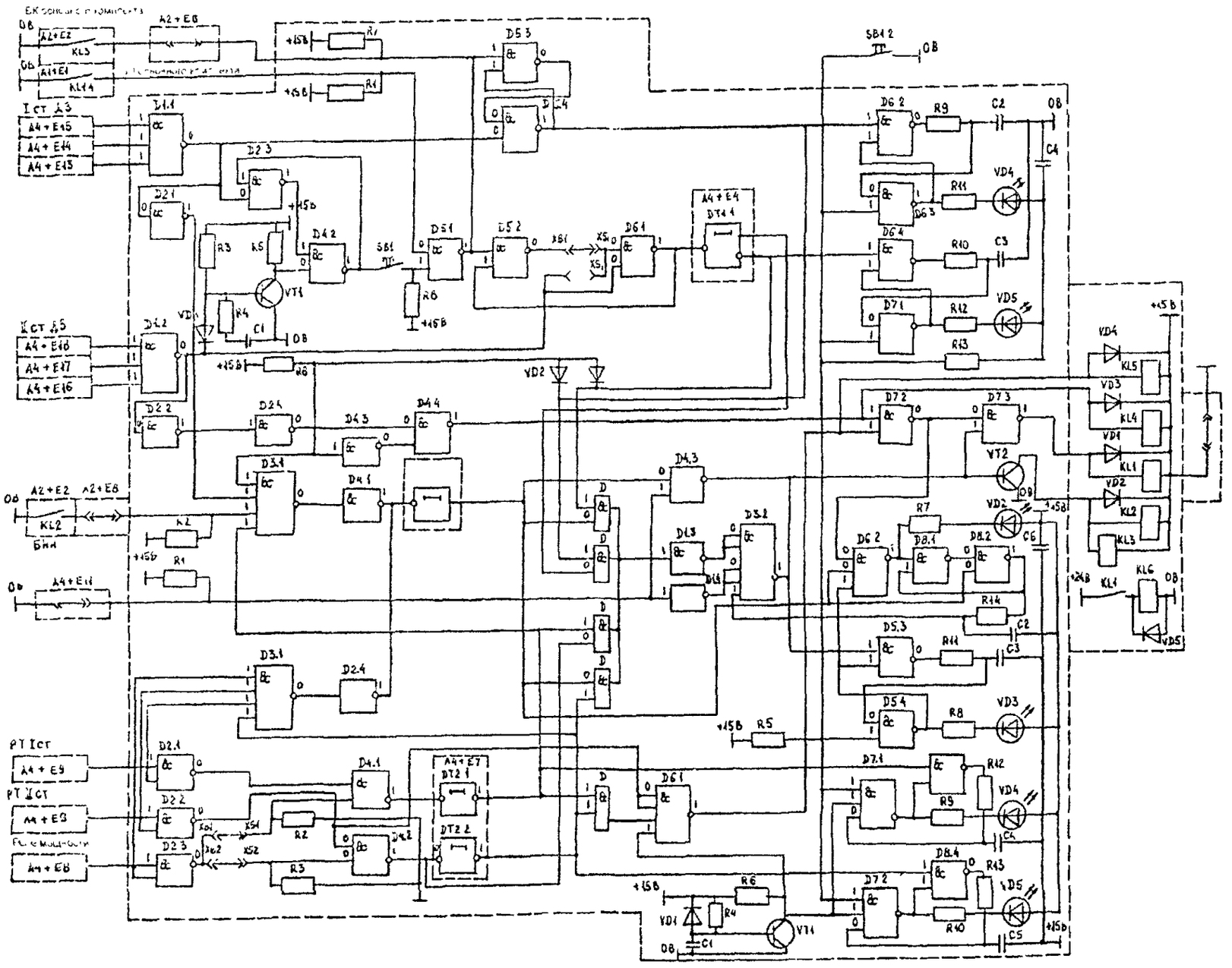
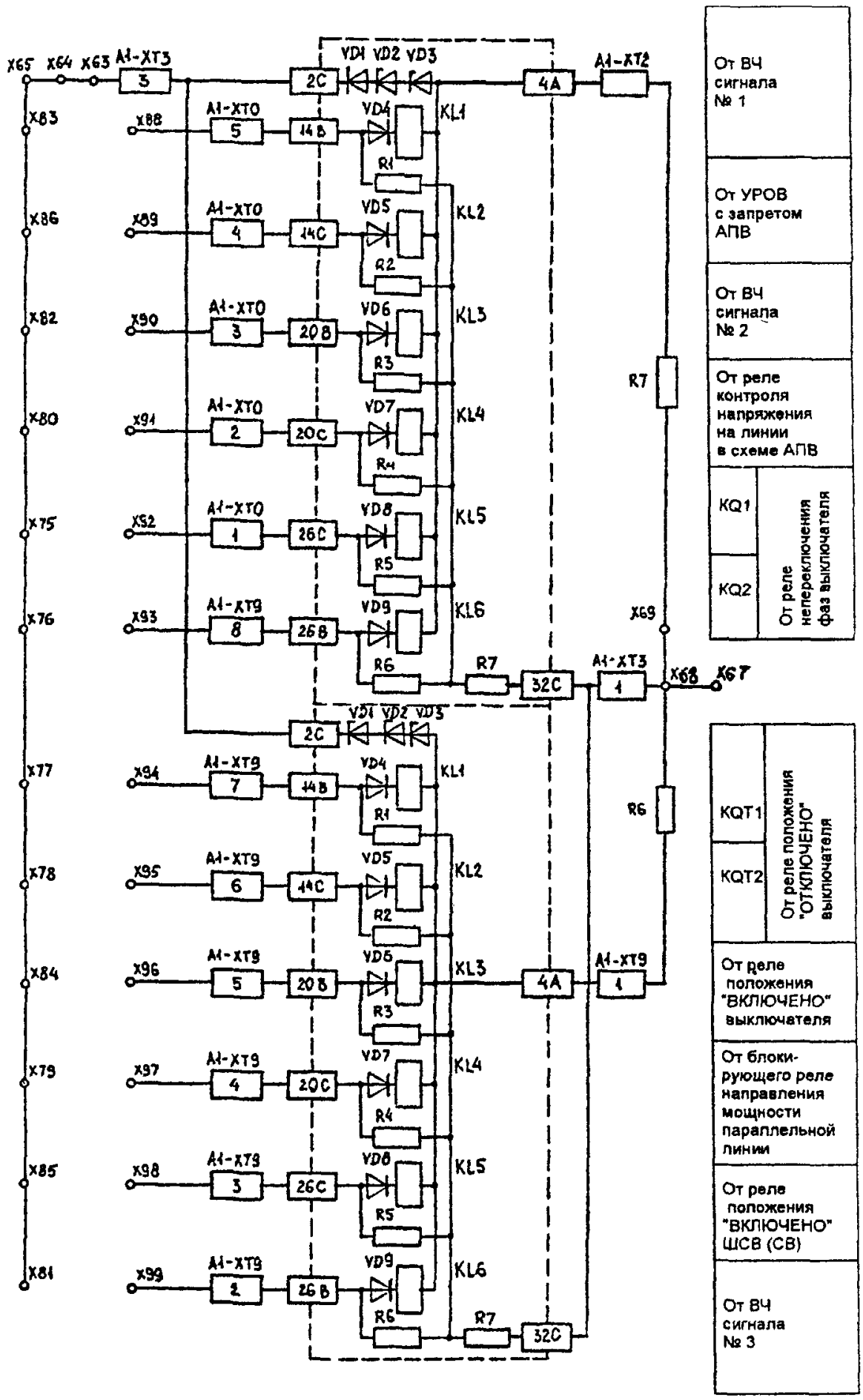


Рис. 4. Цепи логической части защит резервного комплекта

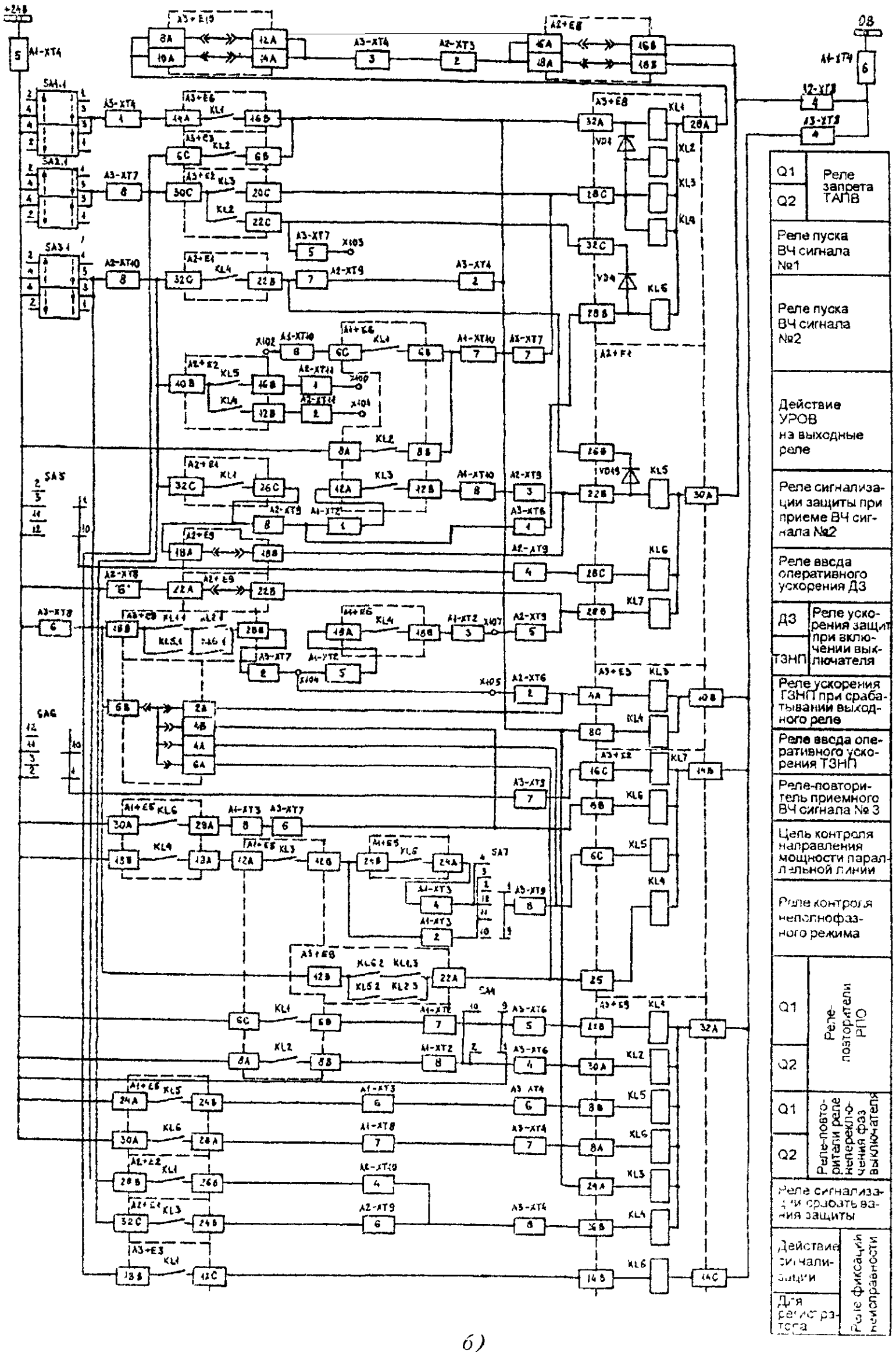


а)

Рис. 5. Цепи промежуточных реле:

а — приемных; *б* — вспомогательных

(окончание рис см на обороте)



б)

(окончание рис 5)

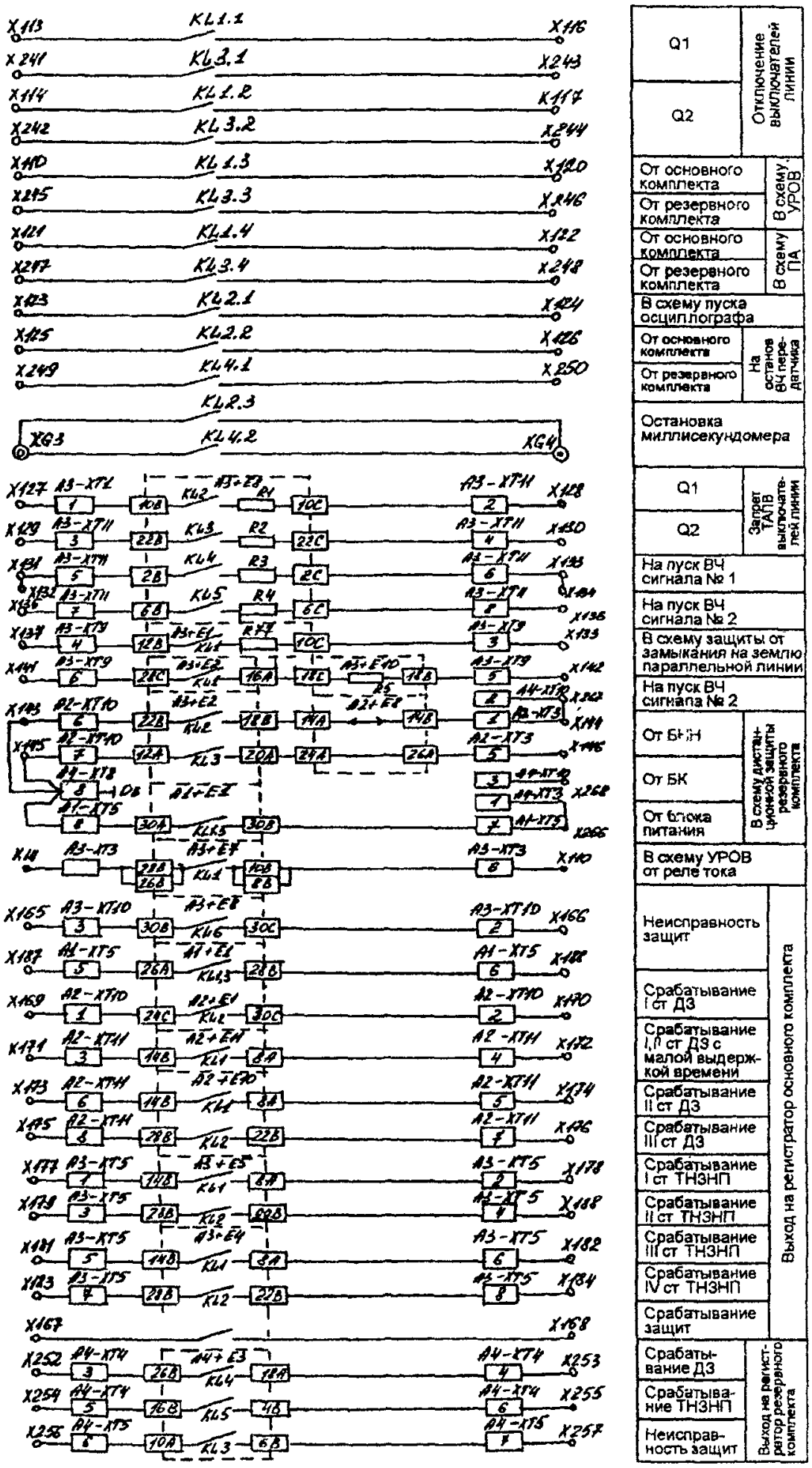


Рис. 6. Цепи выходных и сигнальных реле

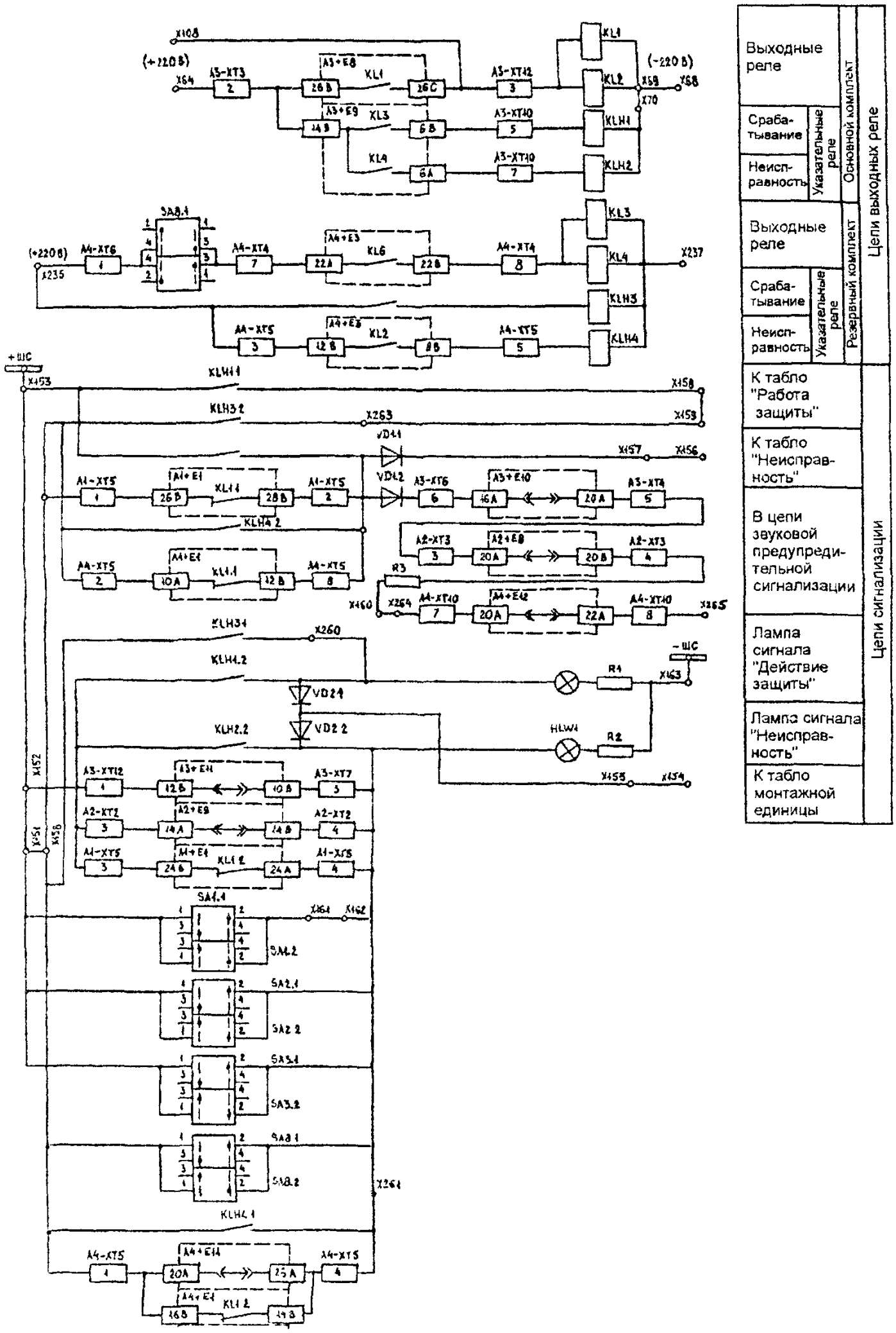


Рис. 7. Контакты выходных реле

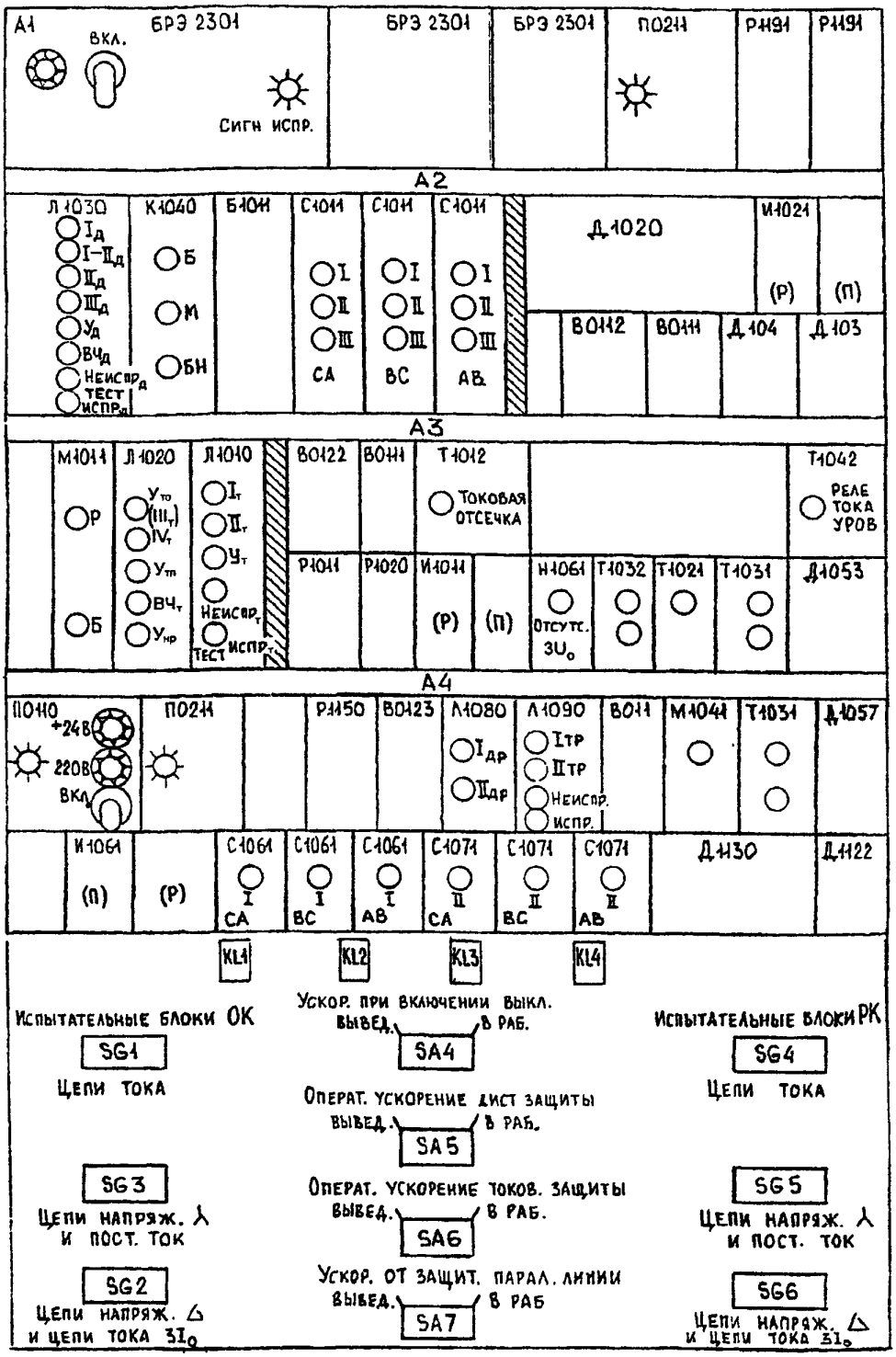


Рис. 8. Сигнальные и переключающие устройства внутри шкафа ШДЭ 2802

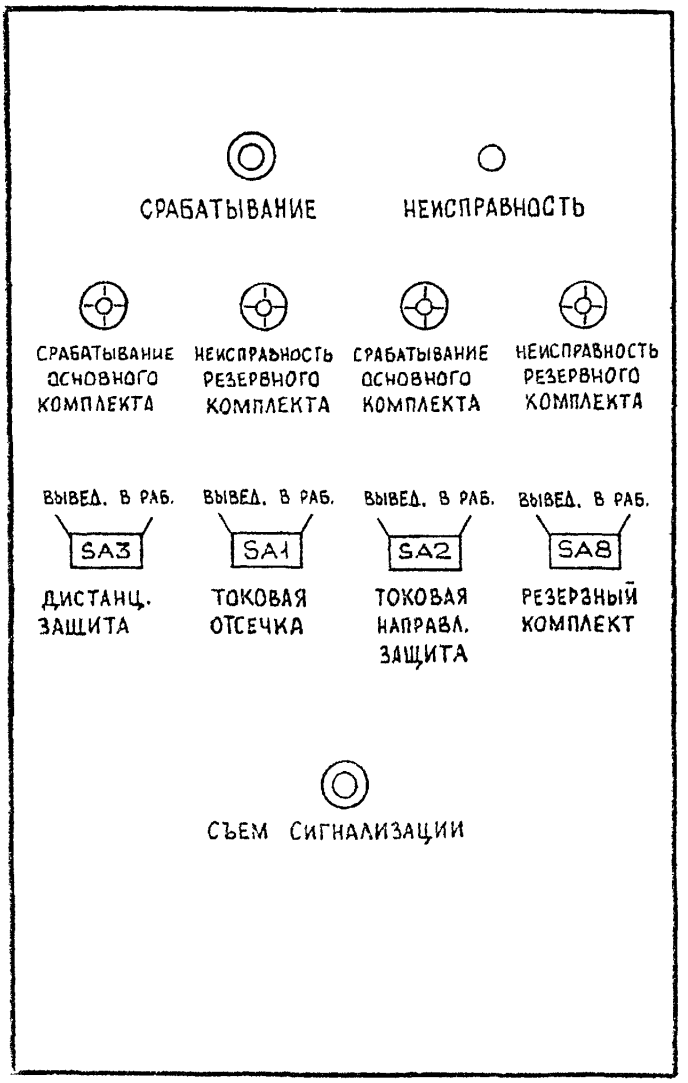


Рис. 9. Основные сигнальные и переключающие устройства, расположенные на дверце шкафа ШДЭ 2802

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, ненадежны 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 $0{,}65U_{ном}$. В заводском исполнении реле имеют напряжение срабатывания около $(0{,}4\div0{,}45)U_{ном}$ с временем срабатывания до 10 мс Увеличение напряжения срабатывания до $0{,}65U_{ном}$ 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 $0{,}05U_{ном}$

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

3.3. Проверка изоляции

3.3.1. Перед проверкой изоляции необходимо провести подготовительные работы:

а) снять напряжения со всех источников, связанных со шкафом и отсоединить кабели связи с другими устройствами РЗА;

б) отсоединить провод ЗЕМЛЯ от зажима Х3 и А1-ХТ8:6;

в) снять перемычку между зажимами Х3 и Х194 (токовые цепи основного и резервного комплектов);

г) установить перемычки в контрольные гнезда блоков стабилизации ПО210 *XS*1:1 (+15 В), *XS*1:2 (О В), *XS*2:1 (−15 В) и блока питания резервного комплекта ПО110 *XS*1:1 (О В), *XS*1:2 (+24 В);

д) установить перемычки между зажимами А1-ХТ4:1 ÷ А1-ХТ4:8 (выходы ±15 В, 24 В блока питания основного комплекта БРЭ 2301);

е) установить рабочие крышки испытательных блоков *SG*1-*SG*6 в рабочее положение;

ж) установить переключатели *SA*1-*SA*8 во введенное (рабочее) положение;

з) включить переключатели в блоках питания основного и резервного комплектов;

и) 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	Х2–Х21
2. Цепи переменного напряжения ОК	Х31–Х55
3. Цепи оперативного постоянного напряжения ОК	Х60–Х99
4. Цепи приема ВЧ команд и ускорений ($U_{ном}$ = 24В), ±15В и 24В ОК	Х100–Х107; А1-ХТ4.1–А1-ХТ4·8
5. Выходные цепи ОК и контакты реле тока УРОВ	Х110–Х111; Х119–Х142
6. Цепи отключения ОК	Х113–Х117
7. Контакты БНН, БК и БП ОК в схеме РК ($U_{ном}$ = 15В) и цепи питания ±15В и 24В РК	Х143–Х146; Х266–Х268; ПО210 РК·XS1·1 (+15В) – XS1:2 (О В)–XS2:1 (–15В); ПО110 РК:XS1:1(О В)–XS1·2 (+24В)
8. Цепи сигнализации ОК и РК	Х151–Х163; Х258–Х265
9. Цепи регистратора ОК	Х165–Х188
10. Цепи оперативного постоянного напряжения реле тока УРОВ	Х190–Х192
11. Цепи тока РК	Х194–Х208
12. Цепи напряжения РК	Х209–Х230
13. Цепи оперативного постоянного напряжения РК	Х233–Х239
14. Цепи отключения РК	Х241–Х250
15. Цепи регистратора РК	Х252–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*
А — ВСО	X7-X19, X20, X21	X196-X206, X207, X208
В — САО	X10-X18, X20, X21	X199-X205, X207, X208
С — АВО	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 Х60 (ОК), Х234 (РК), Х190 (УРОВ) "Минус" – соответственно к зажимам Х71, Х239 и Х192. 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 ±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±10%	*R*9, РЕГУЛ. $U_{вых}$
2. -15 В БРЭ 2301 ОК (2-й выход)	A1.XT4:4-A1.XT4:2	15±10%	*R*9, РЕГУЛ $U_{вых}$
3. +24 В БРЭ 2301 ОК (3-й выход)	A1.XT4:5-A1.XT4:6	24±10%	*R*9, РЕГУЛ. $U_{вых}$
4 +15Вст ПО211 ОК	A1.XT2:4-A1.XT4:2 (XS1.1-XS1.2)	15±2%	*R*11, +15В
5. –15Вст ПО211 ОК	A1.XT2:6-A1.XT4:2 (XS2.2-XS2.1)	15±2%	*R*14, –15В
6. +15В ПО211 РК	XS1.1-XS1.2	15±2%	*R*11, +15В
7. –15В ПО211 РК	XS2.1-XS2.2	15±2%	*R*14, –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±0,15	–"–
10. –15В Т104 УРОВ	A3.XT3:1 — гнездо выбора уставки	15±0,15	–"–

3.4.6. Проверить значения выходных напряжений блоков питания при изменении входного напряжения в пределах (0,8÷1,1) $U_{ном}$. 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 *R*2 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 *TV*1 в блоках преобразователей напряжения Д102 и Д113 и установить переключатели *SB*2 и *SB*1 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 $z_{ср\ 2}$, Ом/фазу	$\frac{z_1 \cdot n_{тт}}{n_{тн}}$
Количество витков трансформатора напряжения TV1, %	$\frac{z_{уст\ мин}}{z_{ср\ 2}} \cdot 100\%$
Сопротивление срабатывания при проверке $z_{ср}$, Ом/фазу	$\frac{U}{2I}$

В приведенной таблице:

z_1 – первичное сопротивление срабатывания, Ом/фазу;

$n_{тт}$ – коэффициент трансформации трансформатора тока;

$n_{тн}$ – коэффициент трансформации трансформатора напряжения,

$z_{уст.мин}$ – минимальные значения уставок реле сопротивления регулируются с помощью группы переключателей К1 – *SB*1, *SB*2, установленных на лицевой части блоков, и соответствуют значениям, приведенным в табл. 5.

Таблица 5

K_1	*Положение переключателей*		*Наименование блоков*	*Комплект*	$z_{уст\ мин}$ *Ом/фазу*		
	SB1	*SB2*			*I ступень*	*II ступень*	*III ступень*
1	Выступающее	Выступающее	Д103	Основной	5 (1)	5 (1)	10 (2)
0,5	Выступающее	Утопленное	Д104		2,5 (0,5)	2,5 (0,5)	5 (1)
0,25	Утопленное	Утопленное	Д104		1,25 (0,25)	1,25 (0,25)	2,5 (0,5)
1	Выступающее	Выступающее	Д112	Резервный	5 (1)	5 (1)	—
0,5	Выступающее	Утопленное	Д112		2,5 (0,5)	2,5 (0,5)	
0,25	Утопленное	Утопленное	Д112		1,25 (0,25)	1,25 (0,25)	
Примечание. 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 "К" в блоках датчиков напряжения (*R*1 – для I ступени, *R*2 – для II ступени и *R*3 – для III ступени).

3.5 1.3. Снять характеристику $z_{ср} = f(\varphi)$

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

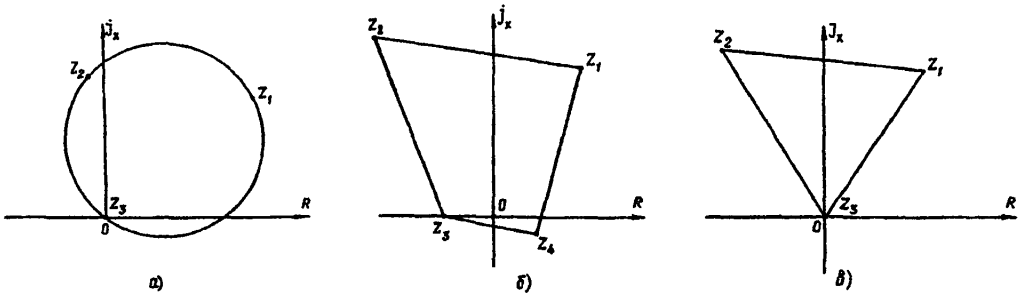


Рис. 10. Характеристики срабатывания реле сопротивления:

а — I ступени; *б* — II ступени; *в* — III ступени

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

При снятии характеристики II ступени измерения производятся через 30° в диапазоне углов от 0° до 360°. 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°. Верхняя и нижняя стороны четырехугольника должны иметь наклон по отношению к оси активных сопротивлений в пределах 5° с допустимыми отклонениями +5° или −10°. Наклон правой боковой стороны четырехугольника $\varepsilon = \frac{b}{a}$, где в — отрезок оси R между началом координат и правой боковой стороной; a — половина значения уставки срабатывания при угле 75°.

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 *S*B1 в блоке С101 для ОК и в блоке С107 для РК. При разомкнутом *S*B1 (выступающее положение переключателя) $\varepsilon = 0{,}3$, а при замкнутом *S*B1 (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:

$$\varphi = 0° - z_{ср} = \varepsilon\, z_y;$$

$$\varphi = 180° - z_{ср} = 0{,}3\, z_y;$$

$$\varphi = 180° + \varphi_{м.ч} - z_{ср} = 0{,}06\, z_y.$$

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 $z_{ср}$ при углах между током и напряжением 60° и 90°.

Левая сторона треугольника должна иметь угол наклона к оси активных сопротивлений 115°±10°.

Угол наклона правой стороны треугольника можно изменить с 47° на 35° посредством изъятия резисторов *R*6 и *R*21 на печатной плате блоков С101.

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

Таблица 6

$z_{уст\ мин}$ *Ом/фазу*		*1,25 (0,25)*	*2,5 (0,5)*	*5 (1)*	*10 (2)*
Ток точной работы, А	I, II степени	1,2 (6)	0,6 (3)	0,3 (1,5)	—
	III ступани	—	0,4 (2)	0,2 (1)	0,1 (0,5)

3.5.1.5. В случае несоответствия формы характеристики срабатывания $z_{ср} = f(\varphi)$, 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 Х1. В зависимости от положения переключателей К1-*SB1*, *SB2* в блоках Д103, Д112 и установки перемычек ХВ1, ХВ2 "$I_{ср.н}$" в штепсельные гнезда *XS*1 и *XS*4 – "$I_{ср.н}$ х 1", *XS*2 и *XS*5 – "$I_{ср.н}$ х 2", *XS*3 и *XS*6 – "$I_{ср.н}$ х 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 ток фаз	*Вторичное напряжение, измеряемое на разъеме X1 между выводом 2А и выводами, указанными ниже*	*Вторичное напряжение, В*		
		K_1		
		1	*0,5*	*0,25*
АВ	4А	3,4–4,2	1,7–2,1	0,85–1,1
	4В	1,7–2,1	0,85–1,1	0,42–0,55
ВС	6А	3,4–4,2	1,7–2,1	0,85–1,1
	6В	1,7–2,1	0,85–1,1	0,42–0,55
СА	8А	3,4–4,2	1,7–2,1	0,85–1,1
	8В	1,7–2,1	0,85–1,1	0,42–0,55

Таблица 8

Подан ток фаз	*Вторичное напряжение, измеряемое на разъеме X1 между выводами 2А и выводами, указанными ниже*	*Вторичное напряжение, В*				
		K_1				
		1			*0,5*	*0,25*
		$I_{ср.н}$				
		X1	*X2*	*X4*	*X1*	*X1*
АВ	22А	10,5–13,0	5,35–6,5	2,7–3,3	5,35–6,5	2,7–3,3
	4В		10,5–13,0		5,35–6,5	2,7–3,3
	14А		5,3–6,5		2,7–3,3	1,3–1,7
	4А		1,75–2,15		0,85–1,05	0,42–0,55
	24А	10,5–13,0	5,35–6,5	2,7–3,3	5,35–5,5	2,6–3,3
ВС	6А		10,5–13,0		5,3–5,5	2,6–3,3
	14В		5,35–6,5		2,7–3,3	1,3–1,7
	8В		1,75–2,15		0,85–1,05	0,42–0,55
	16А		10,5–13,0		5,35–6,5	2,6–3,3
СА	12А		5,35–6,5		2,7–3,3	1,3–1,7
	8А		1,75–2,15		0,85–1,05	0,42–0,55

Таблица 9

Подан ток фаз	*Вторичное напряжение, измеряемое на разъеме X1 между выводом 2А и выводами, указанными ниже*	*Вторичное напряжение, В*		
		K_1		
		1	*0,5*	*0,25*
АВ	4А	5,35–6,5	2,7–3,3	1,3–1,7
	24В	3,4–4,2	1,7–2,1	0,85–1,1
	4В	1,7–2,1	0,85–1,1	0,42–0,55
	6А	5,35–6,5	2,7–3,3	1,3–1,7
ВС	10В	3,4–4,2	1,7–2,1	0,85–1,1
	6В	1,7–2,1	0,85–1,1	0,42–0,55
	26В	5,35–6,5	2,7–3,3	1,3–1,7
СА	8В	3,4–4,2	1,7–2,1	0,85–1,1
	22В	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 TV1 датчиков напряжения на зажимах разъема X1. В зависимости от положений перемычек XB1, XB2, XB3 и потенциометров *R*1, *R*2, *R*3 (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 (K = 1)	*при крайнем правом положении движка потенциометров R1, R2, R3 (K = 0,4)*
АВ	16А, 16В, 18А	100	44–52	16,6–23
		50	22–26	8,3–11,5
		25	11,0–13,0	4,15–5,75
		12	5,5–6,5	2,05–2,9
		6	2,75–3,25	1,0–1,45
	18А	3	1,35–1,65	0,5–0,75
	14В		44–52	
	18В	Любое	2,75–3,25	
	20А		2,75–3,25	
ВС	22А, 22В, 24А	100	44–52	16,6–23
		50	22–26	8,3–11,5
		25	11,0–13,0	4,15–5,75
		12	5,5–6,5	2,05–2,9
		6	2,75–3,25	1,0–1,45
	24А	3	1,35–1,65	0,5–0,75
	20В		44–52	
	24В	Любое	2,75–3,25	
	26А		2,75–3,25	
СА	28А, 28В, 30В	100	44–52	16,6–23
		50	22–26	8,3–11,5
		25	11,0–13,0	4,15–5,75
		12	5,5–6,5	2,05–2,9
		6	2,75–3,25	1,0–1,45
	30В	3	1,35–1,65	0,5–0,75
	26В		44–52	
	30А	Любое	2,75–3,25	
	32А		2,75–3,25	

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 (K = 1)	*при крайнем правом положении движка потенциометров R1, R2, R3 (K = 0,4)*
1	*2*	*3*	*4*	*5*
АВ	14В, 16А	100	44–52	16,6–23
		50	22–26	8,3–11,5
		25	11,0–13,0	4,15–5,75
		12	5,5–6,5	2,05–2,9

Окончание таблицы 11

1	2	3	4	5
		6	2,75–3,25	1,0–1,5
	14А		44–52	
	18А	Любое	2,75–3,25	
	16В		2,75–3,25	
ВС	20А, 20В	100	44–52	16,6–23
		50	22–26	8,3–11,5
		25	11,0–13,0	4,15–5,75
		12	5,5–6,5	2,05–2,9
		6	2,75–3,25	1,0–1,5
	18А		44–52	
	22А	Любое	2,75–3,25	
	22В		2,75–3,25	
СА	24В, 26А	100	44–52	16,6–23
		50	22–26	8,3–11,5
		25	11,0–13,0	4,15–5,75
		12	5,5–6,5	2,05–2,9
		6	2,75–3,25	1,0–1,5
	24А		44–52	
	26В	Любое	2,75–3,25	
	28А		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)	X1:2B (+15В)	X1:2B (+15В)	+15±0,5
X1:32A (–15В)	X1:32A (–15В)	X1:32A (–15В)	+15±0,5
XP1÷XP9, XP13, XP14, XP15	XP5	XP6	±1,2
XP10÷XP12	XP4	XP5	>+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 (E3) 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 *R*50 в блоке С101 и *R*20 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 – *S*B1, *S*B2 в блоках Д103, Д104, Д112 в положение К1 = 1. Перемычки XB1, XB2, XB3 (*N* %) в блоках Д102, Д113 установить в штепсельные гнезда "100%", а движки потенциометров *R*1, *R*2, *R*3 (К) – в крайнее левое положение (К = 1).

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

Подсоединить осциллограф к выводу X1:2A и к выводу соответствующего элемента E1-E8 (контрольные выводы XP1-XP8) для блока С101, E1, E2 (контрольные выводы XP1, XP2) для блока С106 и E1-E4 (контрольные выводы XP1-XP4).

Изменяя угол между векторами напряжения U_{AB} и тока I_{AB}[1] 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*	*Значение напряжения U_{AB}, В*
Основной	I	z_1	XP7	45–48	8,7–10,3
		z_2	XP8	108–122	7,7–9,4
	II	z_1	XP1	40–54	10,5–13,8
		z_2	XP2	108–122	10,5–13,7
		z_3	XP3	176–196	2,4–3,7
		z_4	XP4	ε = 0,6 | 340–357	2,1–3,5
				ε = 0,3 | 320–355	0,7–1,8
	III*	z_1	XP5	42–52	20,0–29,2
		z_2	XP6	105–125	20,0–31,2
Резервный	I	z_1	XP1	45–58	8,7–10,3
		z_2	XP2	108–122	7,7–9,4
	II	z_1	XP1	40–54	10,5–13,8
		z_2	XP2	108–122	10,5–13,7
		z_3	XP3	176–196	2,4–3,7
		z_4	XP4	ε = 0,6 | 340–357	2,1–3,5
				ε = 0,3 | 320–355	0,7–1,8

* Измерения производятся при установленных резисторах *R*6 и *R*21

[1] 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 ХВ1 и ХВ2 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 *S*В1 и *S*В2.

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 ХР1 для ФТОП и ХР2 для ФТПП.

Относительно вывода ХР6 (О В) или Х1:2А измеренные значения не должны отличаться от среднего значения трех измерений более чем на 3%. Подстройку ФТОП при необходимости производить с помощью резисторов *R*1 и *R*2.

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 ХР3 — для ФТОП и ХР4 для ФТПП. Напряжение $U_{нб}$, 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 *R*28 для ФТОП и *R*33 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	С19 и *R*57
Грубый по I_2	С20 и *R*59
Чувствительный по I_1	С21 и *R*61
Грубый по I_1	С22 и *R*63

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

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

где $I_{лин}$, $I_ф$ — линейное, фазное значения тока срабатывания.

3.5.3. Проверка устройства блокировки при неисправностях цепей напряжения

На зажимы шкафа Х40 (Н) и Х44 (К) подать напряжение с зажимов ФАЗОМЕТР блока К515 установки У 5053 (зажим, отмеченный *, подключается к зажиму Х40) 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 Х32, Х34, Х36), после чего на них и на зажим Х38 (0) подать напряжение $U_{АО}$, равное $U_1/4\sqrt{3}$.

Подключив милливольтметр переменного напряжения на зажимы Х1:12В, Х1:14А блока Д102, резистором $R7$ установить минимальное значение небаланса при поданных напряжениях $U_{НК}$ и $U_{АО}$.

Произвести аналогичные измерения при подаче напряжения с зажимов ФАЗОМЕТР на зажимы шкафа Х40(Н) и Х42(И) и напряжения $U_{АО}$. Напряжение небаланса регулируется резистором $R6$.

Снижая напряжение $U_{АО}$ 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 $U_{АО}$ не более чем в 2 раза.

В момент срабатывания БНН измерить напряжение на зажимах Х1:12В, Х1:14А 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

$$I_{ср} = К\ (1 + \Sigma\theta)\ А,$$

где К имеет следующие значения:

для I ступени	$К = К_I$ = 0,35 (1,75), 1,05 (5,25), 3,5 (17,5);
для II ступени	$К = К_{II}$ = 0,15 (0,75), 0,45 (2,25), 1,5 (7,5);
для III ступени	$К = К_{III}$ = 0,1 (0,5), 0,3 (1,5), 1 (5,0);
для IV ступени	$К = К_{IV}$ = 0,05 (0,25), 0,15 (0,75), 0,5 (2,5).

Значения $К_I$, $К_{II}$, $К_{III}$, $К_{IV}$ устанавливаются с помощью переключателей ХВ1, ХВ2, ХВ3 и ХВ4, 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 К и $SB1$-$SB10$ уставки (в амперах) могут быть выставлены в следующих пределах:

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

Кроме того предусмотрена возможность дополнительного загрубления 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 $I_{АО}$ 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 $I_{АО}$ = 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 перемычки ХВ1	*Гнездо установки перемычки ХВ3*	*Допустимые напряжения, В, 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 *R*17 установить на выходе операционного усилителя А3 (вольтметр подключить к выводам ХР2-Х1:2А) и резистором *R*14 — на выходе операционного усилителя А4 (вольтметр подключить к выводам ХР3-Х1:2А) 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 "Мр" в блоке М1041 (для резервного комплекта), определить предельные значения углов φ_1 и φ_2, при которых происходят срабатывания разрешающего реле мощности. Зная значения этих углов, по нижеприведенной формуле определяется угол максимальной чувствительности $\varphi_{м\,ч}$

$$\varphi_{м\,ч} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}.$$

Значение угла $\varphi_{м.ч}$ должно быть в пределах 240° ÷260°.

Для основного комплекта аналогичным образом с помощью светодиода "Б" в блоке М101 определить угол $\varphi_{м.ч}$ блокирующего реле, значение которого должно быть в пределах 60°÷80°.

3.5.5.3. Проверить ток срабатывания и возврата реле.

Выставить заданную уставку (чувствительность) по току согласно формуле

$$I_р = K_м\,(1 + \Sigma\theta)\ А,$$

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

$K_м$ = 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 *S*B1-*S*B3 или *S*B11-*S*B13 уставки могут быть выставлены в пределах 0,04 (0,2) ÷ 0,18 (0,9) А.

Переключатель уставки тока смещения установить в положение, соответствующее $I_{см} = \infty$ (переключатель *S*B4 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:

*R*40 блока М101 — для разрешающего реле основного комплекта;

*R*56 блока М101 — для блокирующего реле основного комплекта;

*R*32 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:

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

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

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

Уставки выставляются с помощью переключателей:

*S*B8-*S*B10 — для разрешающего реле мощности ОК;

*S*B14-*S*B16 — для блокирующего реле мощности ОК. Эти переключатели имеют положения: "0,5"; "1,0"; "2,0" (*S*B3, *S*B4 — 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 $I_{см} = \infty$.

Установить между векторами напряжения и тока угол, равный номинальному значению $\varphi_{м\,ч}$.

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

Плавная подрегулировка уставки производится с помощью резисторов:

*R*39 — для разрешающего реле основного комплекта;

*R*54 — для блокирующего реле основного комплекта;

*R*31 — 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 ($I_{см} = \infty$) определить зоны работы реле, ширина угла которых должна быть не менее 110°.

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

$$I_{см} = 1,25\ K_м\ (1 + \Sigma\theta)А,$$

где $K_м = 0,04$ для шкафов с $I_{ном} = 1$ А,

$K_м = 0,2$ для шкафов с $I_{ном} = 5$ 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) ÷ 0,5 (2,5) А.

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

$$U_0 + \frac{U_{ср}}{I_{см}} I_0,$$

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

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

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

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

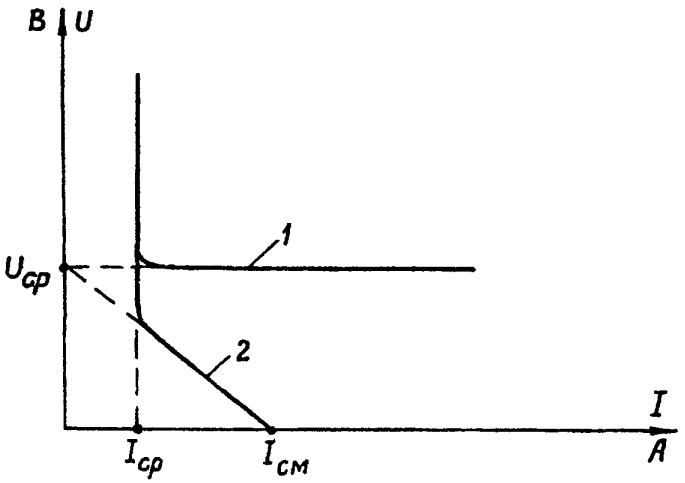


Рис. 11. Вольт-амперные характеристики органа направления мощности:

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

3.5.6. Проверка токового органа междуфазной отсечки

Выставить заданную уставку согласно формуле

$$I_{ср} = К\ (1 + \Sigma\theta)\ А,$$

где К — соответствует установленному положению переключателя ХВ1 и может иметь следующие значения: "1" ("5"), "3" ("15), "10" ("50");

$\Sigma\theta$ — сумма значений, набранных переключателями *S*В1-*S*В5, находящимися в выступающем состоянии и имеющими следующие положения: "0,1"; "0,2"; "0,4"; "0,8"; "1,6.

Таким образом, с помощью переключателей К и *S*В1-*S*В5 уставка токовой отсечки может быть выставлена в пределах 1 (5) ÷ 41 (205) А.

При поочередной подаче на панель токов $I_{АО}$, $I_{СО}$ определить значения токов срабатывания реле. Точная регулировка уставки срабатывания реле осуществляется с помощью резистора *R*7.

Снижая 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(H)-X44(K) 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 H106.

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

$$U_{ср(50Гц)} \geq 5U_{ср(150Гц)}.$$

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 T104, 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 *R*9 блока T104.

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 *S*B3.

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 *SB*1 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 замыкая 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 ХВ1 $t_б$ в блоке К104 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 ХВ1 $t_м$ и может иметь следующие значения: 3,0 с; 6,0 с; 9,0 с; 12,0 с

Блок К104 соединить с кассетой через удлинитель и разделительную колодку Распаять на разделительной колодке зажимы: X1:20A, X1:12A, X1:16B, X1:10B.

Пуск миллисекундомера осуществлять от контакта вспомогательного реле К4 блока К515 испытательного устройства У 5053.

Останов миллисекундомера осуществлять контактами реле *KL*3 блока К104 (зажимы X1 20A-X1-12A) — для быстродействующих ступеней и реле *KL*4 (зажимы X1.16B-X1-10B) – для медленнодействующих ступеней.

Подать толчком на панель ток $I_{АО}$, превышающий в 1,5 раз уставку срабатывания чувствительного органа, и измерить время замкнутого состояния контактов реле *KL*3.

Затем подать толчком ток $I_{АО}$, превышающий в 1,5 раз уставку грубого органа, и измерить время замкнутого состояния контактов реле *KL*3 и *KL*4.

Для исключения пуска БК через элемент задержки ДТ1 необходимо заблокировать канал чувствительного органа, подав потенциал 0 В на контрольный штырь ХР4 блока К104

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 миллисекундомера. Останов миллисекундомера осуществлять контактными реле *KL*1 блока К104,

предварительно распаяв на разделительной колодке его зажимы X1:26B и X1:28B. 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 *S*9 и Т10 блока К513 необходимо сначала настроить БНН на минимальный небаланс (зажимы X1:12B, X1:14a 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 X1.2B (+15B) 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 *SA*3 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 X*S*1), подается ток для срабатывания II ступени ДЗ, а если III ступень (XB1 находится в положении X*S*2) — 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 *S*B1 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 *SA*2 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 *SA*7 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 X*S*10, если ускоряется II ступень и в положении X*S*11, если ускоряется III ступень).

Останов миллисекундомера от одного контакта выходной группы реле ОК. Измерить время возврата замыкающего контакта. При замкнутом положении переключателя *S*B1 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.

З 7.2. Снять временные характеристики ДЗ ОК и РК.

Характеристику $t_{ср} = f(z)$ 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 $0,5z1$ 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 $t_{ср} = f(I)$ снять при заданном угле максимальной чувствительности РМОП для следующих значений тока: $0,9I_{ср}$, $1,1I_{ср}$, $1,3I_{ср}$ соответствующих ступеней ТЗНП и токовой отсечки и при $1,3I_{ср}$ 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 $1.3I_{ср}$.

Для более полной проверки определяется, что при подаче тока $0,9I_{ср}$ защита не работает, а при $1,1I_{ср}$ 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 ($\varphi_{м\,ч} + 180^{\circ}$) 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 цель	*Необходимые действия*	*Контроль события (замыкание между зажимами шкафа, работа сигнальных реле, свечение светодиодов)*
1 Отключение при приеме сигнала БЧ-1	Установить переключатель *SA2* — ТОКОВАЯ НАПРАВЛЕННАЯ ЗАЩИТА в положение РАБОТА и перемычки между зажимами X83-X88, X103-X102, подать ток $I_{АО}$, превышающий уставку IV ст. ТЗНП Установить переключатель *SA3* — ДИСТАНЦИОННАЯ ЗАЩИТА в положение РАБОТА при следующих трех сочетаниях: 1) перемычка между зажимами X77-X94, ключ *SA4* — в положении ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ Q2 ОТКЛЮЧЕН; 2) перемычка между зажимами X78-X95, ключ *SA4* — в положении ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ Q1 ОТКЛЮЧЕН, 3) перемычки между зажимами X77-X94, X78-X95, ключ *SA4* — в положении ОБА ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ В РАБОТЕ Установить переключатель *SA3* в положение РАБОТА и перемычки между зажимами X83-X88, X101-X102, выбрав одно из трех сочетаний, указанных выше, подать ток $I_{АО}$, превышающий уставку чувствительного выхода пускового органа блокировки при качаниях (ПОБ)	X113-X116, X114-X117, X119-X120, X121-X122, X123-X124, X125-X126, X127-X128, X129-X130, X131-X133, X167-X168, XG3-XG4. 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. ДЗ	Установить переключатель *SA3* в положение РАБОТА. Подать ток и напряжение для срабатывания I ст. ДЗ	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. ДЗ	X113-X116, X114-X117, X119-X120, X121-X122, X123-X124, X125-X126, X135-X136 Светодиод "$ВЧ_д$" в блоке Л1030
5. Ускорение токовой защиты при включении выключателя	Установить переключатель *SA2* в положение РАБОТА, переключатель XB1 в блоке Л101 — в положение XS1, вытащить элементы задержки ступеней ТЗНП — блоки ВО122 и ВО111. 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: X77-X94, X78-X95; X75-X92, X76-X93; X77-X94, X76-X93; X75-X92, X78-X95	Те же зажимы, что в п. 4. Светодиод "$У_т$" 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 Светодиод "$У_д$" 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. Светодиод "$ВЧ_т$" 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 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 Светодиод "$У_{тп}$" 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: X76-X93, X77-X94; X75-X92, X78-X95	Те же зажимы, что в п 1 Светодиоды "$У_{тп}$" в блоке Л1020
10. Ускорение токовой защиты при срабатывании выходного реле шкафа	Установить переключатель *SA2* в положение РАБОТА. Установить перемычку между зажимами A3-XT4:1 — A3-XT4:2, 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. Светодиоды "$II_{др}$", "$I_{др}$"
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. Светодиод НЕИСПР. в блоке Л1090. Сигнальное реле НЕИСПРАВНОСТЬ РЕЗЕРВНОГО КОМПЛЕКТА

заданных уставок. При этой проверке подхват I ст. ДЗ от II ст. должен быть выведен. Переключатель *SB*1 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 $\varphi_{м.ч.}$ + 180° 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 *SA*1 – МЕЖДУФАЗНАЯ ОТСЕЧКА, *SA*2 – ТОКОВАЯ НАПРАВЛЕННАЯ ЗАЩИТА, *SA*3 – ДИСТАНЦИОННАЯ ЗАЩИТА, *SA*8 – РЕЗЕРВНАЯ ЗАЩИТА, *SA*5 – ОПЕРАТИВНОЕ УСКОРЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ, *SA*6 – 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 заведомо правильно 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 щитовым 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 X1:12B и X1:14A, измерить небаланс в нормальном режиме. Значение $U_{нб}$ не должно превышать 0,1 В. Напряжение небаланса регулируется резистором *R*6. Измерить напряжение небаланса в режиме однофазного короткого замыкания по цепям напряжения

Имитация режима однофазного короткого замыкания по цепям напряжения производится установкой соответствующих перемычек на зажимах испытательных блоков *SG*3 – ЦЕПИ НАПРЯЖЕНИЯ И ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ и *SG*2 – ЦЕПИ НАПРЯЖЕНИЯ и ТОКА $3I_0$ согласно рис 12

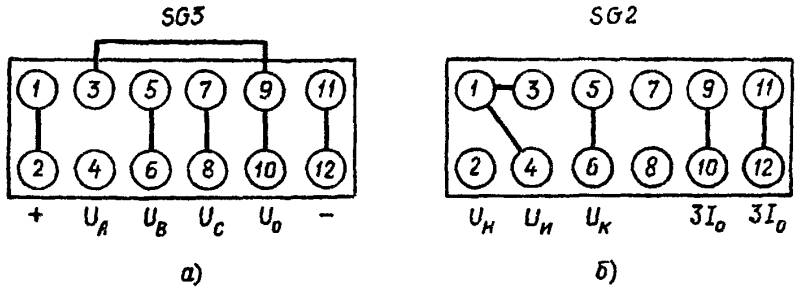


Рис. 12. Имитация однофазного короткого замыкания по цепям напряжения для проверки БНН:

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 X1:2A (О В) на выходе ФТОП – вывод ХР1 и на выходе ФТПП – вывод ХР2 при прямом и обратном чередованиях 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°. 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.

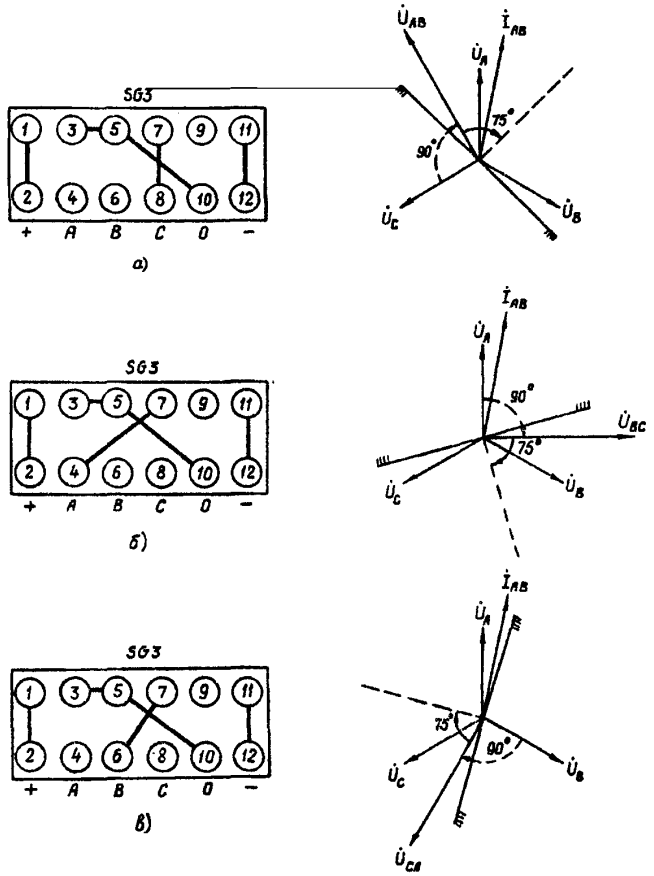


Рис. 13. Положения перемычек на крышках испытательных блоков *SG3* (основной комплект) и *SG5* (резервный комплект) и соответствующие векторные диаграммы при подаче напряжений:

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 $z_{ср} = f(\varphi)$ (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

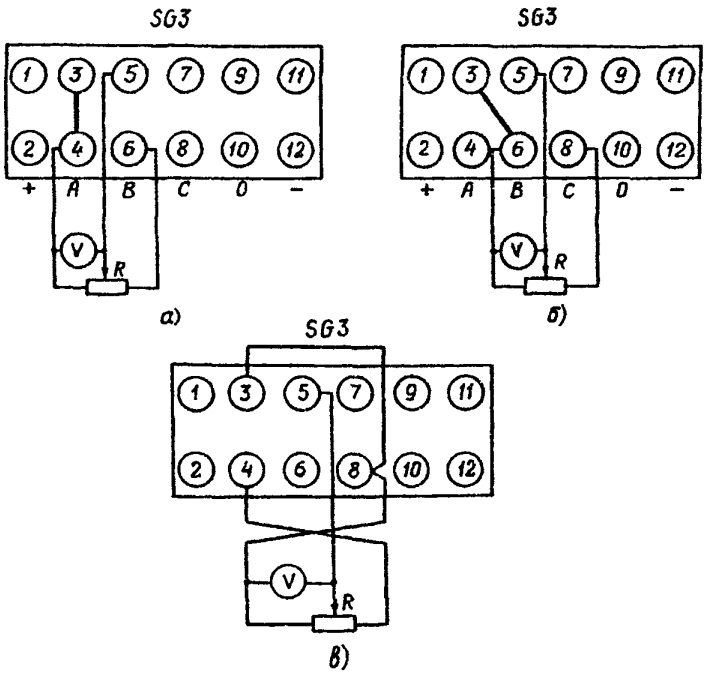


Рис. 14. Схема подключения потенциометра при проверке реле сопротивления от рабочего напряжения

а — $РС_{АВ}$, *б* — $РС_{ВС}$; *в* — $РС_{СА}$

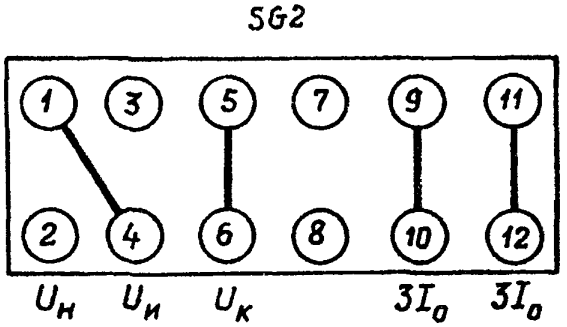


Рис. 15. Положения перемычек на крышке испытательного блока *SG2* при проверке органа направления мощности от рабочего напряжения

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

3.10. Подготовка защит к включению в работу

З 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 А2 Е1	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	Замкнуты	XS1
			III		XS2
	XB2	Ввод I ст., II быстродействующей ст., оперативное ускорение II ст с контролем пуска канала БК	быстр.		XS3
			медл		XS4
	XB3	Ввод III ст.	с контролем пуска медл. БК		XS5
			без контроля пуска медл БК		XS6
	XB4	Действие с выдержкой ДТ1.1	I ст.		XS7
			II быстр. ст.		XS8
	SB1 ДТ3	Время, на которое вводится автоматическое ускорение, с	1	Замкнуты	
			2	Разомкнуты	
К104 А2.Е2	XB1	Действие БНН	на сигнал, на вывод ДЗ	Замкнуты	XS1
					XS2
	XB2	Возврат БК после отключения выключателя ВЛ	не исп.		XS3
			исп		XS4
К104 А2 Е2	XB1 ДТ1, ДТ2	Время ввода быстродействующих ступеней, с	0,2; 0,4; 0,6	Замкнуты	
	XB1 ДТ3	Время ввода медленнодействующих ступеней, с	3, 6, 9, 12	Замкнуты	
С101 А2 Е3-Е5	SB1	Угол наклона правой стороны характеристики II ст ДЗ к оси R	больший	Замкнуты	
			меньший	Разомкнуты	
Д102 А2.Е7	XB1	Уставка N% для ступеней	I	Замкнуты	
	XB2		II	Замкнуты	
	XB3		III	Замкнуты	
ВО112 А2 Е10	SB1÷SB6	Время II ст , с (ДТ2.1)	0,05÷3,2	Разомкнуты по формуле	
	XS1		0	Замкнуты	
	SB7–SB12	Время III ст , с (ДТ2.2)	0,1–6,4	Разомкнуты по формуле	
	XS2		0	Замкнуты	
ВО111 А2.Е11	SB1–SB6	Время I ст. или II быстродействующей ст. (ДТ1.1), с	0,05–3,2	Разомкнуты по формуле	
	XS2		0	Замкнуты	
Д104 А2 Е12	SB1	Уставка $z_{мин}$ для II (III) ст , Ом/фазу	5 (10)	Оба разомкнуты	
	SB2		2,5 (5)	SB2 — замкнут, SB1 — разомкнут	
			1,25 (2,5)	Оба замкнуты	

Окончание таблицы 17

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

Таблица 18

Блок	Переключающее устройство токовых защит ОК			
	Обозначение	Назначение		Положение, соответствующее назначению
1	2	3	4	5
М101 А3.Е1	SB1÷SB3	Уставка по *I* РМр, А	0,04÷0,18	Разомкнуты по формуле
	SB4	Ток смещения	исп.	Замкнуты
			не исп.	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 А3 Е2	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 А3 Е3	SB1	Время, на которое вводится автоматическое ускорение ТЗНП, с	1,0	Замкнуты
			2,0	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.	Замкнуты
			не исп.	Разомкнуты
	SB6	Вывод направленности ТЗНП при неисправности ТН	исп	Замкнуты
			не исп	Разомкнуты
Л101 А3 Е3	SB7	Направленность I ст. ТЗНП от РМр	введена	Замкнуты
			снята	Разомкнуты
	SB8	Направленность II ст. ТЗНП от РМр	введена	Замкнуты
			снята	Разомкнуты
Л101 А3.Е3	SB9	Направленность III ст ТЗНП от РМ	$РМ_р$ или $РМ_б$	Замкнуты
			$РМ_б$	Разомкнуты
	SB10	Направленность IV ст ТЗНП от РМ	РМр или Рмб	Замкнуты
			РМр	Разомкнуты
	SB11	Направленность III ст ТЗНП	введена	Замкнуты
			снята	Разомкнуты
	SB12	Направленность IV ст. ТЗНП	введена	Замкнуты
			снята	Разомкнуты
	SB13	Вывод направленности ТЗНП при срабатывании токовых реле	исп	Замкнуты
			не исп	Разомкнуты

Окончание таблицы 18

1	2	3	4	5	
	SB14	Автоматическое ускорение при включении II ст. ТЗНП	введено	Замкнуты	
			снято	Разомкнуты	
	SB15	Автоматическое ускорение при включении III ст. ТЗНП	введено	Замкнуты	
			снято	Разомкнуты	
ВО122 А3 Е4	SB1–SB6	Время III ст. ТЗНП (ДТ1), с	0,1÷6,4	Разомкнуты по формуле	
	XS1		0	Замкнуты	
	SB7÷SB12	Время IV ст. ТЗНП (ДТ2), с	0,1–6,4	Разомкнуты по формуле	
	XS2		0	Замкнуты	
ВО111 А3.Е5	SB1÷SB6	Время I ст. ТЗНП (ДТ1), с	0,05÷3,2	Разомкнуты по формуле	
	XS1		0	Замкнуты	
	SB7÷SB12	Время II ст. ТЗНП (ДТ2), с	0,05÷3,2	Разомкнуты по формуле	
	XS2		0	Замкнуты	
Т101 А3.Е6	XB1	Грубое регулирование уставок токовой отсечки — коэффициент К	1	Замкнуты	XS1
			3		XS2
			10		XS3
Т101 А3.Е6	SB1÷SB5	Дискретное регулирование уставок токовой отсечки, А	1÷41	Разомкнуты по формуле	
Т104 А3 Е7	XB1	Дискретное регулирование уставок реле УРОВ, А	0,1	Замкнуты	XS1
			0,16		XS2
			0,25		XS3
			0,40		XS4
Т103 А3.Е13	SB1÷SB5	Дискретное регулирование уставок IV ст. ТЗНП (I канал), А	0,05÷2	Разомкнуты по формуле	
	SB6÷SB10	Дискретное регулирование уставок IV ст. ТЗНП (II канал), А	0,05÷2	То же	
Т102 А3.Е14	SB1–SB5	Дискретное регулирование уставок III ст. ТЗНП, А	0,1÷8	–"–	
Т103 А3.Е15	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 А3.Е16	XB1	Грубое регулирование уставок I ст. ТЗНП — коэффициент K_1	0,35	Замкнуты	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
	XB3	Грубое регулирование уставок III ст ТЗНП — коэффициент K_3	0,1		XS7
			0,3		XS8
			1,0		XS9
	XB4	Грубое регулирование уставок IV ст ТЗНП — коэффициент K_4	0,05		XS10
			0,15		XS11
			0,5		XS12
Т102 А3 Е14	XS1	Увеличение уставки (коэффициент K_1 в формуле) I ст ТЗНП в 2 раза	исп.	Замкнуты	
			не исп	Разомкнуты	
Т103 А3 Е15	XS1	Увеличение уставки (коэффициент K_3 в формуле) III ст. ТЗНП в 2 раза	исп	Замкнуты	
			не исп	Разомкнуты	

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

Таблица 19

Блок	*Переключающее устройство защит РК*				
	Обозначение	*Назначение*		*Положение, соответствующее назначению*	
ВО123 А4 Е4	*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 А4 Е5	*SB1*	Контроль работы I ст. ДЗ от II ст. ДЗ при отключении БП основного комплекта	исп.	Замкнуты	
			не исп	Разомкнуты	
	XB1	Ввод II ст. ДЗ	с контролем пуска БК	Замкнуты	*XS1*
			без контроля пуска БК		*XS2*
Л109 А4 Е6	*XB1*	Контроль направленности I ст. ТЗНП	введен	Замкнуты	
			выведен	Разомкнуты	
	XB2	Контроль направленности II ст. ТЗНП	введен	Замкнуты	
			выведен	Разомкнуты	
ВО111 А4.Е7	*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		0	Замкнуты	
М104 А4.Е3	*SB1, SB2*	Уставка по *I* РМр, А	0,06÷0,18	Разомкнуты по формуле	
	SB3, SB4	Уставка по *U* РМр, В	0,75÷1,5	То же	
Т103 А4 Е9	*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 А4.Е10	*XB1*	Грубое регулирование уставок I ст. ТЗНП — коэффициент K_1	0,35	Замкнуты	*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 А4.Е16÷ Е17	*SB1*	Угол наклона правой стороны характеристики II ст. ДЗ к оси R	больше	Замкнуты	
			меньше	Разомкнуты	
Д113 А4.Е19	*XB1*	Уставка *N*% для ступеней ДЗ	I	Замкнуты	
			II	Замкнуты	
Д112 А4.Е20	*SB1, SB2*	Уставка $z_{мин}$ для I и II ст. ДЗ, Ом/фазу	5	Оба разомкнуты	
			2,5	*SB2* замкнут *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
			Выведено
	SA2	ТЗНП основного комплекта	Введено
			Выведено
	SA3	ДЗ основного комплекта	Введено
			Выведено
	SA8	Защиты резервного комплекта	Введено
			Выведено
Нижняя плита шкафа	SA4	Автоматическое ускорение при включении	В1
			В1 или В2
			В2
	SA5	Оперативное ускорение II ст. ДЗ основного комплекта	Введено
			Выведено
	SA6	Оперативное ускорение III ст. ТЗНП основного комплекта	Введено
			Выведено
	SA7	Ускорение от РМб параллельной ВЛ	С использованием ШСВ
			Без использования ШСВ
			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, электроавтоматики, 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	1 Внешний и внутренний осмотры
Н, К1, В, К	2 Проверка изоляции
Н, К1, В, К	3 Проверка блоков питания: 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	3 3 Проверка защиты от повышения напряжения и коротких замыканий
Н, К1, В	4 Проверка реле постоянного тока
Н, К1, В, К	5 Проверка реле сопротивлений
	5 1 Выставление рабочих уставок
Н, К1, В	5 2 Проверка характеристик $z_{ср} = f(\varphi)$
Н, К1, В	5.3. Проверка характеристик $z_{ср} = f(I)$
Н	6. Проверка ПОБ: 6.1. Проверка настройки ФТПП и ФТОП
Н, К1, В	6.2. Проверка токов срабатывания пусковых органов ПОБ
Н, К1, В	7. Проверка БНН
Н, К1, В	8. Проверка ТЗНП. 8.1. Проверка токов срабатывания и возврата измерительных органов тока
Н, К1, В	8 2 Проверка токов и напряжений срабатывания разрешающего и блокирующего ОНМ: проверка угла максимальной чувствительности и проверка вольт-амперной характеристики
Н, К1, В	8.3. Проверка органа контроля исправности цепей "разомкнутого треугольника"
Н, К1, В, К	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 11 1. Проверка тестового контроля
Н, К1, В	11.2. Проверка входных и выходных цепей защиты
	12. Проверка временных характеристик
Н, К1, В	12.1. Время ввода ступеней защиты ДЗ от ПОБ
Н, К1, В	12 2. Время срабатывания БНН
Н, К1, В	12 3 Время блокировки I ст. ДЗ от II ст. ДЗ резервного комплекта
Н, К1, В	12.4. Время автоматического ускорения ДЗ и ТЗНП при включении выключателя
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 измерения времени). Время срабатывания регулируется при токе, равном $2I_{ср}$ 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
	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:

а) 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[1]), в положение ВЫВЕДЕНО;

б) проверяется соответствие режиму положений переключателей ввода оперативного ускорения дистанционной и токовой защит, расположенных на плите 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 неполностью — 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[2].

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

При необходимости квитируются 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.

---

[1] На многих подстанциях в цепи контактов выходных реле, действующих на пуск схемы УРОВ, устанавливаются дополнительно накладки Н1, Н2

[2] В том случае, если МФО вводится только при опробовании ВЛ и перемычка между зажимами Х161-Х162 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 плите 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 плите 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 Р32А.

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 расположен светодиод	*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	$I_д$	Срабатывание I ст. ДЗ с блокировкой при качаниях основного комплекта
	$I\text{-}II_д$	Срабатывание II ст. ДЗ с блокировкой при качаниях основного комплекта
	$II_д$	Срабатывание II ст ДЗ с фиксацией пуска блокировки основного комплекта
	$III_д$	Срабатывание III ст. ДЗ с фиксацией пуска блокировки основного комплекта
	$У_д$	Срабатывание III ст. ДЗ с ускорением при включении выключателя основного комплекта
	$ВЧ_д$	Срабатывание I ст. ДЗ при приеме сигнала телеотключения основного комплекта. В данной схеме не используется
	$НЕИСПР_Д$	Неисправность ДЗо 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 $ИСПР_д$	При тестовом опробовании основного комплекта ДЗ (см приложение 4)
К1040	Б	Срабатывание ПОБ на время 0,4 с* и ввод быстродействующих ступеней ДЗ на это время
К1040	М	Срабатывание ПОБ на время 6 с* и ввод медленнодействующих ступеней ДЗ на это время
К1040	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 Примечание Реле сопротивления в блоке (А2.Е4) реагирует на ток и напряжение СА, реле сопротивления в блоке (А2 Е5) реагирует на ток и напряжение ВС; реле сопротивления в блоке (А2 Е6) реагирует на ток и напряжение АВ
М1011	Р	Работа органа направления мощности ТЗНП основного комплекта на отключение
	Б	Работа органа направления мощности ТЗНП основного комплекта на блокировку
Л1020	$У_{тб}$ ($III_т$)	Срабатывание III ст. ТЗНП основного комплекта с выдержкой времени или по цепи оперативного ускорения
	$IV_т$	Срабатывание IV ст ТЗНП основного комплекта
	$У_{тп}$	Срабатывание III ст. основного комплекта при ускорении от защиты параллельной линии (не используется)
	$ВЧ_т$	Срабатывание III ст. ТЗНП основного комплекта при ускорении от принятого сигнала по высокочастотному каналу (не используется)
	$У_{нр}$	Срабатывание IV ст. ТЗНП основного комплекта при ускорении в неполнофазном режиме (не используется)
Л1010	$I_т$	Срабатывание I ст. ТЗНП основного комплекта
	$II_т$	Срабатывание II ст. ТЗНП основного комплекта
	$У_т$	Срабатывание с ускорением III ст. ТЗНП основного комплекта при включении выключателя
Л1010	$НЕИСПР_т$	Неисправность ТЗНП основного комплекта: при ложном срабатывании органа тока любой ступени, что может быть подтверждено свечением светодиода данного органа; при отказе срабатывания органа тока чувствительной ступени при КЗ в зоне действия грубой ступени; при одновременной работе отключающего и блокирующего реле ОНМ; при отказе работы ОНМ в случае работы II ступени ТЗНП
	ТЕСТ ИСПРт	При тестовом опробовании ТЗНП (см. приложение 4)
Т1012	Токовая отсечка	При срабатывании токовой отсечки
Т1042	Реле тока УРОВ	Светится в полнакала только при наличии оперативного напряжения от $БП_{УРОВ}$, светится полным светом при срабатывании реле тока УРОВ от токов нагрузки
Н1061	ОТСУТСТВИЕ $3U_0$	Отсутствие напряжения $3U_0$
Т1032	Светодиоды без обозначения	Срабатывание двух реле IV ст ТЗНП основного комплекта
Т1021	То же	Срабатывание измерительного органа III ст ТЗНП основного комплекта
Т1031	–"–	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	$I_{др}$	Срабатывание I ст. ДЗ резервного комплекта
	$II_{др}$	Срабатывание II ст. ДЗ резервного комплекта
Л1090	$I_{тр}$	Срабатывание I ст. ТЗНП резервного комплекта
	$II_{тр}$	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· работа логической части резервного комплекта без срабатывания измерительных органов; срабатывание измерительных органов ДЗ и ТЗНП резервного комплекта без работы логической части
	ТЕСТ ИСПР	При тестовом опробовании (см. приложение 4) резервного комплекта
М1041	Светодиод без обозначения	Работа органа направления мощности ТЗНП резервного комплекта
Т1031	Светодиод без обозначения (верхний)	Работа измерительного органа I ст. ТЗНП резервного комплекта
	Светодиод без обозначения (нижний)	Работа измерительного органа II ст ТЗНП резервного комплекта
С1061	I	Работа измерительного органа I ст ДЗ резервного комплекта реле в блоке. (А4 Е13) реагирует на ток и напряжение СА; (А4.Е14) — на ток и напряжение ВС; (А4 Е15) — на ток и напряжение АВ
С1071	II	Работа измерительного органа II ст. ДЗ резервного комплекта реле в блоке· (А4.Е16) реагирует на ток и напряжение СА; (А4 Е17) — на ток и напряжение ВС; (А4.Е18) — на ток и напряжение АВ
* Время указано в качестве примера.		

Приложение 1

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	Е1 Е2 Е3	БРЭ 2301	Блок преобразовательный	Питание основного комплекта защит	
	Е4	ПО211	Блок стабилизации		
	Е5 Е6	Р1191 Р1191	Блок реле	Блоки реле-повторителей входных сигналов	
Кассета А2 дистанционной защиты основного комплекта	Е1	Л1030	Блок логики	Логика ДЗо	
	Е2	К1040	Блок блокировки при неисправностях цепей ТН, логическая часть блокировки при качаниях	БНН и БК основного и резервного комплектов ДЗ	
	Е3	Б1011	Блок пускового органа блокировки при качаниях	ПОБ основного и резервного комплектов ДЗ	
	Е4	С1011	Блоки реле сопротивления I, II и III ступеней	$РС_{СА}$	
	Е5	С1011		$РС_{ВС}$	
	Е6	С1011		$РС_{АВ}$	
	Е7	Д1020	Блок датчиков напряжения	РС I–III ст ДЗо	
	Е8	И1021	Блок тестового контроля	Проверка функционирования ДЗо	Положение "Работа"
	Е9				Положение "Проверка"
	Е10	ВО112	Блоки органов выдержки времени	IIб, III ст. ДЗо	
	Е11	ВО111		IIм, II ст. ДЗо при оперативном ускорении	
	Е12	Д104	Блоки датчиков тока	I ст. ДЗо, БК	
	Е13	Д103		II, III ст. ДЗо	
Кассета А3 токовой защиты основного комплекта	Е1	М1011	Блок органа направления мощности	Контроль направления мощности в ТЗНПо	
	Е2	Л1020	Блоки логики	Логика ТЗНПо	
	Е3	Л1010			
	Е4	ВО122	Блоки органов выдержки времени	III, IV ст. ТЗНПо	
	Е5	ВО11		I, II ст. ТЗНПо	
	Е6	Т1012	Блок токовой отсечки	Токовая отсечка	
	Е7	Т1042	Блок реле тока для УРОВ	Реле тока УРОВ	
	Е8	Р1011	Блок реле	Вспомогательные реле схемы логики	
	Е9	Р1020	Блок реле		
	Е10	И1011	Блок тестового контроля	Организация тестового контроля ТЗНПо	Положение "Работа"
	Е11				Положение "Проверка"

Окончание приложения 1

1	2	3	4	5	6
	E12	Н1061	Блок органа напряжения	Контроль напряжения $3U_0$	
	E13	Т1032	Блоки органов тока	Реле тока I, II ст. ТЗНПо	
	E14	Т1021		Реле тока III ст. ТЗНПо	
	E15	Т1031		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. $ДЗ_{РК}$, 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	М1041	Блок органа направления мощности	Блок направления мощности в ТЗНПр	
	E9	Т1031	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	С1061	Блок реле сопротивления I ступени	Реле сопротивления I ст. СА	
	E14	С1061		Реле сопротивления I ст. ВС	
	E15	С1061		Реле сопротивления I ст. АВ	
	E16	С1071	Блок реле сопротивления II ступени	Реле сопротивления II ст. СА	
	E17	С1071		Реле сопротивления II ст ВС	
	E18	С1071		Реле сопротивления II ст АВ	
	E19	Д1130	Блок датчиков напряжения	Датчики напряжения для РС РК	
	E20	Д1120	Блок датчиков тока	Датчики тока РС РК	

Приложение 2

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 *S*A2 и срабатывании БНН ТЗНП будет ложно введена в работу по цепи: +24 В, контакты ключа *S*A3.1, контакты реле К*L*1-А2.Е2, контакты реле К*L*2-А3.Е3.

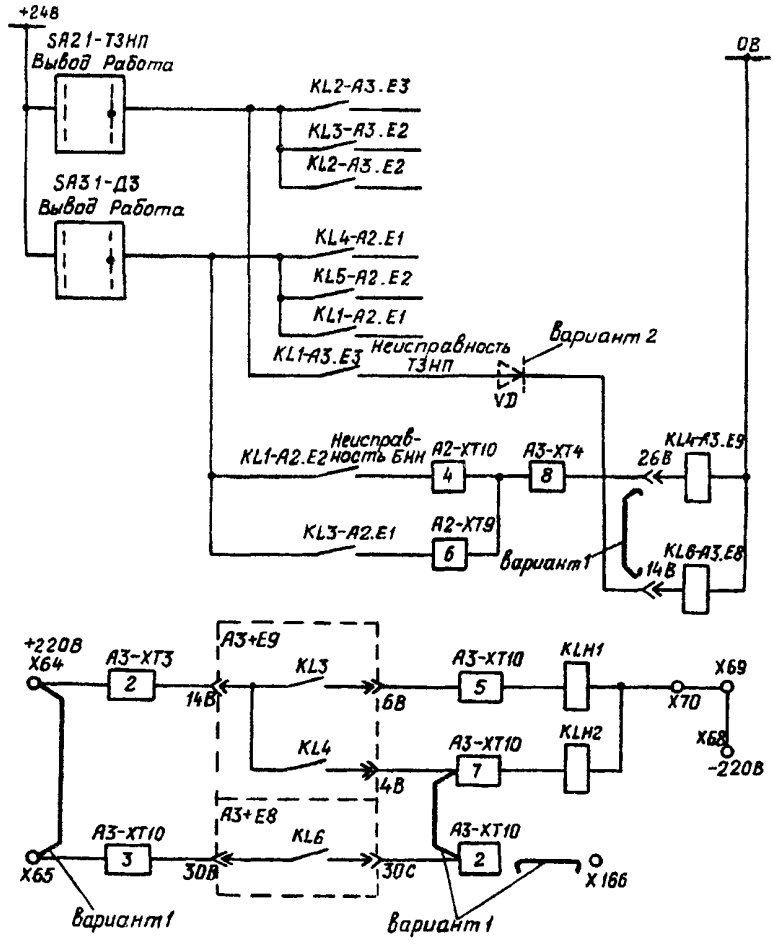


Рис. 16. Изменения в схеме защиты для предотвращения ее ложного ввода в работу

Для предотвращения указанного явления необходимо разделить цепи контактов реле, фиксирующих неисправность, либо с помощью отдельного реле, например, К*L*6-А3 Е8, которое редко используется в схемах, и объединения его контактов с контактами реле К*L*4-А3.Е9 (вариант 1), либо установкой дополнительного диода *VD* в цепь контакта реле К*L*1-А3.Е3 (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 *KL*2.1-А3.Е9).

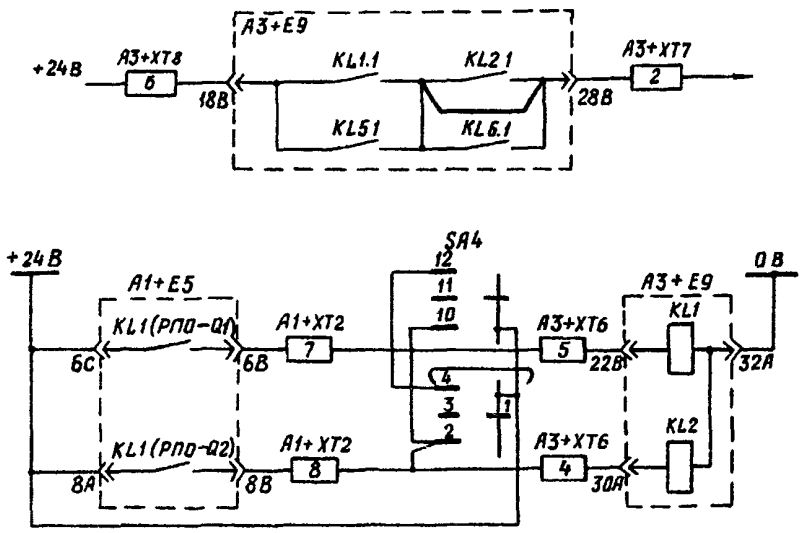


Рис. 17. Изменения в схеме защиты для ВЛ, включенной через один выключатель

Кроме того для устранения ложного ввода ускорения при включении дистанционной и токовой защит при ошибочном переводе ключа *SA*4 УСКОРЕНИЕ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ в положение *SB*1 В РЕМОНТЕ необходимо исключить шунтирование ключом *SA*4 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 *SA*1 ТОКОВАЯ ОТСЕЧКА в положение ВЫВОД необходимо снять перемычку между зажимами Х161 и Х162.

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 *R*10 типа МЛТ-2 сопротивлением 10 Ом повреждались дорожки печатного монтажа Рекомендуется несколько увеличить (приблизительно вдвое) мощность и значение сопротивления резистора *R*10 (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 кОм/В	1,5–2,5
6 Осциллограф универсальный	С1-67, С1-68	—	—
7. Милливольтметр	В3-38, В3-39	3мВ-300 В	2,5–4,0
8. Вольтметрфазоиндикатор	ВАФ-85	—	—
9 Генератор низкой частоты	ГЗ-33	25–150 Гц	—
10 Миллисекундомер	Ф209	$1–10^4$ 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.

Приложение 4

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 *HLW1* 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 "$I_д$", "I-II$_д$", "II$_д$", "III$_д$", "У$_д$", "ВЧ$_д$", установленных на лицевой плате блока *Л103*, лампа *HLR1* 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:

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

I 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$_д$".

При возникновении несоответствия в указанной очередности срабатывания ступеней ДЗ включается светодиод "НЕИСПР$_д$"

Отсутствие в течение времени, превышающего 13 с с момента нажатия переключателя ТЕСТ АВ, включения одного из светодиодов "ТЕСТ ИСПР$_д$" и "НЕИСПР$_д$" 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 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 *S*А1 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 платах блоков Т101, Т103, Т102, Л101, Л102, М101, а также срабатывает указательное реле *KL*H1 СРАБАТЫВАНИЕ ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА и *KL*H2 НЕИСПРАВНОСТЬ ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА.

Срабатывание ступеней и логической части должно происходить в следующей последовательности:

I 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 плате блока Л101 включается светодиод "ТЕСТ ИСПР$_т$".

В случае наличия неисправностей, приведших к отказу в срабатывании ступеней ТЗНП и нарушению очередности работы ступеней на лицевой плате блока Л101 включается светодиод "НЕИСПРт".

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

2.3. Возвратить переключатель *S*А1 ТЕСТ 1, произвести съем сигнализации нажатием кнопки *S*В1 "СЪЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ" и возврат указательных реле.

2.4. Нажать переключатель *S*А2 ТЕСТ 2. Нажать переключатель *S*А1 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$_{нр}$" в блоке Л102 Возвратить переключатели, снять сигнализацию.

2.5 Нажать переключатель *S*А3 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 *S*А1 ТЕСТ 1, *S*А2 ТЕСТ 2, *S*А3 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 ТЗНПо считается законченным.

3. Реле тока для УРОВ

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

Последовательность нажатия переключателей *S*В 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[1]
3 Возврат переключателя SB1 ВОЗВРАТ 1	Светится
4. Нажатие переключателя SB2 ВОЗВРАТ 2	Не светится[1]
5 Возврат переключателя SB2 ВОЗВРАТ 2	Светится
6 Возврат переключателя SB3 СРАБАТЫВАНИЕ	Не светится[1]
[1] 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 "$I_{др}$", "$II_{др}$" и загоранию лампы *HLW1* СРАБАТЫВАНИЕ, а также срабатывают указательные реле *KL*Н3 СРАБАТЫВАНИЕ РЕЗЕРВНОГО КОМПЛЕКТА и *KL*Н4 НЕИСПРАВНОСТЬ РЕЗЕРВНОГО КОМПЛЕКТА. По истечении выдержки времени включается светодиод "ТЕСТ ИСПРр".

4.3. Возвратить переключатель *SA*2 ТЕСТ ДЗ АВ и произвести съем сигнализации путем нажатия кнопки *SB*1 СЪЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ.

4.4. Нажать переключатель *SA*3 ТЕСТ ДЗ ВС. Далее аналогично п. 4.2. При этом срабатывают измерительные органы, реагирующие на напряжение ВС

4.5. Возвратить переключатель *SA*3 ТЕСТ ДЗ ВС и произвести съем сигнализации.

4.6. Нажать переключатель *SA*4 ТЕСТ ДЗ СА. Далее аналогично п. 4.2. При этом срабатывают измерительные органы, реагирующие на напряжение СА.

4 7. Возвратить переключатель *SA*4 ТЕСТ ДЗ СА и произвести съем сигнализации

4.8 Нажать переключатель *SA*1 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 ($I_{тр}$, $II_{тр}$), срабатыванию указательных реле СРАБАТЫВАНИЕ РЕЗЕРВНОГО КОМПЛЕКТА, НЕИСПРАВНОСТЬ РЕЗЕРВНОГО КОМПЛЕКТА с выдержкой времени ТЕСТ ИСПР.

4.9 Возвратить переключатель *SA*1 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 ЩДЭ 2802

◎ СРАБАТЫВАНИЕ ○ НЕИСПРАВНОСТЬ

⊛ СРАБАТЫВАНИЕ ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА ⊛ СРАБАТЫВАНИЕ РЕЗЕРВНОГО КОМПЛЕКТА ⊛ НЕИСПРАВНОСТЬ ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА ⊛ НЕИСПРАВНОСТЬ РЕЗЕРВНОГО КОМПЛЕКТА

СИГНАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА, РАСПОЛОЖЕННЫЕ НА ДВЕРЦЕ ШКАФА

А1 - БЛОК ПИТАНИЯ ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА

БРЭ 2301	БРЭ2301	БРЭ2301	ПО211	РИ91	РИ91
☼ Сигн. испр.			☼		

А2 - ДИСТАНЦИОННАЯ ЗАЩИТА ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА

Л1030	К1040	Б1011	С1011	С1011	С1011	Д1020		И1021	
○ $I_д$ ○ $I-II_д$ ○ $II_д$ ○ $III_д$ ○ $У_д$ ○ $ВЧ_д$ ○ Неиспр$_д$ ○ Тест испр$_д$	○ Б ○ М ○ БН		○ I ○ II ○ III СА	○ I ○ II ○ III ВС	○ I ○ II ○ III АВ			(Р)	(П)
						ВО112	ВО111	Д104	Д103

А3 - ТОКОВАЯ ЗАЩИТА, МФО РЕЛЕ УРОВ ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА

М1011	Л1020	Л1010	ВО122	ВО11	Т1012			Т1042
○ Р	○ $У_{то}$ ($III_т$) ○ $IV_т$ ○ $У_{тп}$ ○ $ВЧ_т$ ○ $У_{нр}$	○ $I_т$ ○ $II_т$ ○ $У_т$ ○ Неиспр$_т$ ○ Тест испр$_т$			○ Токовая отсечка			○ Реле тока уров
○ Б			Р1011	Р1020	И1011		Н1061	Т1032	Т1021	Т1031	Д1053
							○ Отсутс. $3U_0$	○ ○	○	○ ○	

А4 - ДИСТАНЦИОННАЯ И ТОКОВАЯ ЗАЩИТЫ РЕЗЕРВНОГО КОМПЛЕКТА

ПО110	ПО211		Р1150	ВО123	Л1080	Л1090	ВО111	М1041	Т1031	Д1057
☼	☼				○ $I_{др}$ ○ $II_{др}$	○ $I_{тр}$ ○ $II_{тр}$ ○ Неиспр ○ Тест испр		○	○ ○	

		И1061	С1061	С1061	С1061	С1071	С1071	С1071	Д1130	Д1122
			○ I СА	○ I ВС	○ I АВ	○ II СА	○ II ВС	○ II АВ		

СИГНАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА, РАСПОЛОЖЕННЫЕ ВНУТРИ ШКАФА

Дата ___ _____ 19 г

Время _____ ч _____ мин

Приложение 6

_____
(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	–			–	–

Примечание 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

ОК на – РК 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	–	–			–	–
Примечание. 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 КЗ в начале линии _____ А.
Минимальный ток КЗ в начале линии _____ А.
Максимальный ток КЗ "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, устранены, не устранены, 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), ±15 В и 24 В	X100 – X107; A1–XT4:1-A1–XT4:8		
5 Выходные цепи ОК и контакты реле тока УРОВ	X110 – X111; 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 ±15 В и 24 В РК	X143 – X146; X266 – X268, ПО210 РК: XS1:1 (+15 В) – – XS1:2 (О В) – XS2:1 (–15 В); ПО110 РК; XS1:1 (О В) – XS1:2 (+24 В)		
8 Цепи сигнализации ОК и РК	X151 – X163, 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, 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		

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 ±15 В БП УРОВ и +24 В блоков приемных реле Р119.

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

6.3. При изменении значения входного напряжения в пределах $0{,}8 \div 1{,}1 U_{ном}$ проверено изменение выходных напряжений выходов ±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 ±15 В, +24 В БП основного комплекта и выходах ±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

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

Уставки настроены при $\varphi = \varphi_{\text{настр}} = 75$ эл.град.

Сопротивление срабатывания реле при измерении определено по формуле

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

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 $I =$ _____ А.

Положение переключателей:

$N =$ _____%, SB1_____, SB2_____, $K_1 =$_____, $z_{\text{мин}} =$ _____ Ом/фазу

Реле	Параметр	Значение при угле, эл. град							
		0	30	60	75	90	120	135	150
$РС_{IAB}$	$U_{ср}$ В								
	$z_{ср}$ Ом/фазу								
$РС_{IBC}$	$U_{ср}$ В								
	$z_{ср}$ Ом/фазу								
$РС_{ICA}$	$U_{ср}$ В								
	$z_{ср}$ Ом/фазу								

8.2.2. II ступень основного комплекта
Угловые характеристики сняты при токе I = _____А.
Положение переключателей:

N = _____%, $SB1$_____, $SB2$_____, $К_I$ =_____, $z_{мин}$ = _____ Ом/фазу.

Реле	Параметр	Значение при угле, эл. град										
		0	20	30	60	75	90	120	150	180	240	300
$РС_{IIAB}$	$U_{ср}$ В											
	$z_{ср}$ Ом/фазу											
$РС_{IIBC}$	$U_{ср}$ В											
	$z_{ср}$ Ом/фазу											
$РС_{IICA}$	$U_{ср}$ В											
	$z_{ср}$ Ом/фазу											

8.2.3. III ступень основного комплекта
Угловые характеристики сняты при токе I =_____ А.
Положение переключателей:

N = _____%, $SB1$_____, $SB2$_____, $К_I$ =_____, $z_{мин}$ = _____ Ом/фазу.

Реле	Параметр	Значение при угле, эл. град				Зона		
		60	75	90	105	φ_1	φ_{1-2}	φ_2
$РС_{IIIAB}$	$U_{ср}$ В							
	$z_{ср}$ Ом/фазу						90	
$РС_{IIIBC}$	$U_{ср}$ В							
	$z_{ср}$ Ом/фазу						90	
$РС_{IIICA}$	$U_{ср}$ В							
	$z_{ср}$ Ом/фазу						90	

8 2 4 I ступень резервного комплекта
Угловые характеристики сняты при токе I =_____ А.
Положение переключателей·

N = _____%, $SB1$_____, $SB2$_____, $К_I$ =_____, $z_{мин}$ = _____ Ом/фазу.

Реле	Параметр	Значение при угле, эл. град							
		0	30	60	75	90	120	135	150
$РС_{IAB}$	$U_{ср}$ В								
	$z_{ср}$ Ом/фазу								
$РС_{IBC}$	$U_{ср}$ В								
	$z_{ср}$ Ом/фазу								
$РС_{ICA}$	$U_{ср}$ В								
	$z_{ср}$ Ом/фазу								

8.2 5 II ступень резервного комплекта

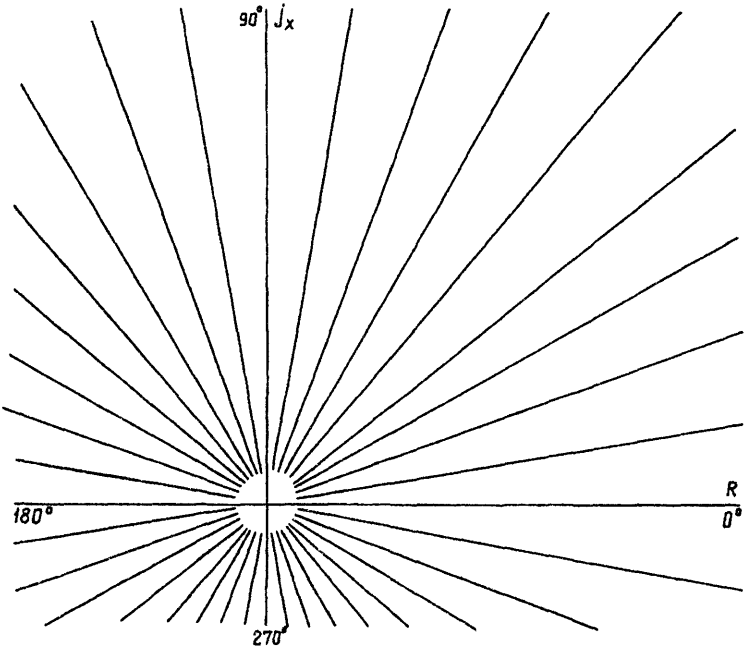
Угловые характеристики сняты при токе I = _____ А.

Положение переключателей·

N = _____%, $SB1$_____, $SB2$_____, $К_I$ =_____, $z_{мин}$ = _____ Ом/фазу

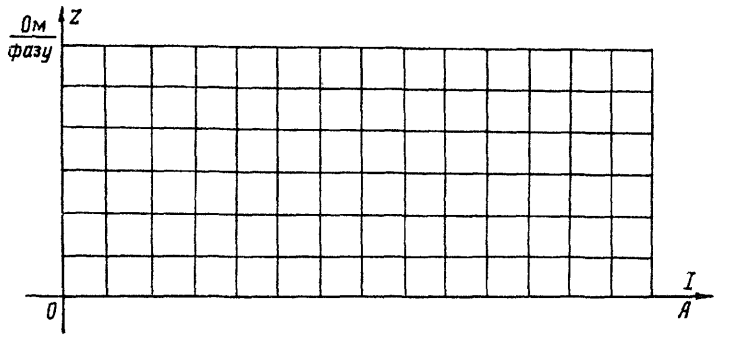
Реле	Параметр	Значение при угле, эл. град									
		0	20	30	60	75	90	120	150	180	240	300
$РС_{IIAB}$	$U_{ср}$ В											
	$z_{ср}$ Ом/фазу											
$РС_{IIBC}$	$U_{ср}$ В											
	$z_{ср}$ Ом/фазу											
$РС_{IICA}$	$U_{ср}$ В											
	$z_{ср}$ Ом/фазу											

ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЛЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ I ст. ОК



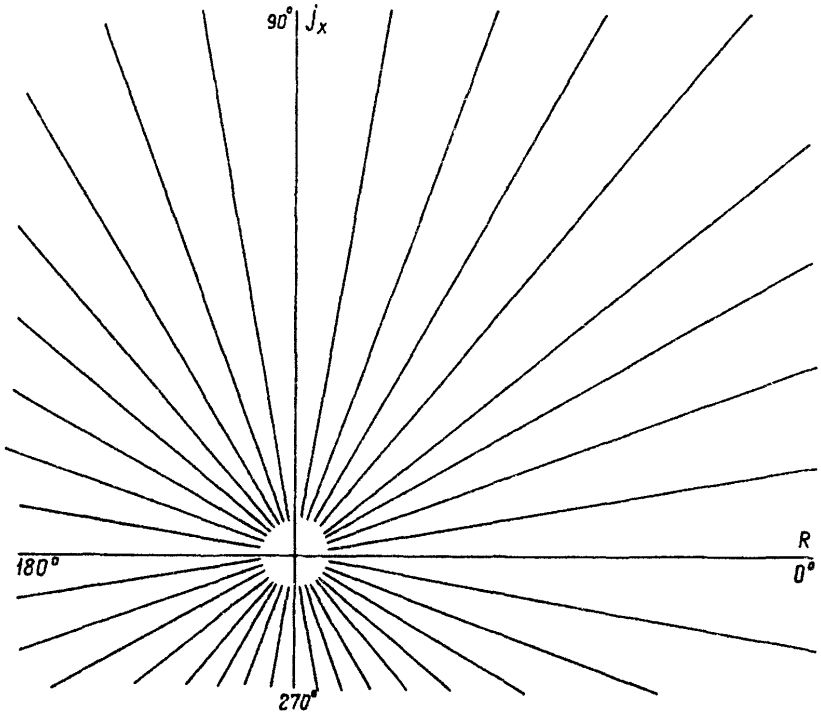
$m = \frac{\text{Ом / фазу}}{\text{см}}$

Угловая характеристика реле сопротивления I ст. ОК



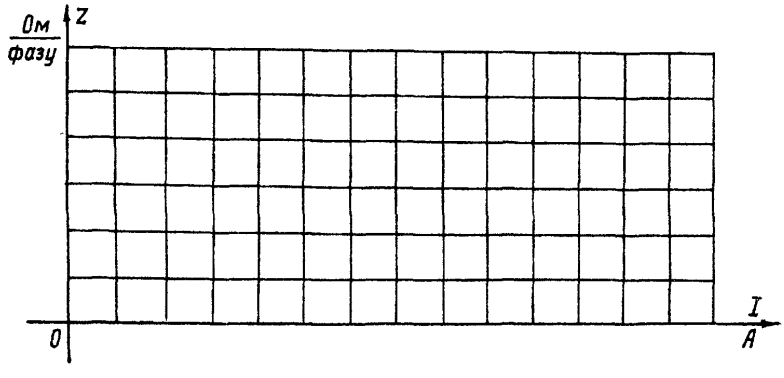
Характеристика $z_{ср} = f(I)$

ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЛЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ II ст ОК



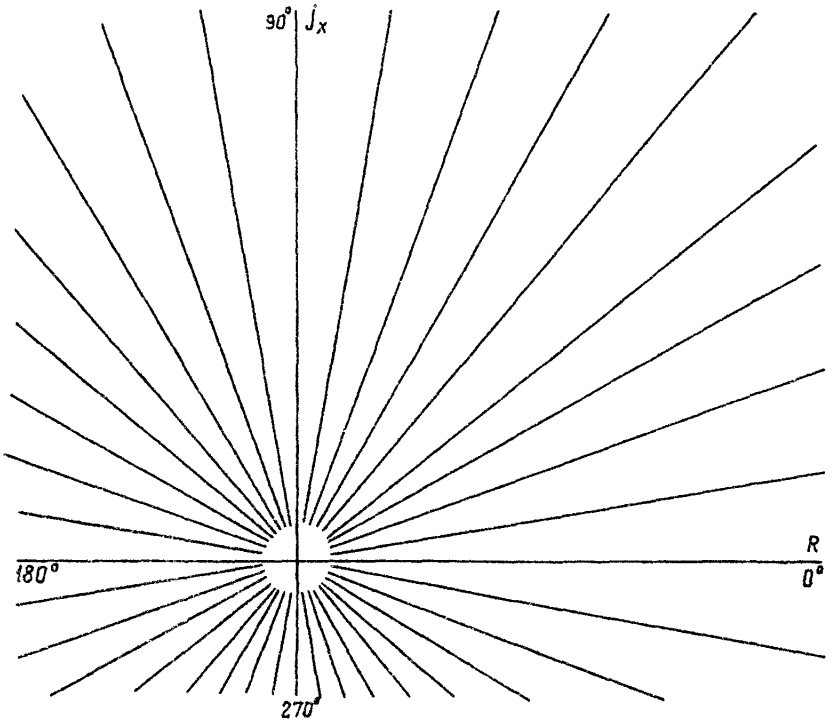
$m = \frac{\text{Ом/фазу}}{\text{см}}$

Угловая характеристика реле сопротивления II ст. ОК



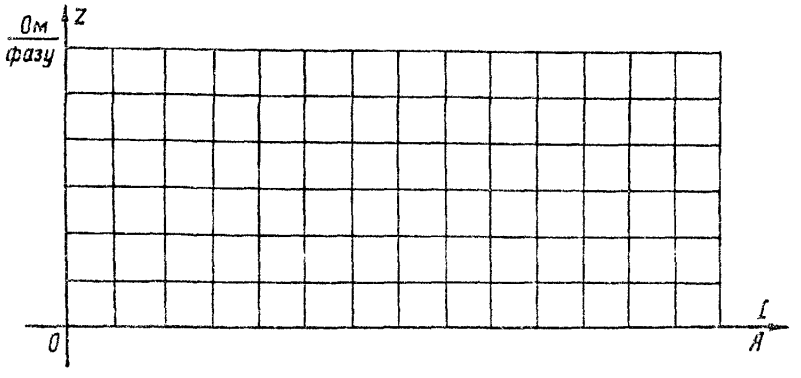
Характеристика $z_{ср} = f(I)$

ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЛЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ III ст ОК



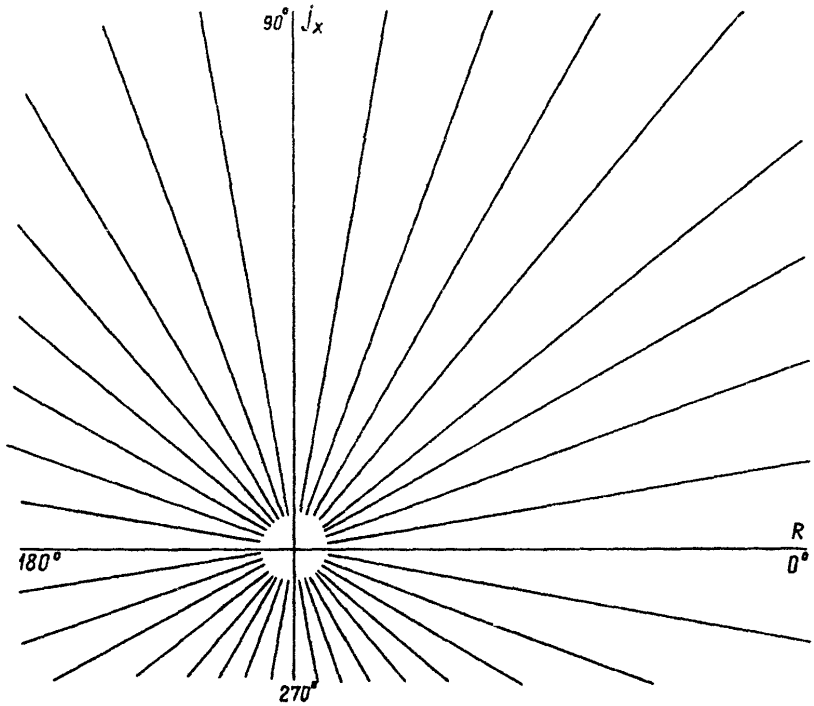
$m = \frac{\text{Ом / фазу}}{\text{см}}$

Угловая характеристика реле сопротивления III ст ОК



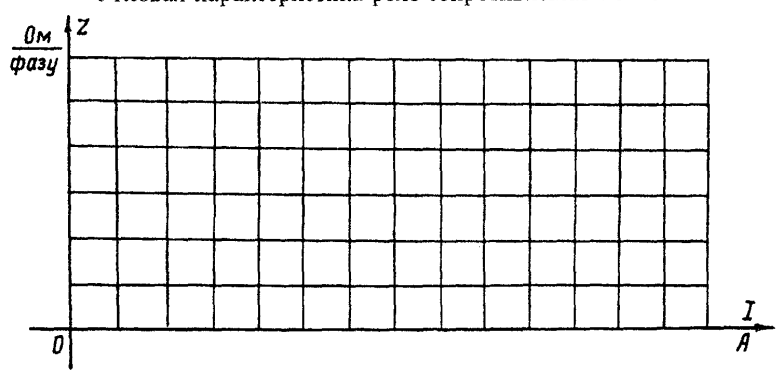
Характеристика $z_{ср} = f(I)$

ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЛЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ I ст РК



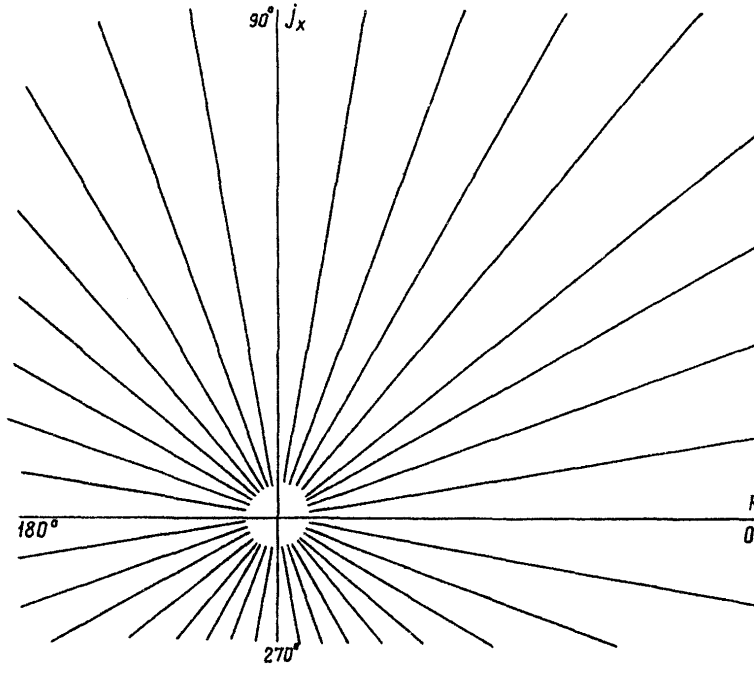
$m = \frac{\text{Ом/фазу}}{\text{см}}$

Угловая характеристика реле сопротивления I ст. РК



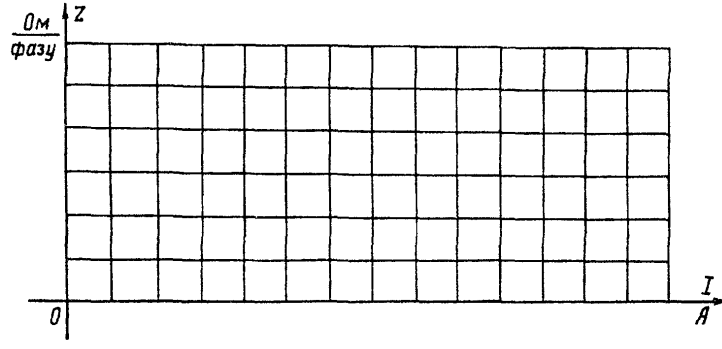
Характеристика $z_{ср} = f(I)$

ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЛЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ II ст РК



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

Угловая характеристика реле сопротивления II ст. РК



Характеристика $z_{ср} = f(I)$

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*
$РС_{IAB}$	$U_{ср}$ В						
	$z_{ср}$ Ом/фазу						
$РС_{IBC}$	$U_{ср}$ В						
	$z_{ср}$ Ом/фазу						
$РС_{ICA}$	$U_{ср}$ В						
	$z_{ср}$ Ом/фазу						

8 3.2. II ступень основного комплекта

Реле	*Параметр*	*Значение при токе, А*				*Ток точной работы, А*	
						норма	*измеренный*
$РС_{IIAB}$	$U_{ср}$ В						
	$z_{ср}$ Ом/фазу						
$РС_{IIBC}$	$U_{ср}$ В						
	$z_{ср}$ Ом/фазу						
$РС_{IICA}$	$U_{ср}$ В						
	$z_{ср}$ Ом/фазу						

8.3.3 III ступень основного комплекта

Реле	*Параметр*	*Значение при токе, А*						*Ток точной работы, А*	
								норма	*измеренный*
$РС_{IIIAB}$	$U_{ср}$ В								
	$z_{ср}$ Ом/фазу								
$РС_{IIIBC}$	$U_{ср}$ В								
	$z_{ср}$ Ом/фазу								
$РС_{IIICA}$	$U_{ср}$ В								
	$z_{ср}$ Ом/фазу								

8.3.4 I ступень резервного комплекта

Реле	*Параметр*	*Значение при токе, А*						*Ток точной работы, А*	
								норма	*измеренный*
$РС_{IAB}$	$U_{ср}$ В								
	$z_{ср}$ Ом/фазу								
$РС_{IBC}$	$U_{ср}$ В								
	$z_{ср}$ Ом/фазу								
$РС_{ICA}$	$U_{ср}$ В								
	$z_{ср}$ Ом/фазу								

8.3.5. II ступень резервного комплекта

Реле	Параметр	Значение при токе, А					Ток точной работы, А	
							норма	измеренный
$РС_{IIAB}$	$U_{ср}$ В							
	$z_{ср}$ Ом/фазу							
$РС_{IIBC}$	$U_{ср}$ В							
	$z_{ср}$ Ом/фазу							
$РС_{IICA}$	$U_{ср}$ В							
	$z_{ср}$ Ом/фазу							

8.4 Проверка пускового органа блокировки при качаниях:

8 4 1. Проверены фильтры тока обратной и прямой последовательности

Ток подан в цепи	I А	Напряжение, В, измеренное в точках	
		XP1 (ФТОП)	XP2 (ФТПП)
Фазы АВ			
Фазы ВС			
Фазы СА			

$\Delta U_{ФТОП}$ = _____% от среднего значения; $\Delta U_{ФТПП}$ = _____% 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	$I_{2cp} = \frac{I_{AB\,ф}}{\sqrt{3}}$ А	I_{ABcp} А	$I_{2cp} = \frac{I_{AB\,ф}}{\sqrt{3}}$ А	
Чувствительный					
Грубый					

8.5. Проверка органа блокировки при неисправности цепей напряжения

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

9. Проверка токовой защиты нулевой последовательности:

9.1 Проверены токовые органы

Комплект	*Ступень*	*$I_{ср}$ А*	*$I_{В}$ А*	*$K_{в}$*	*Положение переключателей уставок*
Основной	I				
–"–	II				
–"–	III				
–"–	IV				
Резервный					
–"–					

9 2. Проверены параметры органов направления мощности нулевой последовательности

9 2.1. Проверена балансировка выходов операционных усилителей фильтров ОПМ

Комплект	*Регулировочный резистор*		*Напряжение небаланса каналов, В*	
			тока (ХР2)	*напряжения (ХР3)*
Основной	*R*17	*R*14		
Резервный	*R*17	*R*14		

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 $I = I_{ном}$ = _____ А, $U_{ном} = U$ = 100 В.

Комплект	*Элемент ОНМ*	*Зона работы, эл.град*			*$\varphi_{м\ ч}$ эл.град*	*Зона работы, эл.град*
		φ_1	*φ*	*φ_2*		
Основной	РМр		270			
–"–	РМб		90			
Резервный	РМр		27			

9.2.3. Проверена чувствительность ОНМ по току и напряжению при $I_{см} = \infty$ и $\varphi = \varphi_{м\ ч\ ном}$

Комплект	*Элемент ОНМ*	*На панель подано*	*Измеряемый параметр*	*Значение при*			*$K_{в}$*	*Положение переключающих устройств*
				срабатывании	*возврате*			
Основной	РМр	$U_{ном}$ = 100 В		*I* А				
		$I_{ном}$ = _____ А		*U* В				
–"–	РМб	$U_{ном}$ = 100 В		*I* А				
		$I_{ном}$ = _____ А		*U* В				
Резервный	РМр	$U_{ном}$ = 100 В		*I* А				
		$I_{ном}$ = _____ А		*U* В				

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

Комплект	На панель подано		Границы зоны работы, эл.град			Зона работы, эл.град
	$I = 3I_{ср}$ = _____ А	$U = 3U_{ср}$ = _____ В	φ_1	φ	φ_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

$$I_{ср} = \_\_\_\_\_ \text{ А}.$$

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

Комплект	Элемент ОНМ	$I_{ср}$ А при U = _____ В					$U_{ср}$ В при I = _____ А			
Основной –"– Резервный	РМр РМб РМр									

9 3 Проверен орган контроля цепей разомкнутого треугольника ТН

Частота, Гц	Напряжение, В		$K_в$
	срабатывания	возврата	
50 150			

$$\frac{U_{ср}(50)}{U_{ср}(150)} = \_\_\_\_\_$$

10. Проверка токовых органов междуфазной отсечки

Ток подан в фазу	Ток, А		$K_в$
	срабатывания	возврата	
A C			

11. Проверка реле тока для УРОВ

Ток подан в фазу	Ток, А		$K_в$
	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*		
		Обозначение	*Назначение*	*Установленное положение*
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	
			I	
		SB3	I ст. без выдержки времени	
		XBI	Ускорение при включении по цепи ступени III	
			II	
		XB2	Ввод I ст , II быстродействующей ст , оперативное ускорение II ст. с контролем пуска канала БК	
		XB3	Ввод III ст. с контролем пуска медл. БК	
			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	
	К104 А2.Е2	XB1	Действие БНН	
		XB2	Возврат БК после отключения выключателя ВЛ	
		XB1 ДТ1, ДТ2	Время ввода быстродействующих ступеней	
		XB1 ДТ3	Время ввода медленнодействующих ступеней	
	С101 Л2.Е3÷Е5	SB1	Угол наклона правой стороны характеристики II ст. ДЗ к оси	
	Д102 А2 Е7	XB1	Уставка *N*% для ступеней I	
		XB2		II
		XB3		III
	ВО112 А2 Е10	SB1–SB6	Время II ст., с (ДТ2 1)	
		XS1		
		SB7÷SB12	Время III ст., с (ДТ2.2)	
		XS2		
	ВО111 А2.Е11	SB1÷SB6	Время I ст. или II быстродействующей ст (ДТ1 1)	
		XS1		
		SB7÷SB12	Время оперативного ускорения II ст (ДТ1 2)	
		XS2		
	Д104 А2 Е12	SB1	Уставка $z_{мин}$ для II	
		SB2	(III) ст , Ом/фазу	

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
		XB1 XB2	Уставка $I_{2ср}$ органа блокировки при качаниях, А	
	М101 А3 Е1	SB1÷SB3	Уставка по I_2 РМр, А	
		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 А3.Е2	SB1÷SB3	Время оперативного ускорения III ст. ТЗНП, с	
		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 А3.Е3	SB1	Время, на которое вводится автоматическое ускорение ТЗНП, с	
		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	
	ВО122 А3.Е4	SB1–SB6 XS1	Время III ст ТЗНП (ДТ1)	
		SB7÷SB12 XS2	Время IV ст. ТЗНП (ДТ2)	
	ВО111 А3.Е5	SB1÷SB6 XS1	Время I ст. ТЗНП (ДТ1)	
		SB7÷SB12 XS2	Время II ст. ТЗНП (ДТ2)	
	Т101 А3 Е5	XB1	Грубое регулирование уставок токовой отсечки — коэффициент К	
		SB1÷SB5	Дискретное регулирование уставок токовой отсечки, А	
	Т104 А3.Е7	XB1	Дискретное регулирование уставок реле УРОВ, А	
	Т103 А3 Е13	SB1÷SB5	Дискретное регулирование уставок IV ст ТЗНП (I канал), А	

Окончание таблицы

1	2	3	4	5
	Т102 А3 Е14	SB1–SB5	Дискретное регулирование уставок III ст ТЗНП, А	
	Т103 А3 Е15	SB1–SB5	Дискретное регулирование уставок I ст ТЗНП, А	
		SB6÷SB10	Дискретное регулирование уставок II ст ТЗНП, А	
	Д105 А3.Е16	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	Т102 А3.Е14	XS1	Увеличение уставки I ст. ТЗНП в 2 раза	
	Т103 А3.Е15	XS1	Увеличение уставки III ст ТЗНП в 2 раза	
	ВО123 А4.Е4	SB1÷SB6 XS1	Время II ст. ДЗ, с	
		SB7÷SB12 XS2	Время сигнализации неисправности, с	
	Л108 А4.Е5	SB1	Контроль работы I ст. ДЗ от II ст ДЗ при отключении БП основного комплекта	
		XB1	Ввод II ст. ДЗ — с контролем пуска БК без контроля пуска БК	
	Л109 А4 Е6	XB1	Контроль направленности I ст ТЗНП	
		XB2	Контроль направленности II ст. ТЗНП	
	ВО111 А4 Е7	SB1–SB6 XS1	Время I ст ТЗНП, с	
		SB7–SB12 XS2	Время II ст. ТЗНП, с	
	М104 А4.Е3	SB1, SB2	Уставка по *I* РМр, А	
		SB3, SB4	Уставка по *U* РМр, В	
	Т103 А4 Е9	SB1÷SB5	Дискретное регулирование уставок I ст ТЗНП, А	
		SB6÷SB10	Дискретное регулирование уставок II ст ТЗНП, А	
	Д105 А4.Е10	XB1	Грубое регулирование уставок I ст ТЗНП — коэффициент K_1	
		XB2	Грубое регулирование уставок II ст ТЗНП — коэффициент K_2	
	С107 А4.Е16÷Е17	SB1	Угол наклона правой стороны характеристики II ст. ДЗ к оси *R*	
	Д113 А4.Е19	XB1	Уставка *N*% для ступеней ДЗ	
	Д112 А4 Е20	SB1, SB2	Уставка $z_{мин}$ для I и II ст ДЗ, 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	
	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

Ступень и уставка	*Положение переключателя электрической задержки*		*Подано*			*Время срабатывания, с*					
						Основной комплект			*Резервный комплект*		
			I A	*U B*	*z Ом/фазу*	*AB*	*BC*	*CA*	*AB*	*BC*	*CA*
I =		$0,5z_I$									
U =		$0,9z_I$									
z =		$1,1z_I$									
I =		$1,1z_I$									
U =		$0,9z_{II}$									
z =		$1,1z_{II}$									
I =		$1,1z_{II}$									
U =		$0,9z_{III}$									
z =		$1,1z_{III}$									

Настройка времени	*Положение переключателей*	*Режим*	*Подано*			*Время, с*		
			I A	*U B*	*z Ом/фазу*	*AB*	*BC*	*CA*
Ступени с большим временем								
Оперативное ускорение II ст		$1,1z_I$						
Автоматическое ускорение ступени								
Время ввода автоматического ускорения								

14 2. Проверка дистанционной защиты имитацией близких коротких замыканий
14 2 1 Основной комплект

Вид короткого замыкания		I A	Работа ИО ступеней	Время, с					
				срабатывания			замкнутого состояния контактов		
				AB	BC	CA	AB	BC	CA
K^3 в зоне при	$I_{макс}$								
	$I_{мин}$								
K^3 "за спиной"									
K^2 в зоне									
K^2 "за спиной"									
K^3 "за спиной" в тупиковом режиме ВЛ		0							

14.2.2. Резервный комплект

Вид короткого замыкания		I A	Работа ИО ступеней	Время, с					
				срабатывания			замкнутого состояния контактов		
				AB	BC	CA	AB	BC	CA
K^3 в зоне при	$I_{макс}$								
	$I_{мин}$								
K^3 "за спиной"									
K^2 в зоне									
K^2 "за спиной"									
K^3 "за спиной" в тупиковом режиме ВЛ									

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

Ступень	Кратность тока	Ток, А	$3U_0$ В	Время срабатывания, с		Положение переключающих уставок
				Основной комплект	Резервный комплект	
I	$0,9I_{ср}$ $1,1I_{ср}$ $1,3I_{ср}$					
II	$0,9I_{ср}$ $1,1I_{ср}$ $1,3I_{ср}$					
III	$0,9I_{ср}$ $1,1I_{ср}$ $1,3I_{ср}$					
IV	$0,9I_{ср}$ $1,1I_{ср}$ $1,3I_{ср}$					

Настройка времени	*Кратность тока*	*Ток, А*	*$3U_0$ В*	*Время срабатывания, с*	*Положение переключающих уставок*
Ускорение IV ст. от неполнофазного режима	1,3 $I_{ср}$ IV ст.				
Оперативное ускорение III ступени	1,3 $I_{ср}$ III ст.				
Ускорение по ВЧ III ступени	1,3 $I_{ср}$ III ст				
Ускорение от РМб параллельной ВЛ III ступени	1,3 $I_{ср}$ III ст.				
Автоматическое ускорение (II или III) ступени	1,3 $I_{ср}$ ст				
Время, на которое вводится автоматическое ускорение					

16. Проверены временные характеристики токовой отсечки

Ток подан в фазу	*Кратность тока*	*I А*	*Время срабатывания, с*	*Примечание*
А	0,9 $I_{ср}$ 1,1 $I_{ср}$ 1,3 $I_{ср}$			
С	0,9 $I_{ср}$ 1,1 $I_{ср}$ 1,3 $I_{ср}$			

17. Настроены временные характеристики реле тока для УРОВ

Ток подан в фазу	*Кратность тока*	*I А*	*Время срабатывания, с*
А	1,3 $I_{ср}$		
В			
С			

18. Проверка защит рабочим током и напряжением

Упрощенная первичная схема соединений при проверке

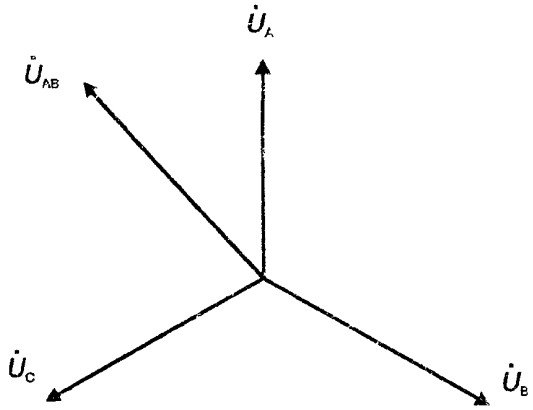
18.1 Проверена исправность токовых цепей защиты измерением вторичных токов нагрузки в фазах и токов небаланса в нулевых проводах.

18.2 Проверена правильность фазировки цепей напряжения панели с цепями панели № _____. Напряжение небаланса_____

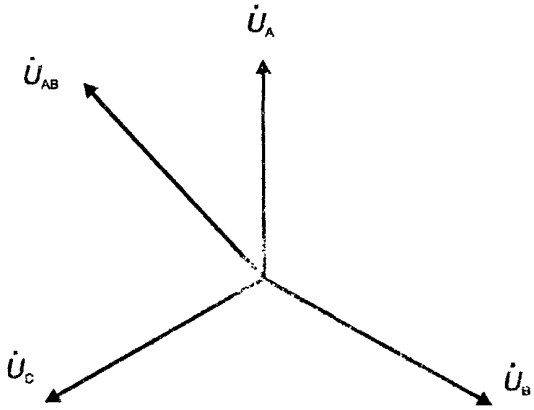
18 3. Сняты векторные диаграммы токов, подводимых к панели

Фаза	*Основной комплект*		*Резервный комплект*	
	Ток		*Ток*	
	А	*эл.град*	*А*	*эл.град*
A B C O				

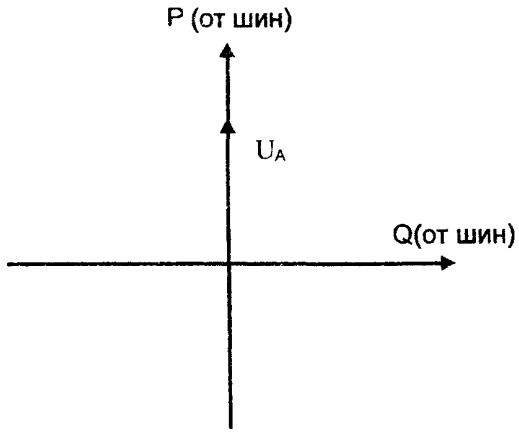
Основной комплект

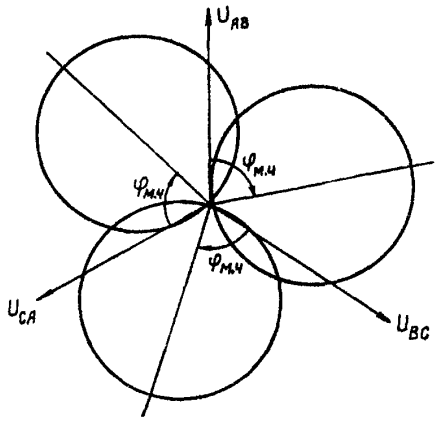


Резервный комплект



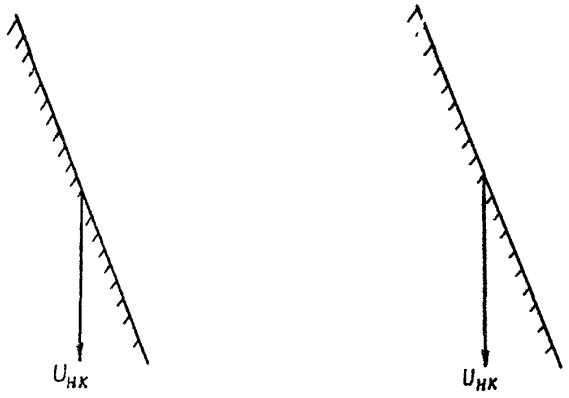
Согласно показаниям щитовых приборов
Активная мощность _____ направлена
Реактивная мощность _____ направлена





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	⅄	◺
Поведение[1]										
[1] "+" — 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 XP1 (ФТОП) и XP2 (ФТПП) при прямом и обратном чередованиях токов на входе панели

Чередование фаз токов	*Напряжение небаланса, В*	
	на выходе ФТОП XP1	*на выходе ФТПП XP2*
Прямое		
Обратное		

18 4.3 Проверена направленность реле сопротивления по поведению реле I ст $РС_{АВ}$ основного и резервного комплектов

На реле подано		*Параметры срабатывания*			
		Основной комплект		*Резервный комплект*	
Ток	*Напряжение*	$U_{ср}$ *В*	$z_{ср}$ *Ом/фазу*	$U_{ср}$ *В*	$z_{ср}$ *Ом/фазу*
$I_{АВ}$	$U_{АВ}$				
$I_{АВ}$	$U_{ВС}$				
$I_{АВ}$	$U_{СА}$				

$$z_{ср} = \frac{U_{ср}}{\sqrt{3}\, I}$$

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 $U_{ИК}$ вместо $U_{НК}$. Переключения произведены на ряде зажимов.

На реле подан ток	*Поведение реле*		
	Основной комплект		*Резервный комплект*
	РМр	*РМб*	*РМр*
$I_{АО}$			
$I_{ВО}$			
$I_{СО}$			

19. Заключение_____

Проверку производили _____

Руководитель работ_____

ОГЛАВЛЕНИЕ

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

Приложение 1. Состав и назначение блоков, входящих в комплект защиты 55
Приложение 2. Рекомендации по улучшению технического обслуживания защиты 57
Приложение 3. Перечень контрольно-измерительных приборов и устройств, рекомендуемых для проверки защиты ШДЭ 2802 59
Приложение 4. Порядок проведения тестового опробования 60
Приложение 5. Бланк временной фиксации оперативным персоналом работы сигнальных устройств ШДЭ 2802 63
Приложение 6. Протокол проверки при новом включении шкафа защиты типа ШДЭ 2802 64

Рекламная информация

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

шкаф ШДЭ 2803 содержит: основной комплект защит, 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»).

gost.e-ecolog.ru