

«УТВЕРЖДАЮ»

---

« » 20 г.

**МЕТОДИКА**  
**испытания устройств РЗА,**  
**используемых в электрических сетях**  
**0,4 - 10 кВ**

город

20

Содержание	стр.
Введение.....	3
1. Периодичность проведения технического обслуживания устройств РЗА электрических сетей 0,4 - 10 кВ.....	3
2. Программы работ при техническом обслуживании и испытаниях устройств РЗА.....	4
3. Нормы испытания устройств РЗА.....	8
4. Техническое описание устройства для испытаний защит электрооборудования подстанций 6 - 10 кВ (РЕТОМ-11М). Средства измерений.....	9
5. Порядок проведения испытания устройств РЗА с помощью устройства для испытаний защит электрооборудования подстанций 6 - 10кВ Ретом-11М.....	10
6. Проверка электрических и временных характеристик элементов устройств РЗА.....	12
7. Проверка электрических и временных характеристик элементов приводов и схем управления коммутационных аппаратов.....	13
8. Проверка временных характеристик устройств РЗА в полной схеме.....	14
9. Проверка правильности сборки токовых цепей напряжения вторичным током и напряжением.....	14
10. Проверка устройств РЗА первичным током и напряжением.....	15
11. Оценка результатов испытаний.....	18
12. Сдача-приёмка выполненных работ.....	18
13. Требования безопасности труда.....	18
14. Технические характеристики испытательного прибора РЕТОМ-11М.....	21
Форма протокола.....	24

### Введение.

Испытания устройств РЗА электрооборудования электрических сетей 0,4 - 10кВ проводится с целью проверки соответствия пределов их срабатывания данным заводо-изготовителей, требованиям ПЭЭС и С (изд. 2003 г.) и обеспечения надёжности срабатывания.

Настоящая методика определяет виды, периодичность, программы и устанавливает порядок выполнения работ по испытанию всех устройств РЗА, трансформаторов тока и напряжения и других узлов устройств РЗА, используемых в электрических сетях 0,4 - 10кВ.

Программы работ составлены согласно РД 153-34.3-35.613-00 (Правила технического обслуживания устройств релейной защиты и электроавтоматики электрических сетей 0,4-35 кВ) и ПЭЭС и С (изд. 2003 г.).

Испытательные напряжения регламентируются ПУЭ (7-ое изд.) и ПТЭЭП (6-ое изд.). Конкретные значения испытательных напряжений для проведения испытаний соответствующего оборудования указаны в методиках на данный тип оборудования и инструкциях заводов-изготовителей.

Каждая бригада, выполняющая работы по испытанию устройств РЗА, должна иметь необходимый комплект оборудования, приборов, инструмента и материалов согласно программы испытаний на конкретный вид РЗА.

### 1. Периодичность проведения технического обслуживания устройств РЗА электрических сетей 0,4 - 10 кВ.

**Таблица 1**

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

**Примечания:**

1. Н - проверка (наладка) при новом включении;  
 К1 - первый профилактический контроль;  
 К - профилактический контроль;  
 В - профилактическое восстановление;  
 О — опробование.
2. В таблице указаны обязательные опробования. Кроме того, опробования рекомендуется производить в годы, когда не выполняются другие виды обслуживания. Если при проведении опробования или профилактического контроля выявлен отказ устройства или его элементов, то производится устранение причины, вызвавшей отказ, и при необходимости в зависимости от характера отказа - профилактическое восстановление.

## 2. Программы работ при техническом обслуживании и испытаниях устройств РЗА.

Программы составлены на все виды планового технического обслуживания устройств РЗА, предусмотренные РД 153-34.3-35.613-00 и ПЭЭС и С (изд. 2003 г.).

Программы являются общими для всех устройств РЗА электрических сетей 0,4 - 35 кВ и определяют последовательность и объёмы работ при проверках и испытаниях этих устройств.

Объёмы работ при техническом обслуживании узлов и элементов устройств РЗА приведены в разд.4 РД 153-34.3-35.613-00.

Проверку электрических характеристик устройств РЗА рекомендуется производить с использованием комплектных испытательных устройств Уран-1, Уран-2, Нептун-1, Нептун-2, Сатурн-М, Сатурн-М1 (НПФ "Радиус", Москва), РЕТОМ-11, Реле-томографа (НПП "Динамика"), ЭУ 5000, У 5052 (Киевский завод "Точэлектроприбор", УНЭП (0,4 - 10 кВ), FREJA 300, SVERKER 760 и аналогичных испытательных устройств, прошедших поверку и аттестацию в ЦСМ.

### 2.1. Подготовительные работы включают:

- а) подготовку необходимой документации (исполнительных схем, заводской документации на оборудование, инструкций, бланков паспортов-протоколов);
- б) подготовку испытательных устройств, измерительных приборов, соединительных проводов, запасных частей, инструмента;
- в) отсоединение (при необходимости) цепей связи на рядах зажимов проверяемого устройства РЗА с другими устройствами.

### 2.2. При внешнем осмотре необходимо проверять:

- а) выполнение требований ПУЭ, ПТЭ и других руководящих документов, относящихся к налаживаемому устройству, а также соответствие устройства проекту и реальным условиям работы (значениям нагрузок, тока КЗ, заданным уставкам) установленной аппаратуры и контрольных кабелей;
- б) отсутствие механических повреждений аппаратуры, состояние изоляции выводов реле и другой аппаратуры;
- в) качество покраски панелей, шкафов;
- г) состояние монтажа проводов и кабелей, соединений на рядах зажимов, ответвлениях от шин управления, шпильках реле, испытательных блоках, резисторах, а также надёжность паяк на конденсаторах, резисторах, диодах и т.п.;
- д) правильность выполнения концевых разделок контрольных кабелей;
- е) состояние уплотнений дверей шкафов, кожухов, вторичных выводов трансформаторов тока и напряжения и т.д.;
- ж) состояние и правильность выполнения заземлений цепей вторичных соединений. В схемах дифференциальной защиты, использующих две и более группы трансформаторов тока, заземление должно быть только в одной точке. После отделения одной из групп трансформаторов тока от общей схемы защиты должно быть обеспечено её независимое заземление. Неиспользуемые вторичные обмотки трансформаторов тока должны быть закорочены и заземлены;
- з) состояние электромагнитов управления и блок-контактов разъединителей, высоковольтных выключателей, автоматических выключателей и другой коммутационной аппаратуры;
- и) наличие и правильность надписей на панелях и аппаратуре, наличие и правильность маркировки кабелей, жил кабелей, проводов;

к) состояние изоляции выводов реле и другой аппаратуры. Должны отсутствовать неизолированные провода и жилы кабелей. На шпильки реле желательно надеть изоляционные трубки, а в случае переднего присоединения под выводы реле желательно подложить изолирующие прокладки (за исключением разъемов СУРА). В местах прохода проводов через отверстия не должно быть коррозии, острых углов и заусенцев.

2.3. Проверка соответствия проекту смонтированных устройств заключается в:

а) фактическом исполнении соединений между элементами на панелях устройств РЗА, управления и сигнализации (прозвонка цепей схемы). Одновременно проводится проверка правильности маркировки проводов на панелях;

б) фактическом исполнении всех цепей связи между проверяемым устройством и другими устройствами РЗА, управления и сигнализации. Одновременно проводится проверка правильности маркировки жил кабелей.

2.4. При внутреннем осмотре, чистке и проверке механической части аппаратуры необходимо проводить:

а) проверку целостности деталей реле и устройств, правильности их установки и надёжности крепления;

б) очистку от пыли и посторонних предметов;

в) проверку надёжности контактных соединений;

г) проверку затяжки стяжных болтов, трансформаторов, дросселей;

д) проверку состояния контактных поверхностей и дугогасительных камер;

е) проверку надёжности работы механизма управления включением и отключением от руки;

ж) состояние и целостность изоляции (применение в аппаратуре проводов в резиновой изоляции не допускается, т. к. резина выделяет серу, покрывающую серебряные контакты реле тёмным налётом);

з) чистоту поверхности и достаточную механическую прочность пайки (провод, припаяваемый к ламели, должен быть пропущен через отверстие в ней и загнут в месте пайки в виде крюка, чтобы механическая прочность соединения обеспечивалась и без пайки, а пайка служит только для создания хорошего электрического контакта);

и) для реле и панелей РЗА, выполненных с применением полупроводниковых элементов и ИМС, дополнительно следует проверить надёжность крепления направляющих планок для установки модулей и блоков в кассетах и наличие свободного хода (около 2-3 мм) у пружин крепящих винтов (для розеток разъёма РП14-30, обеспечивающих электрическое соединение модуля с кассетой).

2.5. Обнаруженные при осмотре дефекты устранить нижеперечисленными способами:

2.5.1. Удалить пыль и грязь. Удаление пыли производится мягкой щеткой или пылесосом. Липкую грязь (лак, смазку, и пр.) смывают соответствующим растворителем (спирт, спирто-бензиновая смесь). Металлические опилки или стружку из зазоров магнитов и магнитопроводов удаляют тонкой стальной пластинкой, деревянной палочкой из лиственных пород (несмолистой) или бумагой. Загрязнённые подпятники прочищают заострённой деревянной несмолистой палочкой. Применение для чистки контактов резины и абразивных материалов не допускается.

2.5.2. Дефектные детали заменяют, и дефекты регулировки устраняют.

2.5.3. Непрочные детали затягивают.

2.5.4. Провода с повреждённой изоляцией заменяют или дополнительно изолируют.

## 2.6. Проверка схемы соединения устройства РЗА:

2.6.1. Целью проверки является сравнение фактически выполненной схемы с проектной. Проверка правильности выполненной схемы и маркировки жил и проводов производится осмотром и проверкой наличия цепи ("прозвонкой").

2.6.2. В схемах, где не имеет особого значения способ разводки монтажа отдельных цепей внутри панели, шкафа и т.п., а важно только их принципиальное исполнение, фактическое выполнение схемы может быть проверено при проверке взаимодействия элементов проверяемого устройства РЗА.

2.6.3. Для «прозвонки» используется принцип фиксации протекания тока от постороннего источника по проверяемой цепи. В качестве вспомогательного источника могут быть применены: сухие батареи, аккумуляторы, понизительные трансформаторы, генератор мегаомметра. Указателем может быть лампа накаливания, светодиод, вольтметр, телефонные трубки, логометр мегаомметра, звонок, сигнальное реле и пр. Для «прозвонки» можно применять омметры, например, в комбинированных приборах. Для проверки схем соединений, содержащих полупроводниковые элементы и ИМС, также следует применять омметры комбинированных приборов с соответствующими пределами.

2.6.4. Неиспользуемые провода должны быть отключены от зажимов и изолированы или демонтированы.

2.6.5. При «прозвонке» схемы проверяется правильность маркировки проводов, кабелей, надписей под аппаратурой и соответствия этих надписей диспетчерским наименованиям первичного оборудования

2.7. Проверка сопротивления изоляции является предварительной и состоит из измерения сопротивления изоляции отдельных узлов устройств РЗА (трансформаторов тока и напряжения, приводов коммутационных аппаратов, контрольных кабелей, панелей защит и т.д.).

Измерение производится мегаомметром на 1000 В:

- а) относительно земли;
- б) между отдельными группами электрически не связанных цепей (тока, напряжения, оперативного тока, сигнализации);
- в) между фазами в токовых цепях, где имеются реле или устройства с двумя первичными обмотками и более;
- г) между жилами кабеля газовой защиты;
- д) между жилами кабеля от трансформаторов напряжения до автоматических выключателей или предохранителей.

### **Примечания:**

1. Элементы, не рассчитанные на испытательное напряжение 1000В, при измерении по п. 3.1.5, а, б исключаются из схемы.
2. Измерение сопротивления изоляции цепей 24 В и ниже устройств РЗА на микроэлектронной и микропроцессорной базе производится в соответствии с указаниями завода-изготовителя. При отсутствии таких указаний проверяется отсутствие замыкания этих цепей на землю омметром на напряжение до 15 В.

2.8. Проверка электрических характеристик элементов устройств проводится в соответствии с объёмами работ при техническом обслуживании конкретных типов этих элементов, приведёнными в разд. 4 РД 153-34.3-35.613-00. Работы по проверке электрических характеристик должны завершаться выставлением и проверкой уставок и режимов, задаваемых ЦС РЗА или МС РЗА.

После окончания проверки производится сборка всех цепей, связывающих проверяемое устройство с другими цепями, подключением жил кабелей к рядам зажимов панелей, шкафов.

2.9. Измерение и испытание изоляции устройств следует производить при закрытых кожухах, крышках и дверцах.

При включении после монтажа и первом профилактическом контроле изоляция относительно земли электрически связанных цепей РЗА и всех других вторичных цепей каждого присоединения, а также между электрически не связанными цепями, находящимися в пределах одной панели, за исключением цепей элементов, рассчитанных на рабочее напряжение 60 В и ниже, должна быть испытана напряжением 1000 В переменного тока в течение 1 мин.

Кроме того, напряжением 1000В в течение 1 мин. должна быть испытана изоляция между жилами контрольного кабеля тех цепей, где имеется повышенная вероятность замыкания между жилами с серьезными последствиями (цепи газовой защиты, цепи конденсаторов, используемых как источник оперативного тока, вторичные цепи трансформаторов тока с номинальным значением тока 1 А и т.п.).

В процессе последующей эксплуатации изоляция цепей РЗА (за исключением цепей напряжением 60 В и ниже) должна испытываться при профилактических восстановлениях напряжением 1000 В переменного тока в течение 1 мин. или выпрямленным напряжением 2500 В с использованием мегаомметра или специальной установки.

Испытание изоляции цепей РЗА напряжением 60 В и ниже производится в процессе измерения сопротивления.

2.10. Проверка взаимодействия элементов устройств заключается в проверке правильности взаимодействия реле защиты, электроавтоматики, управления и сигнализации. Проверка взаимодействия реле проводится в соответствии с принципиальной схемой.

Особое внимание при проверке необходимо обратить на:

- а) отсутствие обходных цепей;
- б) правильность работы устройства при различных положениях накладок, переключателей, испытательных блоков, рубильников и т.д.;
- в) наличие на рядах зажимов проверяемого устройства сигналов, предназначенных для воздействия на другие устройства, находящиеся в работе.

Проверку следует проводить при номинальном напряжении оперативного тока.

2.11. Комплексную проверку устройств следует проводить при номинальном напряжении оперативного тока при подаче на устройство параметров аварийного режима от постороннего источника и полностью собранных цепях устройства при закрытых кожухах реле и разомкнутых выходных цепях.

При комплексной проверке необходимо производить измерение полного времени действия каждой из ступеней устройства и проверять правильность действия сигнализации.

Ток и напряжение, соответствующие аварийному режиму, следует подавать на все ступени и фазы (или все комбинации фаз) проверяемого устройства и должны соответствовать нижеприведенным условиям:

- а) для защит максимального действия 0,9 и 1,1 уставки срабатывания для контроля несрабатывания защиты в первом и срабатывания — во втором случаях; для контроля времени действия подаётся ток или напряжение, равные 1,3 уставки срабатывания.

Для защит с зависимой характеристикой срабатывания необходимо проверять четыре - пять точек характеристик.

Для токовых направленных защит следует подавать номинальное напряжение с фазой, обеспечивающей срабатывание реле направления мощности.

Для дифференциальных защит ток подавать поочередно в каждое из плеч защиты;

б) для защит минимального действия — 1,1 и 0,9 уставки срабатывания для контроля несрабатывания защиты в первом и срабатывания — во втором случаях; для контроля времени действия подавать ток или напряжение, равные 0,8 уставки срабатывания.

Для дистанционных защит временную характеристику следует снимать для сопротивлений, равных 0; 0,9Z<sub>1</sub>; 1,1Z<sub>1</sub>; 0,9Z<sub>2</sub>; 1,1Z<sub>2</sub>; 0,9Z<sub>3</sub> и 1,1Z<sub>3</sub>. Регулировку выдержки времени второй и третьей ступеней производить при сопротивлениях, равных соответственно 1,1Z<sub>1</sub> и 1,1Z<sub>2</sub>. Регулировку выдержки времени первой ступени (при необходимости) производить при сопротивлении 0,5Z<sub>1</sub>.

Следует проверять правильность поведения устройств при имитации всех возможных видов КЗ в зоне и вне зоны действия устройств.

2.12. Проверку взаимодействия проверяемого устройства с другими включёнными в работу устройствами защиты, электроавтоматики, управления и сигнализации и действия устройства на коммутационную аппаратуру необходимо проводить при номинальном напряжении оперативного тока. После окончания проверки произвести подключение цепей связи с другими устройствами на рядах зажимов проверяемого устройства с последующей проверкой действия от выходного реле проверяемого устройства на коммутационную аппаратуру.

После проверки действия проверяемого устройства на коммутационные аппараты работы в оперативных цепях не производятся.

2.13. Все уставки устройств релейной защиты должны проверяться в условиях минимальной электрической нагрузки Потребителя и энергоснабжающей организации для действующей схемы электроснабжения.

2.14. Проверка устройств рабочим током и напряжением является окончательной проверкой схемы переменного тока и напряжения, правильности включения и поведения устройств.

Перед проверкой устройств рабочим током и напряжением следует произвести:

- осмотр всех реле и других аппаратов, рядов зажимов и перемычек на них;
- установку накладок, переключателей, испытательных блоков и других оперативных элементов в положения, при которых исключается воздействие проверяемого устройства на другие устройства и коммутационные аппараты.

Проверка рабочим током и напряжением проводится в следующей последовательности:

а) проверка исправности и правильности подключения цепей напряжения измерением на ряде выводов линейных и фазных напряжений и напряжения нулевой последовательности и проверкой фазировки цепей напряжения проверяемого присоединения;

б) проверка исправности токовых цепей измерением вторичных токов нагрузки в фазах и в нулевом проводе, а для направленных защит производится снятие векторной диаграммы;

в) проверка тока и напряжения небаланса фильтров тока и напряжения прямой, обратной и нулевой последовательности;

г) проверка правильности включения реле направления мощности и реле сопротивления;

д) проверка правильности сборки токовых цепей дифференциальных защит измерением токов (напряжений) небаланса.

### **3. Нормы испытания устройств РЗА.**

3.1. Сопротивление изоляции электрически связанных вторичных цепей устройств РЗА относительно земли, а также между цепями различного назначения, электрически не



связанными (измерительные цепи, цепи оперативного тока, сигнализации), должно поддерживаться в пределах каждого присоединения не ниже 1 МОм, а выходных цепей телеуправления и цепей питания напряжением 220В устройств телемеханики - не ниже 10 МОм.

Сопротивление изоляции вторичных цепей устройств РЗА, рассчитанных на рабочее напряжение 60В и ниже, питающихся от отдельного источника или через разделительный трансформатор, должно поддерживаться не ниже 0,5 МОм.

Сопротивление изоляции цепей устройств РЗА, выходных цепей телеуправления и цепей питания 220В измеряется мегомметром на 1000 - 2500В, а цепей устройств РЗА с рабочим напряжением 60В и ниже и цепей телемеханики - мегомметром на 500В.

При проверке изоляции вторичных цепей устройств РЗА, содержащих полупроводниковые и микроэлектронные элементы, должны быть приняты меры к предотвращению повреждения этих элементов.

3.2. При каждом новом включении и первом профилактическом испытании устройств РЗАиТ изоляция относительно земли электрически связанных цепей РЗА и всех других вторичных цепей каждого присоединения, а также изоляция между электрически не связанными цепями, находящимися в пределах одной панели, за исключением цепей элементов, рассчитанных на рабочее напряжение 60 В и ниже, должна испытываться напряжением 1000В переменного тока в течение 1 мин.

Кроме того, напряжением 1000В в течение 1 мин. должна быть испытана изоляция между жилами контрольного кабеля тех цепей, где имеется повышенная вероятность замыкания с серьезными последствиями (цепи газовой защиты, цепи конденсаторов, используемых как источник оперативного тока, и т.п.).

В последующей эксплуатации изоляцию цепей РЗА, за исключением цепей напряжением 60В и ниже, допускается испытывать при профилактических испытаниях как напряжением 1000В переменного тока в течение 1 мин., так и выпрямленным напряжением 2500 В с использованием мегаомметра или специальной установки.

Испытания изоляции цепей РЗА напряжением 60 В и ниже и цепей телемеханики производятся в процессе измерения её сопротивления мегомметром 500 В (см. п.3.1.).

#### **4. Техническое описание устройства для испытаний защит электрооборудования подстанций 6 - 10 кВ (РЕТОМ-11М). Средства измерений.**

Испытательный прибор РЕТОМ-11М является базовым прибором испытательного комплекса для проверки первичного и вторичного электрооборудования. Прибор предназначен для испытания защит электрооборудования подстанций напряжением 6 – 10 кВ и автоматических выключателей переменного тока в сетях электроснабжения до 1000В.

##### **Назначение испытательного комплекса на базе прибора РЕТОМ-11М**

Испытательный комплекс РЕТОМ-11М предназначен для испытания первичного и вторичного электрооборудования при вводе его в работу и в процессе эксплуатации на предприятиях:

- электроэнергетики;
- нефтегазовой отрасли;
- энергохозяйстве промышленных предприятий.

## Область применения испытательного комплекса РЕТОМ-11М и объёмы проверок

- реле и простые защиты;
- низковольтные аппараты управления, контакторы и электромагнитные пускатели;
- измерительные трансформаторы тока;
- измерительные трансформаторы напряжения;
- силовые трансформаторы;
- силовые выключатели;

Технические характеристики устройства описаны в приложении №1

Парма-Ваф используется для измерения угла сдвига фаз....

Амперметр Э513 и вольтметр Э533 используются для измерения загрузки трансформаторов тока, измерения коэффициентов трансформации измерительных ТМ, ТТ.

Мост постоянного тока Р334 используется для замеров сопротивления постоянному току катушек электромагнитов управления ВВ, МВ и катушек реле.

***Все приборы должны быть поверены, а испытательные установки аттестованы в соответствующих государственных органах (ЦСМ).***

### **5. Порядок проведения испытания устройств РЗА с помощью устройства для испытаний защит электрооборудования подстанций 6 - 10 кВ (Ретом -11М).**

На внутренней поверхности крышки изображена функциональная схема устройства, наложенная на рисунок лицевой панели. Схема дает представление о назначении всех клемм, переключателей и регулировочных элементов устройства.

Принцип работы устройства базируется на двух основных операциях, выполняемых при проверке реле защиты:

- определение параметра(напряжение, ток, мощность) срабатывания/возврата реле;
- определение времени замыкания/размыкания контактов реле при воздействии известного параметра.

Для определения параметра срабатывания /возврата используются источники с возможностью плавного изменения измеряемого параметра – тока или напряжения. В устройстве – это *Источник 1* , который организован на ЛАТР1, и *Источник 2* – на ЛАТР2.

Для измерения временных параметров имеется секундомер, который начинает отсчет времени либо от момента изменения входного параметра (переключение тумблера ПУСК ЛАТР1 или ПУСК ЛАТР2), либо от состояния изменения контакта К1(ЗАПУСК), а останавливается в момент изменения состояния контакта 2 (СТОП). При измерении времени срабатывания или возврата проверяемого устройства воздействующий параметр на него подается или снимается скачком.

5.1. Перед включением РЕТОМ-11М сетевой выключатель(кнопка) и все тумблеры установить в нижнее положение.

5.2. Подключить соединительный кабель с разъёмом "~220V", а также подключиться к необходимым клеммам в зависимости от требуемого рода напряжения или тока.

5.3. Выходные клеммы со свободными контактами реле (автоматического выключателя, трансформатора тока) соединить при помощи проводов входящих в комплект поставки устройства (вид проводников зависит от требуемых параметров – ток или напряжение, а также мощности испытываемого устройства).

5.4. Включить сетевой выключатель, при этом на РЕТОМ-11М должны высветиться индикаторы.

5.5. При работе с *Источником 1*: для осуществления выдачи напряжения необходимо: выбрать род тока (постоянный или переменный) при помощи тумблера  $\sim/\sim$ (SA5), установить рабочий диапазон тумблером  $\sim 25\text{В}$ ,  $\sim 35\text{В}/\sim 220\text{В}$ ,  $\sim 300\text{В}$  (SA4) и включить тумблер *Пуск ЛАТР1* (SA10). Тумблер *Пуск* управляет реле, контакты которого коммутируют выходные цепи по обоим выходам и подают сигнал *Запуск* на секундомер. Величина выходного сигнала регулируется при помощи ручки ЛАТР1(TV1). **Внимание!** Одновременное использование выходов  $\sim U1$  и  $\sim U2$  невозможно.

Источник 1 имеет два выхода  $\sim U1$  и  $\sim U2$ . Выход  $\sim U1$  предназначен для использования в качестве источника оперативного тока. Выход  $\sim U2$  используется как вспомогательный источник переменного напряжения. Для обоих выходов имеются два диапазона работы:

- $\sim U1$ : 1) 0,2-35В, выходной ток до 4А;
- 2) 2,4-300В, выходной ток до 1,5А;
- $\sim U2$ : 1) 0,18-25В, выходной ток до 4А;
- 2) 1,6-220В, выходной ток до 1,5А;

5.6 При работе с *Источником 2*: для осуществления выдачи напряжения необходимо выбрать рабочий канал (SA7) и номинал балластного сопротивления (SA8), установить тумблер *Импульс* (SA16) в положение «О» (длительный режим), включить *Лампа2* (TV3). Если тумблер *Импульс* (SA16) находится в положении «I», то источник включается только на заранее заданное время.

**Внимание!** При включенных сетевом выключателе ЛАТР2 и тумблере ПУСК ЛАТР2, на выходах  $\sim U5$  и  $\sim U6$  всегда присутствует напряжение. Выход  $U6$  имеет гальваническую связь с сетью. Одновременное использование двух и более выходов недопустимо.

Источник 2 имеет четыре выхода  $\sim U3$ ,  $\sim U4$ ,  $\sim U5$ ,  $\sim U6$ . Они предназначены для выдачи испытательных токов и напряжений на проверяемые устройства. Выход  $\sim U3$  имеет 3 диапазона: 0-8А, 0-20А, 0-50А или напряжение: 0,5-40В, 1,2-100В и 3-250В. Выход  $\sim U4$  выдает 3-250В, выходной ток до 8А. С выхода  $\sim U5$  снимается регулируемый переменный ток 0-200А, выходное напряжение до 10В. Разъем  $\sim U6$  предназначен для увеличения выходной мощности прибора.

5.7 При измерении временных параметров:

- установить тумблер *Режим* секундомера в положение *Откл*;
- установить переключатель *Запуск* в зависимости от используемого варианта старта счета секундомера: *от ЛАТР1*, или *от ЛАТР2*, или *от К1*;
- установить переключатель любого *Измерителя* в положение *t*;
- выходные контакты реле (силовые контакты выключателя) подключить к выходам *K1* и/или *K2*;

Для приведения секундомера в готовность проводить измерения необходимо нажав на кнопку *Сброс* – горит зеленый светодиод *Готов*. Для обеспечения срабатывания проверяемого реле необходимо предварительно выставить необходимое значение управляемого параметра. Например для реле тока – выставить ток, при котором проверяется время срабатывания, а для реле напряжения – напряжение.

5.8 В режиме работы мультиметра устройство может измерять подводимое напряжение к *Измерителю 1* или *Измерителю 2* до  $\sim/\sim 500\text{В}$ . Для этого необходимо

переключателями SA12 или SA13 на *Измерителе 1* или *Измерителе 2* поставить положение PV1, PV2.

Мультиметр позволяет измерять ток и напряжение по любым выходам устройства.

## **6. Проверка электрических и временных характеристик элементов устройств РЗА.**

6.1. Проверку устройств РЗА следует производить на месте установки, подводя ток и напряжение от испытательной установки к входным выводам панели. В этом случае учитывается наличие в цепях различных вспомогательных устройств, влияющих на его характеристики, и обеспечивается одновременная проверка правильности монтажа устройств РЗА, взаимодействие реле в схеме.

В случае подвода тока и напряжения от испытательных устройств через контрольные штекеры испытательных блоков при новом включении следует проверить правильность монтажа цепей от ряда выводов панели до испытательных блоков.

При проверке и настройке реле в другом помещении после возвращения устройства РЗА или отдельных элементов на место установки необходимо проверить контрольные точки их характеристик и работу этих устройств РЗА в полной схеме, а также должна быть произведена «прозвонка» схемы соединения подключённого реле или устройства РЗА.

6.2. Проверку электрических характеристик реле, параметры которых зависят от формы кривой тока, например, некоторых индукционных реле с зависимой характеристикой, реле с насыщающими трансформаторами, быстродействующих полупроводниковых реле и др., следует производить по схемам, обеспечивающим синусоидальность тока, подаваемого на реле защиты, например, питание проверочных устройств от линейных напряжений, от понижающих трансформаторов достаточной мощности, включение активных резисторов в цепь регулируемого тока и т.п.

6.3. Определение электрических параметров срабатывания и возврата всех реле следует производить, как правило, при плавном изменении электрических величин, на которые реагирует реле, если в инструкции по проверке данного реле нет других указаний.

Вызвано это тем, что при плавном увеличении легче заметить различные неисправности механизма аппарата – загрязнение зазоров, перекосы механизма, изношенность деталей, вибрацию и т.п.

6.4. Регулировку и настройку реле необходимо выполнять с учётом следующих условий:

6.4.1. Для выходных быстродействующих реле постоянного тока (или реле, воздействующих на входные), ложное срабатывание которых может привести к действию коммутационных аппаратов или устройств противоаварийной автоматики, необходимо устанавливать напряжение срабатывания реле равным 60 — 65 % номинального значения.

6.4.2. Если в схеме имеются токоограничивающие резисторы, конденсаторы, диоды и другие элементы, влияющие на работу промежуточных реле и реле времени, то такие реле нельзя проверять отдельно от общей схемы.

6.4.3. При проверке напряжения срабатывания и возврата промежуточных реле с заземлением на срабатывание или возврат, следует очень медленно изменять напряжение на его обмотке, чтобы реле успевало срабатывать и возвращаться. При быстром изменении напряжения получается преувеличенное напряжение срабатывания и преуменьшенное напряжение возврата.

6.4.4. Проверка шкалы уставок реле должна производиться с учётом имеющихся разбросов параметров реле, зависимости времени срабатывания от фазы включения тока или напряжения. Поэтому уставка должна определяться как среднее арифметическое значение из трёх измерений на одной точке шкалы для электромеханических реле и среднего из десяти измерений для быстродействующих полупроводниковых реле. В последнем случае может быть

использовано устройство включения в заданную фазу. При этом можно также ограничиться тремя измерениями.

6.4.5. Токовые реле, реле напряжения и времени, сопротивления, мощности, а также пусковые и блокирующие устройства следует проверять только на рабочей установке, а также на тех делениях шкалы, где установки изменяются оперативным персоналом.

6.4.6. Промежуточные реле, реле тока и напряжение, имеющие несколько обмоток, включённых в разные цепи, должны проверяться при подаче тока или напряжения поочерёдно в каждую из обмоток. Кроме того, должна быть проверена полярность включения обмоток, например, при подаче тока или напряжения одновременно в несколько обмоток.

6.4.7. Настройка установки реле сопротивления должна производиться при заданных углах и токах настройки, а если точки настройки не заданы, то её следует производить при токе, равном или большем двойного значения тока точной работы, за исключением случаев, когда напряжение срабатывания реле сопротивления при указанных токах настройки оказывается выше номинального напряжения реле, например, при построении третьих ступеней дистанционной защиты. В последнем случае токи настройки должны быть несколько снижены с тем, чтобы напряжение, подаваемое на реле сопротивления, не превышало номинального.

## **7. Проверка электрических и временных характеристик элементов приводов и схем управления коммутационных аппаратов.**

7.1. Предварительно должна быть произведена механическая регулировка привода и его сигнально-блокировочных контактов (СБК), командно-сигнального аппарата (КСА), которая выполняется службой подстанций ПЭС (участком ремонта электроцеха). В обязанности МСРЗА (ЭЛ) входит только контроль за правильностью регулировки СБК и КСА. Регулировку блок-контактов удобно производить при медленном включении и отключении выключателя вручную (пружинные и ручные приводы) или домкратом (электромагнитные приводы) с последующей обязательной проверкой работы блок-контактов при нормальном включении и отключении выключателя. При регулировке контактов необходимо соблюдать следующие условия:

7.1.1. Блок-контакты КСА и подобные, повторяющие положение выключателя, должны чётко фиксировать конечные положения вала выключателя.

7.1.2. Блок-контакты в цепи контактора включения электромагнитного привода должны размыкаться как можно позже, чтобы обеспечить надёжное включение и надёжный разрыв цепи после окончания включения.

7.1.3. Блок-контакты КСУ, установленные в цепи электромагнита отключения должны замыкаться при подходе подвижных контактов выключателя к неподвижным для обеспечения работы быстродействующих защит при включении на короткое замыкание. Чтобы цепь отключения разрывалась блок-контактами, а не контактами выходных реле защит, этот блок-контакт должен размыкаться в самом начале хода привода на отключение.

7.2. Измерить сопротивления постоянному току электромагнитов управления и контактора электромагнитов включения. Измерение производить с помощью моста постоянного тока или методом амперметра и вольтметра с ближайшей к приводе выводной сборки.

7.3. Проверять параметры срабатывания и возврата электромагнитов управления и контакторов электромагнитов включения. При проверках обычно определяется напряжение (ток) срабатывания электромагнитов и контакторов схем управления при плавном увеличении напряжения или тока, т.е. минимальное напряжение (ток), при котором электромагнит отключает или включает коммутационный аппарат с возможным отклонением временных и скоростных параметров, гарантированных заводом-изготовителем в отличие от напряжения (тока) надёжной работы, при котором напряжение (ток) подается толчком и будут обеспечены параметры, гарантируемые заводом. При плавном нарастании тока или напряжения легче обнаруживаются неисправности и ошибки в регулировке, кроме того, многие сердечники

электромагнитов обладают малой инерцией и скоростью движения, и заводы-изготовители регулируют приводы по статическому усилию в отключающей планке.

### **8. Проверка временных характеристик устройств РЗА в полной схеме.**

Проверка заключается в измерении времени действия устройства или его отдельных ступеней, а также надёжности работы устройства (ступени) в конце зоны действия и несрабатывания вне зоны (в начале следующей ступени).

8.1. Проверку временных характеристик следует производить от постороннего источника тока и напряжения при полностью собранных цепях устройств, закрытых кожухах реле, установленных и зафиксированных модулях, при отключённых кабельных связях, при номинальном оперативном напряжении.

8.2. Учитывая имеющиеся разбросы параметров реле, уставки должны определяться как среднее арифметическое значение из трёх измерений для электромеханических реле и среднего из десяти измерений для быстродействующих полупроводниковых реле.

8.3. Для устройств релейной защиты с зависимыми характеристиками выдержек времени измерять время срабатывания как сумму выдержек времени всех входящих в действие реле от момента подачи аварийного параметра до замыкания контактов выходных реле (контактов реле РТ-80) для трёх-четырёх точек на рабочей установке по шкале времени.

8.4. Для устройств релейной защиты с токовыми реле прямого действия с зависимыми характеристиками измерять время как сумму времени работы реле и отключения выключателя от момента подачи аварийного параметра. Время замеряется на блок-контакте выключателя или на силовом контакте выключателя либо на специальном вспомогательном контакте.

Для реле с крутыми характеристиками (РТВ-I, II, III) время замерять при токах, равных 1,25; 1,5; 2,0; тока срабатывания, для реле с. обычной характеристикой (РТВ - IV, V, VI) при токах, равных 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; тока срабатывания.

### **9. Проверка правильности сборки токовых цепей напряжения вторичным током и напряжением.**

В случае сомнения в правильности сборки схемы подключения устройств РЗА к вторичным обмоткам трансформаторов тока и напряжения следует замерить токи и напряжения на всех устройствах РЗА, подключённых к данным трансформаторам тока и напряжения, путем подключения постороннего источника к цепям тока и напряжения.

9.1. Правильность сборки токовых цепей следует проверять, подключая поочередно однофазный источник тока к выводам сборки трансформаторов тока или к выводам ближайшего к трансформаторам тока устройства РЗА между каждым фазным и нулевым проводами или между фазными проводами, в случае сборки вторичных обмоток трансформаторов тока в треугольник.

При этом следует контролировать протекание тока через вторичную обмотку проверяемой фазы трансформатора тока и через каждое из устройств РЗА (на входных выводах устройств) по тем фазным и нулевым проводам, к которым подключен источник тока, и отсутствие тока (точнее весьма малое его значение) в остальных проводах и обмотках.

Если используются нагрузочные устройства без разделительного (нагрузочного) трансформатора, следует отключить проводник, заземляющий токовые цепи.

При проверке первичная обмотка трансформаторов тока не должна быть замкнута.

Поочередно проверяются цепи, подключённые к каждой из обмоток трансформаторов тока.

Подключив амперметр и вольтметр при этой проверке, можно определить также сопротивление нагрузки на токовые цепи.

9.2. Правильность сборки цепей напряжения следует проверять путём подачи напряжения от источника симметричного трёхфазного напряжения со значением подводимого линейного напряжения 100В к одному из устройств РЗА в релейном зале (или в другом месте) с тем порядком чередования фаз, который предусмотрен схемой цепей напряжения. При этом проверяется сохранение этого порядка чередования фаз во всей схеме цепей напряжения. Источник напряжения не должен иметь гальванической связи с землёй. Автоматические выключатели и рубильники в цепях трансформатора напряжения должны быть отключены. Временно устанавливается дополнительное заземление цепей напряжения после коммутационных аппаратов за исключением случаев, когда заземление установлено на щите управления. Заземляется фаза «В» цепей напряжения. Поочерёдно подаются напряжения в цепи «звезды» и «разомкнутого треугольника» или одновременно, если позволяет схема источника, в обе схемы. При этом измеряются значения напряжений на всех устройствах РЗА и на выводах автоматических выключателей трансформаторов напряжения и определяется чередование фаз фазоуказателем типа И517. Чередование фаз напряжения на устройствах РЗА должно быть такое же, как и на источнике.

Для определения чередования фаз в цепях «звезды» можно также использовать фазоуказатель И517. Для этого вывод «В» прибора присоединяется к земле, а выводы «А» и «С» - к цепям напряжения с одноимённой маркировкой. Аналогично выполняется проверка цепей «Разомкнутого треугольника».

Следует иметь в виду, что обмотки напряжения реле мощности РМБ-178, РМБ-278 и реле напряжения РНН-57 термически неустойчивы, и во время проверки их катушки должны быть зашунтированы.

## **10. Проверка устройств РЗА первичным током и напряжением.**

10.1. Проверку устройств РЗА первичным током и напряжением следует производить для окончательной проверки исправности и правильности подключения устройств РЗА к цепям тока и напряжения и самих трансформаторов тока и напряжения.

10.2. Проверку производить при подаче тока и напряжения непосредственно в первичные обмотки трансформаторов тока и напряжения от постороннего источника или током нагрузки и рабочим напряжением.

10.3. Проверку устройств РЗА током нагрузки и рабочим напряжением следует производить в следующих случаях:

10.3.1. Если в защитах есть реле, питающееся одновременно от трансформаторов тока и трансформаторов напряжения.

10.3.2. Когда проверка устройства РЗА производится без отключения силового оборудования, на котором оно установлено.

10.3.3. Когда проверка первичным током нагрузки и рабочим напряжением выполняется более просто и с меньшей затратой времени, чем проверка от постороннего источника.

10.3.4. При необходимости двусторонней проверки устройств РЗА линии.

10.4. Для того чтобы во время проверки не нарушить токовые цепи, измерения токов следует производить с помощью специальных токоизмерительных клещей. При отсутствии токоизмерительных клещей измерение токов производится без отключения проводников с помощью измерительных выводов и испытательных блоков. Малые токи, например, токи небаланса, токи, протекающие в нулевом проводе вторичных цепей трансформаторов тока при симметричной нагрузке, и прочие измеряются с помощью миллиамперметров, подключаемых к измерительным выводам или к выводам испытательных блоков.

10.5. Во избежание коротких замыканий все переключения в цепях напряжения проверяемого устройства РЗА при проверке рабочим напряжением должны, как правило,

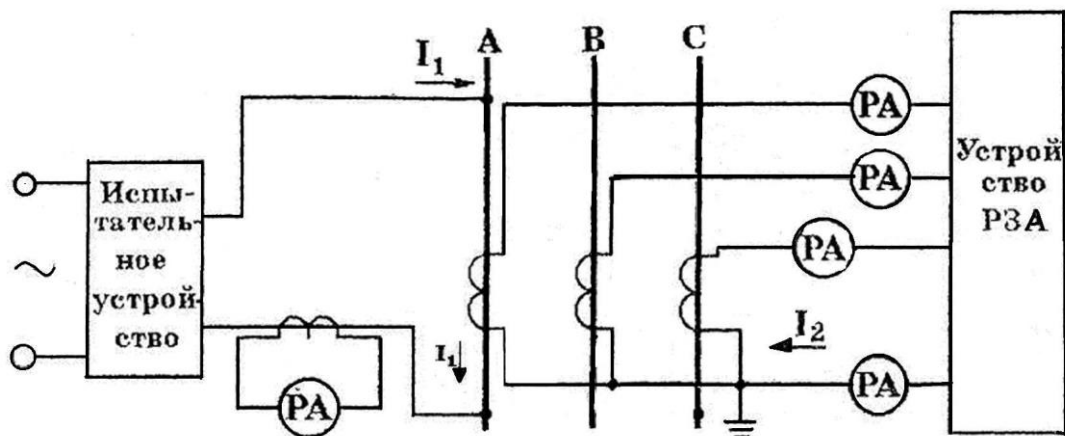
производить с помощью контрольных штекеров испытательных блоков либо при снятом напряжении с устройства РЗА.

10.6. При проверке устройств РЗА от постороннего источника ток к первичным обмоткам трансформаторов тока может подаваться различными способами, указанными ниже.

10.6.1. От однофазных нагрузочных устройств. Схемы проверки для разных соединений трансформаторов, тока приведены на рисунке 4. Первичный ток от любого достаточно мощного нагрузочного устройства поочередно на каждый трансформатор тока или на два, или три последовательно включенных трансформатора тока в зависимости от схемы соединений трансформаторов тока и увеличивают до тех пор, пока ток во вторичных цепях трансформаторов тока не достигнет 10 — 20 % номинального значения тока трансформаторов тока. Измеряя токи во вторичных цепях, проверяют исправность токовых цепей, правильность их соединения и правильность установленного коэффициента трансформации трансформаторов тока.

При этом в схеме «полной звезды» (рис.4, а) значения токов в фазном проводе проверяемого трансформатора тока и нулевом проводе должны быть практически равны между собой. В схеме «на разность токов» (рис.4, б) значение тока, поступающего в защиту, должно быть в два раза больше токов, протекающих во вторичных обмотках трансформаторов тока. В схемах «неполной звезды» (рис.4, в) и «полной звезды» (рис.4, г) значения токов в фазных проводах должны быть одинаковыми, а значение тока в нулевом проводе должно быть равно сумме, протекающих в фазных проводах.

После проверки исправности токовых цепей, если позволяет мощность источника, значение тока следует увеличивать до момента срабатывания защиты.



а)



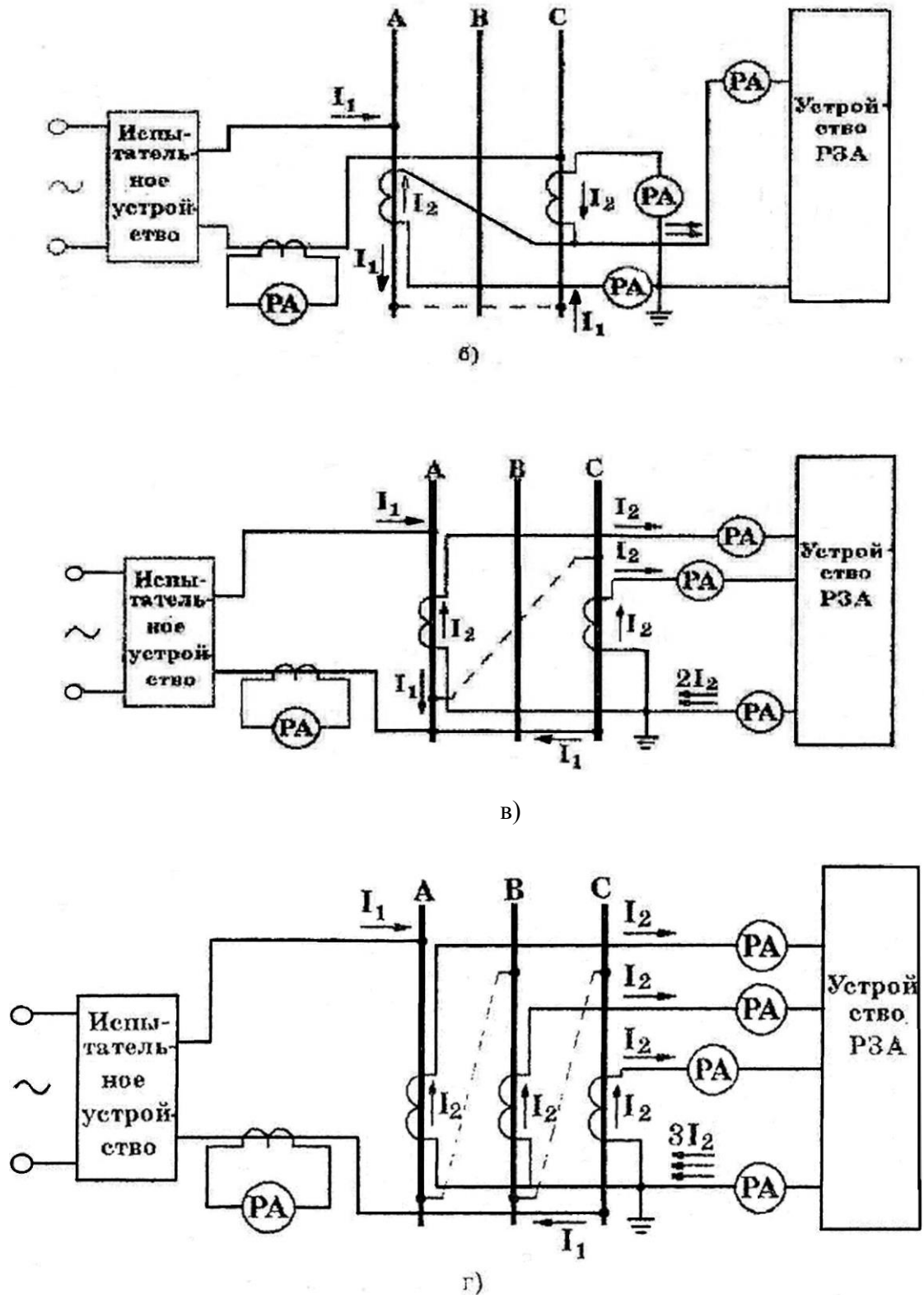


Рис.4. Схемы проверки максимальных токовых защит первичным током от однофазного источника тока при соединении трансформаторов тока:  
а) - в «полную звезду» при подаче тока в одну фазу;  
б) - «на разность токов»;  
в) - в «неполную звезду»; г) - в «полную звезду» при подаче тока в три фазы

## **11. Оценка результатов испытаний.**

11.1. Результаты технического обслуживания и испытаний устройств РЗА должны быть занесены в паспорт-протокол (подробные записи по сложным устройствам РЗА при необходимости должны быть сделаны в рабочем журнале).

11.2. После окончания испытаний и послеаварийных проверок устройств РЗА должны быть составлены протоколы и сделаны записи в журнале релейной защиты, электроавтоматики и телемеханики, а также в паспорте-протоколе.

При изменении уставок и схем РЗА в журнале и паспорте-протоколе должны быть сделаны соответствующие записи, а также внесены исправления в принципиальные и монтажные схемы и инструкции по эксплуатации устройств.

## **12. Сдача-приёмка выполненных работ.**

При проведении наладочных работ и испытаний в устройствах РЗА специализированной организацией их приёмку производит персонал Потребителя, осуществляющий техническое обслуживание устройств РЗА, при этом протокол оформляется в двух экземплярах.

При отсутствии у Потребителя такого персонала их принимает персонал вышестоящей организации.

## **13. Требования безопасности труда.**

13.1. Общие требования безопасности.

Состав бригады-звена (минимальный):

- инженер с IV группой по электробезопасности;
- техник или электромонтёр-наладчик с III группой по электробезопасности.

Качественный состав бригады-звена и количество работников определяется видом, объёмом и сроком испытаний, проводимых на объектах заказчика.

13.1.1. Работники испытательной бригады, принимающие непосредственное участие в работах по испытанию устройств РЗА, относятся к электротехническому персоналу и к ним предъявляются следующие требования [2]:

- лица, не достигшие 18-летнего возраста, не могут быть допущены к работам по испытанию;
- не должны иметь увечий и болезней, мешающих производственной работе;
- должны иметь соответствующие теоретические и практические знания;
- пройти медицинское освидетельствование;
- пройти специальную подготовку, обеспечивающую знание испытательных схем и правил, и получить группу по электробезопасности не ниже IV с отметкой в удостоверении о допуске к проведению испытаний;
- пройти в течение 1 месяца стажировку для получения практического опыта проведения испытаний в условиях действующих электроустановок.

13.1.2. Испытания проводятся бригадами в составе не менее 2 человек, из которых производитель работ должен иметь группу по электробезопасности не ниже IV, а остальные – не ниже III.

13.1.3. Испытания в установках напряжением выше 1000В производятся по наряду. Испытания электродвигателей напряжением выше 1000В, от которых отсоединены питающие кабели и концы их заземлены, могут выполняться по распоряжению.

13.1.4. Предприятие-заказчик, в электроустановках которого производятся испытания, отвечает за выполнение мер безопасности, обеспечивающих защиту работающих от поражения электрическим током рабочего и наведенного напряжения [2].

13.1.5. Подготовка рабочего места и допуск бригады к работам по испытанию устройств РЗА в действующих электроустановках осуществляется оперативным или оперативно-ремонтным персоналом заказчика.

13.1.6. При работе на панелях (в шкафах) и в цепях управления, релейной защиты, электроавтоматики и телемеханики должны быть приняты меры против ошибочного отключения оборудования. Работы должны выполняться только изолированным инструментом.

13.1.7. Выполнение этих работ без исполнительных схем, а для сложных устройств РЗАиТ - без программ с заданными объёмами и последовательностью работ не допускается.

13.1.8. Вторичные обмотки трансформаторов тока должны быть всегда замкнуты на реле и приборы или закорочены. Вторичные цепи трансформаторов тока и напряжения и вторичные обмотки фильтров присоединения высокочастотных каналов должны быть заземлены.

13.1.9. Испытательные установки для проверки устройств РЗАиТ при выполнении технического обслуживания должны присоединяться к штепсельным розеткам или щиткам, установленным для этой цели в помещениях щитов управления, распределительных устройств подстанции и в других местах.

13.1.10. На сборках (рядах) пультов управления и панелей (шкафов) устройств РЗАиТ не должны находиться в непосредственной близости зажимы, случайное соединение которых может вызвать включение или отключение присоединения, короткое замыкание (далее - КЗ) в цепях оперативного тока или в цепях возбуждения синхронного генератора (электродвигателя, компенсатора).

13.1.11. Провода, соединяющие испытательную установку с испытываемым оборудованием, а также места их присоединения на испытываемом оборудовании должны быть удалены от токоведущих частей, находящихся под напряжением, на расстоянии не менее указанных в таблице 2.

**Таблица 2**

**Допустимые расстояния до токоведущих частей, находящихся под напряжением**

Напряжение, кВ		Расстояние от людей и применяемых ими инструментов и приспособлений, от временных ограждений, м	Расстояние от механизмов и грузоподъёмных машин в рабочем и транспортном положении, от стропов, грузозахватных приспособлений грузов, м
До1	На ВЛ	0,6	1,0
	В остальных электроустановках	Не нормируется (без прикосновения)	1,0
1-35		0,6	1,0
60*, 110		1,0	1,5
150		1,5	2,0
220		2,0	2,5
330		2,5	3,5
400*, 500		3,5	4,5
750		5,0	6,0
800*		3,5	4,5
1150		8,0	10,0

\* постоянный ток

**Оттягивать провода с целью увеличения этих расстояний от токоведущих частей запрещается.**

13.1.12. При выполнении работ по техническому обслуживанию устройств РЗА следует обратить особое внимание на следующие указания:

- временные схемы, собираемые для наладки оборудования (снятия характеристик, осциллографирование и т.п.), должны выполняться на специальных столах. Запрещается применять столы с металлической рабочей поверхностью или металлическим обрамлением;

- временные питающие линии должны быть выполнены изолированным проводом (кабелем), надёжно закреплены, а в местах прохода людей должны быть подняты на высоту не менее 2,5 м;

- питание временных схем для проверок и испытаний должно выполняться через автоматический выключатель с обозначением включённого и отключённого положений. Последовательно с выключателем в цепь питания устанавливается коммутационное устройство с видимым разрывом цепи (штепсельный разъём). При снятии напряжения со схемы первым выключается выключатель, а затем штепсельный разъём;

- сборку временных схем для электрических испытаний, переключение проводов в схеме, перестановку приборов и аппаратов в ней запрещается производить без снятия напряжения и создания видимого разрыва питающей сети;

- металлические корпуса переносных приборов, аппаратов должны быть заземлены (заземлены и занулены);

- запрещается снимать заземление вторичных обмоток трансформаторов тока и трансформаторов напряжения, если они находятся под рабочим напряжением. Запрещается снимать заземление металлических корпусов устройств РЗА, находящихся в работе;

- при необходимости переключений в цепях вторичных обмоток трансформаторов тока при протекании тока через его первичную обмотку вторичная обмотка должны быть предварительно закорочена на специальных выводах или на контрольных штекерах испытательных блоков. Переключения должны производиться с диэлектрического коврика. Откручивание винтов, крепящих провода, следует производить медленно, одной рукой, не касаясь другой рукой ни вторичной коммутации, ни корпуса панели, при появлении малейшего искрения, треска винт следует немедленно закрутить обратно и ещё раз тщательно проверить подготовленную схему. При раскорачивании токовых цепей измерительных трансформаторов тока должны быть немедленно прекращены все работы в устройствах РЗА и в аварийном порядке отключены коммутационные аппараты в цепях первичных обмоток этих трансформаторов тока;

- при производстве работ следует строго следить, чтобы левая и правая руки не прикасались одновременно к элементам или точкам схемы, находящимся под напряжением 35 В и более, и заземлённым предметам и аппаратам (заземлённым корпусам панелей, приборов, стенов, батареям центрального отопления и др.).

Начальник электролаборатории

## 14. Технические характеристики испытательного прибора РЕТОМ-11М

### Источник 1. ВЫХОД «=U1». Регулируемое напряжение постоянного тока

Положение переключателя	"~ 25 В, =35 В" "	~220 В, = 300 В"
Диапазоны регулирования напряжения, В	0,2 – 35	2,4 – 300
Диапазоны регулирования тока, А	0 – 8	0 – 3
Выходная мощность, Вт, не менее:		
- номинальная	140	300
- в течение 1 мин	160	350
- в течение 5 с	250	500
Дискретность установки выходного напряжения, В, не более (скачок напряжения при переходе ролика ЛАТРа с витка на виток)	0,06	0,4
Размах пульсаций напряжения, %, не более:		
- при токе 4 А	10	–
- при токе 1 А	–	6
Защита выходной цепи – терморезистор: - номинальный ток, А	4,5	1,8
Защита входной цепи источника - вставка плавкая (внутри устройства): - номинальный ток, А	5	

Примечание - Максимальная коммутируемая способность контактов реле выхода =U1 приведена на рисунке 1.

### Источник 1. ВЫХОД «~U2». Регулируемое напряжение переменного тока

Положение переключателя	"~25 В, = 35 В"	"~220 В, = 300 В"
Диапазоны регулирования выходного напряжения, В	0,18 – 25	1,6 – 220
Диапазоны регулирования тока, А	0 – 8	0 – 3
Выходная мощность, В А, не менее:		
- номинальная	100	300
- в течение 1 мин	120	350
- в течение 5 с	200	500
Дискретность установки выходного напряжения, В, не более	0,04	0,3
Защита выходной цепи – терморезистор: - номинальный ток, А	4,5	1,8
Защита входной цепи - вставка плавкая (внутри устройства): - номинальный ток, А	5	

### Источник 2. ВЫХОД «~U3,~I». Регулируемые переменный ток или напряжение

Положение переключателя	"~ 250 В, 8 А"	"~ 20 А, 100 В"	"~ 50 А, 40 В"
Диапазоны регулирования тока, А	0 – 16	0 – 40	0 – 135
Диапазоны регулирования напряжения, В	3 – 250	1,2 – 100	0,5 – 40
Выходная мощность, В А, не менее:			
- номинальная	2000	2000	2000
- в течение 2 мин	2500	2500	2500
- в течение 10 с	4200	3900	3600
Дискретность установки выходного напряжения, В, не более	0,4	0,2	0,1
Защита выходной цепи – терморезистор: - номинальный ток, А	8	20	–
Защита входной цепи трансформатора источника - терморезистор: - номинальный ток, А	10		

### Источник 2. ВЫХОД «=U4». Регулируемое выпрямленное (несглаженное) напряжение

Положение переключателя	"= 250 В, 8 А"
Диапазон регулирования напряжения, В	3 – 250
Диапазон регулирования тока, А	0 – 10
Дискретность установки выходного напряжения, В, не более	0,4
Номинальная выходная мощность, Вт:	2000
Защита выходной цепи – терморезистор: - номинальный ток, А	8
Защита входной цепи трансформатора источника – терморезистор: - номинальный ток, А	10

### Источник 2. ВЫХОД «~U5». Регулируемый переменный ток

Положение переключателя	"~ 200 А, 10 В"
Диапазон регулирования тока, А	0 – 400
Диапазон регулирования напряжения, В	0 – 10
Выходная мощность, В А, не менее:	
- номинальная	2000
- в течение 2 мин	2400
- в течение 10 с	3200
Дискретность установки выходного напряжения, В, не более	0,02

Защита входной цепи трансформатора источника – 10  
 термореле: - номинальный ток, А

**Источник 2. ВЫХОД «~U6». Регулируемое напряжение переменного тока (ВЫХОД ЛАТР2)**

Диапазон регулирования выходного напряжения, В 3 – 250  
 Номинальный выходной ток, А 6  
 Выходная мощность, В А, не менее:  
 - номинальная 1500  
 - в течение 2 мин 2500  
 - в течение 10 с 4500  
 Дискретность установки выходного напряжения, В, не более 0,4  
 Защита выходной цепи - термореле: - номинальный ток, А 10

**Источник 2. Импульсный режим работы (ограничение времени выдачи выходного сигнала Источника 2)**

Ограничение времени выдачи выходного сигнала  
 - диапазон изменения времени выдачи 20 – 100 мс с шагом 20 мс  
 100 – 1000 мс с шагом 100 мс  
 1 – 10 с с шагом 1с  
 9999 с  
 - уставка заводская, мс 100  
 - измерение в импульсном режиме  
 - для диапазона 20 – 400 мс предел «2,5 В» входов PV1, PV2; предел «300 А» выхода I2 (Источник 2)  
 - для диапазона 500 мс – 10 с – 9999 с все пределы выходов U3-U6 и входов PV1, PV2; предел «300 А» выхода I2 (Источник 2)

**Источник 2. Фиксация от измерителя PV1**

Сигнал останова счета уменьшение напряжения на входе PV1 до уровня 0,2 В  
 - дискретность измерения, мс 2,5  
 - предел измеряемого сигнала на входе PV1, В 2,5  
 Примечание – Значения временных интервалов квоты даны для частоты сети 50 Гц.

**Встроенный цифровой мультиметр**

Род тока постоянный / переменный  
 Пределы измерений напряжения, В 2,5; 25; 250; 500  
 Пределы измерений тока, А 0,25; 2,5; 10; 50; 300  
 Диапазон частот измеряемого сигнала, Гц 20 – 200  
 Минимально допустимое значение измеряемой величины, % предела измерения:  
 - при измерении тока Источника 1 (I1) 5  
 - при измерении напряжения, тока Источника 2 (I2 ) 10  
 Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерения, %:  
 напряжения постоянного тока:  
 - для предела «2,5 В»  $\pm [1,0 + 0,05 ( X_k / x - 1 )]$   
 - для остальных пределов  $\pm [0,5 + 0,05 ( X_k / x - 1 )]$   
 напряжения переменного тока:  
 - для предела «250 мА»  $\pm [1,5 + 0,15 ( X_k / x - 1 )]$   
 - для остальных пределов  $\pm [1,0 + 0,1 ( X_k / x - 1 )]$   
 Пределы допускаемой дополнительной погрешности, обусловленной изменением температуры окружающей среды - не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °С  
 Пределы допускаемой дополнительной погрешности, обусловленной отклонением частоты относительно номинальной частоты (50 Гц) - не более 0,1 предела основной погрешности на каждые 10 Гц  
 Входное сопротивление вольтметра, кОм, не менее 764  
 Примечание – В формулах относительной погрешности приняты обозначения:  
 X<sub>k</sub> – конечное значение предела измерения соответствующей величины; x – измеренное значение соответствующей величины

**Встроенный цифровой секундомер**

Пределы измерений	999,9 мс	99,99 с	999,9 с	9999 с
Разрешающая способность	0,1 мс	0,01 с	0,1 с	1 с
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения времени	$\pm 1$ мс	$\pm 0,01$ с	$\pm 0,1$ с	$\pm 1$ с
Возможность измерения временных параметров:				
- время срабатывания		+		
- время возврата		+		
- длительность замкнутого (разомкнутого) состояния		+		
- разновременность срабатывания и отпускания контактов		+		
- длительность дребезга контактов		+		

Дискретные входы:

- тип дискретных входов	"сухой контакт"; контакт с потенциалом до + 400 В
- сопротивление входной цепи, кОм:	40
- для замкнутого состояния, не более	80
- для разомкнутого состояния, не менее	
Фильтр длительности сигнала:	
- диапазон изменения постоянной времени, мс	1 – 40
- уставка заводская, мс	5
Измерение времени дребезга контактов:	
- диапазон изменения задержки фиксации замыкания контактов, мс	0,1 – 10,0
- уставка задержки заводская, мс	1,0

#### **Общие технические данные**

Степень защиты по ГОСТ 14254-96:	
- оболочки	IP20
- выходных клемм	IP00
Требования безопасности по ГОСТ Р 51350-99 :	класс I
- изоляция	основная
- категория монтажа (категория перенапряжения)	CAT II
- степень загрязнения микросреды	2
Испытательное напряжение электрической прочности изоляции *, В:	
- цепей сетевого питания относительно корпуса	1500
- токоведущих частей (кроме входов «К1», «К2» секундомера) относительно цепей сетевого питания /корпуса	1500
- входов «К1», «К2» секундомера относительно цепей сетевого питания /корпуса и относительно друг друга	2200
- между токоведущими частями (относительно друг друга), кроме входов «К1», «К2» секундомера	1500
Сопротивление изоляции между корпусом и гальванически изолированными токоведущими частями устройства, МОм, не менее	20
Класс оборудования по ЭМС (в соответствии с ГОСТ Р 51522-99)	класс А
Номинальная потребляемая мощность, В А, не более	3000
Максимальная потребляемая мощность, В А, не более	8000
Масса устройства, кг, не более	34
Габаритные размеры устройства, мм, не более	455 x 385 x 200
* Напряжение переменного тока, частота 50 Гц	

#### **Рабочие условия**

Диапазон рабочих температур, °С	от - 20 до + 50
Температура нормальных условий, °С	20 ± 5
Диапазон температур хранения, °С	от - 35 до + 55
Относительная влажность воздуха при 25 °С, %, не более	80
Высота над уровнем моря, м, не более	1000
Группа условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1-90	M23
Питание устройства:	
- частота однофазной сети, Гц	45 – 65
- напряжение сети, В	220 + 22 - 33

**ПРОТОКОЛ № \_\_\_\_\_**

**Профилактическое восстановление релейной защиты \_\_\_\_\_**

« \_\_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_\_ г. \_\_\_\_\_

Наименование установки: \_\_\_\_\_ яч. № \_\_\_\_\_

**I. Техническая характеристика электрооборудования.**

- 1) Тип выключателя \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_
- 2) Тип привода \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_
- 3) Тип трансформатора тока \_\_\_\_\_ Кт \_\_\_\_\_  
 Ф. «А» № \_\_\_\_\_ ф. «В» № \_\_\_\_\_ ф. «С» № \_\_\_\_\_
- 4) Тип трансформатора напряжения \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_ Кн \_\_\_\_\_
- 5) Оперативный ток \_\_\_\_\_ В \_\_\_\_\_

**II. Перечень смонтированных защит и установок**

- 1). Максимальная токовая защита  
 I ср. защ.= \_\_\_\_\_ А; I ср.реле= \_\_\_\_\_ А; t = \_\_\_\_\_ сек.
- 2). Максимальная токовая отсечка  
 I ср. защ.= \_\_\_\_\_ А; I ср.реле= \_\_\_\_\_ А; t = \_\_\_\_\_ сек.

**III. Проверка токовых защит**

- 1). Максимальная токовая защита
  - а) Схема включения т.т.: \_\_\_\_\_ Ксх= \_\_\_\_\_
  - б). Произведен внешний осмотр реле: \_\_\_\_\_ замечаний нет

**в). Проверка реле по шкале и настройка реле на уставку:**

Тип реле									
Обознач. по схеме									
I ср.А	I воз.А	Кв	I ср.А	I воз.А	Кв	I ср.А	I воз.А	Кв	I ср.А
Уставка									
Соединен. обмоток	Отпайка А						Отпайка А		

- г). Реле проверены ударным током I = \_\_\_\_\_ А
- д) Термическая устойчивость реле проверена током I = \_\_\_\_\_ А в течение \_\_\_\_\_
- е) Замерено время действия отсечки t отс = \_\_\_\_\_ сек. При I = \_\_\_\_\_ А

**2). Максимальная токовая отсечка**

- а) Схема включения т.т.: \_\_\_\_\_  
 Ксх= \_\_\_\_\_
- б). Произведен внешний осмотр реле: \_\_\_\_\_

**в). Проверка реле по шкале и настройка реле на уставку:**

Тип реле									
Обознач. по схеме									
I ср.А	I воз.А	Кв	I ср.А	I воз.А	Кв	I ср.А	I воз.А	Кв	I ср.А
Соединен. обмоток									

- в). Реле проверены ударным током I = \_\_\_\_\_ А
- д). Термическая устойчивость реле проверена током I = \_\_\_\_\_ А в течение \_\_\_\_\_
- е). Замерено время действия защиты t = \_\_\_\_\_ сек. При I = \_\_\_\_\_ А

**IV. Проверка промежуточных реле. времени, указательных реле**

№№ п/п	Обозначение по схеме	Тип реле	U ср,В	U воз,В	I ср,А	U уд,А	Примечание
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							



**V. Проверка трансформаторов тока**

1. Произведен внешний осмотр трансформаторов тока \_\_\_\_\_ замечаний нет \_\_\_\_\_

2. Сняты кривые намагничивания

а	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	10,0	Класс	Наименование
Ив												
А											Р	Защита
											0,5	Учет
В											Р	Защита
											0,5	Учет
С											Р	Защита
											0,5	Учет

Замерено сопротивление обмоток трансформаторов тока постоянному току

Ф. «А»	Ф. «В»	Ф. «С»
Кл. = Ом	Кл. = Ом	Кл. = Ом
Кл. = Ом	Кл. = Ом	Кл. = Ом

4. Проверена полярность обмоток трансформаторов тока \_\_\_\_\_

5. Замерено сопротивление загрузки трансформаторов тока

Наименование	А-О	В-О	С-О	А-В	В-С	С-А
I,А						
U,В						
R,Ом						

Загрузка трансформаторов тока удовлетворяет нормам 10% погрешности

**VI. Проверка приводов**

1. Замерено время включения и отключения \_\_\_\_\_ выключателя:

$t_{вкл} =$  сек;  $t_{выкл} =$  сек

2. Проверка соленоидов включения и отключения

Наименование	Сопротивление пост. току, Ом	U <sub>мин</sub> , В	T <sub>вкл</sub> , сек	T <sub>откл</sub> , сек	Примечание

2. Проверена работа привода при пониженном напряжении \_\_\_\_\_  $0,8 U_{ном} =$  \_\_\_\_\_ В

**VII. Проверка изоляции цепей защиты**

- а) переменного тока > МОм
- б) оперативного тока > МОм
- в) цепи сигнализации > МОм

**VIII. Проверено действие защит и автоматики на выключатель при**

\_\_\_\_\_  $U = U_{ном} = В$  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  $U = 0,8 U_{ном} = В$  \_\_\_\_\_

**IX. Произведена погрузка защиты первичным током**

\_\_\_\_\_  $I = А/перв$  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  $I = А/втор$  \_\_\_\_\_

После включения фидера под нагрузку проверено обтекание цепей трансформаторов тока током загрузки.

Приборы	№ п/п	Наименование прибора	Тип	№ прибора	Класс точности	Дата след. проверки	Примечания
	1						
2							
3							

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

<b>Токовая отсечка</b>	<u>годен (не годен)</u> Ненужное зачеркнуть	<b>Максимальная токовая защита МТЗ</b>	<u>годен (не годен)</u> Ненужное зачеркнуть
<b>Защита минимального напряжения</b>	<u>годен (не годен)</u> Ненужное зачеркнуть	<b>Защита от однофазного замыкания на землю</b>	<u>годен (не годен)</u> Ненужное зачеркнуть

Испытание производили: \_\_\_\_\_

Начальник электролаборатории: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(Подпись)

Инженер-электрик \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(Подпись)