ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ФГУП ВНИИМС)

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ 35…330/√3 кВ. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ НА МЕСТЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ЭТАЛОННОГО ДЕЛИТЕЛЯ

МИ 2925 -2005

Москва
2005

gost.e-ecolog.ru

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ФГУП ВНИИМС)**

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ 35…330/√3 кВ. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ НА МЕСТЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ЭТАЛОННОГО ДЕЛИТЕЛЯ

МИ 2925 -2005

**Москва
2005**

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 **РАЗРАБОТАНА** ФГУП ВНИИМС

ИСПОЛНИТЕЛИ:

Киселев В. В., нач. отдела, к.т.н.
(руководитель темы);
Боярин Н.А., ст. науч. сотр.
Штиллерман В.С., вед. инженер

2 **УТВЕРЖДЕНА** ВНИИМС 2005 г.

3 **СОГЛАСОВАНА** ОАО «Научно-исследовательский институт электроэнергетики» (ОАО «ВНИИЭ»)

2 **УТВЕРЖДЕНА** ФГУП «ВНИИМС» 31 марта 2005 г

3 **СОГЛАСОВАНА** ОАО «Научно-исследовательский институт электроэнергетики» (ОАО «ВНИИЭ»)

4 **ЗАРЕГИСТРИРОВАНА** ФГУП «ВНИИМС» 08 апреля 2005 г

Настоящая рекомендация не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и (или) распространена без разрешения ФГУП ВНИИМС

РЕКОМЕНДАЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

МИ 2925-2005

Измерительные трансформаторы напряжения 35...330/√3 кВ. Методика поверки на месте эксплуатации с помощью эталонного делителя

Настоящая рекомендация распространяется на измерительные трансформаторы напряжения классов напряжения 35...330/√3 кВ, классов точности 0,5 и менее точные, заземляемые однофазные (далее - трансформаторы), предназначенные для работы на частоте 50 Гц, и устанавливает методику их периодической поверки на месте эксплуатации.

В настоящей рекомендации использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 1983-2001 «Трансформаторы напряжения. Общие технические условия»;

ГОСТ 8.216-88 «ГСИ. Трансформаторы напряжения. Методика поверки».

ГОСТ 3484.1-5–88 «Трансформаторы силовые. Методы испытаний».

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки следует выполнять операции, указанные в таблице 1

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	**Номер пункта НД по поверке**	**Обязательность проведения операции при периодической поверке**
1. Внешний осмотр	6.1	Да
2. Определение значения мощности нагрузки	6 2	Да
3. Определение погрешностей трансформатора в условиях эксплуатации	6.3	Да
4.Определение погрешностей трансформатора при значениях нагрузки трансформатора 25 и 100 % номинального значения	6.4	Да
5. Определение погрешностей трансформатора при первичном напряжении 80 и 120 % от номинального значения	6 5	Выполняется в случаях эксплуатации ТН при колебаниях входного напряжения более ±10% от номинального значения

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть применены средства измерений, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства измерений

Эталонные средства измерений и вспомогательное оборудование	**Требуемые метрологические и технические характеристики**
1. Эталонный делитель напряжения	Диапазон преобразования действующие значения напряжения 35...330/√3 кВ. Номинальные значения входных напряжений (Uном1): 35, 110«РЕСУРС-UF2-пт», 220/√3 и 330/√3 кВ. Допустимое отклонение 0.8...1,2 Uном. Выходное напряжение (Uном2). 100 или 100√3. Частота напряжения (50 ± 10) Гц. Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении напряжения не более ± 0,1 %. Угол сдвига фаз между входным и выходным напряжением не более ± 5 мин.
2. Прибор сравнения	Измерения показателей качества электроэнергии по ГОСТ 13109-93 Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении напряжения с выхода эталонного трансформатора не более ± 0,05 %. Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении фазового угла не более ± 10 мин.
3. Вольтамперфазометр	Диапазон измерений силы переменного тока 0...6 А. Пределы допускаемой приведенной погрешности при измерении силы переменного тока не более ± 2,5 %
4. Нагрузочное устройство	Диапазон нагрузок от 25 до 100 % номинальной мощности поверяемого трансформатора Пределы допускаемой относительной основной погрешности активной и реактивной составляющих мощности нагрузки не более ± 4 %

2.2 Перечень рекомендуемых эталонных средств измерений и вспомогательного оборудования:

1) Масштабные преобразователи:

- эталонный делитель напряжения – ДН-220пт (диапазоны: 35/√3 кВ, 35 кВ, 100/√3 кВ, 220/√3 кВ), ДН-330пт (диапазоны: 100/√3 кВ, 220/√3 кВ, 330/√3 кВ);

2) Прибор сравнения – «РЕСУРС-UF2-пт» (двухканальный) или «Парма РКЦ03.-пт);

3) Вольтамперфазометр – «Парма ВАФ-А» или «РЕСУРС-UF2-М»

4) Нагрузочное устройство – комплект магазинов нагрузок «МР 3025»;

2.3 Допускается применение основных и вспомогательных средств поверки других типов с метрологическими характеристиками не ниже приведенных в таблице 2.

2.4 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть внесены в Госреестр СИ и иметь действующие свидетельства о поверке

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ И ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА

3.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие стаж работы по данному виду измерений не менее 3 лет, изучившие настоящую методику и прошедшие обучение по проведению поверки в соответствии с указанной рекомендацией.

3.2 Поверка должна проводиться с участием не менее двух поверителей, один из которых должен иметь удостоверение, подтверждающее право работы на установках свыше 1 кВ с группой по электробезопасности не ниже IV.

3.3 При поверке должны присутствовать работники объекта, на котором размещен поверяемый трансформатор, имеющие опыт работы и право на подключение и отключение эталонных и поверяемых средств измерений в соответствии со схемой поверки.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования «Межотраслевых правил по охране труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ РМ-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00, а также требования безопасности на средства поверки и поверяемые трансформаторы, изложенные в их руководствах по эксплуатации.

4.2 Эталонные средства измерений, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2 003-74, ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.3-75, ГОСТ 12.2.007.7-75, ГОСТ 12.2.007.14-75, ГОСТ 222261-94 и ГОСТ Р 51350-99.

4.3 Все оперативные отключения и включения должны проводиться оперативным персоналом электроэнергетического объекта в соответствии с программой проведения работ, утвержденной в установленном порядке

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКИ К НЕЙ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия

- температура окружающего воздуха, °С .... от 5 до 40;
- относительная влажность, %, не более..... 80 при 25 °С;
- коэффициент гармоник, %, не более..... .... 10;
- отклонение напряжения в измеряемой цепи, %, не более.. .. . ±20;
- отклонение частоты, Гц, не более..... .... ± 0,5;

5.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции.

- размещают и заземляют эталонный делитель высокого напряжения на свободном пространстве, чтобы провод от высоковольтного контакта эталонного делителя при его подключении к высоковольтному контакту поверяемого трансформатора или к контактной сети не проходил ближе допускаемого расстояния к заземленным и потенциальным объектам (не менее 0,6 м для ТН класса 35 кВ; не менее 1,0 м для ТН класса $110/\sqrt{3}$ кВ; не менее 2,0 м для ТН класса $220/\sqrt{3}$ кВ и не менее 3,0 м для ТН класса $330/\sqrt{3}$ кВ) от поверяемого трансформатора,

- размещают в безопасном месте (10-30 м от ТН и эталонного делителя) и заземляют прибор сравнения;

- включают прибор сравнения и прогревают его в течение времени, установленного в руководстве по эксплуатации.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого трансформатора следующим требованиям:

– выводы первичной и вторичной обмоток должны быть исправными и иметь маркировку, соответствующую ГОСТ 1983-2001;

– трансформатор должен быть снабжён табличкой с маркировкой по ГОСТ 1983-2001;

– заземляющий зажим (если он предусмотрен в НД на поверяемый трансформатор) должен иметь соответствующее обозначение;

– трансформатор должен быть прочно закреплен;

– наружные поверхности трансформатора не должны иметь дефектов, препятствующих его нормальному функционированию;

– изоляторы вводов не должны иметь повреждений, сколов и трещин, препятствующих его эксплуатации.

6.2 Проверка правильности обозначений выводов и групп соединений обмоток трансформатора

- проверку проводят методом постоянного тока по ГОСТ 3484-77;

- также правильность включения обмоток трансформатора можно определить с помощью вольтамперфазометра одновременно с 6.3 или с помощью прибора сравнения одновременно с 6.4.2-6.4.4 при собранной схеме поверки непосредственно перед операцией поверки.

6.3 Определение мощности нагрузки

Определение мощности нагрузки проводят методом измерения напряжения и тока во вторичной цепи ТН. Для этого выполняют следующие операции:

– соберите измерительную цепь, схема которой приведена в Приложении А на рисунке 1;

– в соответствии с руководством по эксплуатации на вольтамперфазометр выполните измерение тока нагрузки I_2, А,

– в соответствии с руководством по эксплуатации на прибор сравнения выполните измерение напряжения U_2, В;

– рассчитайте по формуле (1) значение реальной мощности нагрузки, Вт, и занесите данные в протокол поверки:

$$S_{изм\,2} = I_2 * U_2 \qquad (1)$$

Значение измеренной мощности нагрузки не должно превышать номинальной полной мощности нагрузки поверяемого трансформатора для данного класса точности

6.4 Определение погрешностей

6.4.1 Определение погрешностей однофазного трансформатора при реальной нагрузке методом сличения с эталонным делителем

Определение погрешностей поверяемого трансформатора проводят в следующей последовательности:

1) отключите выключатель *S1-S3* сети питания поверяемых трансформаторов и заземлите их отключенные высоковольтный контакты при помощи переносного заземления;

2) соберите измерительную цепь, схема которой приведена в Приложении А на рисунке 2, контролируя выполнение условий 5.2, в частности, чтобы провод от высоковольтного контакта эталонного делителя при его подключении к высоковольтному контакту поверяемого трансформатора или к контактной сети не проходил ближе допускаемого расстояния к заземленным объектам;

3) подключите выход эталонного делителя (зажимы «*a, o*» делителя *DVэ*) к соответствующему входу прибора сравнения *PVД* (зажимы «*ua*, o») и выход поверяемого трансформатора (зажим «*a, o*» трансформатора *TVx*.) к соответствующему входу прибора сравнения *PVД* (зажимы «*ub*, o»),

4) снимите переносное заземление с высоковольтного контакта поверяемого трансформатора, включите выключатель *S1-S3,* и подайте на эталонный делитель *DVэ* и на поверяемые трансформаторы *TVx* высокое напряжение сети;

5) в соответствии с руководством по эксплуатации на прибор сравнения *PVД* выполните измерение на первой гармонике напряжения на выходах эталонного делителя и поверяемого трансформатора;

6) в соответствии с руководством по эксплуатации на прибор сравнения *PVД* выполните измерение угла фазового сдвига поверяемого трансформатора;

7) контролируйте частоту сети и коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения сети (коэффициент гармоник) при помощи прибора сравнения *PVД*, значения которых не должны превышать условий проведения поверки в 5.1;

8) занесите в протокол поверки измеренные значения напряжений и угла фазового сдвига (по показаниям прибора сравнения *PVД*);

9) отключите выключатель *S1-S3* и заземлите его отключенные высоковольтные вводы при помощи переносного заземления;

10) рассчитайте соответствующие значения погрешностей поверяемого трансформатора по напряжению Δfизм, %, и угловой погрешности Δ_δизм, мин, по следующим формулам:

$$\Delta f\text{пов} = 100\cdot(K_{тр}\cdot U_{изм\,2} - M_{кд}\cdot U_{э2})/\, M_{кд}\cdot U_{э2}; \qquad (2)$$

где $K_{тр}$ – коэффициент трансформации поверяемого трансформатора;

$M_{кд}$ – масштабный коэффициент эталонного делителя;

$U_{изм2}$, $U_{э2}$ – измеренные реальные значения напряжения вторичной цепи поверяемого трансформатора и эталонного делителя, соответственно.

$$\Delta_\delta\text{пов} = \Delta_\delta\text{изм} \qquad (3)$$

где Δ_δизм – угол фазового сдвига между напряжениями эталонного делителя и поверяемого трансформатора.

При получении неудовлетворительного значения хотя бы одной из погрешностей процедура поверки прекращается, поверяемый трансформатор бракуется в соответствии с п. 8.2.

В случае положительного результата схема не разбирается, процедура поверки продолжается для разных значений нагрузок по 6.5.

6.4.2 Определение погрешностей трансформатора в фазе *a* при реальной нагрузке методом сличения с эталонным делителем напряжения в случае включения трех однофазных трансформаторов с изолированной нейтралью и заземленной фазой *b*.

Для определения погрешностей, используется включение прибора сравнения в двухканальном режиме.

Операции поверки проводят в следующей последовательности:

1) отключите выключатели *S1-S3* сети питания поверяемых трансформаторов и заземлите их отключенные высоковольтные контакты при помощи переносного заземления;

2) соберите измерительную цепь, схема которой приведена в Приложении А на рисунке 3а.

3) обеспечьте выполнение условий 5.2, в частности, чтобы провод от высоковольтного контакта эталонного делителя при его подключении к высоковольтному контакту поверяемого трансформатора

или к контактной сети не проходил ближе допускаемого расстояния к заземленным и потенциальным объектам;

4) подключите выводы «*и, X*» вторичной обмотки эталонного делителя *DV*э к соответствующим входам «ua_1, *о*» канала 1 прибора сравнения *PVΔ*;

5) подключите выводы «*а; о*» поверяемого трансформатора *TVx* к соответствующим входам «ua_2, *о*» канала 2 прибора сравнения *PVΔ*;

6) снимите заземление с высоковольтных контактов поверяемых трансформаторов *TV*э и подайте на них и, соответственно, на эталонный делитель *DV*э высокое напряжение сети, включив выключатели *S1-S3*,

7) в соответствии с руководством по эксплуатации на прибор сравнения *PVΔ* выполните измерения на первой гармонике напряжения на выходах эталонного делителя и поверяемого трансформатора;

8) в соответствии с руководством по эксплуатации на прибор сравнения *PVΔ* выполните измерение угла фазового сдвига поверяемого трансформатора,

9) проконтролируйте коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения сети (коэффициент гармоник) с помощью прибора сравнения *PVΔ* на соответствие 5.1;

10) занесите в протокол поверки измеренные значения напряжений и угла фазового сдвига (по показаниям прибора сравнения);

11) отключите выключатели *S1-S3* сети питания поверяемых трансформаторов и заземлите отключенные высоковольтные контакты при помощи переносного заземления;

12) рассчитайте соответствующие значения погрешностей поверяемого трансформатора по напряжению $\Delta f_{пов}$, %, и угловой погрешности Δ_{δ} пов, мин, по формулам (2), (3)

При получении неудовлетворительного значения хотя бы одной из погрешностей процедура поверки прекращается, поверяемый трансформатор бракуется.

В случае положительного результата схема не разбирается, процедура поверки продолжается для разных значений нагрузок по 6.5.

6.4.3 Определение погрешностей трансформатора в фазе *b* при реальной нагрузке методом сличения с эталонным делителем напряжения в случае включения трех однофазных трансформаторов с изолированной нейтралью и заземленной фазой *b*

Для определения погрешностей, используется включение прибора сравнения в двухканальном режиме.

Операции поверки проводят в следующей последовательности·

1) отключите выключатели *S1-S3* сети питания поверяемых трансформаторов и заземлите их отключенные высоковольтные контакты при помощи переносного заземления;

2) соберите измерительную цепь, схема которой приведена в Приложении А на рисунке 3б.

3) обеспечьте выполнение условий 5.2, в частности, чтобы провод от высоковольтного контакта эталонного делителя при его подключении к высоковольтному контакту поверяемого трансформатора или к контактной сети не проходил ближе допускаемого расстояния к заземленным и потенциальным объектам.

4) подключите выводы *«u, X»* вторичной обмотки эталонного делителя *DVэ* к соответствующим входам *«ub_1, o»* канала 1 прибора сравнения *PVД*;

5) подключите выводы *«b; o»* поверяемого трансформатора *TVx* к соответствующим входам *«ub_2, o»* канала 2 прибора сравнения *PVД*;

6) снимите заземление с высоковольтного контакта поверяемого трансформатора *TVэ* и подайте на него и, соответственно, на эталонный делитель *DVэ* высокое напряжение сети, включив выключатели *S1-S3*;

7) в соответствии с руководством по эксплуатации на прибор сравнения *PVД* выполните измерения на первой гармонике напряжения на выходах эталонного делителя и поверяемого трансформатора;

8) в соответствии с руководством по эксплуатации на прибор сравнения *PVД* выполните измерение угла фазового сдвига поверяемого трансформатора;

9) проконтролируйте коэффициент гармоник с помощью прибора сравнения *PVД* на соответствие 5 1;

10) занесите в протокол поверки измеренные значения напряжений и угла фазового сдвига (по показаниям прибора сравнения);

11) отключите выключатели *S1-S3* сети питания поверяемых трансформаторов и заземлите отключенные высоковольтные контакты при помощи переносного заземления;

12) рассчитайте соответствующие значения погрешностей поверяемого трансформатора по напряжению $\Delta f_{пов}$, %, и угловой погрешности Δ_{δ} пов, мин, по формулам (2), (3)

При получении неудовлетворительного значения хотя бы одной из погрешностей процедура поверки прекращается, поверяемый трансформатор бракуется.

В случае положительного результата схема не разбирается, процедура поверки продолжается для разных значений нагрузок по 6.5.

6.4.4 Определение погрешностей трансформатора в фазе *c* при реальной нагрузке методом сличения с эталонным делителем напряжения в случае включения трех однофазных трансформаторов с изолированной нейтралью и заземленной фазой *b*

Для определения погрешностей, используется включение прибора сравнения в двухканальном режиме.

Операции поверки проводят в следующей последовательности:

1) отключите выключатели *S1-S3* сети питания поверяемых трансформаторов и заземлите отключенные высоковольтные контакты при помощи переносного заземления;

2) соберите измерительную цепь, схема которой приведена в Приложении А на рисунке 3с.

3) обеспечьте, чтобы провод от высоковольтного контакта эталонного делителя при его подключении к высоковольтному контакту поверяемого трансформатора или к контактной сети не проходил ближе допускаемого расстояния к заземленным и потенциальным объектам (не менее 0,6 м для ТН класса 35 кВ; не менее 1,0 м для ТН класса 110 кВ; не менее 2,0 м для ТН класса 220 кВ и не менее 3,0 м для ТН класса 330/√3 кВ).

4) подключите выводы «*u, X*» вторичной обмотки эталонного делителя *DV*э к соответствующим входам «uc_1, *o*» канала 1 прибора сравнения *PVΔ*;

5) подключите выводы «*c, o*» поверяемого трансформатора *TVx* к соответствующим входам «uc_2, *o*» канала 2 прибора сравнения *PVΔ*;

6) снимите заземление с высоковольтного контакта поверяемого трансформатора *TV*э и подайте на него и, соответственно, на эталонный делитель *DV*э высокое напряжение сети, включив выключатели *S1-S3*;

7) в соответствии с руководством по эксплуатации на прибор сравнения *PVΔ* выполните измерения на первой гармонике напряжения на выходах эталонного делителя и поверяемого трансформатора;

8) в соответствии с руководством по эксплуатации на прибор сравнения *PVД* выполните измерение угла фазового сдвига поверяемого трансформатора;

9) проконтролируйте коэффициент гармоник с помощью прибора сравнения *PVД* на соответствие 5.1;

10) занесите в протокол поверки измеренные значения напряжений и угла фазового сдвига (по показаниям прибора сравнения);

11) отключите выключатели *S1-S3* сети питания поверяемых трансформаторов и заземлите отключенные высоковольтные контакты при помощи переносного заземления;

12) рассчитайте соответствующие значения погрешностей поверяемого трансформатора по напряжению Δfпов, %, и угловой погрешности Δ_δ пов, мин, по формулам (2), (3)

При получении неудовлетворительного значения хотя бы одной из погрешностей процедура поверки прекращается, поверяемый трансформатор бракуется.

В случае положительного результата схема не разбирается, процедура поверки продолжается для разных значений нагрузок по 6.5.

6.5 Определение погрешностей трансформатора при мощности нагрузки трансформатора 25 и 100 % номинального значения

6.5.1 Определение погрешностей однофазного трансформатора проводят в следующей последовательности:

1) не разбирая схему, приведенную на рисунке 2, отключите выключатели *S1-S3* сети питания поверяемых трансформаторов и заземлите отключенные высоковольтные контакты при помощи переносного заземления;

2) отключите от поверяемого трансформатора реальную нагрузку вторичной цепи и подключите магазин нагрузок;

3) установите на магазине нагрузок значение, соответствующее 25 % номинальной мощности нагрузки поверяемого трансформатора;

4) снимите заземление с высоковольтного ввода поверяемого трансформатора *TV*э и подайте на него и эталонный делитель *DV*э высокое напряжение сети, включив выключатель *S1*;

5) проконтролируйте коэффициент гармоник с помощью прибора сравнения *PVД* на соответствие 5.1;

6) занесите в протокол поверки измеренные значения напряжений и угла фазового сдвига (по показаниям прибора сравнения) для 25 % мощности нагрузки;

7) установите на магазине нагрузок значение, соответствующее 100 % номинальной мощности нагрузки поверяемого трансформатора и занесите в протокол поверки измеренные значения напряжений и угла фазового сдвига (по показаниям прибора сравнения);

8) отключите выключатели *S1-S3* сети питания поверяемого трансформатора и заземлите их отключенные высоковольтные контакты при помощи переносного заземления;

9) разберите схему поверки, отключив от вторичной цепи поверяемого трансформатора прибор сравнения и магазин нагрузок и подключив его реальную нагрузку в исходное состояние;

10) завершите процедуру поверки, подайте высокое напряжение сети на поверяемый трансформатор *TVx(b)*, включив выключатели *S1-S3*;

11) рассчитайте соответствующие значения погрешностей поверяемого трансформатора по напряжению Δfпов, %, и угловой погрешности Δ_δпов, мин, по формулам (2), (3).

6.5.2 Определение погрешностей трансформатора включенного в фазу *a* проводят в следующей последовательности:

1) не разбирая схему, приведенную на рисунке 3а, отключите выключатели *S1-S3* сети питания поверяемого трансформатора и заземлите их отключенные высоковольтные контакты при помощи переносного заземления;

2) отключите реальную нагрузку от вторичной цепи поверяемого трансформатора и подключите магазин нагрузок;

3) установите на магазине нагрузок значение, соответствующее 25 % номинальной мощности нагрузки поверяемого трансформатора;

4) снимите заземление с высоковольтных вводов поверяемых трансформаторов *TVx(a)* и подайте на них и эталонный делитель *DV*э высокое напряжение сети, включив выключатели *S1-S3*;

5) проконтролируйте коэффициент гармоник с помощью прибора сравнения *PVΔ* на соответствие 5.1;

6) занесите в протокол поверки измеренные значения напряжений и угла фазового сдвига (по показаниям прибора сравнения) для 25 % мощности нагрузки;

7) установите на магазине нагрузок значение, соответствующее 100 % номинальной мощности нагрузки поверяемого трансформатора и занесите в протокол поверки измеренные значения напряжений и угла фазового сдвига (по показаниям прибора сравнения);

8) отключите выключатели *S1-S3* сети питания поверяемого трансформатора и заземлите его отключенный высоковольтный контакт при помощи переносного заземления;

9) разберите схему поверки, отключив от вторичной цепи поверяемого трансформатора прибор сравнения и магазин нагрузок и подключив его реальную нагрузку в исходное состояние;

10) завершите процедуру поверки, подайте высокое напряжение сети на поверяемый трансформатор *TVx(a)*, включив выключатели *S1-S3*;

11) рассчитайте соответствующие значения погрешностей поверяемого трансформатора по напряжению Δfпов, %, и угловой погрешности Δ_δ пов, мин, по формулам (2), (3)

6.5.3 Определение погрешностей трансформатора включенного в фазу *b* проводят в следующей последовательности.

1) не разбирая схему, приведенную на рисунке 3б, отключите выключатель *S1-S3* сети питания поверяемого трансформатора и заземлите их отключенные высоковольтные контакты при помощи переносного заземления;

2) отключите реальную нагрузку от вторичной цепи поверяемого трансформатора и подключите магазин нагрузок,

3) установите на магазине нагрузок значение, соответствующее 25 % номинальной мощности нагрузки поверяемого трансформатора;

4) снимите заземление с высоковольтного ввода поверяемого трансформатора *TVx(b)* и подайте на него и эталонный делитель *DVэ* высокое напряжение сети;

5) проконтролируйте коэффициент гармоник с помощью прибора сравнения *PVД* на соответствие 5.1;

6) занесите в протокол поверки измеренные значения напряжений и угла фазового сдвига (по показаниям прибора сравнения) для 25 % мощности нагрузки;

7) установите на магазине нагрузок значение, соответствующее 100 % номинальной мощности нагрузки поверяемого трансформатора и занесите в протокол поверки измеренные значения напряжений и угла фазового сдвига (по показаниям прибора сравнения),

8) отключите выключатели *S1-S3* сети питания поверяемого трансформатора и заземлите их отключенные высоковольтные контакты при помощи переносного заземления;

9) разберите схему поверки, отключив от вторичной цепи поверяемого трансформатора прибор сравнения и магазин нагрузок и подключив его реальную нагрузку в исходное состояние;

10) завершите процедуру поверки, подайте высокое напряжение сети на поверяемый трансформатор *TVx(b)*, включив выключатели *S1-S3*;

11) рассчитайте соответствующие значения погрешностей поверяемого трансформатора по напряжению Δfпов, %, и угловой погрешности Δ_δ пов, мин, по формулам (2), (3).

6.5.4 Определение погрешностей трансформатора включенного в фазу *с* проводят в следующей последовательности:

1) не разбирая схему, приведенную на рисунке 3с, отключите выключатели *S1-S3* сети питания поверяемого трансформатора и заземлите их отключенные высоковольтные контакты при помощи переносного заземления;

2) отключите реальную нагрузку от вторичной цепи поверяемого трансформатора и подключите магазин нагрузок;

3) установите на магазине нагрузок значение, соответствующее 25 % номинальной мощности нагрузки поверяемого трансформатора;

4) снимите заземление с высоковольтного ввода поверяемого трансформатора *TVx(c)* и подайте на него и эталонный делитель *DVэ* высокое напряжение сети;

5) проконтролируйте коэффициент гармоник с помощью прибора сравнения *PVД* на соответствие 5 1,

6) занесите в протокол поверки измеренные значения напряжений и угла фазового сдвига (по показаниям прибора сравнения) для 25 % мощности нагрузки;

7) установите на магазине нагрузок значение, соответствующее 100 % номинальной мощности нагрузки поверяемого трансформатора и занесите в протокол поверки измеренные значения напряжений и угла фазового сдвига (по показаниям прибора сравнения);

8) отключите выключатели *S1-S3* сети питания поверяемого трансформатора и заземлите их отключенные высоковольтные контакты при помощи переносного заземления,

9) разберите схему поверки, отключив от вторичной цепи поверяемого трансформатора прибор сравнения и магазин нагрузок и подключив его реальную нагрузку в исходное состояние;

10) завершите процедуру поверки, подайте высокое напряжение сети на поверяемый трансформатор *TVx(c)*, включив выключатели *S1-S3*.

11) рассчитайте соответствующие значения погрешностей поверяемого трансформатора по напряжению Δfпов, %, и угловой погрешности Δ_δ пов, мин, по формулам (2), (3).

6.6 Определение погрешностей трансформатора при первичном напряжении 80 и 120 % номинального значения.

Данная операция поверки проводится только для случаев эксплуатации поверяемого трансформатора при отклонениях входного напряжения более ±10 % от номинального значения Поверка может проводиться в соответствии с ГОСТ 8.216-2001 «ГСИ. Трансформаторы напряжения. Методика поверки» с использованием внешнего регулируемого (в пределах 80 и 120 % номинального значения) источника питания поверяемого и эталонного трансформатора.

7 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Трансформаторы считают прошедшими поверку, если значения погрешностей, определённых при поверке по формулам (2) и (3), не превышают допускаемых значений погрешностей, соответствующих их классу точности, установленному в ГОСТ 1983-2001

Примечания:

- *погрешности трехобмоточных однофазных трансформаторов определяют отдельно для основной и дополнительных обмоток. Угловую погрешность дополнительных обмоток не определяют;*
- *погрешности многодиапазонных трансформаторов определяют для всех значений коэффициента трансформации.*
- *погрешности электромагнитных трансформаторов, имеющих несколько классов точности в зависимости от номинальной мощности, определяют при реальной нагрузке на соответствие указанному классу точности.*

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Положительные результаты периодической поверки оформляют выдачей свидетельства о поверке установленной формы, образец которого приведен в Приложении Б

8.2 Трансформаторы напряжения, не удовлетворяющие требованиям настоящей методики, к применению не допускают, свидетельство аннулируют, клеймо гасят и в паспорт вносят запись о непригодности трансформатора с указанием основных причин. Кроме того, выдают извещение о непригодности и изъятии из обращения и применения трансформатора, не подлежащего ремонту.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

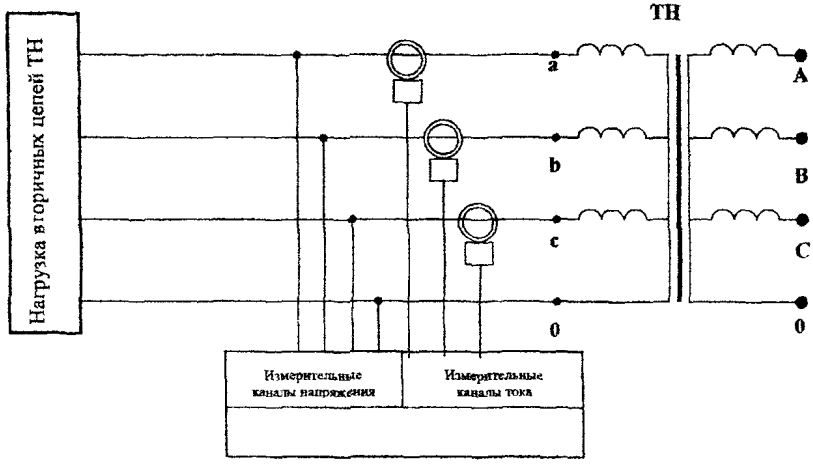
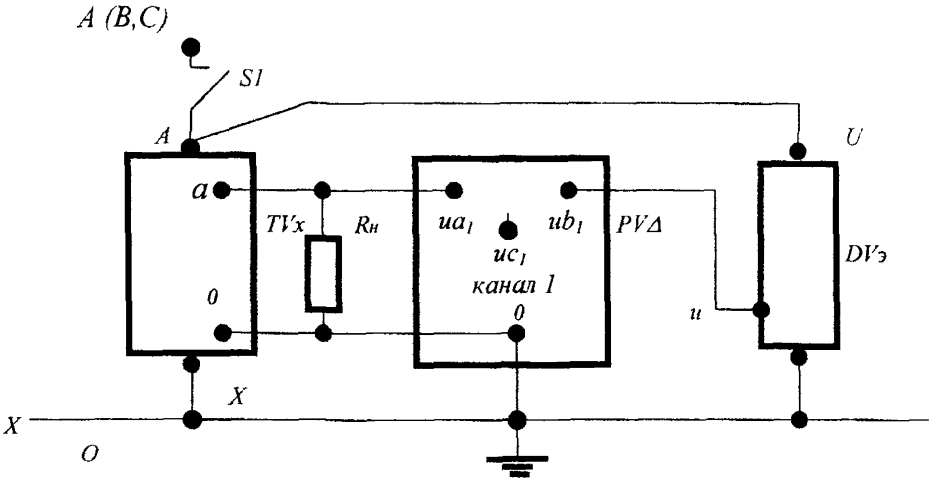
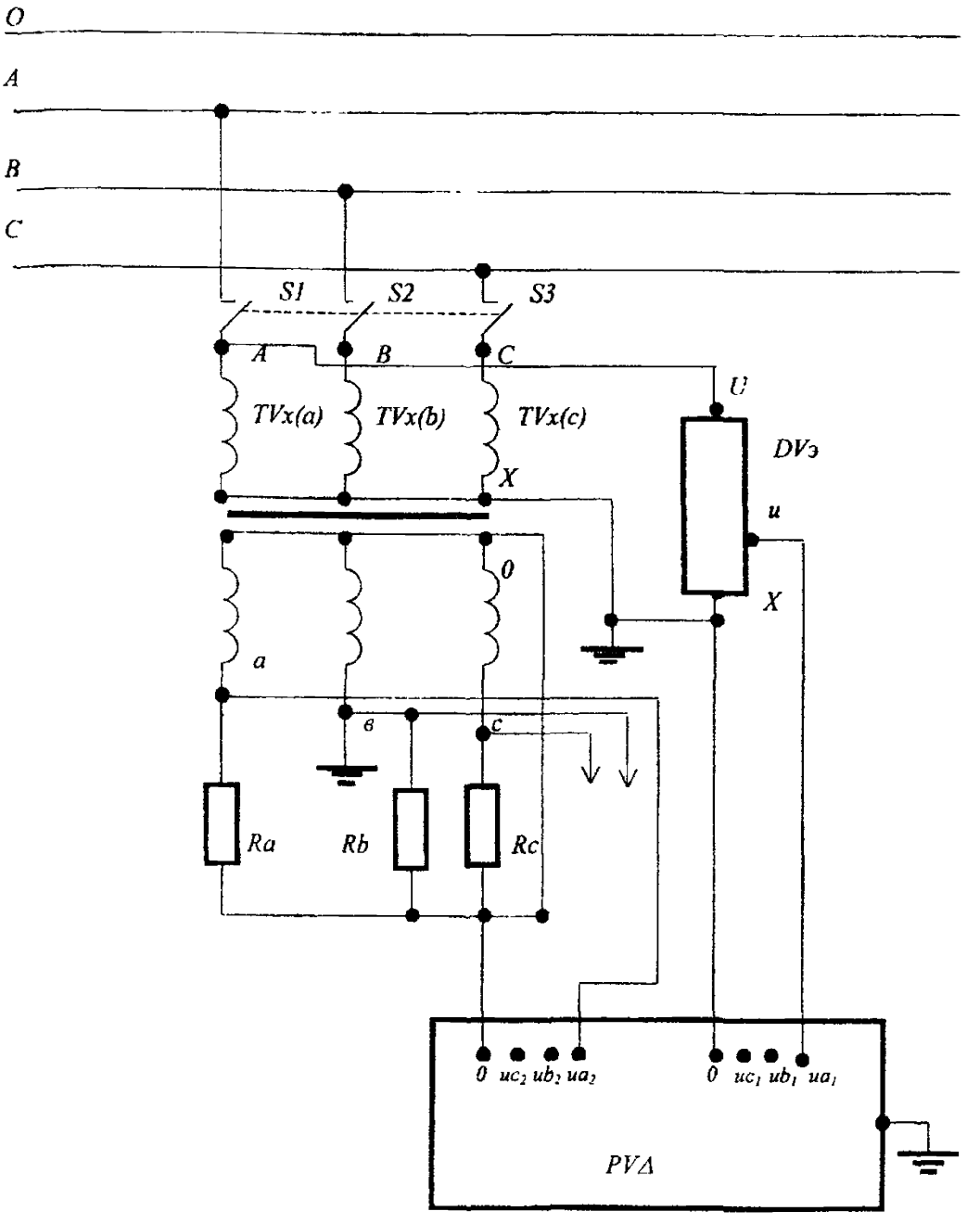


Рисунок 1 – Схема выполнения измерений мощности нагрузки ТН, включенных по трехфазной схеме



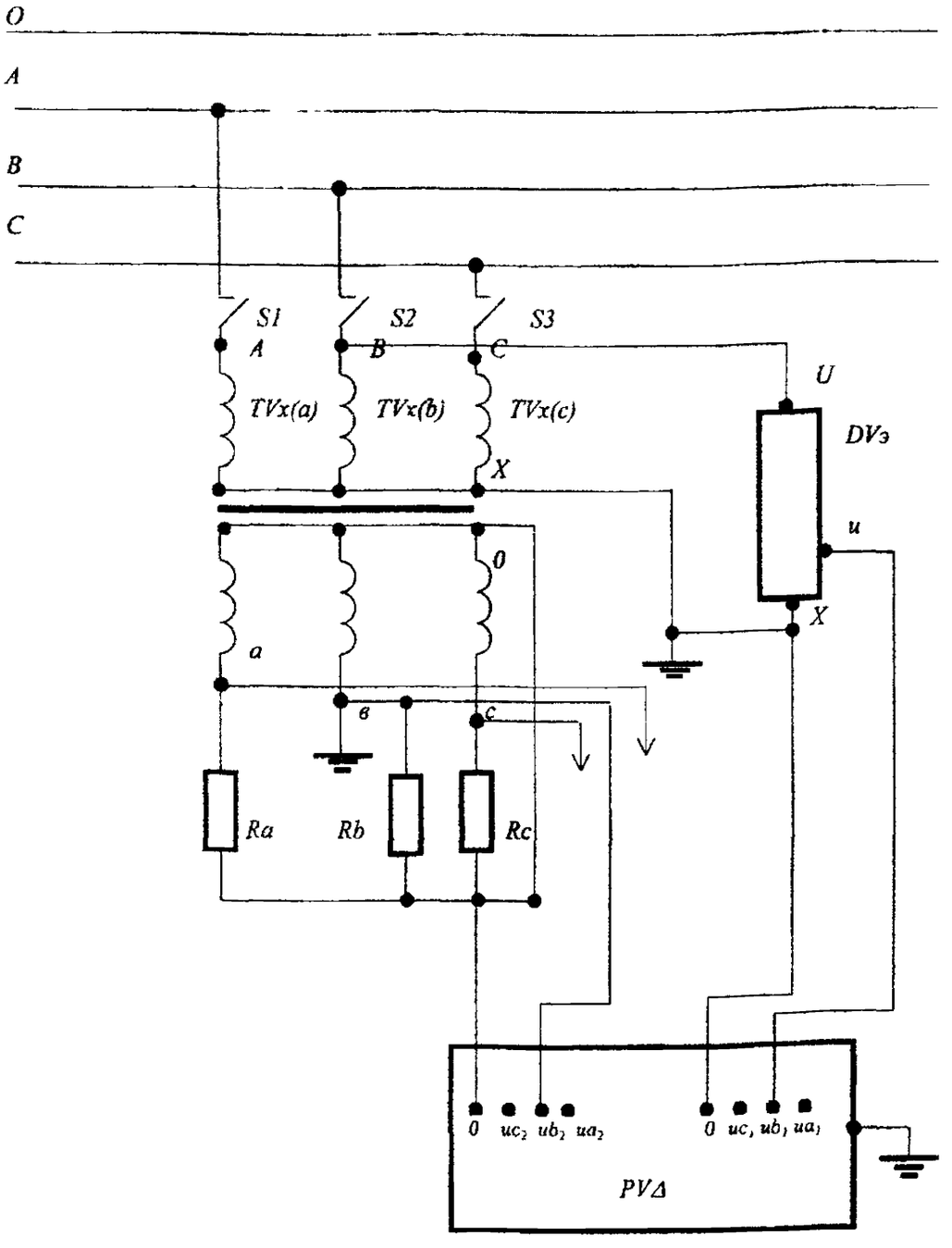
A(B,C) - фазы напряжения: TV_x – поверяемый трансформатор; *DV*э эталонный делитель; *A* – высоковольтный контакт поверяемого трансформатора; *U* – высоковольтный контакт эталонного делителя; *X* – выводы заземления; *a* – потенциальный выход трансформатора; *o* – нулевой выход трансформатора и нулевой вход прибора сравнения; ua_1, ub_1, uc_1 – входные клеммы прибора сравнения; *u* – выход делителя; *S1* – выключатель сети высокого напряжения; *PVΔ* – прибор сравнения; *R* – нагрузка поверяемого трансформатора (магазин нагрузок).

Рисунок 2 - Схема поверки однофазного трансформатора методом сличения с эталонным делителем



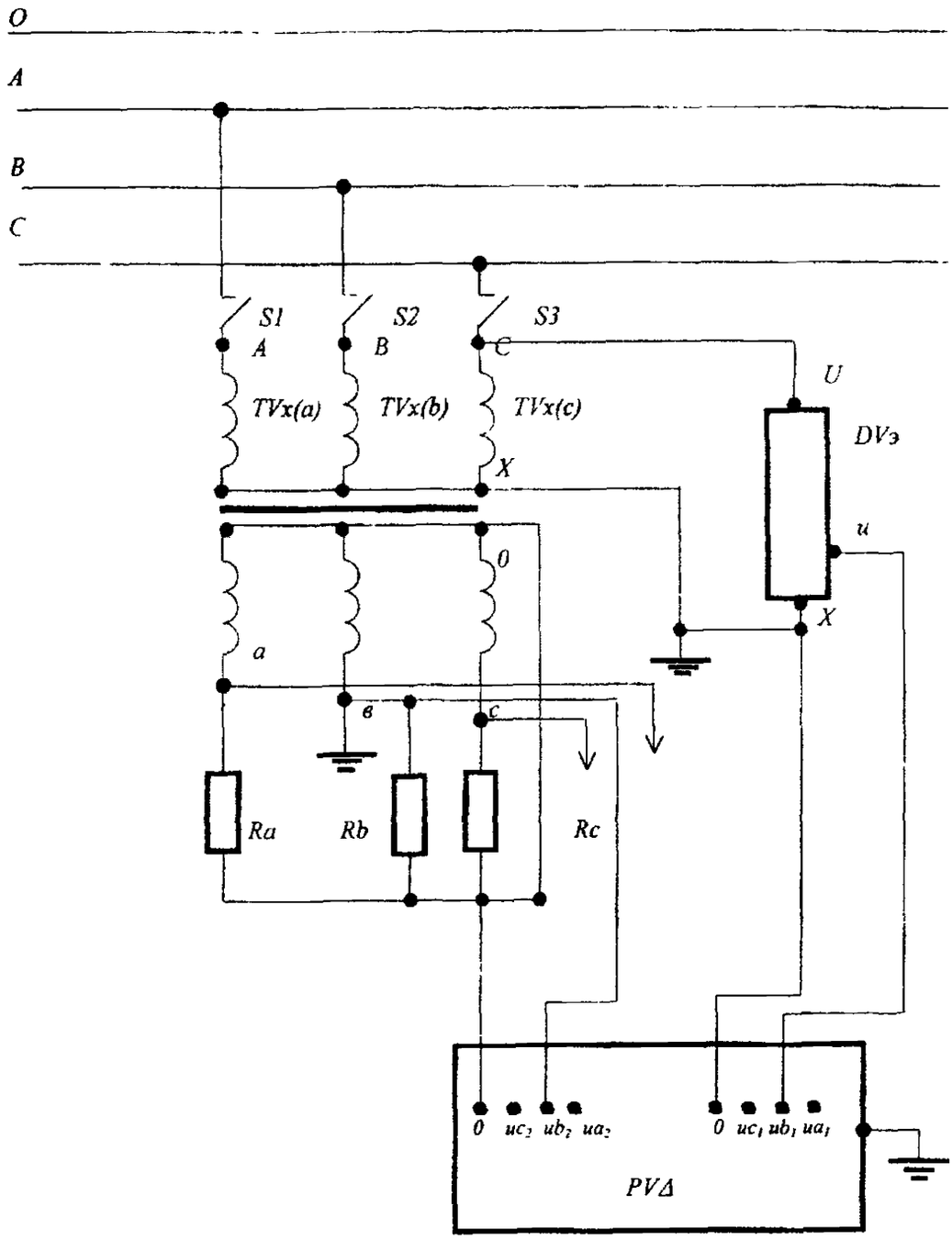
A, B, C – фазы напряжения. TV_x *(a)* – поверяемый трансформатор, *DVэ* - эталонный делитель, *A* – высоковольтный контакт поверяемого трансформатора, *U* – высоковольтный контакт эталонного делителя, *X* – выводы заземления, *a* – потенциальный выход трансформатора, *o* – нулевой выход трансформатора и нулевой вход прибора сравнения; ua_1, ub_1 uc_1 – входные клеммы прибора сравнения; *u* – выход делителя, *S1, S2, S3* - выключатели сети высокого напряжения, *PVΔ* – прибор сравнения, *Ra, Rb Rc* – нагрузки поверяемого трансформатора (магазины нагрузок). *PVΔ* – прибор сравнения

Рис 3а Схема поверки трансформатора в фазе *a*
методом сличения с эталонным делителем напряжения



A B, C – фазы напряжения, TV_x *(b)* – поверяемый трансформатор, *DV*э - эталонный делитель, *A* – высоковольтный контакт поверяемого трансформатора, *U* – высоковольтный контакт эталонного делителя, *X* – выводы заземления, *a* – потенциальный выход трансформатора, *o* – нулевой выход трансформатора и нулевой вход прибора сравнения, ua_1, ub_1, uc_1 – входные клеммы прибора сравнения, *u* – выход делителя *S1 S2, S3* – выключатели сети высокого напряжения; *PVΔ* – прибор сравнения, *Ra, Rb Rc* – нагрузки поверяемого трансформатора (магазины нагрузок), *PVΔ* – прибор сравнения

Рис 3в Схема поверки трансформатора в фазе *b*
методом сличения с эталонным делителем напряжения



A, B, C – фазы напряжения TV_x *(c)* – поверяемый трансформатор, *DVэ* - эталонный делитель, *A* – высоковольтный контакт поверяемого трансформатора, *U* – высоковольтный контакт эталонного делителя, *X* выводы заземления, *a* – потенциальный выход трансформатора, *o* – нулевой выход трансформатора и нулевой вход прибора сравнения, ua_1, ub_1, uc_1 – входные клеммы прибора сравнения, *u* – выход делителя, *S1, S2, S3* – выключатели сети высокого напряжения, *PVΔ* – прибор сравнения, *Ra, Rb Rc* – нагрузки поверяемого трансформатора (магазины нагрузок), *PVΔ* – прибор сравнения

Рис 3с Схема поверки трансформатора в фазе *c*
методом сличения с эталонным делителем напряжения

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

НАИМЕНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ
№

Действительно до
“_____ “ _____20___ г

Средство измерений _____
НАИМЕНОВАНИЕ, ТИП

Заводской номер _____

Принадлежащее _____
НАИМЕНОВАНИЕ ЮРИДИЧЕСКОГО (ФИЗИЧЕСКОГО) ЛИЦА, ИНН

Установлено _____

Класс точности _____

Коэффициент трансформации _____

Номинальная вторичная нагрузка _____

поверено и на основании результатов периодической поверки признано пригодным к применению _____

_____

_____

Поверительное клеймо

Начальник подразделения _____ _____
ПОДПИСЬ И О ФАМИЛИЯ

Поверитель _____ _____
ПОДПИСЬ И О ФАМИЛИЯ

“_____ “ _____20__ г

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

(заполняются при наличии соответствующих требований в нормативном документе по поверке)

(ОБРАЗЕЦ ЗАПОЛНЕНИЯ)

Наименование характеристики	Диапазон, значение	Измеренное значение, погрешность	Допустимое отклонение, класс точности
Первичное напряжение ($U_{сети\ 1}$)	$K_{тр} \cdot U_{изм2}$ = 1100* 57,51 при $S_{изм2}$ = 26,5 ВА	$M_{кд}$ $U_{э2}$=1100*57,28 $\Delta f_{пов}$ = 0,40	0,5
	$K_{тр} \cdot U_{изм2}$ = 1100* 57,61 при 0,25$S_{ном2}$ = 100,0 ВА	$M_{кд}$ $U_{э2}$= 57,36 $\Delta f_{пов}$ = 0,44	
	$K_{тр} \cdot U_{изм\ 2}$ = 1100* 57,93 при $S_{ном2}$ = 400 ВА	$M_{кд}$ $U_{э2}$= 57,90 $\Delta f_{пов}$ = 0,05	
Угол сдвига фазы при $U_{сети\ 1}$	при $S_{изм2}$ = 26,5 ВА	$\Delta_{\delta пов}$ = 0,6	20
	при 0,25$S_{ном2}$ = 100,0 ВА	$\Delta_{\delta пов}$ = 3,0	
	при $S_{ном2}$ = 400 ВА	$\Delta_{\delta пов}$ = 9,0	
Первичное напряжение (0,8$U_{ном\ 1}$)	$K_{тр} \cdot U_{изм2}$ = при 0,25$S_{ном2}$ =	$M_{кд}$ $U_{э2}$= $\Delta f_{пов}$ =	Заполняется при выполнении пункта 6 6
	$K_{тр} \cdot U_{изм\ 2}$ = при $S_{ном2}$ =	$M_{кд}$ $U_{э2}$= $\Delta f_{пов}$ =	
Угол сдвига фазы при 1,2$U_{ном\ 1}$	при 0,25$S_{ном2}$ =	$\Delta_{\delta пов}$ =	
	при $S_{ном2}$ =	$\Delta_{\delta пов}$ =	
Первичное напряжение (1,2$U_{ном\ 1}$)	$K_{тр} \cdot U_{изм2}$ = при 0,25$S_{ном2}$=	$M_{кд}$ $U_{э2}$= $\Delta f_{пов}$ =	
	$K_{тр}$ $U_{изм\ 2}$ = при $S_{ном2}$ =	$M_{кд}$ $U_{э2}$= $\Delta f_{пов}$ =	
Угол сдвига фаз при 1,2$U_{ном\ 1}$	при 0,25$S_{ном2}$=	$\Delta_{\delta пов}$ =	
	при $S_{ном2}$ =	$\Delta_{\delta пов}$ =	

Поверка проведена в соответствии с ГОСТ _____ , МИ_____

Эталонные средства измерений _____

gost.e-ecolog.ru

Поверитель _____ _____

ПОДПИСЬ И О ФАМИЛИЯ