ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ
РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

СОГЛАСОВАНО

Директор ООО
«НПП Марс-Энерго»
_____ И.А. Гиниятуллин
_____ 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
_____ А.Н. Пронин
_____ 2017 г.

# РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

# ТРАНСФОРМАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
## с номинальным первичным напряжением от 0,1 до 0,8 кВ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ НА МЕСТЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИ ПОМОЩИ
прибора «Энергомонитор-3.1КМ»

**МИ 3591-2017**

Санкт-Петербург

2017 г.

gost.e-ecolog.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНА: **ООО «НПП Марс-Энерго»**

ИСПОЛНИТЕЛЬ: С.Р. Сергеев

2 УТВЕРЖДЕНА: **ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» « 01 » ноября 2017 г.**

3 СОГЛАСОВАНА: **ООО «НПП Марс-Энерго» « 01 » ноября 2017 г.**

4 ЗАРЕГИСТРИРОВАНА: **ФГУП «ВНИИМС» « 03 » ноября 2017 г.**

5 ВВЕДЕНА: **ВПЕРВЫЕ**

Настоящая рекомендация не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и (или) распространена без разрешения ООО «НПП Марс-Энерго»

**Группа Т88.8**

РЕКОМЕНДАЦИЯ

| | |
|---|---|
| Государственная система обеспечения единства измерений<br>ТРАНСФОРМАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ<br>с номинальным первичным напряжением от 0,1 до 0,8 кВ<br>Методика поверки на месте эксплуатации при помощи прибора «Энергомонитор-3.1КМ» | МИ 3591-2017 |

# 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая рекомендация распространяется на измерительные трансформаторы напряжения (далее - ТН), выпускаемые по ГОСТ 1983, IEC 6044-2 ( IEC 61869-3), имеющие значения номинальных первичных напряжений от 0,1 до 0,8 кВ и номинальных вторичных напряжений от 100/3 до 230 В, класса точности 0,2 и менее точные, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок. Рекомендация распространяется как на заземляемые, так и на незаземляемые ТН, предназначенных для работы на частоте 50 или 60 Гц.

Рекомендация дополняет ГОСТ 8.216-2011 в части применения в качестве эталонного средства измерений прибора «Энергомонитор-3.1КМ».

Метод измерений при проведении поверки ТН основан на непосредственном сравнении первичного напряжения на входе поверяемого ТН с вторичным напряжением на выходе поверяемого ТН при помощи прибора «Энергомонитор-3.1КМ».

Периодичность поверки ТН в процессе эксплуатации определяется технической документацией на конкретный тип ТН.

# 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей рекомендации использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 8.216-2011 ГСИ. Трансформаторы напряжения. Методика поверки

ГОСТ 1983-2015 Трансформаторы напряжения. Общие технические условия

ГОСТ 12.3.019-80 Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

# 3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование | Номер пункта методики |
|---|---|
| Внешний осмотр | 9.1 |
| Проверка правильности обозначения выводов и групп соединений обмоток | 9.2 |
| Определение погрешностей | 9.4 |

# 4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны быть применены средства поверки:

• прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный "Энергомонитор-3.1КМ Х-05-000-3-0-ХХ" (далее – прибор) со следующими метрологическими характеристиками:

–номинальное среднеквадратическое значение напряжения переменного тока и напряжения основной (первой) гармонической составляющей ( $U_Н$) : 30, 60, 120, 240, 480 и 800 В

–диапазон измерений напряжения переменного тока: от $0,1 \cdot U_Н$ до $1,2 \cdot U_Н$

– пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения напряжения $\pm[0,02+0,005 \cdot (1,2 \cdot U_Н/U-1)]$ %;

– диапазон измерений угла фазового сдвига между основными гармоническими составляющими фазных напряжений от 0 до 360 градусов с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности ±0,03°;

– диапазон измерений суммарного коэффициента гармоник напряжения ($THD_U$) от 0 до 49,9 с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности ±0,05 %;

• нагрузочные устройства (магазины проводимости или магазины сопротивления), обеспечивающие нагрузку поверяемого ТН в пределах от 25 до 100 % его номинальной мощности, с пределом допускаемой основной погрешности активной и реактивной составляющих мощности не более ±4 %;

• источник высокого напряжения ИВН мощностью не менее 2 кВА, с номинальным значением частоты 50 или 60 Гц (в зависимости от номинального значения частоты поверяемого ТН) с допускаемым отклонением частоты от номинального значения не более ±0,5 Гц, обеспечивающий возможность регулирования напряжения в диапазоне от 2 до 190 % номинального первичного напряжения поверяемого трансформатора, допускаемыми колебаниями напряжения от установленных значений, не превышающими ±3 % в течение 5 мин, и коэффициентом гармоник не более 5 %.

Примечание. Допускается применять вновь разработанные или другие, находящиеся в применении средства поверки, удовлетворяющие требованиям настоящей рекомендации, с нормированным значением допускаемой погрешности, которая должна не превышать 0,33 предела допускаемой погрешности поверяемого трансформатора.

4.2 Средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке.

# 5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

5.1 К поверке допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей и имеющие удостоверение, подтверждающее право работы на установках до 1 кВ с группой по электробезопасности не ниже IV в качестве оперативно-ремонтного персонала.

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

# 6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.3.019-80, "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей", "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", а также требования безопасности, приведенные в НТД на средства поверки и поверяемые ТН.

6.2 Все оперативные отключения и включения должны проводиться оперативным, оперативно-ремонтным или ремонтным персоналом электроэнергетического объекта, на котором производятся работы, в соответствии с программой проведения работ, утвержденной в установленном порядке.

6.3 Перед поверкой все оборудование и средства измерений, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Заземление производится к специально обозначенному пункту подключения заземления на подстанции.

Заземление осуществляется многожильным медным проводом без изоляции сечением не менее 4 мм$^2$. Подсоединение зажимов заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение - после всех отсоединений. Не допускается образование петель проводом заземления.

6.4 Место поверки определяется дежурным или оперативно-ремонтным персоналом объекта, на котором проводится поверка. Место поверки должно быть огорожено временными ограждениями и при необходимости должна быть установлена световая сигнализация.

При необходимости выставляется наблюдающий из числа оперативного, оперативно-ремонтного или ремонтного персонала электроэнергетического объекта.

6.5. Эталонные средства измерений, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям ГОСТ 22261.

# 7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

7.1 Климатические условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие климатические условия:

| | |
|---|---|
| - диапазон температур окружающего воздуха, °С: | 5-40 |
| - относительная влажность воздуха при 30 °С, %, не более | 90 |
| - атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) | 84-106 (630-800) |

При проведении поверки поверочное оборудование не должно подвергаться воздействию атмосферных осадков и пыли.

7.2 Требования к качеству питающей сети

При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования к качеству напряжения, питающего повышающие трансформаторы:

| | |
|---|---|
| частота, Гц | 50,0 (60,0) ± 0,2 |
| коэффициент искажения синусоидальности напряжения, %, не более | 5 |
| колебания напряжения, %, не более | 3 |
| установленная мощность питающего трансформатора, не менее, кВА: | 5 |

7.3 Условия освещенности

Освещенность при проведении поверки должна быть достаточной для снятия показаний со средств измерений.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

8.1 Подготовка к поверке заключается в проведении следующих работ:

- инструктаж по технике безопасности;
- определение объекта поверки и места проведения поверки;
- отключение секции из трех поверяемых ТН (фазы А, В, С) от сети и огораживание места проведения поверки;
- сборка схемы поверки и подготовка средств измерений и средств поверки в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

**Внимание!**

Подключение и отключение высоковольтных и низковольтных выводов поверяемого ТН осуществляется оперативным, оперативно-ремонтным или ремонтным персоналом электроэнергетического объекта, на котором производятся работы!

8.2 Схема поверки собирается в соответствии с рисунком 1.

8.3. Трансформатор следует представлять на первичную поверку с документом, подтверждающим проверку электрической прочности изоляции в полном объеме.

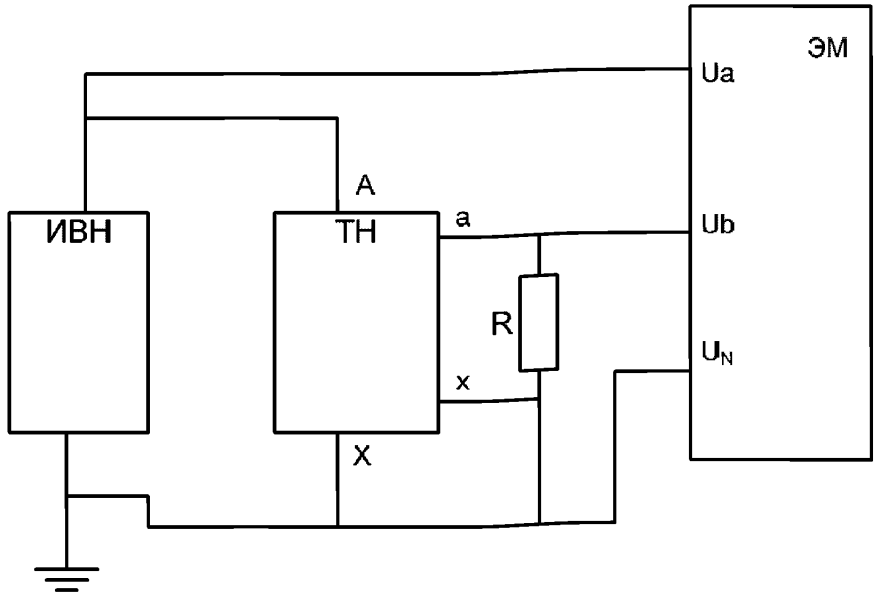
8.4. Перед проведением поверки должны быть выполнены подготовительные работы:

8.4.1. Средства поверки выдержать в условиях, соответствующих п. 4.1, в течение времени, установленного в НТД на средства поверки, а поверяемый трансформатор - в течение 24 ч.

8.4.2. Проверить уровень масла в трансформаторах с масляной изоляцией.

8.4.3. Выполнить организационные и технические мероприятия по обеспечению безопасности в соответствии с разд. 3.

8.4.4. Установить средства поверки и поверяемый трансформатор в рабочее положение в соответствии с НТД и схемой поверки.




ИВН - источник высокого напряжения до 1000 В; ТН - поверяемый трансформатор; R - нагрузочное устройство; ЭМ - прибор; «Ua», «Ub», «$U_N$» - измерительные входы напряжения прибора

Рисунок 1 - Схема поверки однофазного ТН методом непосредственного измерения первичного и вторичного напряжений

**Внимание!** *В целях безопасности подключение (отключение) к измеряемым цепям требуется производить при полностью снятом напряжении на них в соответствии с действующими правилами электробезопасноти.*

## 9 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

9.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого ТН требованиям:

- выводы первичной и вторичной обмоток должны быть исправными и иметь маркировку, соответствующую ГОСТ 1983;
- заземляющий зажим (если он предусмотрен в НТД на поверяемый трансформатор) должен иметь соответствующее обозначение;
- отдельные части ТН должны быть прочно закреплены;
- наружные поверхности ТН не должны иметь дефектов покрытий, загрязнений;
- должно быть предусмотрено место для клеймения и (или) пломбирования;
- трансформатор должен быть снабжен табличкой с маркировкой.

9.2. Проверку правильности обозначений выводов и групп соединений обмоток поверяемого ТН проводят одновременно с проверкой правильности подключения поверяемого ТН к прибору при собранной схеме поверки непосредственно перед операцией определения погрешностей.

9.3. ТН с отрицательными результатами проверок по пп. 9.1, 9.2 к дальнейшей поверке не допускают.

9.4. Определение погрешностей

9.4.1. Определение погрешностей поверяемого ТН проводят методом непосредственного синхронного сравнения первичного и вторичного напряжений, угла фазового сдвига между напряжениями двух фаз, на одну из которых подается первичное напряжение (Ua), а на вторую - вторичное напряжение (Ub).

9.4.2. Погрешности ТН определяют:

- при значениях первичного напряжения, равных 80, 100 и 120 % номинального значения для ТН по ГОСТ 1983 или 5; 120; 150 и 190% номинального значения для ТН защиты по IEC 61869-3:2011;
- при значениях полной мощности, отдаваемой поверяемым трансформатором в цепь нагрузки вторичных обмоток, равных $0{,}25 * S_n * \left(\frac{U_1}{U_{1n}}\right)^2$ и $S_n * \left(\frac{U_1}{U_{1n}}\right)^2$ (при номинальном коэффициенте мощности), для каждого значения напряжения,

где:

Sn - номинальное значение мощности ТН, В·А;

$U_1$ - значение первичного напряжения, при котором выполняется поверка, В;

$U_{1n}$ - номинальное значение первичного напряжения ТН, В.

Допускается определение погрешностей производить при иных значениях нагрузки вторичных обмоток, установленных в НТД для данного типа ТН.

9.4.3. Погрешности электромагнитных ТН определяют при номинальном значении частоты поверяемого ТН.

9.4.4. Погрешности трехобмоточных однофазных ТН определяют отдельно для основной и дополнительной обмоток. При этом нагрузку с значениями мощностей по п. 9.4.2 подключают к той обмотке (основной или дополнительной), которую используют при измерениях. Свободная во время измерений обмотка должна быть разомкнута. Угловую погрешность дополнительной обмотки не определяют.

9.4.5. Погрешности многодиапазонных ТН определяют для всех значений коэффициента трансформации.

9.4.6. Погрешности ТН, имеющих несколько классов точности в зависимости от номинальной мощности, допускается определять при нагрузке, соответствующей наиболее высокому классу точности.

9.4.7. Погрешности ТН определяют либо при увеличении, либо при уменьшении напряжения. Погрешности ТН классов точности 0,2 определяют дважды: при увеличении и при уменьшении напряжения. Разность значений погрешностей при этом не должна превышать 0,1 предела допускаемых погрешностей поверяемого ТН.

9.4.8. Поверку ТН, предназначенных для работы на частоте 60 Гц, допускается проводить при частоте 50 Гц, если такое указание имеется в НТД на поверяемый трансформатор.

9.4.9. ТН считают прошедшими поверку, если значения погрешностей, определенные при поверке, не превышают пределов допускаемых погрешностей, соответствующих их классу точности.

9.4.10. Выполнение измерений

9.4.10.1 Собирают схему согласно рисунку 1.

9.4.10.2 В приборе в меню «Настройки» выбирают режим "СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ" и тип сети: 3-фазная 4-проводная. В режиме "ВРЕМЯ УСРЕДНЕНИЯ" для снижения влияния нестабильности источника испытательного напряжения установить время усреднения измеряемых значений из перечня: 5 с, 10 с, 1 мин. Конкретное время выбирается, исходя из удобства записи показаний прибора в протокол калибровки (поверки).

В режиме "УСТАНОВКА ПРЕДЕЛОВ" выбирают предел измерения напряжений прибора (см. п. 4.1) максимально близкий к заданному по п. 9.4.2 первичному напряжению поверяемого ТН, при этом заданное по п. 9.4.2 значение $U_1$ не должно превышать 120% предела измерений прибора (Uн).

9.4.10.3 Устанавливают значение нагрузки в соответствии с п. 9.4.2. Перед измерением напряжений проверяют соответствие предела Uн по п. 9.4.10.2.

Устанавливают на ИВН значение $U_1$ в соответствии с п. 9.4.2, контролируя его по показаниям прибора.

**ВНИМАНИЕ !** Не допускается подавать напряжение $U_1$ более 1000 В.

Вносят в протокол показания прибора:

- $K_{UA}$ - суммарный коэффициент гармоник напряжения в фазе «А» ;
- F - частота первой гармоники;
- Ua и Ub - показания прибора в режиме измерения фазных напряжений после обновления показаний по окончании одного и того же цикла усреднения, выбранного по п. 9.4.10.2. ***Показания, полученные при разных цикла усреднения, не применять!***;
- угол между первичным напряжением (Ua) и вторичным напряжением (Ub).

Примечание. Для получения показаний прибора, расчета погрешностей и сохранения результатов допускается использование программного обеспечения из комплекта прибора электроизмерительного эталонного многофункционального "Энергомонитор-3.1КМ.

9.4.10.4 Погрешность напряжения $\Delta_f$ (ε) в процентах вычисляют по формуле

$$\Delta_f = \left(\frac{Ub}{Ua} \times Kn - 1\right) \times 100, \qquad (1)$$

где: Kn - номинальный коэффициент трансформации поверяемого ТН (отношение первичного номинального напряжения к вторичному).

9.4.10.5 Угловую погрешность $\Delta_\delta$ (Δφ) определяют по показаниям прибора в режиме измерения углов между напряжениями фаз А и В. Для перевода единиц измерения из градусов в минуты умножают показание на 60.

9.5 Значения погрешностей ТН, определенные при поверке, не должны превышать допускаемых погрешностей, соответствующих его классу точности и установленных в ГОСТ 1983 (см. таблицу 9.1):

Таблица 9.1 - Пределы допускаемой погрешности ТН

| Класс точности | $\Delta_f$, % | $\Delta_\delta$, мин |
|---|---|---|
| 0,2 | 0,2 | 10 |
| 0,5 | 0,5 | 20 |
| 1 | 1,0 | 40 |
| 3 | 3,0 | - |

## 10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Положительные результаты поверки оформляют записью в паспорте и нанесением знака поверки; знак поверки должен быть нанесен на месте, исключающем возможность доступа внутрь ТН.

10.2. Положительные результаты периодической поверки оформляют выдачей свидетельства о поверке установленной формы и нанесением на него знака поверки.

В случае необходимости указания действительных значений погрешностей на оборотной стороне свидетельства о поверке делают запись.

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

Наименование предприятия, проводившей поверку
№ аттестата аккредитации

ПРИЛОЖЕНИЕ А
рекомендуемое

**ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ №_____**
измерительного трансформатора напряжения

Трансформатор напряжения (тип) _____
Заводской № _____
Класс точности: _____
Год выпуска: _____
Дата предыдущей поверки ТН _____
Номинальное первичное напряжение: _____
Номинальное вторичное напряжение: _____
Номинальная частота: _____
Номинальная нагрузка: _____
Место установки: _____
Эталонные средства поверки:

Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный "Энергомонитор-3.1КМ зав. №_____
Нагрузочные устройства №_____
Источник высокого напряжения ИВН _____

Условия проведения поверки:

| | |
|---|---|
| температура окружающего воздуха, °С | |
| относительная влажность, % | |
| атмосферное давление, мм.рт.ст. | |
| суммарный коэффициент гармоник напряжения, % | |
| F, Гц | |

1) Результат внешнего осмотра _____
соответствует, не соответствует

2) Результат проверки правильности маркировки выводов _____
соответствует, не соответствует

3) Результаты определения погрешностей

Таблица А.1

| Первичное напряжение, % номинального значения | Значение мощности, отдаваемой поверяемым трансформатором во вторичную цепь, В·А | Отсчетные данные прибора | | | Погрешности поверяемого трансформатора | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $U_a$, В | $U_b$, В | Угол $<U_{a(1)} - U_{b(1)}$ град. | $\Delta_f$, % | $\Delta_\delta$, мин |
| | | | | | | |

Заключение _____
Поверитель _____

Дата поверки _____

Приложение Б (справочное)

**Библиография**

| | Обозначение | Наименование |
|---|---|---|
| 1 | МС3.055.500 РЭ | Приборы электроизмерительные эталонные многофункциональные «Энергомонитор-3.1КМ» Руководство по эксплуатации |
| 2 | | «Межотраслевые Правила по охране труда (ТБ) при эксплуатации электроустановок», М, "Энергоатомиздат" |
| 3 | | Правила эксплуатации электроустановок потребителей. — М.: Энергоатомиздат, 1992 |
| 4 | | Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. — М. Энергоатомиздат, 1989 |
| 5 | | Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ. — М.: СПО ОРГРЭС, 1996 |

gost.e-ecolog.ru