

# МЕТОДИКА ПОВЕРКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ТРЕХФАЗНОЙ ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ПОВЕРОЧНОЙ УСТАНОВКИ «УПТВ-3-10» ПРОИЗВОДСТВА НПП «МАРС-ЭНЕРГО»

**С. Р. СЕРГЕЕВ**, заместитель директора по качеству ООО «Научно - производственное предприятие "Марс-Энерго"»

В распределительных электрических сетях среднего напряжения (6-10 кВ) широко применяются измерительные трансформаторы напряжения (ТН) для систем учёта электроэнергии, телеметрии, сигнализации и защиты. ТН выпускаются по ГОСТ 1983-2001 [1] или ТУ.

При приёмке и в эксплуатации требуется проводить периодическую поверку ТН в установленные сроки по методике поверки ГОСТ 8.216-88 [2]. Поверка в лабораторных условиях требует изъятия ТН из обращения на срок от 2 до 4 недель, что требует наличия на каждой подстанции подменного фонда, а кроме того - организации демонтажа, погрузки, транспортировки и т.д. Поэтому поверка ТН на месте установки признана более эффективной. Для этих целей уже более 5 лет успешно применяется мобильная высоковольтная метрологическая лаборатория – «МЭ-Аудит» (ЛВМ).

Наибольшую сложность представляет собой поверка трёхфазного ТН. Особенно требовательны к наличию трёхфазной системы антирезонансные ТН, например, типа НАМИ-10-95, которые последние 10 лет широко внедряются благодаря высокой степени защиты в аварийных ситуациях в сети. Согласно ГОСТ 8.216-88 (чертеж 5) для поверки трёхфазного ТН на месте требуются средства поверки, указанные в *таблице 1*.

**Таблица 1**

№ п/п	Комплект по ГОСТ 8.216-88	Комплект УПТВ-3-10
1	регулируемый источник трёхфазной системы напряжений	ПУ-УПТВ
2	образцовый трансформатор, включаемый на междуфазное напряжение	ПВЕ-10-2
3	нагрузочные устройства (3 шт.)	МР
4	фазоуказатель	Энергомонитор 3.3Т1
5	измеритель несимметрии	Энергомонитор 3.3Т1
6	измеритель нелинейных искажений	Энергомонитор 3.3Т1

7	частотомер	Энергомонитор 3.3Т1
8	вольтметр 150 В	Энергомонитор 3.3Т1
9	прибор сравнения	Энергомонитор 3.3Т1

Однако с 1988 г., когда был выпущен ГОСТ [2], разработаны и выпускаются приборы сравнения, имеющие дополнительные измерительные функции. Так, например, один прибор «Энергомонитор 3.3Т1» выполняет функции шести приборов из приведенного выше перечня (с 4 по 9) табл. 1.

Работы по поверке ТН в ЗРУ предъявляют дополнительные требования к поверочному оборудованию: масса и габариты приборов и устройств должны позволять без проблем переносить их внутри подстанции, в том числе поднимать их по лестницам. Выпускавшиеся ранее образцовые трансформаторы с литой изоляцией массой более 30 кг конструктивно не приспособлены для ручной переноски, что затрудняет их применение. В этих условиях более подходят масштабные эталонные преобразователи, например типа ПВЕ.

ГОСТ 8.216-88 допускает «применять вновь разработанные поверочные установки с нормированным значением допускаемой погрешности». Поскольку набор нового мобильного поверочного оборудования известен и достаточно устоялся, появилась потребность разработать поверочную установку, обеспечивающую всем необходимым процесс подготовки к поверке и поверку. Такая установка разработана, внесена в реестр СИ за № 40573-09 и выпускается ООО «Научно-производственным предприятием "Марс-Энерго"». Это трехфазная высоковольтная поверочная установка типа «УПТВ-3-10» (далее – УПТВ). Установка позволяет поверять измерительные трансформаторы напряжения – однофазные и трехфазные, заземляемые и незаземляемые, имеющие номинальное первичное напряжение 6/√3; 6; 10/√3; 10 кВ, классов точности 0,2 и 0,5. УПТВ внесена в Госреестр СИ под № 40573-09.

В состав УПТВ (*рисунок 1*) входят все необходимые кабели и источник трёхфазной системы напряжений с пультом управления (ПУ). ПУ обеспечивает ком-

мутацию, защиту и индикацию при формировании напряжений одно- и трехфазной цепи переменного тока. В ПУ размещены: силовые разъёмы для подключения питания и соединения с другими блоками установки, схемы управления установкой, схемы защиты, индикаторные приборы, розетки для подключения измерительных приборов, звуковой и световой сигнализации. Для формирования и регулирования высокого трехфазного напряжения в УПТВ имеются блок ЛАТР и три разделительных повышающих трансформатора типа ОЛ-1/10. Высокое напряжение (до 12 кВ) подается от ОЛ-1/10 на ПВЕ и поверяемый ТН с помощью специального, изолированного кремний-органической изоляцией, провода, что немаловажно в стесненных условиях ЗРУ для обеспечения безопасного проведения работ.

Поверяемый ТН подключают отдельными проводниками к прибору сравнения и отдельными проводниками к нагрузке. В качестве нагрузки в УПТВ применены магазины нагрузок различных исполнений на напряжения 100 или 57,7 В.

Метод измерений при проведении поверки основан на непосредственном сравнении напряжения на выходе поверяемого трансформатора с напряжением на выходе преобразователя ПВЕ при помощи прибора сравнения. Измерения проводят при подаче на поверяемый ТН нормированных напряжений (80, 100, 120%). При проведении поверки вне помещения средства измерений и преобразователь ПВЕ не должны подвергаться воздействию атмосферных осадков и пыли. Особенности работы с УПТВ, не предусмотренные ГОСТом [2], описаны в МИ 3239-2009 [3], которая аттестована ГЦИ СИ «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» в 2009 г. и внесена в реестр. Само устройство УПТВ запатентовано. УПТВ поставляется как отдельно, так и в составе ЛВМ.

Интерес представляет схема поверки трёхфазного ТН, предназначенного для сетей с эффективно заземленной нейтралью и вторичным междуфазным напряжением 100 В (рисунок 2, см. приложение). Нагрузка вторичных цепей ТН подключена «треугольником», и каждая пара обмоток поверяется отдельно. На ТН и ПВЕ-10-2 подается первичное напряжение. Сравняются вторичные междуфазные напряжения ТН и ПВЕ, что полностью соответствует ГОСТ [2].

Известны случаи использования при поверке трёхфазного ТН однофазного источника напряжения. Однако это возможно только для некоторых типов ТН, снятых с производства, например НТМИ. Современные антирезонансные ТН типов НАМИ и НАМИТ неработоспособны, когда на них подается высокое напряжение только одной фазы. Более того, в случае нарушения чередования фаз первичной сети погрешности основных обмоток превышают допустимые значения, что ведёт к недопустимому учёту и забраковке ТН при поверке. Так, например, при поверке НАМИ-10-95 класса точности 0,5 в случае неправильного чередования фаз угловые погрешности  $\Delta\delta$  лежали в пределах 17...34 мин. (допускается  $\pm 20$  мин.), а при правильном подключении  $\Delta\delta$  лежали в пределах - 5...12 мин.

В 2003 году была принята рекомендация МИ 2845-2003 [4], которая, как показала практика, имеет ряд недостатков:

1. МИ не предназначена для поверки трехфазных ТН, погрешности которых нормируются по между-



Рис.1. Внешний вид «УПТВ-3-10»

фазному напряжению (100 В), например, типов НАМИ, НАМИТ и т.п.

2. МИ не предназначена для поверки ТН класса точности 0,2.

3. МИ не полностью соответствует ГОСТ 8.216-88 в части методики, т.к. не измеряются погрешности при первичном напряжении 80 и 120 % от номинального.

4. Масса рекомендованного в МИ эталонного ТН - 65 кг. Требуется наличие множества вспомогательных приборов.

5. Схемой поверки не предусмотрена защита персонала блокировкой и сигнализацией.

6. Как правило, на подстанции (ПС) нет свободных ячеек с подключенным напряжением.

7. Операции подача-снятие напряжения на ПС сопряжены с большим объемом организационных мероприятий, а по МИ эти операции делаются более 3 раз на один ТН.

8. При поверке ТН на ПС, выведенной из эксплуатации в ремонт или реконструкцию, высокое напряжение отсутствует.

Комплект установки УПТВ и методика МИ 3239 лишены указанных недостатков. Кроме того, прибор сравнения «Энергомонитор 3.ЗТ1» позволяет регистрировать во внутренней памяти информацию о ТН, условия и результаты поверки (до 200 таблиц поверок ТН). Объем измерений при поверке достаточно большой. Так, для одного трёхфазного ТН требуется получить 36 измеренных значений погрешностей, которые нужно сравнить с допускаемыми погрешностями. Поэтому в комплект прибора входит программное обеспечение для компьютера «Поверка трансформаторов», которое позволяет после считывания данных из прибора распечатывать протоколы поверки ТН и вести базу данных по поверкам.

Таким образом, УПТВ и МИ 3239 позволяют выполнять весь комплекс работ (от определения параметров питающей сети до распечатки протокола), достаточный для проведения поверки ТН любого типа.

**Литература**

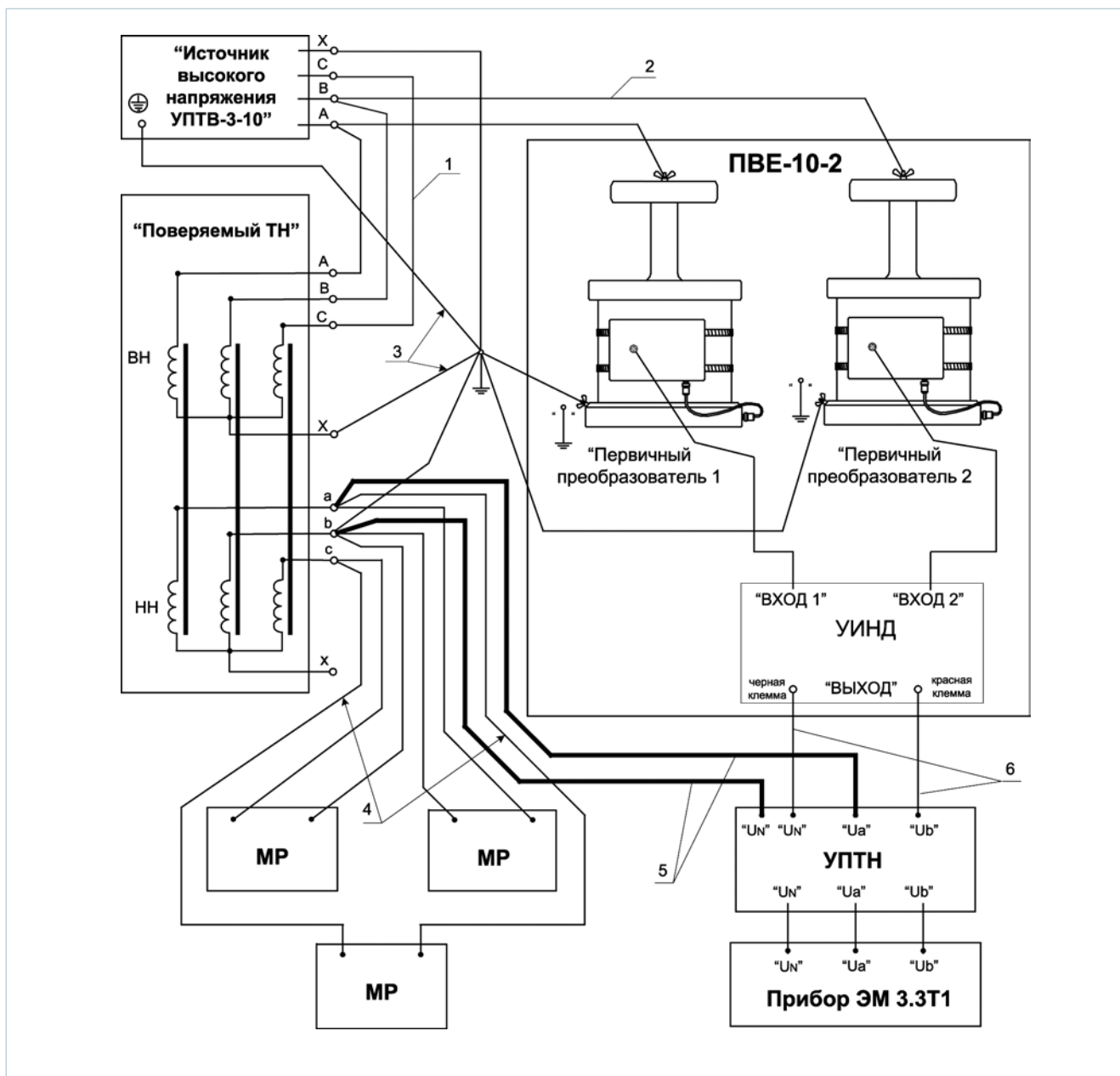
1. ГОСТ 1983-2001 – Трансформаторы напряжения. Общие технические условия.
2. ГОСТ 8.216-88 – ГСИ, Трансформаторы напряжения. Методика поверки.
3. МИ 3239-2009 – ГСИ. Рекомендация. Измерительные трансформаторы напряжения 6/√3; 6; 10/√3; 10 кВ. Методика поверки на месте эксплуатации при помощи трехфазной высоковольтной поверочной установки «УПТВ-3-10».
4. МИ 2845-2003 – ГСИ. Рекомендация. Измерительные трансформаторы напряжения 6/√3...35 кВ. Методика поверки на месте эксплуатации.



ООО «НПП Марс-Энерго»

190031, Санкт-Петербург, наб. реки Фонтанки, д. 113А.  
Тел./факс: (812) 327-21-11  
E-mail: mail@mars-energo.ru, www.mars-energo.ru

**Приложение**



**Рис. 2.** Схема поверки трехфазного ТН, предназначенного для сетей с эффективно заземленной нейтралью.  
1 – кабель высоковольтный изолированный, 10 м; 2 – кабель высоковольтный изолированный, 2 м;  
3 – заземляющие проводники; 4, 5 – кабель измерительный; 6 – кабели из комплекта прибора сравнения; **Прибор ЭМ 3.3Т1** – прибор сравнения многофункциональный «Энергомонитор 3.3Т1»; **УПТН** – устройство из комплекта прибора; **МР** – магазин нагрузок 100 В; **«Источник высокого напряжения установка УПТВ-3-10»** в составе: пульт, блок «ЛАТР», комплект нагрузочных ТН, кабели питания.