

**Высоковольтная метрологическая лаборатория «МЭ-Аудит»
для испытаний и поверки АИИС КУЭ**

Гиниятуллин И.А.

Сергеев С.Р.

Введение. Новое в законодательстве.

С 2009 г. в соответствии Федеральным законом [1] в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности установлены обязанности юридических лиц по учёту используемых энергетических ресурсов и применению приборов учёта. На крупных и средних предприятиях приборы учёта объединены в автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учёта электроэнергии (АИИС КУЭ). Предприятие (организация) не может участвовать в операциях рынка электроэнергии, если средства измерений (СИ), входящие в АИИС КУЭ, не прошли поверку или истек срок очередной поверки, а нормативные параметры измерительных цепей не подтверждены протоколами измерений.

Для выполнения метрологических работ на предприятиях требуются мобильные поверочные установки, переносные приборы и соответствующие методики. Поверять необходимо счётчики, измерительные трансформаторы тока (ТТ) и напряжения (ТН), а также АИИС КУЭ в целом. Актуальность этих работ возрастает, поскольку уже истекли сроки поверки ранее введённых АИИС КУЭ, и переходный период реформ электроэнергетики заканчивается.

Решения актуальных задач в электроэнергетике.

С 2007 года начали эксплуатироваться новые типы эталонных приборов производства «НПП Марс-Энего» и современное поверочное оборудование. Предприятием «НПП Марс-Энего» накоплен опыт работ на базе передвижной лаборатории высоковольтной метрологической «МЭ-Аудит» (ЛВМ). Применение ЛВМ обеспечивает комплексное метрологическое обслуживание АИИС КУЭ, контроль качества электроэнергии и проведение измерений по программам энергетического обследования. Были выпущены и аттестованы новые методики поверки и измерений. ЛВМ внесена в Госреестр СИ под №37652-08. В состав ЛВМ на базе спецавтомобиля включены комплекты оборудования для выполнения на местах поверок следующих СИ:

- ТТ до 30 кА;
- ТН до 330 кВ;
- счётчиков электроэнергии;

- прочих электроизмерительных приборов.

Поверка измерительных трансформаторов напряжения



Рис. 1. Поверка НКФ-110.

Для периодической поверки ТН на месте эксплуатации при помощи преобразователей напряжения высоковольтных серии ПВЕ, входящих в состав ЛВМ, выпущена рекомендация МИ 3050-2007[2]. Эта методика применяется для поверки однофазных ТН класса точности 0,2 и класса напряжений от 6 до 110 кВ (рисунок 1). Перечень средств поверки приведён в таблице 1.

Устройство ПВЕ имеет патент № 67285, а тип ПВЕ внесен в Госреестр СИ под № 32575-06.

Таблица 1. Средства поверки

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики	Технический документ
Прибор «Энергомонитор 3.3Т1»	При измерении погрешности трансформаторов напряжения (ТН): - погрешность по напряжению $\pm 0,02\%$; по току $\pm 0,02\%$ - угловая погрешность $\pm 1,0$ мин Погрешность измерения частоты $\pm 0,01$ Гц Относительная погрешность измерения коэффициента гармоник K_G , при $K_G > 1\%$ $\pm 5\%$	ТУ4220-030-49976497-2007
Магазин нагрузок МР 3025	Диапазон 200 Ом – 6,4 кОм Погрешность $\pm 4\%$	ТУ 4225-046-05766445-01
Преобразователь ПВЕ-10 ПВЕ-35 ПВЕ-110	Номинальные напряжения, кВ: 6; 10; 15; 35; 110/ $\sqrt{3}$ Классы точности: 0,05 - для поверки ТН к.т. 0,2; 0,1 – для поверки ТН к.т. 0,5;	ТУ 4227-027-49976497-2005
Установка испытательная УИВ-100	Диапазоны напряжений 5-100 кВ	ТУ 4413-0123067969-2004

На подстанциях эксплуатируется большое количество трёхфазных ТН 6, 10 кВ. По ГОСТ 8.216 [3] трехфазные трансформаторы требуется поверять при помощи образцовых трансформаторов напряжения.

Однако, применяемые трансформаторы напряжения типа НЛЛ-15 и НЛЛ-35 громоздкие (более 60 кг). В настоящее время задача проверок на месте эксплуатации ТН (как заземляемых, так и незаземляемых, включая трехфазные антирезонансные) решена «НПП Марс-Энерго» при помощи преобразователей серии ПВЕ.



Рис. 2. Установка УПТВ-3-10

Для проверки трёхфазных ТН класса 6 и 10 кВ выпускается мобильная поверочная трехфазная установка типа «УПТВ-3-10» (рисунок 2), технически обеспечивающая безопасное проведение работ на местах эксплуатации ТН. Тип «УПТВ-3-10» внесен в Госреестр СИ под № 40573-09. Разработана соответствующая методика проверки ТН на местах эксплуатации МИ 3239-2009 [4]. Все блоки из комплекта «УПТВ-3-10» могут переноситься одним человеком в закрытые КРУ. Один прибор «Энергомонитор 3.3Т1» выполняет функции шести приборов, предусмотренных ГОСТ 8.216 [3]. Установка может входить в состав выпускаемой серийно лаборатории «МЭ-Аудит». Для проверки однофазных ТН от 35 до 330 кВ выпускается установка поверочная высоковольтная однофазная «УПВО-1-35 (110; 220; 330)», которая также состоит из комплекта переносного оборудования.

Рис. 2. Установка УПТВ-3-10

Проверка измерительных трансформаторов тока

В состав ЛВМ входит широко известный комплект для проверки ТТ до 5 кА, в составе:

1. ИТ5000- регулируемый источник тока до 6 кА (рисунок 3);



Рис. 3. Источник тока регулируемый ИТ5000.

2. ТТИП - эталонный трансформатор тока класса точности 0,05;
3. Магазин нагрузок;
4. прибор «Энергомонитор 3.3Т1».

С помощью этого комплекта проверка производится по ГОСТ 8.217-2003 [5].

Прибор сравнения «Энергомонитор 3.3Т1» имеет встроенную память для сохранения условий и результатов поверок, а также необходимое программное обеспечение.

Как отмечалось в докладе [6], «для некоторых видов ТТ поверка на месте эксплуатации по классической методике поверки, регламентированной ГОСТ 8.217-2003, оказывается технически невозможной. Прежде всего, это относится к генераторным шинным трансформаторам тока на номинальные токи 10-30 кА, установленным в пофазно - экранированных токопроводах». Для решения задачи была разработана экспериментально-расчетная методика поверки измерительных трансформаторов тока МИ 3123-2008 [7]. Для практической реализации методики в «НПП Марс-Энерго» был разработан аппаратно-программный комплекс. Комплекс позволяет в полуавтоматическом режиме измерять погрешности ТТ. В состав комплекса входят:

- преобразователь параметров вольтамперных характеристик измерительных трансформаторов тока «ПП ВАХ» (внесен в Госреестр СИ под № 39140-08);
- прибор «Энергомонитор 3.3Т1»;
- Эталонный ТТ типа «ГТИП» ;
- регулируемый источник тока «ИТ5000»;
- мегомметр; омметр; магазин нагрузок;
- компьютер с Программным обеспечением «Дельта-Т» для проведения расчетов и формирования протокола поверки.

Поверка электросчетчиков и прочих СИ.



Рис.4. 1 – Энергомонитор 3.3Т1; 2- Энергоформа-3.3; 3 – ПО; 4 - Энергомонитор 3.1К.

Для поверки СИ класса точности 0,5S и менее точных (с номинальным током 1 и 5А, напряжением до 380 В) в состав ЛВМ включается комплекс (рисунок 4), состоящий из эталонного прибора «Энергомонитор 3.3Т1» и источника переменного тока и напряжения трехфазного программируемого «Энергоформа 3.3». Комплекс малогабаритный и мобильный. Управляется он программой «Энергоформа».

Для поверки электросчетчиков активной и реактивной мощности по ГОСТ [8, 9] используется программа «Энергомониторинг СИ». При этом комплекс может применяться на местах без компьютера, т.к. параметры сигнала можно задавать вручную, а результаты поверки записываются в память прибора «Энергомонитор 3.3Т1» и выводятся на его дисплей. Источник обеспечивает формирование трехфазной системы токов (до 7.5 А) и напряжений (до 380 В), в том числе искаженной формы. Для поверки электросчетчиков класса точности 0,2S вместо эталонного прибора «Энергомонитор 3.3Т1» можно применять более точный прибор «Энергомонитор 3.1К» класса точности 0,05.

Вторичные цепи ТТ и ТН

Для выполнения измерений нагрузки измерительных ТТ, ТН и падения напряжения вторичных цепей в условиях эксплуатации и при поверке аттестованы МВИ [10, 11]. Методика применяется как при приёмке АИИСКУЭ и составлении паспортов-протоколов, так и в ходе эксплуатации, для выявления коммерческих потерь при учёте электроэнергии, а также при проведении энергоаудитов.

В соответствии с МВИ при измерении падения напряжения в линии соединения ТН и электросчётчика применяются 2 прибора «Энергомонитор 3.3Т1». При этом не требуется отключать счётчик и отключать ТН от высокого напряжения. Для облегчения измерений параметров нагрузки и вторичных цепей можно использовать современный прибор «Энерготестер ПКЭ», который внесен в Госреестр СИ под № 39900-08 и является анализатором качества электроэнергии. Он легче, имеет встроенную батарею питания и таймер начала замеров.

Все указанные методики и описания приборов доступны на сайте www.mars-energo.ru

Прибор - анализатор качества электроэнергии «Энергомонитор 3.3», который выпу-

щен с 2003 года серией более 1500 штук, хорошо зарекомендовал себя и теперь получил новые дополнительные функции:

- прибор сравнения для поверки ТТ и ТН;
- эталонный счётчик электроэнергии;
- регистратор переходных процессов;
- амплитудно-пиковый



Рис. 5. ЛВМ на ПС-110.

вольтметр для высоковольтных испытаний;

- измеритель коэффициента реактивной мощности ($\text{tg } \varphi$).

Самая новая модель имеет тип «Энергомонитор 3.3Т1». Предыдущие версии приборов могут модернизироваться на новый тип. Прибор входит в комплект ЛВМ.

С 2007 г. выпущено более 30 ЛВМ «МЭ-Аудит» (рисунок 5) на базе «Газели» и других спецавтомобилей. ЛВМ комплектуются по требованиям Заказчика, и успешно эксплуатируются предприятиями энергосистемы от Калининграда до Магадана.

Гиниятуллин Ильдар Ахатович, директор ООО «НПП МАРС-ЭНЕРГО»

Сергеев Сергей Ростиславович, зам. директора по качеству

190031, Санкт-Петербург, наб. р. Фонтанки, д.113, литер А

199034, Россия, Санкт-Петербург, 13 линия В.О., дом 6-8, литер А, пом. 41Н

Тел.: (812) 327-21-11 E-mail: mail@[mars-energo.ru](mailto:mail@mars-energo.ru) www.mars-energo.ru

г. Санкт-Петербург, 2010 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. МИ 3050-2007. Рекомендация. ГСИ. Трансформаторы напряжения измерительные 6...110 кВ. Методика поверки ТН на месте эксплуатации при помощи преобразователя напряжения ПВЕ.
3. ГОСТ 8.216-88. ГСИ. Трансформаторы напряжения. Методика поверки.
4. МИ 3239-2009. ГСИ. Рекомендация. Измерительные трансформаторы напряжения $6/\sqrt{3}$; 6; $10/\sqrt{3}$; 10 кВ. Методика поверки на месте эксплуатации при помощи трехфазной высоковольтной поверочной установки «УПТВ-3-10».
5. ГОСТ 8.217-2003. ГСИ. Трансформаторы тока. Методика поверки.
6. Е.З. Шапиро, Доклад НТК Ростехрегулирования «О разработке проекта экспериментально-расчетной методики поверки измерительных трансформаторов тока на местах эксплуатации», 2007.
7. МИ 3123-2008. ГСИ. Рекомендация. Трансформаторы тока. Экспериментально-расчетная методика поверки измерительных трансформаторов тока на местах их эксплуатации. СПб: ФГУП "ВНИИМ им. Д.И. Менделеева", 2008.
8. ГОСТ 8.259-2004. ГСИ. Счетчики электрические индукционные активной и реактивной энергии. Методика поверки.
9. ГОСТ 8.584-2004. ГСИ. Счетчики статические активной и реактивной энергии переменного тока. Методика поверки.
10. Методика выполнения измерений параметров нагрузки и вторичных цепей трансформаторов тока и напряжения прибором Энергомонитор 3.3Т1 в условиях эксплуатации. Свидетельство № 2203/131А-00340 от 17-04-2007.
11. Методика выполнения измерений параметров нагрузки и вторичных цепей трансформаторов тока и напряжения прибором «Энерготестер ПКЭ» в условиях эксплуатации. Свидетельство № 2203/222А-02439 от 10-08-2009.