

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Лаборатории высоковольтные метрологические «МЭ-Аудит»

### Назначение средства измерений

Лаборатории высоковольтные метрологические «МЭ-Аудит» (далее – ЛВМ МЭ-Аудит) предназначены для первичной и периодичной поверки и калибровки на местах эксплуатации следующих средств измерений (СИ), входящих в состав автоматизированных информационно-измерительных систем коммерческого учета электрической энергии (АИИС КУЭ) или неавтоматизированных узлов учета:

- измерительных трансформаторов напряжения (ТН) классов точности 0,2 и менее точных при нагрузках, нормированных ГОСТ, и при реальных нагрузках на узле учета;
- измерительных трансформаторов тока (ТТ) классов точности 0,2S и менее точных с номинальными первичными токами от 100 до 5000A (включая высоковольтные трансформаторы для линий 330 кВ) при нагрузках, нормированных ГОСТ и при реальных нагрузках;
- однофазных и трехфазных счетчиков электрической активной и реактивной энергии классов точности 0,2S и менее точных;
- вспомогательных СИ: амперметров, вольтметром, ваттметров, измерительных преобразователей напряжения, тока и мощности, классов точности 0,2 и менее точных, фазометров, измерителей коэффициента мощности классов точности от 0,1 и менее точных; энергетических частотомеров классов точности от 0,02 и менее точных, используемых на узле учета электроэнергии;
- для измерений мощности нагрузки ТН и ТТ;
- для измерений потерь напряжения во вторичных цепях ТН;
- для измерений показателей качества электрической энергии (ПКЭ) в соответствии с требованиями ГОСТ 13109-97 и (или) ГОСТ Р 54149-2010.

### Описание средства измерений

ЛВМ МЭ-Аудит выполнены в виде комплекта переносных эталонных СИ и вспомогательного оборудования, которые могут транспортироваться к месту эксплуатации поверяемых СИ на специально оборудованном автомобиле или другими транспортными средствами.

ЛВМ МЭ-Аудит оборудованы: устройствами ввода и управления; высоковольтным источником однофазного напряжения с диапазонами напряжений 0-50 или 0-100 кВ; высоковольтным источником трехфазного напряжения с диапазоном 0-35 кВ; регулируемым трансформатором напряжения с диапазоном 10-250 В; источником тока однофазным с диапазоном токов от 0 до 6000A; трехфазным низковольтным источником напряжения и тока «Энергоформа 3.3».

ЛВМ МЭ-Аудит позволяет производить поверку трансформаторов тока и напряжения на местах эксплуатации в соответствии с требованиями ГОСТ 8.216-2011 и ГОСТ 8. 217-2003, а также поверку счетчиков электроэнергии в соответствии с требованиями ГОСТ 8.259-2004 и ГОСТ 8.584-2004.

При поверке трансформаторов напряжения в качестве эталонных средств измерения используются многопредельные эталонные трансформаторы напряжения ЭТН (см. таблицу 1) и(или) Преобразователи напряжения измерительные высоковольтные емкостные масштабные серии ПВЕ (модели ПВЕ-10, ПВЕ-35, ПВЕ-110, ПВЕ-220, ПВЕ-330) (см. таблицу 2). При поверке трансформаторов тока в качестве эталонных средств измерения используются многопредельный эталонный трансформатор тока ТТИП с общим диапазоном номинальных первичных токов 5-5000A класса точности 0,05.

В качестве прибора сравнения используется прибор для измерения электроэнергетических

величин и показателей качества электрической энергии «Энергомонитор 3.3Т1» или прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор 3.1КМ». Допускается применение прибора сравнения другого типа с характеристиками не хуже указанного. При поверке счетчиков электроэнергии в качестве эталонного средства измерения используется прибор «Энергомонитор 3.3Т1» или «Энергомонитор 3.1КМ». Допускается применение эталонного счётчика другого типа с характеристиками не хуже указанного.



Рисунок 1. Общий вид ЛВМ МЭ-Аудит.

### **Программное обеспечение**

Программное обеспечение СИ, входящих в состав ЛВМ МЭ-Аудит, состоит из встроенного программного обеспечения (ВПО) СИ и прикладных программ для ПК.

Установка ВПО производится на предприятиях-изготовителях СИ, входящих в состав ЛВМ МЭ-Аудит.

Прикладные программы, устанавливаемые на ПК, предназначены для совместной работы СИ, входящих в состав ЛВМ МЭ-Аудит. Метрологически значимых частей эти прикладные программы не содержит.

Идентификационные данные ВПО СИ, входящих в состав ЛВМ МЭ-Аудит, указываются в соответствующей документации каждого из СИ, входящих в состав ЛВМ МЭ-Аудит.

Основные метрологические и технические характеристики ЛВМ МЭ-Аудит приведены с учетом влияния ПО.

### Метрологические и технические характеристики

Метрологические характеристики ЛВМ МЭ-Аудит приведены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1

Тип ЭТН	Пределы допускаемой основной погрешности по напряжению/ по углу	Номинальные первичные напряжения, кВ
НЛЛ-15	$\pm 0,1\% / \pm 5$ мин	3; 3,3; 6; 6,3; 6,6; 6,9; 10; 11; 13,8; 15; 15,75; 16
НЛЛ-35	$\pm 0,1\% / \pm 5$ мин	18; 20; 22; 24; 30; 33; 35; 36
NVOS 110mo	$\pm 0,05\% / \pm 2,5$ мин	$110/\sqrt{3}$ ; 110

Таблица 2

Модель ПВЕ	Номинальное первичное напряжение, кВ	Номинальное вторичное напряжение, В	Пределы допускаемой основной погрешности измерений			
			Класс точности 0,1		Класс точности 0,05	
			Напряже-ния, %	Угло-вой, мин	Напряже-ния, %	Угловой, мин
ПВЕ-10	6	100	$\pm 0,1$	$\pm 5$	$\pm 0,05$	$\pm 3$
	10	100	$\pm 0,1$	$\pm 5$	$\pm 0,05$	$\pm 3$
ПВЕ-35	15	100	$\pm 0,1$	$\pm 5$	$\pm 0,05$	$\pm 3$
	35	100	$\pm 0,1$	$\pm 5$	$\pm 0,05$	$\pm 3$
ПВЕ-110	$110/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$	$\pm 0,1$	$\pm 5$	$\pm 0,05$	$\pm 3$
ПВЕ-220	$220/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$	$\pm 0,1$	$\pm 5$	$\pm 0,05$	$\pm 3$
ПВЕ-330	$330/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$	$\pm 0,1$	$\pm 5$	$\pm 0,05$	$\pm 3$

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение	Примечание
Диапазон первичного напряжения при поверке ТН, кВ	От 1,4 до 228,6	Номинальные значения напряжения, кВ: при использовании ПВЕ: 6; 10; 15; 35; $110/\sqrt{3}$ ; $220/\sqrt{3}$ ; $330/\sqrt{3}$ и (или) при использовании НЛЛ: 3; 3,3; 6; 6,3; 6,6; 6,9; 10; 11; 13,8; 15; 15,75; 16; 18; 20; 22; 24; 30; 33; 35; 36
Диапазон первичного тока при поверке ТТ, А	От 0,025 до 6000	Номинальные значения тока, А: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 80, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 750, 800, 1000, 1200, 1500, 2000, 3000, 4000, 5000
Диапазон измерений фазного напряжения при поверке счетчиков электроэнергии и вспомогательных СИ, В	От 0,6 до 360	Номинальные значения напряжения, В: 60; 120; 240; 480*

Наименование характеристики	Значение	Примечание
Диапазон измерений силы тока при поверке счетчиков электроэнергии и вспомогательных СИ, А	От 0,0025 до 75,0	С источником Энергоформа 3.3 – до 7,0А. Номинальные значения тока, А: 0,5; 5,0; 50,0 (0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 10,0; 50,0; 100,0)*
Пределы допускаемых основных погрешностей ЛВМ МЭ-Аудит при поверке ТТ: - токовая , $\delta_{fi}$ , % - угловая, $\Delta_i$ , мин	$d_{fi} = \pm 1.1 \cdot \sqrt{d_T^2 + d_{\varTheta Mi}^2}$ $\Delta_i = \pm 1.1 \cdot \sqrt{\Delta_{Ti}^2 + \Delta_{\varTheta Mi}^2}$	Где: $\delta_T$ - предел допускаемой относительной токовой погрешности ЭТТ, $\delta_{\varTheta Mi}$ - предел допускаемой относительной токовой погрешности прибора сравнения при поверке ТТ; $\Delta_{Ti}$ – предел допускаемой абсолютной угловой погрешности ЭТТ, $\Delta\delta_{\varTheta Mi}$ – предел допускаемой абсолютной угловой погрешности прибора сравнения при поверке ТТ.
Пределы допускаемых основных погрешностей ЛВМ МЭ-Аудит при поверке ТН: - по напряжению, $\delta f$ , % - угловая, $\Delta_u$ , мин	$\delta f = \pm 1.1 \cdot \sqrt{\delta f_T^2 + \delta f_{\varTheta Mu}^2}$ $\Delta_u = \pm 1.1 \cdot \sqrt{\Delta_{Tu}^2 + \Delta_{\varTheta Mu}^2}$	Где: $\delta f_T$ , - предел допускаемой относительной погрешности ЭТН по напряжению, $\delta f_{\varTheta Mu}$ - предел допускаемой относительной погрешности по напряжению прибора сравнения при поверке ТН; $\Delta_{Tu}$ – предел допускаемой абсолютной угловой погрешности ЭТН, $\Delta_{\varTheta Mu}$ – предел допускаемой абсолютной угловой погрешности прибора сравнения при поверке ТН
Пределы допускаемой основной относительной погрешности ЛВМ МЭ-Аудит при поверке счетчиков электроэнергии и СИ мощности, %	$\pm 0,1$ $\pm 0,2$ $\pm [0,05+0,005  (P_h/P) - 1  ] ^*$ $\pm 0,15$ $\pm 0,25$	Коэффициент мощности $K_p = 1$ $0,1 I_h \leq I \leq 1,5 I_h$ $0,01 I_h \leq I < 0,1 I_h$ $0,3 I_h < I \leq 1,1 I_h$ При $K_p = 0,5$ $0,1 I_h \leq I \leq 1,5 I_h$ $0,02 I_h \leq I < 0,1 I_h$

Наименование характеристики	Значение	Примечание
Пределы допускаемых основных погрешностей ЛВМ МЭ-Аудит при поверке: - вольтметров, - амперметров, - фазометров, - частотомеров, - измерителей коэффициента мощности ( $K_p$ )	$\pm[0,1+0,01((U_h/U)-1)]\%$ $\pm [0,02+0,01 (U_h/U)-1 ]*$ относительная $\pm[0,1+0,01((I_h/I)-1)]\%$ $\pm [0,02+0,01 (I_h/I)-1 ]*$ относительная $\pm 0,2$ градуса абсолютная $\pm 0,01$ Гц абсолютная $\pm 0,02$ $\pm 0,005*$ абсолютная	Прибор Энергомонитор 3.3Т1 Руководство по эксплуатации. MC3.055.028 РЭ; Прибор Энергомонитор 3.1КМ Руководство по эксплуатации. MC3.055.500 РЭ
Пределы допускаемой основной относительной погрешности ЛВМ МЭ-Аудит при измерении полной мощности нагрузки ТН, %	$\pm 4$	Диапазон измерений: от 0,5 до 1800,0 В·А
Пределы допускаемой основной относительной погрешности ЛВМ МЭ-Аудит при измерении полной мощности нагрузки ТТ, %	$\pm 4$	Диапазон измерений: от 10 до 100 В·А
Пределы допускаемой основной относительной погрешности ЛВМ МЭ-Аудит при измерении потерь напряжения в линиях соединения счетчика электроэнергии с ТН, %	$\pm 0,05$ от номинального напряжения вторичной обмотки ТН	$\delta_l = [\Delta U / U] \cdot 100\%$ , где $\Delta U$ - падения напряжения в линиях соединения; $U$ - напряжение вторичной обмотки ТН
Пределы допускаемых основных погрешностей ЛВМ МЭ-Аудит при измерении показателей качества электроэнергии (ПКЭ)	Соответствует пределам основных допускаемых погрешностей прибора Энергомонитор 3.3Т1 или Энергомонитор 3.1КМ	Прибор Энергомонитор 3.3Т1 Руководство по эксплуатации. MC3.055.028 РЭ. Прибор Энергомонитор 3.1КМ Руководство по эксплуатации. MC3.055.500 РЭ

\* - Для прибора Энергомонитор 3.1КМ.

Температурный коэффициент не превышает  $0,05^* \delta$  (1/K), где  $\delta$  – предел допускаемой основной погрешности при измерении напряжения, тока и мощности.

Технические характеристики ЛВМ МЭ-Аудит приведены в таблице 4.

Таблица 4

Характеристика	Значение
Номинальные значения вторичного напряжения поверяемых ТН ( $U_{h2}$ ), В	100 или $100/\sqrt{3}$
Номинальные значения вторичного тока поверяемых ТТ ( $I_{h2}$ ), А	5
Среднее время наработки на отказ То, не менее ч	8000
Срок службы, не менее лет	6

Потребляемая мощность (без учета вспомогательного освещения и отопления):

- от сети питания 380 В, не более 5 кВ·А;
- от сети питания 220 В, не более 6 кВ·А (для  $220\sqrt{3}$  кВ);
- от сети питания 220 В, не более 10 кВ·А (для  $330\sqrt{3}$  кВ);

Питание ЛВМ осуществляется от трехфазной сети переменного тока 380 В, 50 Гц или от

автономного генератора, входящего в состав ЛВМ МЭ-Аудит.

При проведении поверки условия эксплуатации ЛВМ МЭ-Аудит должны соответствовать требованиям методик поверки проверяемых СИ.

Условия эксплуатации ЛВМ МЭ-Аудит:

диапазон температур окружающего воздуха, °C	от минус 20 до 55
относительная влажность воздуха, не более, %	90 при 30 °C
диапазон атмосферного давления, мм рт. ст. (кПа)	537 – 800 (70 – 106,7)

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульных листах эксплуатационной документации типографским способом.

### Комплектность

В таблице 5 приведен состав комплекта поставки ЛВМ МЭ-Аудит.

Таблица 5

№	Наименование комплектующего элемента ЛВМ МЭ-Аудит	Тип	Коли-чество
1	Эталонный трансформатор тока (ЭТТ)	ТТИП-5000/5	1
2	Эталонный трансформатор тока (ЭТТ)	ТТИП-100/5	1
3	Регулируемый источник тока	РИТ-5000	1
4	Магазин нагрузок для поверки трансформаторов тока	МР 3027	1
5	Преобразователь, класс напряжения 10кВ, класс точности 0,1 или 0,05	ПВЕ-10-2	1
6	Преобразователь, класс напряжения 35кВ, класс точности 0,1 или 0,05	ПВЕ-35-2	1
7	Преобразователь **, класс напряжения 110кВ, класс точности 0,1 или 0,05	ПВЕ- 110	1
8	Преобразователь **, класс напряжения 220кВ, класс точности 0,1 или 0,05	ПВЕ- 220	1
9	Преобразователь **, класс напряжения 330кВ, класс точности 0,1 или 0,05	ПВЕ- 330	1
10	Источник переменного тока и напряжения трехфазный программируемый	«Энергоформа 3.3»	1
11	ЛАТР трехфазный	TSGC2-3-B	1
12	Пульт управления установкой поверочной высоковольтной трехфазной *	См. приложение Г ПУ УПТВ-3-10	1 1
13	ЛАТР однофазный **	TDGC2-10-В (для ПВЕ-220) TDGC2-15-В (для ПВЕ-330)	1
14	Пульт управления установкой поверочной высоковольтной однофазной **	ПУ УПВО-1-220 (УПВО-1-330)	1
15	Трансформатор разделительный	ОЛ-1/10	3
16	Трансформатор разделительный *	ИОГ-50	3
17	Установка испытательная высоковольтная	УИВ-50	1
18	Установка испытательная высоковольтная **	УИВ-100	1
19	Магазин нагрузок для поверки ТН 100В-80ВА	МР3025	3
20	Магазин нагрузок для поверки ТН 57В-80ВА	МР3025	2
21	Магазин нагрузок для поверки ТН 57В-200ВА**	МР3025	2
22	Магазин нагрузок для поверки ТН 100В-200ВА*	МР3025	3
23	Прибор для измерения электроэнергетических величин и показателей качества электрической энергии	Энергомонитор 3.3Т1	2
24	Программное обеспечение	«Энергомониторинг»	1

№	Наименование комплектующего элемента ЛВМ <b>МЭ-Аудит</b>	Тип	Коли-чество
25	Программное обеспечение	«Энергоформа»	1
26	Руководство по эксплуатации	MC2.763.003 РЭ	1
27	Методика поверки	MC2.763.003 МП	1
28	Персональный компьютер*	Notebook	1
29	Принтер*		1
30	Комплект кабелей	См. Приложение А	1
31	Мотогенератор трехфазный 4 кВа *		1
32	Вольтметр универсальный *	B7-73	1
33	Стол складной*		1
34	Стул складной*		1
35	Тент (зонт)*		1
36	Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный *	Энергомонитор - 3.1КМ	1

\* - поставляется по договору;

\*\* - для поверки ТН 110 кВ и более.

Примечания к табл.5:

ПВЕ-10; ПВЕ-35; ПВЕ-110 могут заменяться на НЛЛ-15; НЛЛ-35 и NVOS 110mo соответственно.

Допускается применение эталонных СИ другого типа с характеристиками не хуже, чем у указанных типов СИ.

По требованию организаций, производящих ремонт и поверку, поставляется ремонтная документация.

### Поверка

Осуществляется по документу MC2.763.003 МП "Лаборатории высоковольтные мобильные метрологические «МЭ-Аудит». Методика поверки ", утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева в апреле 2008 г.

Основные средства поверки:

Прибор для измерения электроэнергетических величин и показателей качества электрической энергии «Энергомонитор 3.3T1» или аналогичный. Диапазон измерений напряжения от 40 до 400 В; диапазон измерений тока от 0,5 до 3000 А, ПГ измерения напряжения  $\pm[0.1+0.01((U_n/U)-1)]\%$ , погрешность измерения тока  $\pm[0.1+0.01((I_n/I)-1)]\%$ ;

Переносной компьютер с пакетом программного обеспечения «Энергомониторинг» и «Энергоформа» для считывания данных с прибора «Энергомонитор 3.3T1» и управления источником.

### Сведения о методиках (методах) измерений

изложены в документе MC2.763.003 РЭ Лаборатории высоковольтные метрологические «МЭ-Аудит». Руководство по эксплуатации.

### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к ЛВМ

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

ГОСТ 1983-2001. Трансформаторы напряжения. Общие технические условия.

ГОСТ 7746-2001. Трансформаторы тока. Общие технические условия.

МИ 1940-88 ГСИ Государственная поверочная схема для средств измерений силы переменного электрического тока от  $1 \cdot 10^{-8}$  до 25 А в диапазоне частот от 20 до  $1 \cdot 10^6$  Гц.

ГОСТ Р 8.648-2008 ГСИ Государственная поверочная схема для средств измерений переменного напряжения до 1000 В в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^{-2}$  до  $2 \cdot 10^9$  Гц.

ГОСТ 8.551-86 ГСИ Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема электрической мощности и коэффициента мощности в диапазоне частот 40 – 20000 Гц.

ГОСТ 8.216-2011. ГСИ. Трансформаторы напряжения. Методика поверки.  
ГОСТ 8.217-2003. ГСИ. Трансформаторы тока. Методика поверки.  
ГОСТ 8.259-2004. ГСИ. Счетчики электрические индукционные активной и реактивной энергии. Методика поверки.  
ГОСТ 8.584-2004. ГСИ. Счетчики статические активной и реактивной энергии переменного тока. Методика поверки.  
МИ 3050-2007. ГСИ. Рекомендация. Трансформаторы напряжения измерительные  $6/\sqrt{3}$ ; 6;  $10/\sqrt{3}$ ; 10; 15;  $15/\sqrt{3}$ ; 35;  $35/\sqrt{3}$ ;  $110/\sqrt{3}$  кВ. Методика поверки ТН на месте эксплуатации при помощи преобразователя напряжения ПВЕ.  
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».  
МИ 3322-2011. ГСИ. Рекомендация. Счетчики электрические активной и реактивной энергии. Методика поверки на местах эксплуатации при помощи комплекта переносных средств поверки производства «НПП МАРС-ЭНЕРГО».  
МИ 3314-2011. ГСИ. Рекомендация. Трансформаторы напряжения измерительные  $220/\sqrt{3}$ ,  $330/\sqrt{3}$  кВ. Методика поверки на месте эксплуатации при помощи преобразователя напряжения серии «ПВЕ». 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.  
ТУ 4381-033-49976497-2008. Лаборатории высоковольтные метрологические «МЭ-Аудит». Технические условия.

**Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

Оказание услуг по обеспечению единства измерений.

**Изготовитель**

ООО "НПП Марс-Энерго".  
Адрес: 190031, Санкт-Петербург, наб. р. Фонтанки, д.113 "А"  
тел/факс (812) 315-1368

**Испытательный центр**

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», регистрационный номер № 30001-10  
Адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19  
тел./факс 251-76-01/713-01-14  
e-mail: [info@vniim.ru](mailto:info@vniim.ru).

Заместитель Руководителя  
Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п.

" \_\_\_\_ " 2013 г.