

Комитет технического регулирования и метрологии  
Республиканское государственное предприятие  
«Казахстанский институт стандартизации и метрологии»

СОГЛАСОВАНО

Директор

ТОО «ECOSTATUS PLUS.KZ»



Урвачев Ю.В.

2021 г.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель

РГП «КазСтандарт»



2021 г.

Установки измерительные высоковольтные серии НВА

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Разработана:

Специалист

КФ РГП «КазСтандарт»

Р. Денякин

« 04 » 06 2021 г.



г. Нур-Султан

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика предусматривает методы и средства проведения первичной и периодической поверок установок измерительных высоковольтных серии HVA, изготавливаемых фирмой «b2 electronic GmbH», Австрия.

Установки измерительные высоковольтные серии HVA (далее – установки) предназначены для

- воспроизведения высокого напряжения специальной формы инфранизкой частоты;
  - воспроизведения высокого напряжения постоянного тока;
  - измерений тангенса угла диэлектрических потерь (модификации с индексом TD);
- Интервал между поверками (межповерочный интервал) – 2 года.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При поверке выполняются операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и прибор бракуется.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	5.2	Да	Да
2. Опробование	5.3	Да	Да
3. Определение пределов допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	5.4	Да	Да
4. Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений силы постоянного тока (тока утечки)	5.5	Да	Да
5. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений тангенса угла диэлектрических потерь <sup>1)</sup>	5.6	Да	Да
Примечания <sup>1)</sup> Пункт выполняется для модификаций с индексом TD			

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, перечисленные в таблицах 2 и 3.

2.2 Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

2.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
7.2; 7.3	Визуально



Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
7.4	Делитель напряжения ДН-100э. Диапазон преобразования напряжения постоянного от 1 до 100 кВ, переменного тока от 1 до 100 кВ. Пределы допускаемой основной относительной погрешности коэффициента деления $\pm 0,5\%$ . Вольтметр универсальный В7-78/1. Верхний предел измерений напряжения постоянного тока 100 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока $\pm (0,000045 \cdot U_{\text{изм.}} + 6 \text{ е.м.р.})$ . Конденсатор ИК 200-0,1. Номинальная емкость 0,1 мкФ. Рабочее напряжение 200 кВ.
7.5	Вольтметр универсальный цифровой GDM-78255A. Верхние пределы измерений силы постоянного тока 10 мА, 100 мА, 10 А. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока на пределе 100 мА $\pm (0,001 \cdot I_{\text{изм.}} + 2 \text{ е.м.р.})$ . Конденсатор ИК 200-0,1. Номинальная емкость 0,1 мкФ. Рабочее напряжение 200 кВ. Нагрузка активная высоковольтная. Номинальное сопротивление от 1 до 2 МОм. Рабочее напряжение до 200 кВ.
7.6	Конденсатор с номинальной емкостью от 10 нФ до 1 мкФ, рабочим напряжением 10 кВ, аттестованный по тангенсу угла диэлектрических потерь

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура	от 0 до 50 °С	$\pm 1$ °С	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4
Давление	от 80 до 106 кПа	$\pm 200$ Па	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1
Влажность	от 10 до 100 %	$\pm 1$ %	Психрометр аспирационный М-34-М

### 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении измерений должны соблюдаться требования безопасности, предусмотренные документацией по эксплуатации поверяемого СИ и применяемых при поверке средств измерений.

Лица, проводящие поверку, должны быть ознакомлены с правилами (условиями) безопасной работы прибора, приведенными в эксплуатационной документации.

### 4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха  $(20 \pm 5)$  °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм. рт. ст.

### 5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Метрологические характеристики, подлежащие определению.

Определению подлежат погрешности измерений, перечисленные в таблицах 4 – 7

Таблица 4 – Метрологические и технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики для модификаций			
	HVA28/ HVA28TD	HVA30	HVA30-7	HVA34
Диапазон воспроизведения – напряжения синусоидальной формы (ампл. значение), кВ – напряжения синусоидальной формы (среднекв. значение), кВ – напряжения постоянного тока, кВ – напряжения прямоугольной формы, кВ	0,1 – 29	0 – 34	0 – 34	0 – 34
	0,1 – 21	0 – 24	0 – 24	0 – 24
	0,1 – 28	0 – 34	0 – 34	0 – 34
	0,1 – 28	0 – 34	0 – 34	0 – 34
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения, %	±1			
Диапазон частот выходного напряжения, Гц	от 0,01 до 0,1 включ. с шагом 0,01 Гц			
Диапазон измерений силы тока, мА	0,001 – 20	0,001 – 15	0,001 – 120	0,001 – 15
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы тока, %	±1			
Диапазон измерений тангенса угла диэлектрических потерь <sup>1)</sup>	1·10 <sup>-4</sup> – 1			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений тангенса угла диэлектрических потерь <sup>1)</sup>	±1·10 <sup>-4</sup>			
Параметры электрического питания: - напряжение переменного тока, В - частота переменного тока, Гц	100 – 240 50/60	110 – 240 50/60	190 – 240 50/60	110 – 240 50/60
	416×221×334	430×250×360	450×340×520	430×250×520
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм	14	19,5	57	19
Масса, кг	39			
Рабочие условия измерений: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха, %	от минус 20 до 55 до 85	от минус 5 до 45 до 85	от минус 10 до 50 до 85	от минус 20 до 55 до 85
Примечания				
<sup>1)</sup> Для модификаций с индексом TD				



Таблица 5 – Метрологические и технические характеристики (продолжение)

Наименование характеристики	Значение характеристики для модификаций		
	HVA34TD-1	HVA40-5	HVA45/ HVA45TD
Диапазон воспроизведения – напряжения синусоидальной формы (ампл. значение), кВ – напряжения синусоидальной формы (среднекв. значение), кВ – напряжения постоянного тока, кВ – напряжения прямоугольной формы, кВ	0,1 – 34	0,1 – 45	0,1 – 45
	0,1 – 24	0,1 – 32	0,1 – 32
	0,1 – 34	0,1 – 45	0,1 – 45
	0,1 – 34	0,1 – 45	0,1 – 45
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения, %	±1		
Диапазон частот выходного напряжения, Гц	от 0,01 до 0,1 включ. с шагом 0,01 Гц		
Диапазон измерений силы тока, мА	0,001 – 60	0,001 – 120	0,001 – 60
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы тока, %	±1		
Диапазон измерений тангенса угла диэлектрических потерь <sup>1)</sup>	1·10 <sup>-4</sup> – 1		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений тангенса угла диэлектрических потерь <sup>1)</sup>	±1·10 <sup>-4</sup>		
Параметры электрического питания: - напряжение переменного тока, В - частота переменного тока, Гц	100 – 240 50/60	190 – 240 50/60	100 – 240 50/60
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм	500×305×457	450×340×520	500×305×457
Масса, кг	39	57	39
Рабочие условия измерений: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха, %	от минус 20 до 55 до 85	от минус 10 до 50 до 85	от минус 20 до 55 до 85
Примечания <sup>1)</sup> Для модификаций с индексом TD			190 – 240 50/60 450×340×520 57
			от минус 10 до 50 до 85

Таблица 6 – Метрологические и технические характеристики (продолжение)

Наименование характеристики	Значение характеристики для модификаций			
	HVA60	HVA68	HVA68-2	HVA90
<p>Наименование характеристики</p> <p>HVA94</p>				
<p>Диапазон воспроизведения</p> <p>– напряжения синусоидальной формы (ампл. значение), кВ</p> <p>– напряжения синусоидальной формы (среднекв. значение), кВ</p> <p>– напряжения постоянного тока, кВ</p> <p>– напряжения прямоугольной формы, кВ</p>	0,1 – 62 0,1 – 44 0,1 – 62 0,1 – 62	0,1 – 68 0,1 – 48 0,1 – 62 0,1 – 62	0,1 – 68 0,1 – 48 0,1 – 62 0,1 – 62	0,1 – 90 0,1 – 64 0,1 – 90 0,1 – 90
<p>Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения, %</p>	±1			
<p>Диапазон частот выходного напряжения, Гц</p>	от 0,01 до 0,1 включ. с шагом 0,01 Гц			
<p>Диапазон измерений силы тока, мА</p>	0,001 – 40	0,001 – 80	0,001 – 80	0,001 – 65
<p>Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы тока, %</p>	±1			
<p>Диапазон измерений тангенса угла диэлектрических потерь<sup>1)</sup></p>	1·10 <sup>-4</sup> – 1			
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений тангенса угла диэлектрических потерь<sup>1)</sup></p>	±1·10 <sup>-4</sup>			
<p>Параметры электрического питания:</p> <p>- напряжение переменного тока, В</p> <p>- частота переменного тока, Гц</p>	100 – 240 50/60	190 – 240 50/60	210 – 240 50/60	650×445×610 128
<p>Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм</p> <p>Масса, кг</p>	57	59	57	545×445×610 127
<p>Рабочие условия измерений:</p> <p>- температура окружающего воздуха, °С</p> <p>- относительная влажность воздуха, %</p>	от минус 10 до 50 до 85			
<p>Примечания</p> <p><sup>1)</sup> Для модификаций с индексом TD</p>	от минус 5 до 45 до 85			



Таблица 7 – Метрологические и технические характеристики (окончание)

Наименование характеристики	Значение характеристики для модификаций
<p>Наименование характеристики</p> <p>Диапазон воспроизведения</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- напряжения синусоидальной формы (ампл. значение), кВ</li> <li>- напряжения синусоидальной формы (среднекв. значение), кВ</li> <li>- напряжения постоянного тока, кВ</li> <li>- напряжения прямоугольной формы, кВ</li> </ul> <p>Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения, %</p> <p>Диапазон частот выходного напряжения, Гц</p> <p>Диапазон измерений силы тока, мА</p> <p>Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы тока, %</p> <p>Диапазон измерений тангенса угла диэлектрических потерь<sup>1)</sup></p> <p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений тангенса угла диэлектрических потерь<sup>1)</sup></p> <p>Параметры электрического питания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- напряжение переменного тока, В</li> <li>- частота переменного тока, Гц</li> </ul> <p>Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм</p> <p>Масса, кг</p> <p>Рабочие условия измерений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- температура окружающего воздуха, °С</li> <li>- относительная влажность воздуха, %</li> </ul> <p>Примечания</p> <p><sup>1)</sup> Для модификаций с индексом TD</p>	<p>HVA120</p> <p>0,1 – 120 0,1 – 85 0,1 – 100 0,1 – 100</p> <p>±1</p> <p>от 0,01 до 0,1 включ. с шагом 0,01 Гц</p> <p>0,001 – 60</p> <p>±1</p> <p><math>1 \cdot 10^{-4} - 1</math> <math>\pm 1 \cdot 10^{-4}</math></p> <p>210 – 240 50/60</p> <p>790×445×740</p> <p>198</p> <p>от минус 5 до 45 до 85</p>

## 5.2 Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие прибора следующим требованиям:

1. Комплектность и маркировка должны соответствовать руководству по эксплуатации.
2. Все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях.
3. Не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, дисплея, органов управления. Незакрепленные или отсоединенные части прибора должны отсутствовать. Внутри корпуса не должно быть посторонних предметов. Все надписи на панелях должны быть четкими и ясными.
4. Все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и направляется в ремонт.

**Внимание! При проверке необходимо руководствоваться требованиями РЭ.**

## 5.3 Опробование.

Проверить работоспособность индикаторов и органов управления. Режимы работы прибора, устанавливаемые при переключении различных органов управления, и значения напряжения, отображаемые на индикаторах, должны соответствовать требованиям руководства по эксплуатации.

При неверном функционировании прибор бракуется и направляется в ремонт.

## 5.4 Определение пределов допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока

Определение погрешности производить методом прямых измерений напряжения постоянного тока, воспроизводимого поверяемым прибором, эталонной мерой – делителем напряжения ДН-100э и вольтметром универсальным В7-78/1.

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

1. Собрать схему измерений, изображенную на рисунке 1.
2. Перевести поверяемый прибор в режим формирования напряжения постоянного тока.  
*Примечание: При определении погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока параллельно делителю напряжения подключить конденсатор ИК 200-0,1. Определение погрешности проводить при всех полярностях напряжения, воспроизводимых установкой.*
3. Органами управления поверяемого прибора установить выходное напряжение, соответствующее 10 – 15 % от конечного значения диапазона воспроизведения.
4. Произвести измерение выходного напряжения прибора, фиксируя показания вольтметра В7-78/1.
5. Провести измерения по п.п. 3 – 4 устанавливая на поверяемом приборе выходное напряжение, соответствующее 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от конечного значения диапазона воспроизведения.
6. Результаты проверки прибора считаются удовлетворительными, если:  
- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\delta_U = \frac{U_X - U_0 \cdot K_D}{U_0 \cdot K_D} \cdot 100\% \quad (1)$$

где  $U_X$  – показания поверяемого прибора, В;  
 $U_0$  – показания вольтметра В7-78/1, В;  
 $K_D$  – коэффициент деления делителя напряжения ДН-100э (ДН-200э)  
не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.



При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

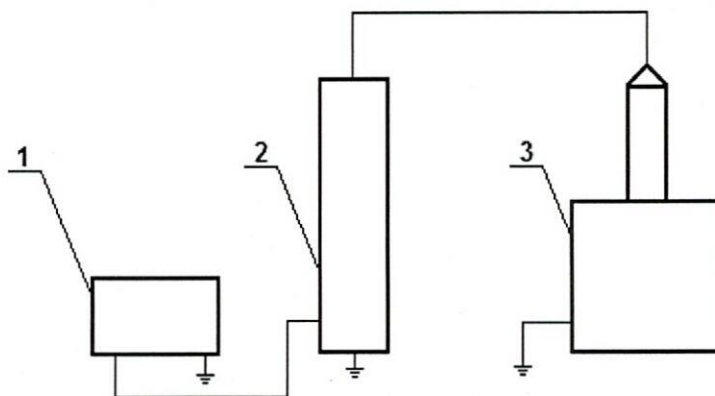


Рисунок 1 – Схема измерений при определении погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока

- где: 1 – вольтметр В7-78/1;  
2 – делитель напряжения ДН-100 э;  
3 – установка НВА

5.5 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений силы постоянного тока (тока утечки)

Определение погрешности производить методом непосредственного сличения показаний поверяемого прибора, с показаниями эталонного амперметра – вольтметра универсального цифрового GDM-78255A.

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

1. Собрать схему измерений, изображенную на рисунке 2.
2. Перевести поверяемый прибор в режим формирования напряжения постоянного тока.  
*Примечание: При определении погрешности измерений силы постоянного тока параллельно нагрузке и вольтметру GDM-78255A подключить конденсатор ИК 200-0,1.*
3. Органами управления поверяемого прибора установить выходное напряжение, соответствующее 10 – 15 % от конечного значения диапазона измерений.
4. Произвести измерение выходного тока прибора, фиксируя показания вольтметра GDM-78255A.
5. Провести измерения по п.п. 3 – 4 устанавливая на поверяемом приборе выходное напряжение, соответствующее 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от конечного значения диапазона измерений.

*Примечание: Поскольку для каждой модели установок нагрузка своя, а применяемая при проверке нагрузка может в этом смысле оказаться неоптимальной, при определении погрешности необходимо внимательно следить за выходным напряжением, чтобы не превысить верхний предел диапазона измерений выходного тока. Допускается устанавливать меньшее выходное напряжение, чем это указано в п. 5.*

6. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:  
- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\delta_I = \frac{I_x - I_0}{I_0} \cdot 100\% \quad (2)$$

- где  $I_x$  – показания поверяемого прибора, мА;  
 $I_0$  – показания вольтметра GDM-78255A, мА  
не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.  
При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

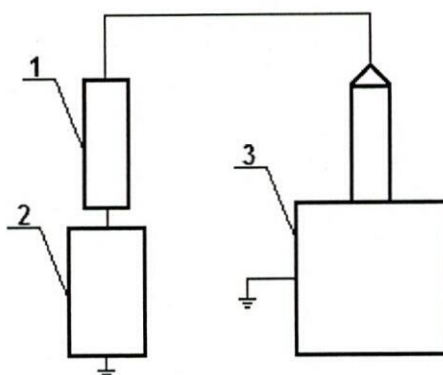


Рисунок 2 – Схема измерений при определении погрешности измерений силы постоянного тока (тока утечки)

- где: 1 – нагрузка активная высоковольтная;  
 2 – вольтметр GDM-78255A в режиме амперметра;  
 3 – установка НВА

5.6 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений тангенса угла диэлектрических потерь

Определение погрешности производить методом прямых измерений величины тангенса угла диэлектрических потерь, воспроизводимого эталонной мерой – конденсатором.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к выходу поверяемого прибора конденсатор.
2. Установить на выходе поверяемого прибора напряжение переменного тока величиной 10 кВ частотой 0,1 Гц.
3. Запустить процесс измерений и снять показания поверяемого прибора.
4. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
  - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta D = D_x - D_0 \quad (3)$$

где:  $D_x$  – показания поверяемого прибора;

$D_0$  – значение тангенса угла диэлектрических потерь конденсатора не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

## 6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Прибор, прошедший поверку с положительными результатами, признают годным. Положительные результаты поверки оформляют записью в паспорте и навешиванием пломбы на прибор, заверяют оттиском поверительного клейма или выдают сертификат о поверке установленной формы, в соответствии с требованиями СТ РК 2.4.

При отрицательных результатах поверки прибор к применению не допускается, выдается извещение о непригодности.