

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»  
(ФГУП «ВНИИМС»)

---

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС»



В.Н. Яншин

2012 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**ИЗМЕРИТЕЛИ  
ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ  
СЕРИЙ PD, PD/TD**

Методика поверки

г. Москва  
2012

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика предусматривает методы и средства проведения первичной и периодической поверок измерителей частичных разрядов серий PD, PD/TD, изготавливаемых фирмой «b2 electronic GmbH», Австрия.

Измерители частичных разрядов серий PD, PD/TD (далее – приборы) предназначены для

- измерения характеристик частичных разрядов в изоляции высоковольтного оборудования;

- измерения высокого напряжения специальной формы инфранизкой частоты;

- измерения тангенса угла диэлектрических потерь (модификации с индексом TD).

Область применения – диагностика состояния высоковольтной изоляции объектов электроэнергетики.

Межповерочный интервал – 2 года.

## 1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА 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	7.1	Да	Да
2. Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.2	Да	Да
3. Определение пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения напряжения переменного тока	7.3	Да	Да
4. Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерения кажущегося заряда	7.4	Да	Да
5. Определение пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения силы переменного тока	7.5	Да	Да
6. Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерения тангенса угла диэлектрических потерь	7.6	Да	Да

Примечание. Пункты 7.5 и 7.6 проводить только для измерителей серии PD/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
7.1; 7.2	Визуально
7.3	Делитель напряжения ДН-100э*. Диапазон рабочих напряжений постоянного тока от 2 до 140 кВ. Пределы допускаемой основной относительной погрешности коэффициента деления $\pm 0,5 \%$ . Вольтметр универсальный В7-78/1. Диапазон измерений напряжения постоянного тока от 0 до 1000 В. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm (0,0045 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{изм.}} + 10 \text{ е.м.р.})$ .
7.4	Осциллограф цифровой запоминающий WaveJet 352. Полоса пропускания 500 МГц. Входное сопротивление 1 МОм. Пределы допускаемой относительной погрешности установки коэффициента отклонения $\pm 1,5 \%$ . Пределы допускаемой относительной погрешности установки коэффициента развертки $\pm 0,001 \%$ . Калибратор кажущегося заряда CAL1B (из комплекта поверяемого прибора). Диапазон воспроизведения кажущегося заряда от 0,1 до 10 нКл. Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения кажущегося заряда $\pm (0,03Q + 0,3 \text{ пКл.})$ .
7.5	Вольтметр универсальный В7-78/1. Диапазон измерений силы постоянного тока от 0 до 3 А. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm (0,005 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{изм.}} + 5 \text{ е.м.р.})$ . Резисторы высоковольтные. Номинальное сопротивление до 1 МОм. Рабочее напряжение до 10 кВ. Мощность не менее 1,2 кВ·А.
7.6	Блок поверки из комплекта измерителя параметров изоляции «Тангенс-2000». Дном = 0,0001; 0,013; 0,1. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm (5 \cdot 10^{-5} + 0,003D)$ .

Примечание. \* – при поверке измерителей модификации PD200 (PD/TD200) использовать делитель напряжения ДН-200э. Диапазон рабочих напряжений постоянного тока от 5 до 280 кВ. Пределы допускаемой основной относительной погрешности коэффициента деления  $\pm 0,5 \%$ .

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

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

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений, эксплуатационную документацию на средства поверки и аттестованные в качестве поверителей согласно ПР 50.2.012-94.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок напряжением свыше 1 кВ и имеющие

квалификационную группу по технике безопасности не ниже III.

Все средства измерений, участвующие в поверке должны быть надежно заземлены.

## 5 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.;
- напряжение питающей сети переменного тока 230 В  $\pm$  10 %, 50 Гц;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения не более 5 %.

## 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

1. Проверены документы, подтверждающие электрическую безопасность.
2. Проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.
3. Средства измерения, используемые при поверке, подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.
4. Поверяемый прибор установить на горизонтальную поверхность в строго вертикальном положении, соблюдая условия и правила, предусмотренные руководством по эксплуатации.

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 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. 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.

### 7.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения.

Подтверждение соответствия программного обеспечения производить в следующем порядке:

1. Запустить ПО «b2 Suite» на внешнем ПК.
2. Установить связь с прибором через интерфейс USB.
3. При подключении на экране появляется окно с серийным номером прибора и номером версии ПО. Он должен быть не ниже указанного в таблице 4.

При невыполнении этих требований поверка прекращается и прибор бракуется.

Таблица 4 – Характеристики программного обеспечения (ПО)

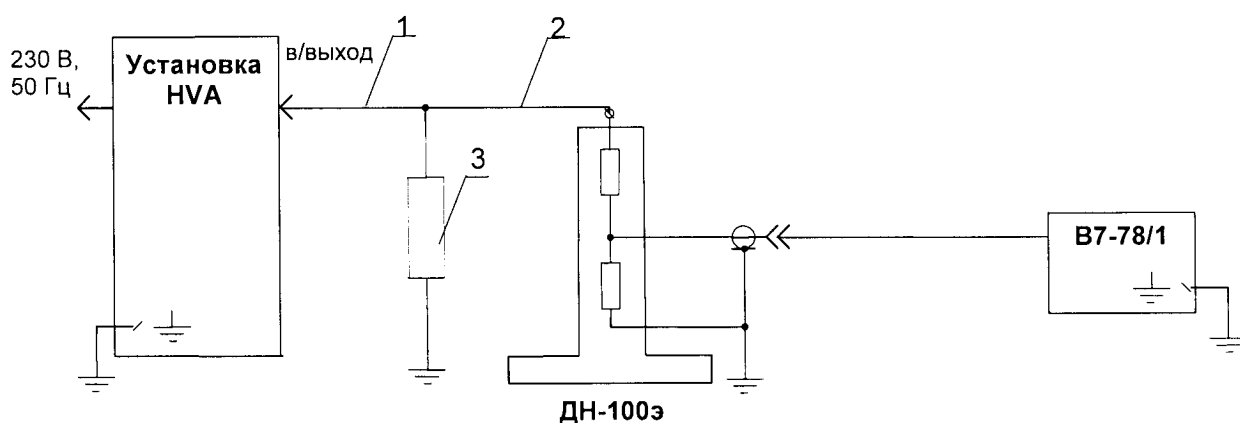
Тип прибора	Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО
PD30	Встроенное	Микропрограмма	1.17.1
PD60			1.17.1
PD90			1.17.1
PD94			1.17.1
PD200			1.17.1
PD/TD30	Встроенное	Микропрограмма	1.17.1
PD/TD60			1.17.1
PD/TD90			1.17.1
PD/TD94			1.17.1
PD/TD200			1.17.1

7.3 Определение пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения напряжения переменного тока

Определение погрешности производить методом непосредственного сличения показаний поверяемого прибора с показаниями эталонной меры – делителя напряжения ДН-100э (ДН-200э) и вольтметра универсального В7-78/1.

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

1. Подготовить поверяемый прибор к работе в соответствии с требованиями РЭ. Запустить ПО «b2 Suite» на внешнем персональном компьютере и установить связь через интерфейс USB с поверяемым прибором.
2. Собрать схему измерений, изображенную на рисунке 1.



- 1 – высоковольтный кабель из комплекта установки НВА
- 2 – провод ПВВ-1
- 3 – измеритель серии PD, PD/TD

Рис. 1

3. Перевести установку НВА в режим формирования напряжения частотой 0,1 Гц. Установить время испытания – 30 минут.
4. Перевести вольтметр универсальный В7-78/1 в режим измерения напряжения постоянного тока в диапазоне 100 В.
5. Органами управления установки НВА установить выходное напряжение соответствующее 10 – 15 % от конечного значения диапазона рабочих напряжений поверяемого прибора.
6. Снять показания поверяемого прибора в окне программы «b2 Suite».
7. Произвести измерение выходного напряжения установки НВА, фиксируя показания вольтметра универсального В7-78/1.

8. Провести измерения по п.п. 5 – 7 устанавливая выходное напряжение установки НВА, соответствующее 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от конечного значения диапазона рабочих напряжений поверяемого прибора.
9. Рассчитать относительную погрешность измерения напряжения по формуле:

$$\delta_U = \frac{U_X - U_0 \times K_{д}}{U_0 \times K_{д}} \times 100\% \quad (1)$$

где  $U_X$  – значение напряжения, измеренное поверяемым прибором, В;  
 $U_0$  – значение напряжения, измеренное вольтметром В7-78/1, В;  
 $K_{д}$  – коэффициент деления делителя ДН-100э (ДН-200э).

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность измерения не превышает  $\pm 1\%$ .

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

7.4 Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерения кажущегося заряда

Определение погрешности производить по методике раздела 3 «Поверка и градуировка» ГОСТ 20074-83 «Электрооборудование и электроустановки. Метод измерения характеристик частичных разрядов».

В качестве генератора прямоугольных импульсов, применяемого в ГОСТ 20074-83, использовать калибратор кажущегося заряда CAL1В из комплекта поверяемого прибора.

До этого необходимо определить погрешность воспроизведения кажущегося заряда калибратора CAL1В по приведенной ниже методике.

#### Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения кажущегося заряда калибратора CAL1В.

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения кажущегося заряда производить в следующем порядке:

1. Собрать схему измерений, изображенную на рисунке 2. Значение нагрузочного сопротивления  $R_{н}$  = 200 Ом. Входное сопротивление осциллографа 1 МОм.

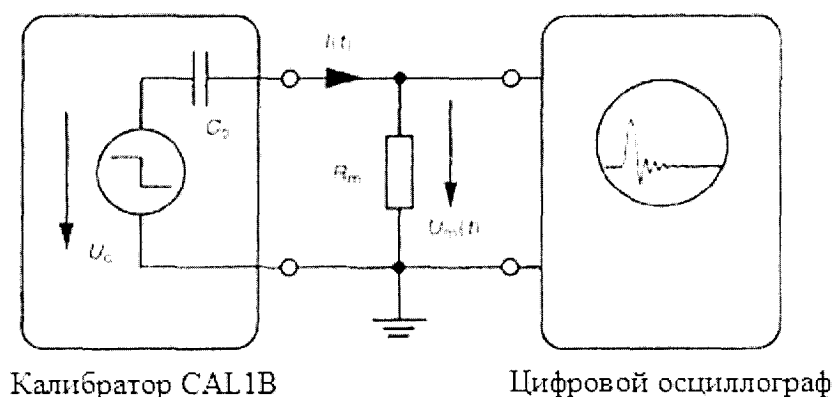


Рис. 2

2. Установить на осциллографе максимальную полосу пропускания (500 МГц).
3. Органами управления калибратора установить на его выходе величину заряда, равную 0,1 нКл. Полярность выходных импульсов – положительная.

4. Органами управления осциллографа добиться наблюдения на экране одиночного импульса максимальной величины.
5. Органами управления осциллографа выбрать пункт «Измерение площади сигнала (интеграла сигнала)».
6. Установить положение вертикальных курсоров в соответствии с рисунком 3.
7. Зафиксировать значение интеграла импульса калибратора, измеренное осциллографом в строке «Integral».
8. Вычислить воспроизводимый кажущийся заряд калибратора ( $Q_x$ ) по формуле:

$$Q_x = \frac{1}{R_m} \int U_m(t) dt \quad (2)$$

где  $R_m$  – нагрузочное сопротивление, равное 200 Ом;  
 $\int U_m(t) dt$  – измеренный осциллографом интеграл импульса, В·с.

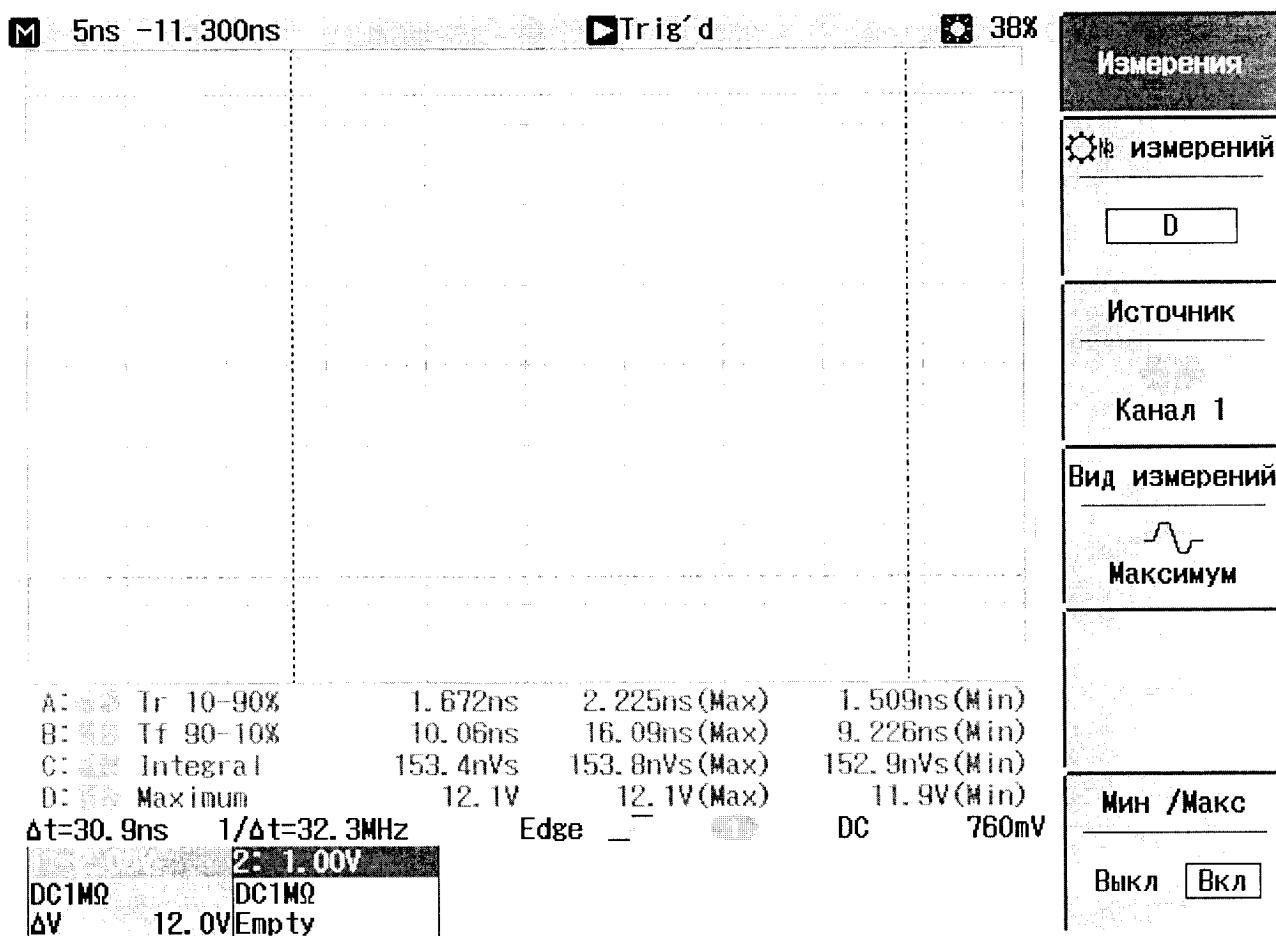


Рис. 3

9. Определить основную абсолютную погрешность воспроизведения кажущегося заряда по формуле:

$$\Delta Q = Q_x - Q_0 \quad (3)$$

где  $Q_x$  – значение кажущегося (воспроизводимого) заряда калибратора, пКл;  
 $Q_0$  – номинальное значение воспроизводимого кажущегося заряда калибратора, пКл.

10. Провести измерения по п.п. 3 – 9 для положений переключателя величины заряда калибратора 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10 нКл.



11. Провести измерения по п.п. 3 – 10 для отрицательной полярности выходных импульсов.

Результаты поверки калибратора считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность воспроизведения кажущегося заряда  $\Delta Q$  не превышает  $\pm (0,03Q_x + 0,3 \text{ пКл})$ .

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

7.5 Определение пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения силы переменного тока

Определение погрешности производить методом непосредственного сличения показаний поверяемого прибора с показаниями эталонной меры – вольтметра универсального В7-78/1 в режиме амперметра.

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

1. Подготовить поверяемый прибор к работе в соответствии с требованиями РЭ. Запустить ПО «b2 Suite» на внешнем персональном компьютере и установить связь через интерфейс USB с поверяемым прибором.
2. Собрать схему измерений, изображенную на рисунке 4.

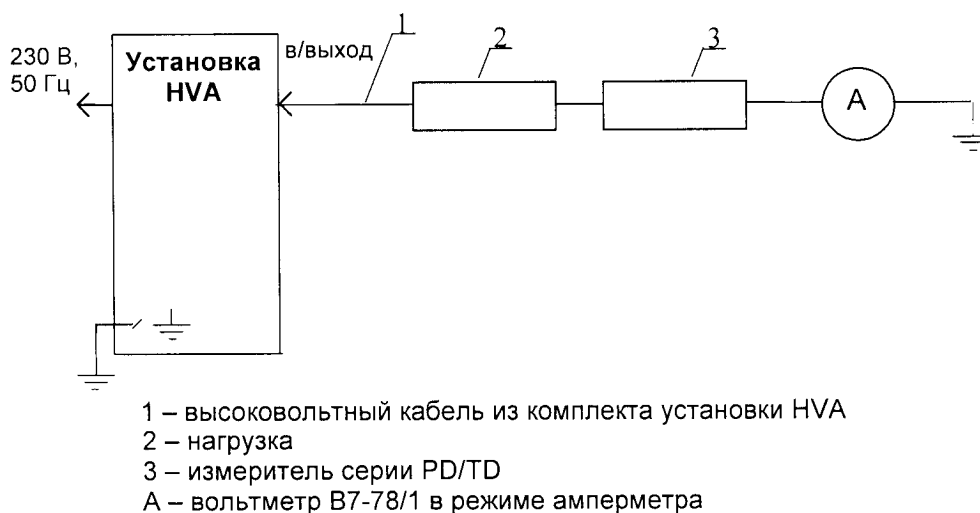


Рис. 4

**Примечание.** Значения сопротивления и мощности нагрузки для различных модификаций установок серии НВА приведены в таблице 5.

Таблица 5

Тип установки	Сопротивление нагрузки, кОм	Мощность нагрузки, В·А
НВА30	1000	150
НВА60	250	400
НВА90	170	600
НВА94	170	600
НВА200	100	1200

3. Перевести установку НВА в режим формирования напряжения частотой 0,1 Гц. Установить время испытания – 30 минут.
4. Перевести вольтметр универсальный В7-78/1 в режим измерения силы постоянного тока в диапазоне 100 мА.
5. Органами управления установки НВА установить выходное напряжение 1 кВ.
6. Снять показания поверяемого прибора в окне программы «b2 Suite».
7. Произвести измерение силы тока в измерительной цепи, фиксируя показания вольтметра универсального В7-78/1.



8. Провести измерения по п.п. 5 – 7 устанавливая на выходное напряжение установки НВА равным 2,5; 5; 7,5 и 10 кВ.
9. Рассчитать относительную погрешность измерения силы тока по формуле:

$$\delta_1 = \frac{I_x - I_0}{I_0} \times 100\% \quad (4)$$

где  $I_x$  – значение силы тока, измеренное поверяемым прибором, А;  
 $I_0$  – значение силы тока, измеренное вольтметром В7-78/1, А;

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность измерения не превышает  $\pm 1\%$ .

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

7.6 Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерения тангенса угла диэлектрических потерь

Определение погрешности производить методом прямого измерения величины тангенса угла диэлектрических потерь, воспроизводимого эталонной мерой.

В качестве эталонной меры использовать блок поверки из комплекта измерителя параметров изоляции «Тангенс-2000».

Значения тангенса угла диэлектрических потерь блока поверки приведены в таблице 6.

Таблица 6

Номер клеммы блока поверки	Номинальная емкость, пФ	Номинальное значение тангенса угла диэлектрических потерь
НП1	1015	0,0001
НП2		0,013
НП3		0,1

**Примечание.** При отсутствии блока поверки определение погрешности допускается проводить, используя составные меры тангенса угла диэлектрических потерь, состоящие из высоковольтного конденсатора и шунтирующего резистора.

В этом случае, перед началом измерений необходимо определить действительное значение тангенса угла потерь составной меры при рабочих напряжениях 5 и 10 кВ с помощью моста переменного тока типа СА7100 или аналогичного на частоте 50 Гц.

Значения тангенса угла диэлектрических потерь составной меры приведены в таблице 7.

Таблица 7

Схема включения C и R	C, нФ	R, кОм	Расчетное значение тангенса угла потерь
Последовательная	1	0,33	0,0001

Определение погрешности проводить при напряжениях 5 и 10 кВ.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подготовить поверяемый прибор к работе в соответствии с требованиями РЭ. Запустить ПО «b2 Suite» на внешнем персональном компьютере и установить связь через интерфейс USB с поверяемым прибором.
2. Собрать схему измерений, изображенную на рисунке 5. При использовании блока поверки измерения проводить используя только клемму НП1.
3. Перевести установку НВА в режим формирования напряжения частотой 0,1 Гц величиной 5 кВ. Установить время испытания – 30 минут.
4. Запустить процесс измерения и снять показания поверяемого прибора.

5. Провести измерения по п.п. 3 – 4 для выходного напряжения прибора 10 кВ.
6. Рассчитать абсолютную погрешность измерения тангенса угла диэлектрических потерь по формуле:

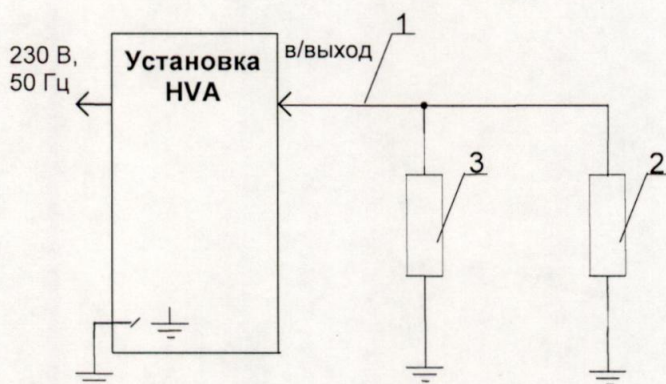
$$\Delta D = D_x/500 - D_0 \quad (5)$$

где:  $D_x$  – показания поверяемого прибора на частоте 0,1 Гц;

$D_0$  – значение тангенса угла диэлектрических потерь блока поверки согласно таблицы 6 или значение тангенса угла диэлектрических потерь составной меры, измеренное мостом переменного тока типа Р5026М, СА7100 или аналогичным на частоте 50 Гц.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если погрешность измерения не превышает  $\pm 1 \times 10^{-4}$ .

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



- 1 – высоковольтный кабель из комплекта установки НВА
- 2 – блок поверки или составная мера тангенса угла диэлектрических потерь
- 3 – измеритель серии PD/TD

Рис. 5

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

При положительных результатах поверки на корпус прибора наносится поверительная наклейка, в паспорте производится запись о годности к применению и (или) выдается свидетельство о поверке.

При отрицательных результатах поверки прибор не допускается к дальнейшему применению, в паспорт вносится запись о непригодности его к эксплуатации, клеймо предыдущей поверки гасится, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.

Начальник сектора отдела 206.1  
ФГУП «ВНИИМС»

А.Ю. Терещенко