

486

КВФШ.668510.01РЭ

Приложение А

Утверждаю



Директор ГУП ВНИИОФИ

.....В.С. Иванов

04 2001 г.

Преобразователи напряженности импульсного
электрического поля измерительные - ИППЛ-Л и ИППЛ-М

Методика поверки

Главный метролог ВНИИОФИ

.....В.П. Кузнецов

" 2 " 04 2001

Согласовано

Начальник 32 ГИИИ МО РФ

.....В.Н. Храменков

«.....» 2001 г.

Настоящая методика поверки распространяется на средства измерений "Преобразователи измерительные напряженности импульсного электрического поля ИППЛ-Л -КВФШ.668510.01 и ИППЛ-М -КВФШ.668510.02" и устанавливает методы и средства их первичной и периодических проверок при эксплуатации и после ремонта. Межповерочный интервал три года.

А 1. Операции поверки

А.1.1. При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице А1.

Таблица А1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операций	
		При первичной поверке	При периодической и внеочередной поверке
Внешний осмотр	А.6.1	Да	Да
Опробование	А.6.2	Да	Да
Определение времени нарастания переходной характеристики	А.6.3	Да	Да
Определение длительности переходной характеристики	А.6.4	Да	Нет
Определение коэффициента преобразования	А.6.5	Да	Да
Определение погрешности измерения коэффициента преобразования	А.6.6	Да	Да

А 2. Средства поверки

А.2.1. При проведении поверки должны применяться средства измерений, указанные в таблице А.2.

Таблица А.2.

Наименование средств измерений	ГОСТ, ТУ, технические характеристики
1. Государственный специальный эталон единиц максимальных значений напряженностей импульсных электрического и магнитного полей ГЭТ 148-93	ГОСТ 8.540-93 Диапазоны максимальных значений напряженностей импульсных электрического и магнитного полей, воспроизводимых эталоном при импульсах экспоненциальной формы (однократный режим) с длительностью фронта импульса не более 8 нс на уровне 0,1-0,9 от максимального значения и постоянной времени спада импульса не менее 150 мкс, составляют 10-200 кВ и 25-500 А/м. Диапазоны максимальных значений напряженностей импульсных электрического и магнитного полей, воспроизводимых эталоном при импульсах ступенчатой формы (однократный или периодический режимы) с длительностью от 10-100 нс на уровне 0,5 от максимального значения составляют: 50-100 кВ/м и 130-250 А/м – при длительности фронта импульса не более 1,5 нс; 0,02-50 кВ/м и 0,05-130 А/м – при длительности фронта импульса не более 1,0 нс; 0,13-6,5 кВ/м и 0,35-17 А/м – при длительности фронта импульса не более 0,5 нс; 20-130 кВ/м и 0,35-17 А/м - при длительности фронта импульса не более 0,5 нс. Границы НСП не должны превышать: -при импульсах экспоненциальной формы: 1 % - для электрического поля; 2 % - для магнитного поля; -при импульсах ступенчатой формы: 3 % - для электрического поля в диапазоне 20-260 В/м; 3 % - для электрического поля в диапазоне 0,26-100 кВ/м; 4 % - для магнитного поля в диапазоне 0,05-0,7 А/м; 6 % - для магнитного поля в диапазоне 0,7-250 А/м.
2. Осциллограф вычислительный стробоскопический С9-11	ЕЭ1.406.081ТУ Диапазон коэффициентов развертки 10 пс/дел – 0,1 с/дел. Диапазон коэффициентов отклонения 2 – 200 мВ/дел. Погрешность измерения напряжения при использовании программы калибровки канала вертикального отклонения $(0,5+5 \cdot k/U_x + 300 \text{ мВ}/U_x)$, где k – коэффициент отклонения мВ/дел, U_x – измеряемое напряжение. Погрешность измерения временных интервалов при использовании встроенной программы калибровки $(0,5+5 \cdot k/T_x + 320 \text{ пс}/T_x)$, где k – диапазон временной развертки на экран, T_x – измеряемый временной интервал, пс. Время нарастания переходной характеристики не более 32 пс. Неравномерность вершины не более 10 %.
3. Генератор импульсов И1-15	ГВ3.264.1071ТУ Длительность фронта импульсов не более 0,25 нс. Максимальная длительность импульсов не менее 10 мкс. Неравномерность вершины не более 2 %. Погрешность установления амплитуды ± 10 %. Максимальная амплитуда выходных импульсов не менее 10 В.

4.Генератор импульсов точной амплитуды Г5-75	ЕХЗ.269.09244 Диапазон установки амплитуды на 50-омной нагрузке от 0,01 до 10 В. Погрешность установки амплитуды не более $\pm 0,01$ В. Длительность выходных импульсов от 50 нс до 1 с. Длительность фронта и среза выходных импульсов не более 10 нс.
5.Генератор испытательных сигналов ГММ-1	Максимальная амплитуды выходного напряжения на 50-омной нагрузке, не менее 10 В. Длительность выходных импульсов не менее 100 нс. Длительность фронта выходных импульсов не более 40 пс.

Примечание: Допускается использование других типов средств измерений с метрологическими характеристиками не хуже указанных в таблице А2.

А 3. Требования к квалификации поверителей

А.3.1. Поверители должны быть ознакомлены с технической документацией наверяемое средство, средства поверки, методикой поверки и иметь удостоверение поверителей.

А 4. Требования безопасности

А.4.1. К проведению поверки допускаются лица, прошедшие вводный инструктаж и имеющие удостоверение квалификационной группы на право работы с электроустановками напряжением свыше 1000 В.

А.4.2. При проведении испытаний необходимо соблюдать требования безопасности по ГОСТ 12.2.006-84

А 5. Условия поверки

А.5.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С	20 $\pm$ 5
- относительная влажность, %, не более	80
- атмосферное давление, кПа	87-107
- напряжение питающей электросети, В	220 $\pm$ 22
- частота, Гц	50 $\pm$ 1

А 6. Проведение поверки

А.6.1. Внешний осмотр.

Внешним осмотром должно быть установлено:

- наличие маркировки, подтверждающей тип и заводской номер преобразователя,
- соответствие комплектации требованиям документации,
- наличие эксплуатационной документации и сведений о результатах предыдущей поверки или ремонта.

А.6.2. Опробование

А.6.2.1. Подключают выход генератора И1-15 с помощью 50-омного коаксиального кабеля ко входу преобразующей системы ПС-1 государственного специального эталона единиц максимальных значений напряженностей импульсных электрического и магнитного полей (ГСЭ). Помещают ПИП преобразователя в рабочую зону ПС-1 ГСЭ таким образом, чтобы ПИП располагался на заземленном электроде ПС-1 и плотно прилегал к нему. Ориентацию ПИП осуществляют в соответствии с нанесенной маркировкой. Соединяют выход ПИП с помощью линии связи преобразователя со входом осциллографа С9-11. Подают от генератора И1-15 на вход ПС-1 ГСЭ импульсы напряжения амплитудой 10 В и длительностью не менее 100 нс. Устанавливают частоту следования импульсов не менее 10 кГц. Проводят регистрацию импульсов от преобразователя на экране С9-11.

А.6.2.2. Результаты опробования считают положительными, если на экране осциллографа наблюдаются импульсы прямоугольной формы и амплитуда паразитных колебаний на вершине регистрируемого импульса не более $\pm 5\%$.

В случае если амплитуда паразитных колебаний на вершине регистрируемых импульсов превышает $\pm 5\%$, принимают меры к выявлению источников электромагнитных помех и проводят работы по уменьшению их влияния на регистрирующую аппаратуру.

А.6.3. Определение времени нарастания переходной характеристики.

А.6.3.1. Проводят калибровку канала горизонтального отклонения осциллографа С9-11 в соответствии с его инструкцией по эксплуатации.

А.6.3.2. Подготавливают к работе генератор испытательных сигналов ГММ-1 с длительностью фронта не более времени нарастания переходной характеристики исследуемого ИП. Проводят измерения длительности фронта импульса на выходе генератора - $T_{фг}$.

Подготавливают С9-11 к регистрации фронтальной части импульса напряжения на выходе генератора. Для этого выход генератора с помощью 50-Омного кабеля подсоединяют ко входу высокочастотного ослабителя, выход ослабителя соединяют со входом осциллографа С9-11. Коэффициент ослабления подбирают таким образом, чтобы амплитуда импульсов на входе осциллографа С9-11 не превышала 0,5 В. Производят регистрацию фронтальной части импульса, усредненную по 1024 измерениям. Переписывают полученную осциллограмму в один из свободных внутренних регистров памяти осциллографа С9-11.

По полученной осциллограмме при помощи маркеров осциллографа С9-11 определяют длительность фронта импульса на выходе генератора по уровням 0,1 - 0,9 от установившегося значения амплитуды напряжения.

А.6.3.3. Определяют длительность фронта импульса напряжения на выходе ИП.

Помещают ПИП в рабочую зону полеобразующей системы ПС-2 ГСЭ единиц максимальных значений напряженности импульсных электрического и магнитного полей с межэлектродным зазором $d_z = 0,0738$ м таким образом, чтобы ПИП располагался на заземленном электроде ПС-2 и плотно прилегал к нему. Соединяют выход ПИП с помощью линии связи преобразователя с осциллографом С9-11. Подключают ко входу ПС-2 выход генератора испытательных сигналов.

Подготавливают С9-11 к регистрации фронтальной части импульса. Производят регистрацию фронтальной части импульса с выхода преобразователя, усредненную по 1024 измерениям. Переписывают полученную осциллограмму в один из свободных внутренних регистров памяти осциллографа С9-11.

По полученной осциллограмме при помощи маркеров осциллографа С9-11 определяют длительность фронта импульса на выходе преобразователя по уровням 0,1 - 0,9 от установившегося значения напряжения на выходе ИП - $T_{фп}$.

А.6.3.4. Определяют значение времени нарастания переходной характеристики ИП по формуле:

$$T_{\phi} = (T_{\phi n}^2 - T_{\phi r}^2)^{1/2}$$

Измеренное значение времени нарастания переходной характеристики должно быть равно значению, записанному в паспорте на преобразователь с погрешностью $\pm 10 \%$.

А.6.4. Определение длительности переходной характеристики.

Помещают ПИП в рабочую зону полеобразующей системы ПС-2 ГСЭ единиц максимальных значений напряженности импульсных электрического и магнитного полей с межэлектродным зазором $d_3 = 0,0738$ м таким образом, чтобы ПИП располагался на заземленном электроде ПС-2 и плотно прилегал к нему.

Проводят калибровку канала горизонтального отклонения осциллографа С9-11 в соответствии с его инструкцией по эксплуатации. Соединяют выход ПИП с помощью линии связи преобразователя с осциллографом С9-11. Подключают ко входу ПС-2 выход генератора Г5-84. Устанавливают амплитуду импульсов напряжения на входе ПС-2 не менее 6 В, а длительность импульсов не менее 500 нс (частота следования импульсов около 10 кГц).

Подготавливают С9-11 к регистрации импульса напряжения с выхода ИП. Производят регистрацию импульса с выхода преобразователя, усредненную по 1024 измерениям. Переписывают полученную осциллограмму в один из свободных внутренних регистров памяти осциллографа С9-11.

По полученной осциллограмме при помощи маркеров осциллографа С9-11 определяют длительность переходной характеристики импульса напряжения на выходе преобразователя по уровню 0,5 от установившегося значения напряжения на выходе ИП.

Измеренное значение длительности переходной характеристики должно быть равно значению, записанному в паспорте на преобразователь с погрешностью $\pm 10 \%$.

А.6.5. Определение коэффициента преобразования

А.6.5.1. Помещают ПИП в рабочую зону №1 полеобразующей системы ПС-1 ГСЭ единиц максимальных значений напряженности импульсных электрического и магнитного полей с межэлектродным зазором $d_3 = 0,24$ м таким образом, чтобы ПИП располагался на заземленном электроде ПС-1 и плотно прилегал к нему.

А.6.5.2. Проводят калибровку канала вертикального отклонения осциллографа С9-11 в соответствии с его инструкцией по эксплуатации. Соединяют выход ПИП с помощью линии связи ИП с осциллографом С9-11. Подключают ко входу ПС-1 выход генератора И1-15. Устанавливают амплитуду импульсов напряжения на входе ПС-1 не менее 10 В, а длительность импульсов не менее 100 нс (частота следования импульсов около 10 кГц).

А.6.5.3. С помощью осциллографа С9-11 проводят измерение амплитуды $U_{ип}$ импульсов напряжения на выходе преобразователя.

Определяют амплитуду U_r импульса напряжения, поступающего на вход ПС-1 от генератора И1-15. Для этого к выходу генератора И1-15 подключают высокочастотные делители (поставляемые в комплекте С9-11) с суммарным коэффициентом деления порядка 1:50. Сигнал с выхода делителя подают на вход С9-11, проводят его регистрацию и определяют амплитуду $U_{гд}$. Далее подключают вход делителя к выходу генератора Г5-75, устанавливают амплитуду импульсов на выходе генератора $U_{гк} = 9,999$ В. Сигнал с выхода делителя подают на вход С9-11, проводят измерение амплитуды $U_{ок}$ импульсов напряжения на выходе делителя. Определяют коэффициент деления делителя по формуле:

$$K_d = U_{гк}/U_{ок},$$

определяют амплитуду U_r :

$$U_r = U_{гд} \cdot K_d.$$

Коэффициент преобразования преобразователя определяют по формуле:

$$K_{пр} = U_{ип} / (U_r/d_3),$$

где: $d_3=0,24$ м - межэлектродное расстояние в рабочей зоне №1 полеобразующей системы ПС-1 ГСЭ.

А.6.5.4. Измерения по А.6.5.1÷А.6.5.3 производят десять раз. За результат измерения коэффициента преобразования принимают среднее арифметическое полученных результатов, определяемое по формуле:

$$\tilde{K}_{\text{ПР}} = \frac{\sum_{i=1}^{10} K_{\text{ПР}i}}{10},$$

где $K_{\text{ПР}i}$ - i -й результат наблюдения.

Измеренное значение коэффициента преобразования должно быть равно с учетом погрешности измерения значению, записанному в паспорте на преобразователь.

А.6.6. Определение погрешности измерения коэффициента преобразования.

А.6.6.1. Определение значения случайной погрешности.

Среднее квадратическое отклонение (СКО) результата измерения оценивают по формуле:

$$S(K_{\text{ПР}}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_{\text{ПР},i} - \tilde{K}_{\text{ПР}})^2}{n(n-1)}},$$

где

$K_{\text{ПР}}$ - результат измерения, определенный в А.6.3.4.

$K_{\text{ПР},i}$ - i -й результат наблюдений,

n - число наблюдений (равно 10).

Границы случайной погрешности результата измерения (без учета знака) при доверительной вероятности $P = 0,95$ и $n = 10$ находят по формуле:

$$\varepsilon_k = 2,262 \cdot S(K_{\text{ПР}}) \cdot \frac{100\%}{\tilde{K}_{\text{ПР}}}$$

А.6.6.2. Границы систематической погрешности результата измерения при доверительной вероятности $P = 0,95$ вычисляют (без учета знака) по формуле:

$$Q_k = 1,1[Q_{\text{он}}^2 + Q_{\text{оип}}^2 + Q_{\text{ог}}^2 + Q_{\text{огк}}^2 + Q_{\text{оок}}^2 + Q_{\text{оипп}}^2 + Q_{\text{огп}}^2 + Q_{\text{окп}}^2 + Q_{\text{оу}}^2]^{1/2},$$

где:

$Q_{он} = 0,4 \%$ - погрешность, обусловленная неоднородностью поля в полеобразующей системе ПС-1 ГСЭ в объеме, занимаемым ПИП;

$Q_{оип}$ - относительная погрешность С9-11 при определении амплитуды импульсов напряжения на выходе преобразователя ($U_{ип}$);

$Q_{ог}$ - относительная погрешность С9-11 при определении амплитуды импульсов напряжения на выходе делителя ($U_{гд}$);

$Q_{огк}$ - относительная погрешность воспроизведения амплитуды импульсов напряжения генератором Г5-75 при калибровке делителя ($U_{гк}$);

$Q_{оок}$ - относительная погрешность С9-11 при определении амплитуды импульсов напряжения на выходе делителя при его калибровке ($U_{ок}$);

$Q_{оипп}$ - погрешность, обусловленная паразитными колебаниями при регистрации амплитуды импульса напряжения на выходе преобразователя.

$$Q_{оипп} = 2 \cdot [(U_{ип. макс.} - U_{ип. мин.}) / (U_{ип. макс.} + U_{ип. мин.})] \cdot 100 \%,$$

Где $U_{ип. макс.}$, $U_{ип. мин.}$ - максимальное и минимальное значение амплитуды импульса напряжения на выходе преобразователя.

$Q_{огп}$ - погрешность, обусловленная паразитными колебаниями при регистрации амплитуды импульса напряжения на выходе делителя.

$$Q_{огп} = 2 \cdot [(U_{гд. макс.} - U_{гд. мин.}) / (U_{гд. макс.} + U_{гд. мин.})] \cdot 100 \%,$$

Где $U_{гд. макс.}$, $U_{гд. мин.}$ - максимальное и минимальное значение амплитуды импульса напряжения на выходе делителя.

$Q_{окп}$ - погрешность, обусловленная паразитными колебаниями при регистрации амплитуды импульса напряжения на выходе делителя при его калибровке.

$$Q_{огп} = 2 \cdot [(U_{ок. макс.} - U_{ок. мин.}) / (U_{ок. макс.} + U_{ок. мин.})] \cdot 100 \%,$$

Где $U_{ок. макс.}$, $U_{ок. мин.}$ - максимальное и минимальное значение амплитуды импульса напряжения на выходе делителя при его калибровке.

$Q_{оу} = 1,0 \%$ - погрешность, обусловленная неточностью установки ПИП в рабочей зоне полеобразующей системы эталона.

А.6.6.3. Доверительные границы погрешности результата измерения коэффициента преобразования вычисляют по полученным значениям случайной и систематической погрешности в соответствии с разделом 5 ГОСТ 8.207.

А.6.6.4. За погрешность измерения принимается предел Δ , определенный в А.6.6.3.

Преобразователь считается прошедшим поверку с положительным результатом, если погрешность измерения коэффициента преобразования не превышает 10 %.

А.7. Оформление результатов поверки

А.7.1. При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке и производят запись в паспорте в разделе 8 сведений о результатах поверки.

А.7.2. При отрицательных результатах аннулируют свидетельство о поверке и в паспорт вносят запись о непригодности прибора к эксплуатации с указанием причины.



Сахаров К.Ю.

Михеев О.В.