ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА
(ВНИИМ)

МЕТОДИКА

ПОВЕРКИ ОБРАЗЦОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ДВУХФАЗНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

МИ 109—76

Цена 3 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
Москва — 1977

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНА Всесоюзным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским институтом метрологии им. Д. И. Менделеева (ВНИИМ)

Директор Ю. В. Тарбеев
Руководитель темы С. А. Кравченко
Исполнители: В. Е. Новодережкин, И. Х. Шохор

ПОДГОТОВЛЕНА К УТВЕРЖДЕНИЮ Лабораторией законодательной метрологии ВНИИМ

Руководитель лаборатории М. Н. Селиванов
Исполнитель С. Б. Рабинов

УТВЕРЖДЕНА Научно-техническим советом ВНИИМ 8 мая 1976 г. (протокол № 12)

УДК 621.317.373.081.1

МЕТОДИКА

ПОВЕРКИ ОБРАЗЦОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ДВУХФАЗНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ МИ 109—76

Настоящая методика распространяется на образцовые измерительные двухфазные генераторы 1 и 2-го разрядов типов Ф1-1, Ф1-2, УПФИЧ-1 (Ф1-3)* и устанавливает методы, средства их поверки и метрологические требования к средствам поверки.

Описание измерительных двухфазных генераторов, а также их основные технические и метрологические параметры приведены в приложении 1.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны выполняться следующие операции.

1.1.1. Внешний осмотр (п. 4.1).

1.1.2. Опробование (п. 4.2).

1.1.3. Определение погрешности установки рабочих частот (п. 4.3).

1.1.4. Определение нестабильности рабочих частот (п. 4.4).

1.1.5. Измерение коэффициента нелинейных искажений (п. 4.5).

1.1.6. Определение основной погрешности (п. 4.6).

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки должны применять следующие средства поверки.

2.1.1. Государственный специальный эталон единицы угла сдвига фаз между двумя электрическими напряжениями (ГОСТ 8.139—75).

2.1.2. Образцовые генераторы 1-го разряда.

---

* Далее представленные в поверку измерительные двухфазные генераторы будут называться поверяемыми генераторами, а генераторы, служащие в качестве средств поверки, — образцовыми генераторами.

©Издательство стандартов, 1977

2.1.3. Электронные фазометры, используемые в качестве компараторов, для сличения поверяемых и образцовых генераторов. Они должны иметь следующие параметры:

диапазон рабочих частот от 0,03 до 200 кГц;

диапазон измеряемых углов сдвига фаз от 0 до 360°С;

диапазон входных напряжений от 0,1 до 10 В;

цена деления шкалы не более 0,1°.

Можно использовать также фазометры типа Ф2-4 или Ф2-16.

2.1.4. Электронно-счетный частотомер, измеряющий частоту и период синусоидального напряжения с относительным значением временной нестабильности частоты внутреннего кварцевого генератора не более $\pm 5 \cdot 10^{-8}$ за 1 ч (например, частотомер типа Ч3-38).

2.1.5. Вольтметр переменного тока с диапазоном рабочих частот от 5 Гц до 200 кГц, позволяющий измерять напряжение от 10 мВ до 10 В с погрешностью не более 4% (например, вольтметр типа В3-40).

2.1.6. Измеритель нелинейных искажений с диапазоном рабочих частот от 20 Гц до 200 кГц с погрешностью не более 10% (например, измеритель нелинейных искажений типа С6-5).

2.1.7. Электронный осциллограф, обеспечивающий получение однократной фигуры Лиссажу (например, осциллограф типа С1-49).

2.2. Применяемые средства измерений (кроме электронного осциллографа) должны иметь свидетельство о поверке.

2.3. Работа с применяемыми средствами измерений должна проводиться согласно их инструкциям по эксплуатации.

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1. При проведении поверки следует соблюдать следующие условия:

температура окружающего воздуха 20±5°С;

относительная влажность воздуха 65±15%;

напряжение питания при частоте 50 Гц 220±4,4 В.

3.2. Поверку необходимо проводить после прогрева поверяемых генераторов в течение 1 ч.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1. Внешний осмотр.

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемых генераторов следующим требованиям. Поверяемые генераторы не должны иметь механических повреждений или неисправностей органов регулирования и соединительных элементов, влияющих на нормальную работу прибора. К генератору должны быть приложены техническое описание, инструкция по эксплуатации и паспорт.

На генераторе должны быть обозначены заводской номер, наименование и тип генератора, значение угла сдвига фаз, нанесенные на отсчетное устройство, наименование зажимов и регулировочных приспособлений, номинальное напряжение питания прибора и номинальное значение частоты питающей сети (если последнее отличается от 50 Гц).

4.2. Опробование.

При опробовании поверяемого генератора проверяют возможность измерения угла сдвига фаз от 0 до 360° между выходными напряжениями поверяемого генератора при помощи осциллографа. «Выход 1» поверяемого генератора подключают к входу «У» осциллографа, а «Выход 2» — к входу «Х». Ручки «Регулировка напряжения» поверяемого генератора устанавливают в положение, соответствующее максимальной амплитуде выходных напряжений и добиваются появления на экране осциллографа устойчивой фигуры Лиссажу в виде эллипса. Поочередно вращая ручки поверяемого генератора «Основной фазовращатель» и «Вспомогательный фазовращатель», убеждаются в возможности изменения угла сдвига фаз от 0 до 360°. Эллипс должен плавно преобразовываться в прямые линии с наклоном +45 и —45° к горизонтальной оси экрана осциллографа.

Двухфазные генераторы типов Ф1-1 и Ф1-2 опробуют на всех рабочих частотах, а генераторы типа УПФИЧ-1 — на частотах 20, 100 и 1000 Гц.

4.3. Определение погрешности установки рабочих частот. При помощи частотомера измеряют частоту любого из выходных напряжений поверяемого генератора. Для генераторов типов Ф1-1 и Ф1-2 измерения проводят на всех рабочих частотах. Для генераторов типов УПФИЧ-1 (Ф1-3) измерения проводят на частотах 10, 100 и 1000 Гц.

Погрешность установки рабочей частоты δf определяют по формуле

$$\delta f = \frac{|f_{изм} - f_н|}{f_н} \cdot 100\%, \qquad (1)$$

где $f_{изм}$ — измеренное значение частоты; $f_н$ — номинальное значение частоты.

При определении погрешности установки рабочих частот, меньших 1000 Гц, с помощью частотомера измеряют период выходного напряжения $T_{изм}$, а затем вычисляют значение частоты по формуле

$$f_{изм} = \frac{1}{T_{изм}}. \qquad (2)$$

Погрешность установки рабочих частот не должна превышать 1%.

4.4. Определение нестабильности рабочих частот.

С помощью частотомера в течение 10 мин через каждую минуту измеряют частоту любого из выходных напряжений поверяемого генератора. Нестабильность частоты γ определяют по формуле

$$\gamma = \frac{f_{max} - f_{min}}{f_н}, \qquad (3)$$

где f_{max}, f_{min} — соответственно максимальное и минимальное значения частот из полученного ряда результатов; $f_н$ — номинальное значение частоты.

Измерения проводят на частоте 200 кГц для генераторов типа Ф1-2 и на частоте 1 кГц для генераторов типов Ф1-1 и УПФИЧ-1 (Ф1-3). Нестабильность частоты не должна превышать $2 \cdot 10^{-5}$.

4.5. Измерение коэффициента нелинейных искажений.

Для измерения коэффициента нелинейных искажений выходных напряжений применяют измеритель нелинейных искажений, с помощью которого измеряют коэффициент нелинейных искажений каждого из выходных напряжений. Выходные напряжения поверяемых генераторов устанавливают равными 10 В. Для генераторов типов Ф1-1 и Ф1-2 измерения проводят на всех рабочих частотах; для генераторов типа УПФИЧ-1 (Ф1-3) — на частотах 20, 100 и 1000 Гц.

Коэффициент нелинейных искажений не должен превышать 1,5% для образцовых генераторов 1-го разряда и 2% для образцовых генераторов 2-го разряда.

4.6. Определение основной погрешности.

4.6.1. Определение основной погрешности осуществляют путем сличения с мерой высшего разряда при помощи компаратора.

4.6.2. Поверяемые генераторы 1-го разряда сличают с государственным специальным эталоном единицы угла сдвига фаз на частоте 1000 Гц при помощи компаратора, входящего в комплект государственного эталона, в соответствии с «Правилами хранения и применения государственного специального эталона единицы угла сдвига фаз». Основная погрешность угла сдвига фаз образцовых средств измерений 1-го разряда не должна превышать $\pm 0{,}1°$.

4.6.3. Поверяемые генераторы 2-го разряда сличают с образцовыми генераторами 1-го разряда.

Для генераторов типов Ф1-1 и Ф1-2 измерения проводят на всех рабочих частотах.

Для генераторов типа УПФИЧ-1 (Ф1-3) поверку проводят на частотах 30, 500 и 1000 Гц.

Поверку проводят при одинаковых рабочих частотах выходных напряжений сличаемых генераторов. Уровни напряжений на выходах устанавливают равными 10 В. Фазометр подключают к выходам образцового генератора. Шкалу основного фазовращателя образцового генератора устанавливают в нулевое положение.

С помощью вспомогательного фазовращателя образцового генератора добиваются нулевого показания фазометра. Основным фазовращателем устанавливают углы сдвига фаз ступенчато через 10° в диапазоне от 0 до 180° и записывают каждый раз три показания фазометра.

Затем, не изменяя положения основного фазовращателя, вспомогательным фазовращателем вновь добиваются нулевого показания фазометра. Основным фазовращателем устанавливают углы сдвига фаз ступенчато через 10° в диапазоне от 180 до 360° и записывают каждый раз три показания фазометра.

После этого фазометр подключают к выходам поверяемого генератора и производят аналогичные измерения. Вычисляют разность средних арифметических показаний фазометра при одинаковых углах сдвига фаз, устанавливаемых на образцовом и поверяемом генераторах. За основную погрешность поверяемого генератора принимают максимальную из полученных разностей.

Основная погрешность образцовых генераторов 2-го разряда не должна превышать $\pm 0{,}3°$.

5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

5.1. Результаты поверки должны быть занесены в протокол, форма которого приведена в приложении 2.

5.2. При положительных результатах поверки генератор клеймят и на него выдают свидетельство о поверке по установленной форме.

5.3. При отрицательных результатах поверки генератор к применению не допускают и на него выдают извещение о непригодности с указанием причин, а старое клеймо гасят.

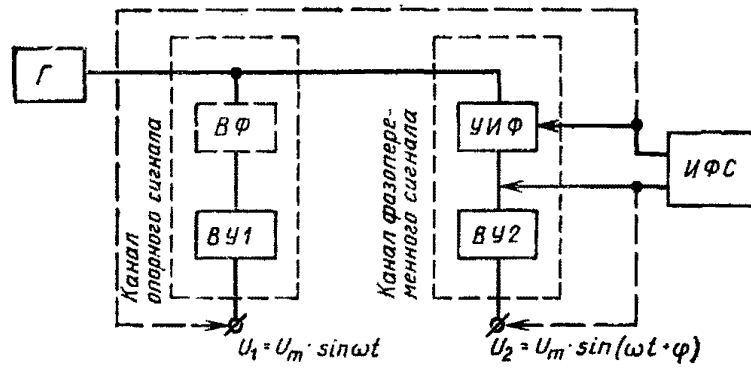
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ДВУХФАЗНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ

Измерительные двухфазные генераторы воспроизводят два гармонических напряжения

$$\begin{cases} u_1 = U_{m_1} \cdot \sin \omega t \\ u_2 = U_{m_2} \cdot \sin (\omega t + \varphi) \end{cases}$$

с регулируемым в диапазоне от 0 до 360° углом сдвига фаз φ между ними.

На рисунке приведена структурная схема измерительного двухфазного генератора.



Напряжение от генератора *Г* поступает одновременно на устройство измерения угла сдвига фаз *УИФ*, в качестве которого обычно используют градуированный круговой фазовращатель, и на вспомогательный фазовращатель *ВФ*, служащий для установки нулевого угла сдвига фаз. Для контроля углов сдвига фаз, задаваемых с помощью *УИФ*, применяют измеритель угла сдвига фаз *ИФС*.

Далее оба напряжения поступают на выходные устройства *ВУ1* и *ВУ2*, представляющие собой усилители напряжения с регулируемой амплитудой и малым коэффициентом нелинейных искажений.

Основные технические данные и метрологические параметры серийно выпускаемых измерительных двухфазных генераторов, на которые распространяется настоящая методика, приведены в таблице.

Основные технические и метрологические характеристики измерительных двухфазных генераторов, применяемых в качестве образцовых средств измерений 1 и 2-го разрядов

Средство измерений угла сдвига фаз	Рабочие частоты, Гц	Диапазон задаваемого угла сдвига фаз	Пределы допускаемой основной погрешности	Нестабильность частот за 10 мин, не более	Уровни выходных напряжений, В	Коэффициент нелинейных искажений, %, не более	Выходные сопротивления, Ом
Средства измерений 1-го разряда:							
ФІ-1	30, 500, 1000	От 0 до 360°	±0,1°	$2 \cdot 10^{-5}$	От 0,1 до 10	1,5	150

Продолжение

Средство измерений угла сдвига фаз	Рабочие частоты, Гц	Диапазон задаваемого угла сдвига фаз	Пределы допускаемой основной погрешности	Нестабильность частот за 10 мин, не более	Уровни выходных напряжений, В	Коэффициент нелинейных искажений, %, не более	Выходные сопротивления, Ом
Ф1-2	5000, 10000, 20000, 50000, 100000, 200000	От 0 до 360°	$\pm 0{,}1°$	$2 \cdot 10^{-5}$	От 0,1 до 10	1,5	1000
Средства измерений 2-го разряда:							
Ф1-1	30, 500, 1000	От 0 до 360°	$\pm 0{,}3°$	$2 \cdot 10^{-5}$	От 0,1 до 10	2	150
Ф1-2	5000, 10000, 20000, 50000, 100000, 200000	От 0 до 360°	$\pm 0{,}3°$	$2 \cdot 10^{-5}$	От 0,1 до 10	2	1000
УПФИЧ-1 (Ф1-3)	от 0,001 до 1000 через 0,001 Гц	От 0 до 360°	$\pm 0{,}3°$	$2 \cdot 10^{-5}$	От 0,05 до 5	2	10000

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ДВУХФАЗНОГО ГЕНЕРАТОРА ТИПА Ф1-2

Протокол № ——— поверки измерительного двухфазного генератора 2-го разряда типа Ф1-2, № 059.

Условия поверки:

температура окружающего воздуха — 22°С;

относительная влажность воздуха — 60%;

напряжение питания — 218 В.

1. Определение погрешности установки рабочей частоты.

Применяемая аппаратура: цифровой частотомер Ч3-35А № 00169284, поверен 15.01.74 г.

Номинальная частота, кГц	Показания частотомера, кГц		Погрешность, %
	I канал	II канал	
5	5,002	5,002	0,06
10	10,004	10,004	0,04
20	20,006	20,006	0,03
50	50,015	50,015	0,03
100	100,03	100,03	0,3
200	200,058	200,058	0,3

Погрешность установки рабочих частот не превышает 1%.

2. Определение нестабильности частоты

Применяемая аппаратура: цифровой частотомер типа Ч3-35А № 00169284, поверен 15.01.74 г.

Номинальная частота, кГц	Время, мин	Показания частотомера, Гц		Нестабильность частоты
		I канал	II канал	
200	00	200,058	200,058	
	01	200,058	200,058	
	02	200,057	200,057	
	03	200,058	200,058	
	04	200,058	200,058	
	05	200,057	200,057	$\frac{200{,}058-200{,}057}{200}=5\cdot10^{-6}$
	06	200,058	200,058	
	07	200,058	200,057	
	08	200,057	200,058	
	09	200,057	200,057	

Нестабильность частоты за 10 мин не превосходит $2\cdot10^{-5}$.

3. Измерение коэффициента нелинейных искажений выходных напряжений.

Применяемая аппаратура: измеритель нелинейных искажений типа С6-5, № 00262, поверен 17.02.74 г.

Номинальная частота, кГц	Уровни выходных сигналов, В	Коэффициент нелинейных искажений, %	
		I канал	II канал
5	10	0,65	0,4
10	10	1,3	1,2
20	10	0,92	0,75
50	10	0,68	0,65
100	10	0,8	0,68
200	10	0,4	0,43

Коэффициент нелинейных искажений не превышает 2%.

4. Определение основной погрешности генератора

Применяемая аппаратура:

1. Образцовый генератор типа Ф1-2, № 031, поверен 15.03.74 г.
2. Фазометр электронный типа Ф2-4, № 3092, поверен 10.01.74 г.

$\varphi_{ном.}$	Образцовый генератор			$\varphi'_{ср.}$	Поверяемый генератор			$\varphi''_{ср.}$	$\Delta\varphi$
	1	2	3		1	2	3		
0	0,0	0,0	0,1	0,03	0,1	0,0	0,1	0,07	—0,04
10	10,1	10,1	10,2	10,13	10,0	9,9	9,9	9,93	+0,2
20	20,1	20,0	20,1	20,07	19,9	20,0	19,9	19,93	+0,14
30	30,0	30,1	30,1	30,07	29,9	29,8	29,9	29,87	+0,2
40	39,9	40,0	40,0	39,97	39,9	39,9	39,8	39,87	+0,1
50	50,0	50,1	50,1	50,07	49,9	49,9	49,8	49,87	+0,2
60	60,2	60,1	60,2	60,17	60,0	60,0	60,1	60,03	+0,14
70	70,2	70,3	70,2	70,23	70,1	70,1	70,2	70,13	+0,1
80	80,2	80,3	80,3	80,27	80,1	80,1	80,2	80,1	+0,14
90	90,3	90,3	90,4	90,33	90,1	90,1	90,2	90,17	+0,16
100	100,2	100,3	100,3	100,27	100,1	100,1	100,2	100,13	+0,14
110	110,2	110,2	110,3	110,23	110,1	110,0	110,0	110,03	+0,2
120	120,1	120,1	120,2	120,13	120,0	119,9	119,9	119,93	+0,2
130	129,9	130,0	130,0	129,97	130,0	130,1	130,0	130,03	—0,06
140	139,9	139,9	139,8	139,83	140,0	140,0	140,1	140,03	—0,2
150	149,7	149,8	149,7	149,73	150,0	149,9	149,9	149,93	—0,2
160	159,6	159,7	159,6	159,63	159,9	159,8	159,7	159,76	—0,13
170	169,6	169,6	169,7	169,63	169,7	169,7	169,8	169,73	—0,1
180	179,6	179,5	179,6	179,57	179,6	179,7	179,7	179,67	—0,1

В таблице приняты следующие обозначения:

$\varphi_{ном}$ — угол сдвига фаз, устанавливаемый с помощью основного фазовращателя образцового и поверяемого генераторов;

$\varphi_{ср}'$ — среднее арифметическое показаний фазометра, подключенного к выходам образцового генератора;

$\varphi_{ср}''$ — среднее арифметическое показаний фазометра, подключенного к выходам поверяемого генератора;

$\Delta\varphi = \varphi_{ср}' - \varphi_{ср}''$ — погрешность поверяемого генератора.

Таблица иллюстрирует пример оформления протокола поверки от 0 до 180° при одной из рабочих частот сличаемых генераторов.

Основная погрешность не превышает ±0,3°.

Вывод. На основании результатов поверки генератор Ф1-2, № 059, признан годным и допущен к применению в качестве образцового 2-го разряда.

Поверку проводил _____
(подпись)

МЕТОДИКА
поверки образцовых измерительных двухфазных генераторов

МИ 109—76

Редактор *Н. А. Еськова*
Технический редактор *Л. Б. Семенова*
Корректор *Е. И. Морозова*

Т—07144 Сдано в наб. 03.12.76 Подп. в печ. 11.04.77 0,75 п. л. 0,62 уч.-изд. л.
Тир. 2000 Изд. № 4949/04 Цена 3 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов. Москва, Д-557, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 1914

gost.e-ecolog.ru