ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ "ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА"
(НПО "ВНИИМ им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА")

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

КАЛИБРАТОРЫ УГЛА ФАЗОВОГО СДВИГА ОБРАЗЦОВЫЕ.

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

ЛЕНИНГРАД
1988 г.

gost.e-ecolog.ru

М Е Т О Д И Ч Е С К И Е У К А З А Н И Я

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

КАЛИБРАТОРЫ УГЛА ФАЗОВОГО СДВИГА ОБРАЗЦОВЫЕ.

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МИ 109-88

РАЗРАБОТАНЫ НПО "ВНИИМ им.Д.И.Менделеева"

ИСПОЛНИТЕЛИ: С.А.Кравченко д-р техн.наук (руководитель темы)

И.Х.Шохор

ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ сектором законодательной метрологии НПО "ВНИИМ им.Д.И.Менделеева"

Начальник сектора М.Н.Селиванов

Ведущий инженер И.А.Евреинов

Старший инженер Е.А.Соколова

УТВЕРЖДЕНЫ НПО "ВНИИМ им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА" 22.06.88г.

УДК 621.317.373 (083.76)(083.74) Группа Т88.8

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

КАЛИБРАТОРЫ УГЛА ФАЗОВОГО СДВИГА ОБРАЗЦОВЫЕ

Методика поверки

МИ

Взамен МИ 109-76

Дата введения

Настоящие методические указания (далее – МИ) распространяются на образцовые калибраторы угла фазового сдвига (УФС) I и 2-го разрядов в диапазоне частот от 0,001 Гц до 10 МГц, и устанавливают методику их периодической поверки.

Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов УФС при их метрологической аттестации в качестве образцовых средств измерений следует проводить по методике настоящих МИ.

Порядок проведения метрологической аттестации – по МИ 1318-86.

Основные технические и метрологические характеристики серийно выпускаемых отечественных калибраторов УФС, на которые распространяются настоящие МИ, приведены в приложении I.

По настоящим МИ следует поверять и другие калибраторы УФС с характеристиками, аналогичными приведенным в приложении I.

I. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

I.I. При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:

внешний осмотр (п.5.I);

опробование (п.5.2);

определение погрешности установки рабочих частот (п.5.3);

определение нестабильности рабочих частот (п.5.4);

определение коэффициента гармоник выходных сигналов

(при изменении УФС от 0 до 360^0) (п.5.5);

определение основной погрешности воспроизведения УФС (п.5.6).

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.I. При проведении поверки должны быть применены следующие средства поверки.

2.I.I. Образцовые:

государственный специальный эталон единицы УФС между двумя электрическими напряжениями (ГЭТ-64-74);

образцовые калибраторы I-го разряда, например, типа ФI-4 ;

цифровые фазометры с диапазоном частот от 0,00I Гц до I0 МГц, с разрешающей способностью $0{,}0I^0$, например, фазометры типа Ф2-28, Ф2-34, ФК2-35, Ф5I3I.

2.I.2. Вспомогательные:

электронно-счетный частотомер с разрешающей способностью $I0^{-7}$– $I0^{-8}$, измеряющий частоту и период синусоидального напряжения с относительным значением временной нестабильности частоты внутреннего кварцевого генератора не более $\pm 5.I0^{-8}$ за I ч, например, типа Ч3-63;

измеритель нелинейных искажений с диапазоном рабочих частот от 0,00I Гц до I0 МГц с погрешностью не более I0 %, например, типа С6-II;

электронный осциллограф, обеспечивающий получение однократной фигуры Лиссажу, например, типа СI-93;

анализатор спектра с диапазоном частот от 0,0I до I0 МГц, например, типа СКЧ-59;

вольтметр селективный с диапазоном измерений до I В, по ГОСТ 87II-78, например, типа В6-I0;

генератор сигналов низкочастотный с диапазоном частот до 20 МГц и выходным напряжением до I В по ГОСТ 23767-79, например,

типа Г3-II9;

синтезатор частоты с диапазоном частот до 20 МГц,

например, типа Ч6-3I.

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

3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в "Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", утвержденных Главгосэнергонадзором.

4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.I. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

температура окружающего воздуха (20 ± 5) ^{o}C,

относительная влажность воздуха (65 ± I5) %,

атмосферное давление (I00 ± 4) кПа,

напряжение питающей сети (220 ± II) В при частоте (50 ±0,4) Гц

4.2. Работа с применяемыми средствами поверки должна проводиться согласно их инструкций по эксплуатации.

5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.I. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого калибратора (ПК) следующим требованиям.

5.I.I. ПК не должен иметь внешних повреждений, влияющих на его работу.

5.I.2. ПК должен быть укомплектован технической документацией (ТД) и кабелями из комплекта прибора.

5.I.3. Маркировка ПК должна соответствовать ТД.

5.2. Опробование

При опробовании ПК проверяют:

наличие на выходах ПК значений напряжений, в диапазоне, соответствующем указанному в ТД;

возможность измерения УФС от 0 до 360^0 между выходными напряжениями.

5.2.I. Значение выходных напряжений ПК определяют с помощью осциллографа Осциллограф подключают поочередно к каждому выходу ПК. Измеряют двойную амплитуду синусоиды на экране осциллографа затем определяют действующее значение выходного напряжения

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}, \qquad (I)$$

где U_m – амплитудное значение напряжения.

Погрешность определения напряжения с помощью осциллографа не более ± 5 %. При необходимости более точного определения значений выходных напряжений может быть использован любой тип вольтметра.

Если значения выходных напряжений ПК соответствует указанным в ТД, проводят дальнейшее опробование.

5.2.2. Проверку возможности измерения УФС от 0 до 360^0 осуществляют с помощью осциллографа или фазометра.

5.2.2.I. При проведении опробования с помощью осциллографа "Выход I" ПК подключают к входу "У" осциллографа, а "Выход 2" к входу "Х". Устанавливают на осциллографе режим работы с синусоидальными сигналами. Устанавливают на ПК максимальную амплитуду выход-

ных напряжений. На экране осциллографа должна появиться устойчивая фигура Лиссажу в виде эллипса.

Задают УФС: для калибраторов Ф1-2 и установки УФАМП плавно,

для калибраторов Ф1-4 от 0 до 100^0 дискретно через 10^0 и от 100 до 300^0 через 100^0,

для калибраторов Ф5125 и Ф5224 от 1 до 10^0 дискретно через 1^0, от 10 до 100^0 через 10^0 и от 100 до 360^0 через 100^0.

Фигура Лиссажу с изменением УФС меняет свою форму от линии, близкой к прямой (при 0, 180 и 360^0 с наклоном в 45^0), до круга (при 90 и 270^0).

Опробование проводят на частотах:

20 Гц; 10, 100, 500 кГц; 1 и 10 МГц для калибратора Ф1-4;

0,1; 10, 1000 Гц; 20, 200 кГц для калибратора Ф5224;

0,1, 10 Гц; 1, 20 кГц для калибратора Ф5125;

0,1, 10, 100, 1000 Гц; 30, 1080 кГц для установки УФАМП-1;

5, 10, 200 кГц для калибратора Ф1-2.

5.2.2.2. При проведении опробования с помощью фазометра выходы ПК подключают к входам фазометра. Устанавливают на ПК максимальную амплитуду выходных напряжений. Задают УФС в соответствии с п.5.2.1, а для калибратора Ф5224, кроме УФС, указанных в п.5.2.1 задают УФС от 0 до 1^0 через $0,1^0$, и наблюдают по индикатору соответствие индицируемого УФС с задаваемым по ПК. В противном случае ПК не исправен и дальнейшей поверке не подлежит.

5.3. Определение погрешности установки рабочих частот

При помощи электронного частотомера измеряют частоту любого из выходных напряжений ПК. Измерения проводят на частотах по п.5.2.1.

Погрешность установки рабочей частоты δf в процентах опре-

деляют по формуле

$$\delta f = \frac{|f_{изм} - f_{ном}|}{f_{ном}} \cdot 100, \qquad (2)$$

где $f_{изм}$ – измеренное значение частоты, Гц ;

$f_{ном}$ – номинальное значение частоты, Гц.

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

$$f_{изм} = \frac{1}{T_{изм}}. \qquad (3)$$

Погрешность установки рабочих частот не должна превышать значений, указанных в ТД на прибор.

5.4. Определение нестабильности рабочих частот

С помощью электронного частотомера в течение 10 мин через каждую минуту измеряют частоту любого из выходных напряжений ПК.

Нестабильность частоты γ определяют по формуле

$$\gamma = \frac{f_{max} - f_{min}}{f_{ном}}, \qquad (4)$$

где f_{max}, f_{min} – максимальное и минимальное значения частот из полученного ряда результатов.

Нестабильность рабочих частот не должна превышать значений, указанных в ТД на прибор.

Измерения проводят на частотах по п.5.2.1.

5.5. Определение коэффициента гармоник выходных напряжений

Для измерения коэффициента гармоник на частотах от 20 Гц до 200 кГц применяют измеритель нелинейных искажений С8-11, а на частотах свыше 200 кГц – используют анализатор спектра СК4-59. Устанавливают на ПК максимальные выходные напряжения в каналах и измеряют 1-ую, 2-ую, 3-ью, 4-ую и 5-ую гармоники выходных сигналов обоих каналов.

Коэффициент гармоник определяют по формуле

$$K_г = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2}}{U_1} . \qquad (5)$$

Коэффициент гармоник не должен превышать значений, указанных в ТД на прибор и быть постоянным при изменении УФС от 0 до 360^0, УФС необходимо задавать через 10^0 с выдержкой времени в 10 с, чтобы избежать смещение частоты, дающее погрешность измерения коэффициента гармоник.

Нестабильность коэффициента гармоник не должна превышать 4 % его значения.

5.6. Определение основной погрешности воспроизведения УФС

5.6.1. Определение основной погрешности образцовых калибраторов 1-го разряда осуществляют сличением с государственным специальным эталоном единицы УФС на частотах 0,01, 10^3Гц; 100 кГц; 1, 10 МГц при помощи компаратора УФС, входящего в состав государственного эталона в соответствии с "Правилами хранения и применения государственного специального эталона единицы УФС". Основная погрешность воспроизведения УФС образцовых калибраторов 1-го разряда не должна превышать $\pm$ $0,03^0$ при частотах до 1 МГц.

5.6.2. Определение основной погрешности образцовых калибраторов 2-го разряда можно осуществить несколькими способами.

5.6.2.1. Сличение ПК с образцовым калибратором (ОК) 1-го разряда производят при помощи фазометра, погрешность которого должна быть меньше погрешности ПК (на 20 %), на частотах, приведенных в п.5.2.1. Проверку проводят при одинаковых рабочих частотах выходных напряжений сличаемых калибраторов. Устанавливают максимальные уровни напряжений на выходах калибраторов. Фазометр подключают к выходам ОК. Путем нажатия кнопки "Установка нуля" фазометра устанавливают УФС, равный 0, на фазометре.

Задавая УФС на ОК в соответствии с п.5.2.I., записывают каждый раз по три показания фазометра. Затем подключают к выходам ПК, устанавливают те же частоты и проводят аналогичные измерения. Вычисляют разность средних арифметических показаний фазометра при одинаковых УФС, устанавливаемых на ОК и ПК. За основную погрешность ПК принимают значения наибольшей разности. Основная погрешность ОК 2-го разряда не должна превышать $0,I^{0}$.

5.6.2.2. Основную погрешность образцового калибратора 2-го разряда можно определить с помощью образцового фазометра, имеющего погрешность в три раза меньшую погрешности ПК, методом прямых измерений. Фазометр подключают к ПК. Устанавливают одинаковые рабочие частоты выходных напряжений.

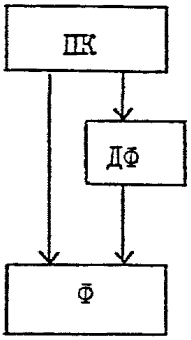
Устанавливают максимальные уровни напряжений на выходах.

Путем нажатия кнопки "Установка нуля" фазометра устанавливают на нем УФС, равный 0.

Задают последовательно УФС в соответствии с п.5.2.I и записывают каждый раз три показания фазометра с нахождением среднего арифметического.

За основную погрешность ПК принимают максимальное абсолютное значение среднего арифметического из трех измерений во всем диапазоне УФС.

5.6.2.3. Если погрешность образцового фазометра приблизительно равна погрешности ПК (например, $0,I^{0}$ у фазометра и $0,09^{0}$ у калибратора), а его разрешающая способность не менее I/3 этой погрешности, то определение основной погрешности проводят методом косвенных измерений с помощью дополнительного фазовращателя (ДФ) при соединении средств поверки по структурной схеме, приведенной на рис. I.



ПК – поверяемый калибратор;

ДФ – дополнительный фазовращатель;

Ф – фазометр

Рис.I

В качестве ДФ используют либо фазовращатели, приведенные в приложении 2, либо фазовращатели из преобразователя частоты, входящего в комплект калибратора ФI-4. Эти фазовращатели настроены на углы 0, 90, I80 и 270° на частотах 5-20, $I.I0^4$, $I.I0^5$, $5.I0^5$, $I.I0^6$, $I.I0^7$Гц; 20 МГц. Подсоединение ДФ (рис.I), входящих в комплект преобразователя частоты прибора ФI-4, осуществляется в соответствии с ТД на ФI-4.

Определение основной погрешности проводят в следующей последовательности:

устанавливают рабочую частоту в соответствии с п.5.2.I;

устанавливают выходные напряжения ПК максимальными;

устанавливают дополнительным фазовращателем УФС равный 0°;

вводят на ПК УФС равный 0°;

"обнуляют" показания индикатора фазометра нажатием кнопки установки нулевого фазового сдвига и фиксируют его начальные показания;

вводят последовательно УФС 90, 180 и 270° на ПК и после введения каждого из них снимают показания фазометра;

определяют отклонения показаний фазометра от номинального значения УФС, действующего на его входах, равного сумме УФС калибратора и ДФ, т.е. от 0, 90, 180 и 270° соответственно;

после снятия показаний фазометра при введении УФС 270° на ПК устанавливают дополнительным фазовращателем УФС 90° и определяют отклонения показаний фазометра от 0°;

вводят последовательно УФС 0, 90, 180° на ПК и после введения каждого из них определяют отклонения показаний фазометра от УФС, действующего на его входе и равного сумме УФС ПК и ДФ, т.е. 90, 180 и 270° соответственно;

после снятия показаний фазометра при введении УФС 180° на ПК с помощью ДФ устанавливают УФС 180° и определяют отклонения показаний фазометра от 0°;

вводят последовательно УФС 270, 0 и 90° на ПК и после введения каждого из них определяют отклонения показаний фазометра от значения 90, 180 и 270° соответственно;

после снятия показаний фазометра при введении УФС 90° на ПК устанавливают дополнительным фазовращателем УФС 270° и определяют отклонения показаний фазометра от 0°;

последовательно вводят УФС 180, 270 и 0° на ПК и после введения каждого из них определяют отклонения показаний фазометра соответственно от 90, 180, 270°;

результаты измерений заносят в табл.1.

Таблица 1

УФС на входе фазометра	Дополнительный УФС			
	0°	90°	180°	270°
0°	δ 11	δ 12	δ 13	δ 14

Продолжение табл.I

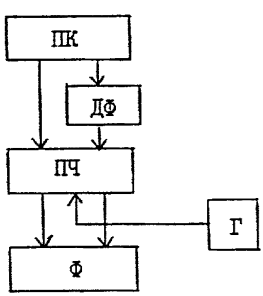
УФС на входе	Дополнительный УФС			
	0^0	90^0	180^0	270^0
90^0	δ 21	δ 22	δ 23	δ 24
180^0	δ 31	δ 32	δ 33	δ 34
270^0	δ 41	δ 42	δ 43	δ 44
алгебраическая сумма элементов граф	Σ 1	Σ 2	Σ 3	Σ 4

За основную погрешность ПК принимают разность между максимальным и минимальным значениями сумм элементов граф, деленную на 8 и взятую со знаком ($\pm$).

Например, если максимум в I графе, а минимум в 4 графе, то

$$\Delta\varphi = \pm\frac{1}{8}(\Sigma 1 - \Sigma 4).$$

5.6.2.4. Если погрешность фазометра, с помощью которого поверяют калибратор, приблизительно равна погрешности ПК, а частотный диапазон фазометра уже частотного диапазона поверяемого калибратора, то определение основной погрешности производят с помощью дополнительного фазовращателя, преобразователя частоты и гетеродина, которые соединяют между собой по структурной схеме, приведенной на рис.2.



Г – гетеродин;

ПК – поверяемый калибратор;

ПЧ – преобразователь частоты;

ДФ – дополнительный фазовращатель;

Ф – фазометр

Рис.2

В качестве ПЧ можно использовать ПЧ из комплекта калибратора фазы Ф1-4. Подсоединение ДФ входящих в комплект преобразователя частоты, осуществляется в соответствии с ТД на калибратор Ф1-4.

В качестве гетеродина берут генератор или синтезатор частоты, имеющих стабильность частоты не менее 10^{-7}, например, Г3-119, Ч6-31 и др.

Устанавливают на ПК нужную частоту выходных сигналов, на гетеродине частоту на 10-20 кГц меньше или больше частоты ПК.

Устанавливают на ПК максимальные выходные напряжения и далее проводят проверку в соответствии с п.5.6.2.3.

Коэффициент гармоник в 2-х каналах ПК контролируется в соответствии с п.5.5.

5.6.2.5. В случае необходимости определения основной погрешности калибратора во всем диапазоне УФС в более, чем 4-х точках фазовой характеристики, применяют образцовый фазометр с погрешностью близкой погрешности ПК и с диапазоном частот, соответствующим диапазону частот ПК и ДФ, структурная схема соединения которых приведена рис.1.

В качестве ДФ используют фазовращатели, настроенные на углы 0°, $\varphi_{д}{}^{\circ}$ для частот, на которых определяется основная погрешность ПК.

Определение основной погрешности производят в следующей последовательности:

устанавливают рабочую частоту в соответствии с п.5.2.1;

устанавливают на ПК максимальные выходные напряжения;

устанавливают дополнительным фазовращателем УФС равный 0°;

устанавливают на ПК УФС равный 0°;

"обнуляют" показания индикатора фазометра и фиксируют его начальные показания;

устанавливают на ПК последовательно УФС с требуемой дискретностью, например, для калибратора ФI-4 равной I0°, т.е. УФС I0, 20, 30 и т.д. до 360°, и после установки каждого из них снимамают показания образцового фазометра;

определяют отклонения показаний фазометра от номинального значения УФС, действующего на его входах ($\delta' i$), равного сумме УФС калибратора и ДФ, т.е. от 0, I0, 20, 30 и т.д. до 350°соответственно, результаты измерений заносят в табл.2 (вторая графа);

после установки на ПК УФС 350° и снятия показаний фазометра, устанавливают на ПК УФС равный 0°, "обнуляют" показания индикатора фазометра;

устанавливают дополнительным фазовращателем УФС равный φ_q =I0° и фиксируют начальные показания фазометра;

устанавливают на ПК последовательно УФС с той же дискретностью, т.е. УФС 0, I0, 20, 30 и т.д. до 350° и после установки каждого из них снимают показания образцового фазометра;

определяют отклонения показаний фазометра от номинального значения УФС, действующего на его входах ($\delta'' i$) и равного сумме УФС калибратора и ДФ, т.е. от I0, 20, 30 и т.д. до 360°, результаты измерений заносят в табл.2 (третья графа);

Здесь i – номер дискретной точки на фазовой характеристике образцового фазометра.

Для определения основной погрешности ПК проводят следующие вычисления:

определяют разности соответствующих значений второй графы табл.2 ($\delta' i$) и значений третьей графы табл.2 ($\delta'' i$), полученные значения ($\delta_i = \delta'_i - \delta''_i$) записывают в четвертую графу табл.2.(δi).

Для каждого УФС, действующего на выходе ПК, вычисляют основную

Погрешность калибратора по формулам:

$$\Delta \varphi_1 = 0$$

$$\Delta \varphi_2 = \delta_2 - \frac{1}{36}\sum_{j=1}^{36} \delta_j' = \delta_2 - \frac{\delta}{36};$$

$$\Delta \varphi_3 = \delta_3 - \delta_2 - \frac{2}{36}\sum_{j=1}^{36} \delta_j' = \delta_3 + \delta_2 - 2\frac{\delta}{36};$$

$$\Delta \varphi_4 = \delta_4 + \delta_3 + \delta_2 - \frac{3}{36}\sum_{j=1}^{36} \delta_j' = \delta_4 - \delta_3 + \delta_2 - 3\frac{\delta}{36};$$

и т.д.

$$\Delta \varphi_i = \sum_{j=2}^{i} \delta_j' - \frac{i-1}{k}\sum_{j=1}^{36} \delta_j' = \sum_{j=2}^{i} \delta_j' - \frac{i-1}{k}\delta;$$

до

$$\Delta \varphi_k = \sum_{j=2}^{k} \delta_j' - \frac{k-1}{k}\sum_{j=1}^{k} \delta_j' = \sum_{j=2}^{k} \delta_j' - \frac{k-1}{k}\delta$$

и записывают пятую графу табл.2.

Здесь k – количество поверяемых точек на фазовой характеристике ИК ($k = \frac{360}{\varphi_\delta}$), для калибратора фазы, например, типа Ф1-4 $k = 36$.

За основную погрешность ИК при имеют разность между максимальным и минимальным значениями элементов пятой графы, поделенную на две и взятую со знаком (±), т.е.

$$\Delta \varphi = \pm \frac{1}{2}(\Delta \varphi_{max} - \Delta \varphi_{min});$$

Например, если $\Delta \varphi_{max} = \Delta \varphi_4$; $\Delta \varphi_{min} = \Delta \varphi_{16}$;

то $$\Delta \varphi = \pm (\Delta \varphi_4 - \Delta \varphi_{16})$$

Таблица 2

УФС на входе фазометра φ_H	Дополнительный УФС: отклонения показаний $\delta_{i\,изм}''$	Дополнительный УФС: отклонения показаний $\delta_{i\,изм}'$	Вычисленная разность $\delta_i = \delta_i'' - \delta_i'$	Погрешность поверяемого калибратора $\Delta\varphi_{i\,изм}$
0^0				
10^0				
20^0				
30^0				
и т.д.				
до 360°				

5.6.2.6. При определении основной погрешности результаты измерений заносят в протокол, примеры заполнения которых приведены в приложении 3.

6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1. Положительные результаты поверки должны быть оформлены:

при государственной периодической поверке – выдачей свидетельства о поверке по форме, установленной Госстандартом СССР;

при ведомственной периодической поверке – выдачей свидетельства о поверке по форме, установленной ведомственной метрологической службой.

При положительных результатах метрологической аттестации калибраторов УФС в качестве образцовых средств измерений выдается свидетельство о метрологической аттестации по форме установленной Госстандартом СССР.

Во всех случаях калибратор пломбируют.

6.2. При отрицательных результатах поверки калибратор к применению не допускают и на него выдают извещение о непригодности с указанием причин.

Начальник ПИО Е.Д.Колтин

Начальник сектора
законодательной метрологии М.И.Селиванов

Начальник лаборатории
и руководитель темы С.А.Кравченко

Исполнитель И.Х.Бохор

Основные технические и метрологические характеристики калибраторов угла фазового сдвига, применяемых в качестве образцовых средств измерений I и 2-го разрядов

Тип средства измерения	Рабочая частота, Гц	Диапазон задаваемого УФС	Предел допускаемой основной погрешности	Относительная нестабильность раб.частоты за I0 мин, не более	Уровень выходных напряжений, В	Коэффициент нелинейных искажений	Выходные сопротивления, Ом
I	2	3	4	5	6	7	8
ФI-2	$5.I0^3$, $I0.I0^3$ $20.I0^3$, $50.I0^3$ $I00.I0^3$, $200.I0^3$	0-360°	0,I°	$2.I0^{-5}$	I-I0	I,5%	I20
Ф5I25	$2-20.I0^3$	0-360°	0,03-0,I°	$I0^{-5}$	0,I-I0	I,5%	50
УФАМП-I	От 0,00I до I000 через 0,00I Гц $30.I0^3$ $I080.I0^3$	0-360°	0,I5°	$2.I0^{-5}$	От 0,I до I0 (от $I.I0^{-3}$ до $I.I0^3$ Гц) 4 ($30.I0^3$ Гц) 0,5 ($I080.I0^3$ Гц)	I,5%	
ФI-4	От 5 до $I.I0^7$	0-360° с дискретн. I0° при 5 Гц - 2 МГц	+0,I° при частоте от 5 до 20 Гц	$5.I0^{-5}$	(I-0,00I) ± 30%	I,0% при частах 5 Гц - I МГц 2,5% при 2-I0 МГц	500

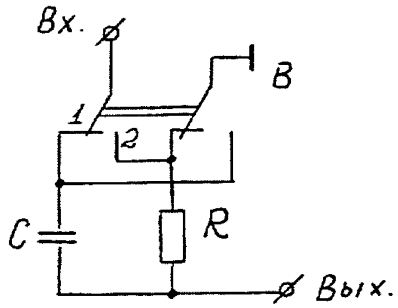
ПРИЛОЖЕНИЕ I
Справочное

Тип средства измерений	Рабочая частота, Гц	Диапазон задаваемого УФС	Предел допускаемой основной погрешности	Относительная нестабильность раб. частоты за 10 мин, не более	Уровень выходных напряжений, В	Коэффициент нелинейных искажений	Выходные сопротивления, Ом
		30^0 при 5 и 10 МГц	$\pm 0,03^0$ при частоте от 20 до 10^4 Гц, $\pm 0,05^0$ при частоте от 10^4 до 10^6 Гц, $\pm 0,1^0$ при частоте от 10^6 до 10^7 Гц				
55824	$0,001-2.10^5$	$0-(\pm 360)^0$ с дискретностью $0,1^0$ до 20 кГц и 1^0 свыше 20 кГц	$\pm 0,1^0$	1.10^{-5}	0,001-10	1,0%	50

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

Дополнительные фазовращатели на 0, 90 и 270°, используемые в случае определения основной погрешности с помощью фазометра и дополнительного фазовращателя

Фазовращатель состоит из резистора R и конденсатора C, соединенных по схеме, приведенной на рисунке.



В – микропереключатель;

R – резистор типа ОМЛТ;

C – конденсатор типа К1-5А.

Положения переключателя:

1 – установка УФС 90°

2 – установка УФС 270°.

Номинальные значения R и C для различных частот приведены в таблице.

ЧАСТОТЫ					
5–20 Гц	10 кГц	100 кГц	500 кГц	1 МГц	10 МГц
160 кОм	15 кОм	1,5 кОм	1,5 кОм	750 Ом	270 Ом
0,1 мкФ	1000 пФ	1000 пФ	200 пФ	200 пФ	51 пФ

Погрешность резисторов ± 5 %.

Погрешность конденсаторов ± 10 %.

ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ ОБРАЗЦОВОГО КАЛИБРАТОРА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОСНОВНОЙ ПОГРЕШНОСТИ

I. Сличение образцового калибратора I-го разряда с государственным специальным эталоном единицы УФС на частоте I кГц.

Таблица I

$\varphi_{ном}$	φ'_1	φ'_2	φ'_3	$\varphi_{ср}$	φ''_1	φ''_2	φ''_3	$\varphi''_{ср}$	$\Delta\varphi$
0^0	$0,00I6^0$	$0,00II^0$	$0,00I2^0$	$0,0I3^0$	$0,0I26^0$	$0,0093^0$	$0,0098^0$	$0,0I07^0$	$-0,0094^0$
20^0	$20,00I5^0$	$20,00II^0$	$20,00I4^0$	$20,00I33^0$	$20,0099^0$	$20,0I0I^0$	$20,0094^0$	$20,0098^0$	$-0,0084^0$
40^0	$40,00I7^0$	$40,002I^0$	$40,00I4^0$	$40,00I73^0$	$40,000I^0$	$39,9986^0$	$40,0027^0$	$40,0028^0$	$+0,00I45^0$
60^0	$60,00I0^0$	$60,00I4^0$	$60,00I3^0$	$60,00I4^0$	$59,9994^0$	$59,9990^0$	$59,9997^0$	$59,9997^0$	$+0,00017^0$
80^0	$80,0007^0$	$80,00I0^0$	$80,00I3^0$	$80,0I00^0$	$79,9987^0$	$79,9984^0$	$79,9986^0$	$79,9986^0$	$+0,0027^0$
$I00^0$	$I00,0008^0$	$I00,0009^0$	$I00,00I4^0$	$I00,00I0^0$	$99,9986^0$	$I00,0000^0$	$99,9992^0$	$99,9993^0$	$+0,00I7^0$
$I20^0$	$I20,00I0^0$	$I20,00I4^0$	$I20,00I5^0$	$I20,00I63^0$	$I20,0039^0$	$II9,9999^0$	$II9,9982^0$	$I20,0000^0$	$+0,00I63^0$
$I40^0$	$I40,00I8^0$	$I40,00I6^0$	$I40,00II^0$	$I40,00I5^0$	$I40,0I02^0$	$I40,0I09^0$	$I40,0I04^0$	$I40,0I05^0$	$-0,0028^0$
$I60^0$	$I60,00I6^0$	$I60,00II^0$	$I60,00I2^0$	$I60,00I3^0$	$I60,0I26^0$	$I60,0098^0$	$I60,0098^0$	$I60,0I07^0$	$-0,0094^0$
$I80^0$	$I80,0084^0$	$I80,0089^0$	$I80,0090^0$	$I80,0086^0$	$I80,0II5^0$	$I80,0II0^0$	$I80,0II0^0$	$I80,0II3^0$	$-0,0025^0$
200^0	$200,00I7^0$	$200,002I^0$	$200,00I4^0$	$200,00I73^0$	$200,000I^0$	$I99,9986^0$	$200,0097^0$	$200,0028^0$	$+0,00I45^0$
220^0	$220,0007^0$	$220,00I0^0$	$220,00I3^0$	$220,0I00^0$	$2I9,9984^0$	$2I9,9986^0$	$2I9,9987^0$	$2I9,9986^0$	$+0,0027^0$
240^0	$240,00I0^0$	$240,00I4^0$	$240,00I5^0$	$240,00I63^0$	$240,0089^0$	$239,9996^0$	$239,9992^0$	$240,0000^0$	$+0,00I62^0$
260^0	$260,0008^0$	$260,0009^0$	$260,00I4^0$	$I60,00I0^0$	$259,9986^0$	$260,0000^0$	$259,9992^0$	$259,9993^0$	$+0,00I7^0$

Справочное

Продолжение табл.I

φ Ном	φ' I	φ' 2	φ' 3	φ' ср.	φ'' I	φ'' 2	φ'' 3	φ'' ср	$\Delta\varphi$
280°	280,0006°	280,0002°	280,0004°	280,0004°	279,9987°	280,0001°	279,9992°	280,0000°	+ 0,0004°
300°	300,0084°	300,0089°	300,0090°	300,0088°	300,0115°	300,0110°	300,0114°	300,0113°	- 0,0025
320°	320,0016°	320,0011°	320,0012°	320,0013°	320,0126°	320,0098°	320,0098°	320,0107°	- 0,0094°
340°	340,0015°	340,0011°	340,0014°	340,0013°	340,0099°	340,0101°	340,0094°	340,0098°	- 0,0084°
360°	0,0016°	0,0010°	0,0012°	0,0013°	0,0126°	0,0097°	0,0097°	0,0106°	- 0,0100°

Примечание. В таблице приняты следующие обозначения:

$\varphi_{ном}$ – УФС, устанавливаемый на эталоне с помощью компаратора;

$\varphi'_1, \varphi'_2, \varphi'_3, \varphi'_{ср}$ – показания компаратора, подключенного к выходам эталона УФС;

$\varphi''_1, \varphi''_2, \varphi''_3, \varphi''_{ср}$ – показания компаратора, подключенного к выходам поверяемого калибратора.

Вывод. Основная погрешность поверяемого калибратора не превышает 0,01°.

На основании результатов поверки образцовый калибратор I-го разряда признан годным и допущен к применению в качестве образцового СИ I-го разряда.

2. Проверка образцового калибратора 2-го разряда по образцовому калибратору 1-го разряда.

Таблица 2

φ ном	φ'_1	φ'_2	φ'_3	$\varphi'_{ср}$	φ''_1	φ''_2	φ''_3	$\varphi''_{ср}$	$\Delta\varphi$
0^0	$0,001^0$	$0,000^0$	$0,001^0$	$0,0017^0$	$0,001^0$	$359,961^0$	$0,040^0$	$0,000^0$	$-0,01^0$
30^0	$30,011^0$	$30,010^0$	$30,013^0$	$30,0116^0$	$30,111^0$	$30,051^0$	$30,111^0$	$30,101^0$	$+0,09^0$
60^0	$60,009^0$	$60,010^0$	$60,011^0$	$60,010^0$	$60,040^0$	$60,061^0$	$60,011^0$	$60,041^0$	$+0,07^0$
90^0	$89,992^0$	$89,990^0$	$89,993^0$	$89,992^0$	$90,020^0$	$89,980^0$	$90,071^0$	$90,031^0$	$-0,07^0$
120^0	$119,993^0$	$119,990^0$	$119,993^0$	$119,992^0$	$120,000^0$	$120,010^0$	$120,190^0$	$120,030^0$	$-0,09^0$
150^0	$150,02^0$	$150,01^0$	$150,01^0$	$150,013^0$	$150,011^0$	$149,960^0$	$150,000^0$	$149,990^0$	$+0,02^0$
180^0	$179,981^0$	$179,984^0$	$179,983^0$	$179,982^0$	$180,001^0$	$180,079^0$	$180,040^0$	$179,070^0$	$+0,073^0$
210^0	$210,022^0$	$210,024^0$	$210,023^0$	$210,023^0$	$210,025^0$	$210,071^0$	$210,019^0$	$210,038^0$	$-0,015^0$
240^0	$239,984^0$	$239,985^0$	$240,000^0$	$239,990^0$	$240,031^0$	$240,021^0$	$240,089^0$	$240,087^0$	$-0,097^0$
270^0	$269,991^0$	$269,990^0$	$270,001^0$	$269,990^0$	$270,040^0$	$270,071^0$	$270,000^0$	$270,037^0$	$-0,08^0$
300^0	$300,017^0$	$300,019^0$	$300,016^0$	$300,017^0$	$300,091^0$	$300,110^0$	$299,961^0$	$300,050^0$	$-0,03^0$
330^0	$330,02^0$	$330,021^0$	$330,021^0$	$330,02^0$	$330,042^0$	$330,040^0$	$330,076^0$	$330,052^0$	$-0,03^0$
360^0	$0,005^0$	$359,995^0$	$0,005^0$	$0,002^0$	$359,992^0$	$359,951^0$	$359,941^0$	$359,961^0$	$+0,03^0$

Основная погрешность не превышает $0,1^0$.

Вывод. На основании результатов поверки образцовый калибратор 2-го разряда признан годным и допущен к применению в качестве образцового СИ 2-го разряда.

3. Проверка образцового калибратора 2-го разряда методом косвенных измерений на частоте 100 кГц

Таблица 3

УФС на фазометре	Дополнительный УФС			
	0^0	90^0	180^0	270^0
0^0	$0,12^0$	$0,08^0$	$0,28^0$	$0,02^0$
90^0	$90,10^0$	$90,08^0$	$90,02^0$	$90,08^0$
180^0	$180,22^0$	$180,02^0$	$180,22^0$	$180,08^0$
270^0	$269,92^0$	$270,02^0$	$270,18^0$	$270,04^0$
алгебраическая сумма элементов графы	$540,36^0$	$540,20^0$	$540,70^0$	$540,22^0$

$$\Delta\varphi = \pm \frac{1}{8} (540,7 - 540,2) = \pm \frac{1}{8} \times 0,5 = \pm 0,06^0$$

Основная погрешность не превышает $0,1^0$.

Вывод. На основании результатов поверки образцовый калибратор фазы 2-го разряда признан годным и допущен к применению в качестве образцового СИ 2-го разряда.

gost.e-ecolog.ru