

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на осциллографы цифровые RIGOL DHO9ZZ (далее – осциллографы), изготавливаемые в модификациях DHO914, DHO914S, DHO924, DHO924S компанией “RIGOL TECHNOLOGIES CO., LTD”, Китай, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования (характеристики), указанные в описании типа поверяемых средств измерений.

1.3 При поверке осциллографов обеспечивается прослеживаемость поверяемого средства измерений к государственным эталонам:

- ГЭТ 13-2023 в соответствии с приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 "Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы";

- ГЭТ 27-2009, ГЭТ 89-2008 в соответствии с приказом Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706 "Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц";

- ГЭТ 1-2022 в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360 "Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты";

- ГЭТ 182–2010 в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3463 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений импульсного электрического напряжения».

1.4 Операции поверки выполняются методами прямых и косвенных измерений величин.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.2
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.4
Идентификация программного обеспечения	да	да	8.7
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	9
Определение погрешности значения входного сопротивления	да	да	9.1
Определение погрешности значения входной емкости	да	нет	9.2

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение относительной погрешности коэффициента отклонения	да	да	9.3
Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения	да	да	9.4
Определение полосы пропускания	да	да	9.5
Определение погрешности измерения временных интервалов	да	да	9.6
Определение погрешности воспроизведения частоты генератора сигналов	да	да	9.7
Определение погрешности воспроизведения переменного напряжения генератора сигналов	да	да	9.8
Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения генератора сигналов	да	да	9.9
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики генератора сигналов	да	да	9.10

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

В соответствии с ГОСТ 8.395–80 при проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура среды от +15 °С до +35 °С;
- относительная влажность от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений, имеющие документ о квалификации в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами в области аккредитации. Специалист, выполняющий поверку, должен быть аттестован по группе электробезопасности не ниже 3 (Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок»).

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
Раздел 3 Контроль условий проведения поверки	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры: $\pm 0,5$ °С в диапазоне от 0 °С до +50 °С; Пределы абсолютной погрешности измерений относительной влажности: ± 3 % в диапазоне от 0 % до 90 %; Пределы абсолютной погрешности измерений атмосферного давления: $\pm 0,2$ кПа в диапазоне от 86 кПа до 106 кПа.	Термогигрометр ИВА-6Н-Д; рег. № 46434-11
п. 9.1 Определение погрешности значения входного сопротивления	Средства измерений и воспроизведения сопротивления постоянному току в диапазонах: - от 40 Ом до 90 Ом и погрешностью $\pm 0,1$ %; - от 800 кОм до 1200 кОм и погрешностью $\pm 0,5$ %	Калибратор осциллографов 9500В с формирователем импульсов 9530; рег. № 30374-05
п. 9.2 Определение погрешности значения входной емкости	Средства измерений электрической емкости с диапазоном от 1 до 35 пФ и погрешностью $\pm(0,02 \times C + 0,25)$ пФ.	
п. 9.3 Определение относительной погрешности коэффициента отклонения	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, приказ Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520,	
п. 9.4 Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения	- средства измерений с воспроизведением постоянного напряжения в диапазоне от 0 до ± 1000 В и погрешностью от $\pm(0,00075 \times U \times 10^{-2} + 0,4)$ мкВ до $\pm(0,00065 \times U \times 10^{-2} + 400)$ мкВ	
п. 9.5 Определение значения верхней частоты полосы пропускания	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, приказ Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706 - средства измерений с воспроизведением синусоидального напряжения переменного тока частотой от 0,1 Гц до 250 МГц в диапазоне от 5 мВ до 5 В с погрешностью установки частоты $\pm 3 \cdot 10^{-6}$ менее 12 кГц и $\pm 2,5 \cdot 10^{-6}$ более 12 кГц	

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п. 9.6 Определение погрешности измерения временных интервалов	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда, по ГПС для средств измерений импульсного электрического напряжения, приказ Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3463, - средства измерений с воспроизведением напряжения переменного тока частотой от 10 Гц до 250 МГц в диапазоне от 0 до ± 750 В и погрешностью от $\pm(0,024 \times U \times 10^{-2} + 4 \text{ мкВ})$ до $\pm(0,23 \times U \times 10^{-2} + 45 \text{ мВ})$	
п. 9.7 Определение погрешности воспроизведения частоты генератора сигналов	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4 разряда по ГПС для средств измерений времени и частоты, приказ Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360. Относительная погрешность воспроизведения частоты 10 МГц $\pm 6 \cdot 10^{-11}$	Стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-1020/1 пер. № 60520-15
	Средства измерений с диапазоном частот от 10 Гц до 400 МГц, и погрешностью измерений временных интервалов, не более 100 пс	Частотомер универсальный Tektronix FCA3000, пер. № 51532-12
п. 9.8 Определение погрешности воспроизведения переменного напряжения генератора сигналов	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда, по ГПС для средств измерений переменного электрического напряжения, приказ Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706, средства измерений с пределами измерений напряжение переменного тока от 100 мВ до 10 В. частотой 1 кГц; и абсолютной погрешностью измерений $\pm(6 \cdot 10^{-4} \cdot U + 3 \cdot 10^{-4} \cdot D_U)$	Мультиметр цифровой Keithley 2000; пер. № 25787-03
п. 9.9 Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения генератора сигналов	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, приказ Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520, средства измерений с пределом измерений 10 В, и погрешностью измерений $\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot U + 5 \cdot 10^{-6} \cdot D_U)$	
п. 9.10 Определение неравномерности АЧХ генератора сигналов	Средства измерений с полосой пропускания 600 МГц; с пределами измерений переменного напряжения до 10 В и погрешностью измерения переменного напряжения $\pm(0,02 \cdot U + 0,15 \cdot K_0 + 0,6 \cdot 10^{-3})$	Осциллограф цифровой Tektronix TDS3064B; пер. № 28770-05

5.2 Допускается использование других средств измерений утвержденного типа, поверенные и имеющие метрологические и технические характеристики, аналогичные указанным в таблице 2, и обеспечивающие требуемую точность передачи единиц поверяемому средству измерений.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

6.2 Необходимо соблюдать меры предосторожности, изложенные в руководстве по эксплуатации осциллографов, а также меры безопасности, указанные в руководствах по эксплуатации средств поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра осциллографа проверяются:

- правильность маркировки и комплектность;
- чистота и исправность разъемов;
- исправность органов управления, четкость фиксации их положений;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов конструкции (определяется на слух при наклонах осциллографа).

7.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого осциллографа, его следует направить заявителю поверки (пользователю) для ремонта.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед началом выполнения и дальнейших операций поверки следует изучить руководство по эксплуатации осциллографа, а также руководства по эксплуатации средств поверки.

8.2 Выполнить контроль условий поверки в соответствии с требованиями, указанными в разделе 3 настоящей методики поверки.

8.3 Перед началом выполнения дальнейших операций используемые средства поверки и поверяемый осциллограф должны быть подключены к сети 230 В; 50 Гц и выдержаны во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.


Время прогрева осциллографа не менее 30 минут.

8.4 Выполнить самотестирование **Self-test** следующим образом:

- включить питание осциллографа, в процессе включения автоматически запустится процесс самотестирования.

В процессе самотестирования не должно появиться сообщений об ошибках.

8.5 Выполнить автоподстройку **Self-calibration** по следующей процедуре:

- убедиться в том, что к осциллографу ничего не подключено;
- нажать в левом нижнем углу экрана значок  , в появившемся окне войти в меню **Utility**, выбрать функцию **SelfCal**, при этом появится окно меню автоподстройки;
- запустить автоподстройку нажатием на экране **Start**;
- дождаться завершения автоподстройки, по её завершению не должно появиться сообщений об ошибках;
- выйти из меню автоподстройки – нажать на экране **Close** в окне автоподстройки **SelfCal**.

8.6 Выключить осциллограф и вновь включить его. Проверить остаточное смещение каналов по вертикали по следующей процедуре:

- войти в меню **Horizontal**, выбрать режим усреднений – нажать на экране **Average**;
- установить количество усреднений **Averages=16**;
- выйти из меню **Horizontal** нажатием на экране значка **X**;
- установить на всех каналах коэффициент отклонения 2 мВ/дел;
- проверить, что отклонение траектории сигнала от центра горизонтальной линии сетки не превышает $\pm 0,5$ деления вертикальной шкалы на всех каналах осциллографа.


8.7 Нажать в левом нижнем углу экрана , в появившемся окне войти в меню **Utility**, выбрать пункт **About**. В новом окне должны отобразиться идентификационные данные осциллографа и установленного программного обеспечения. Идентификационные данные программного обеспечения должны соответствовать указанным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование	DHO900_Firmware
Номер версии (идентификационный номер)	не ниже 00.01.01

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Определение метрологических характеристик осциллографа выполнить по процедурам, изложенным в пунктах 9.1 ÷ 9.10.

Полученные результаты должны удовлетворять критериям подтверждения соответствия метрологическим требованиям, которые приведены в каждой операции поверки.

Допускается фиксировать результаты измерений качественно без указания действительных измеренных значений, если заявителем поверки не предъявлен запрос по их представлению в протоколе поверки.

При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить операцию. При повторном отрицательном результате осциллограф следует направить заявителю поверки (пользователю) для проведения регулировки и/или ремонта.

9.1 Определение погрешности значения входного сопротивления

9.1.1 Произвести на осциллографе сброс к заводским настройкам нажатием на лицевой панели кнопки **Default**, подтвердить операцию нажатием значка **Ok** на экране осциллографа.

9.1.2 Подключить ко входу канала осциллографа формирователь импульсов калибратора в соответствии со схемой на рисунке 1:

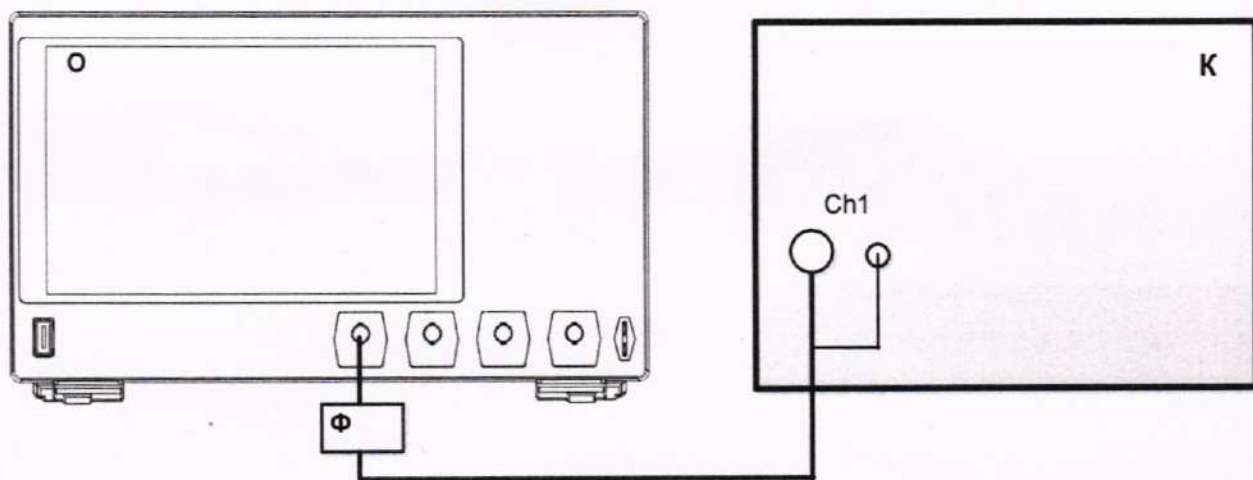


Рисунок 1- Схема подключения оборудования при определении значения входного сопротивления
где O – поверяемый осциллограф;

K – калибратор осциллографов;
 Φ – формирователь импульсов.

9.1.3 Установить на калибраторе режим измерения сопротивления 1 МОм. Активировать канал осциллографа и выход калибратора.

9.1.4 Установить коэффициент отклонения $K_0=50$ мВ/дел. Записать измеренное калибратором значение сопротивления в таблицу 4.

9.1.5 Установить коэффициент вертикального отклонения $K_0=500$ мВ/дел. Записать измеренное калибратором значение сопротивления в таблицу 4.

9.1.6 Отключить канал осциллографа и выход калибратора. Отсоединить формирователь импульсов калибратора от разъема канала прибора.

9.1.7 Выполнить действия по пунктам 9.1.2–9.1.6 для других каналов осциллографа.

9.1.8 Произвести на осциллографе сброс к заводским настройкам нажатием на лицевой панели кнопки **Default**, подтвердить операцию нажатием значка **Ok** на экране осциллографа.

Таблица 4 - Определение погрешности значения входного сопротивления

Коэффициент вертикального отклонения K_0 , мВ/дел	Измеренное значение сопротивления, МОм				Пределы допустимых значений сопротивления, МОм
	1 канал	2 канал	3 канал	4 канал	
50					от 0,99 до 1,01
500					

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные значения входного сопротивления каналов должны находиться в пределах допускаемых значений.

9.2 Определение погрешности значения входной емкости

9.2.1 Подключить оборудование в соответствии со схемой на рисунке 1.

9.2.2 Установить режимы работы калибратора
- нагрузка 1 МОм;

- измерение емкости.

9.2.3 Установить на осциллографе коэффициент отклонения $K_0=50$ мВ/дел. Записать измеренное калибратором значение емкости в столбец 2 таблицы 5.

9.2.4 Установить на осциллографе коэффициент отклонения $K_0=500$ мВ/дел. Записать измеренное калибратором значение емкости в таблицу 5.

9.2.5 Отключить канал осциллографа и выход калибратора. Отключить формирователь импульсов калибратора от разъема осциллографа.

9.2.6 Выполнить указанные действия по п.п. 9.2-9.5 для других каналов осциллографа.

9.2.7 Произвести на осциллографе сброс к заводским настройкам нажатием на лицевой панели кнопки **Default**, подтвердить операцию нажатием значка **Ok** на экране осциллографа.

Таблица 5 – Определение погрешности значения входной емкости

Коэффициент вертикального отклонения K_0 , мВ/дел	Измеренное значение входной емкости, пФ				Пределы допускаемых значений входной емкости, пФ
	1 канал	2 канал	3 канал	4 канал	
50					от 12 до 18
500					

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные значения входной емкости каналов должны находиться в пределах допускаемых значений.

9.3 Определение относительной погрешности коэффициента отклонения

9.3.1 Подключить оборудование в соответствии со схемой на рисунке 1.

9.3.2 Установить на калибраторе осциллографов режим воспроизведения постоянного напряжения на нагрузку 1 МОм.

9.3.3 Нажать на экране осциллографа **Ch1** и выполнить следующие настройки для 1 канала: в меню **Vertical**:

- Scale 1 mV;
- Offset 0,00 V;
- Probe Attenuation: 1x.

в меню **Horizontal**:

- Scale 1 μ s;
- Acquire Average
- Averages 32.

в меню **Measure**:

- Vertical Vavg.

9.3.4 Установить на калибраторе осциллографов значение напряжения $U_1=+3$ мВ и активировать выход калибратора. Записать измеренное осциллографом значение напряжения $U_{1изм}$ в столбец 4 таблицы 6.

9.3.5 Установить на калибраторе осциллографов значение напряжения $U_2=-3$ мВ и активировать выход калибратора. Записать измеренное осциллографом значение напряжения $U_{2изм}$ в столбец 5 таблицы 6.

9.3.6 Устанавливать значения коэффициента отклонения K_0 и соответствующие значения U_k , указанные в столбцах 1, 2, 3, записать измеренные осциллографом значения напряжения в столбцы 4 и 5 таблицы 6.

9.3.7 Отключить канал осциллографа и выход калибратора. Отсоединить выход формирователя импульсов калибратора от разъема канала прибора.

9.3.8 Выполнить действия по пунктам 9.3.1–9.3.7 для всех остальных каналов в зависимости от модификации осциллографа.

9.3.9 Произвести на осциллографе сброс к заводским настройкам нажатием на лицевой панели кнопки **Default**, подтвердить операцию нажатием значка **Ok** на экране осциллографа.

9.3.10 Рассчитать значения погрешности коэффициента отклонения $\delta_{изм}$ по формуле:

$$\delta_{изм} = \frac{|(U_{1изм} - U_{2изм}) - (U_1 - U_2)|}{F_S} \times 100, \% \quad (1)$$

где $\delta_{изм}$ – погрешность измерений осциллографа, %

- U_1 и U_2 - значения выходного напряжения калибратора, В;

- $U_{1изм}$ и $U_{2изм}$ - значения напряжения, измеренные осциллографом, В;

- $F_S = K_0 \times 8$ (8 - полное количество делений по вертикали для всех значений коэффициента отклонения по вертикали K_0).

Записать полученные значения погрешности в столбец 6 таблицы 6.

Таблица 6 – Определение относительной погрешности коэффициента отклонения

Значения K_0 на осциллографе	Значение выходного напряжения на калибраторе		Значение напряжения, измеренное осциллографом, В		Погрешность измерений $\delta_{изм}$, %	Допускаемая относительная погрешность измерений $\delta_{доп}$, %
	U_1	$U_{к2}$	$U_{1изм+}$	$U_{2изм}$		
1	2	3	4	5	6	7
1 канал						
1 мВ/дел	+3 мВ	-3 мВ				±2
2 мВ/дел	+6 мВ	-6 мВ				
5 мВ/дел	+15 мВ	-15 мВ				
10 мВ/дел	+30 мВ	-30 мВ				
20 мВ/дел	+60 мВ	-60 мВ				±1
50 мВ/дел	+150 мВ	-150 мВ				
100 мВ/дел	+300 мВ	-300 мВ				
200 мВ/дел	+600 мВ	-600 мВ				
500 мВ/дел	+1,5 В	-1,5 В				
1 В/дел	+3 В	-3 В				
2 В/дел	+6 В	-6 В				
5 В/дел	+15 В	-15 В				
10 В/дел	+30 В	-30 В				
2 канал						
1 мВ/дел	+3 мВ	-3 мВ				±2
2 мВ/дел	+6 мВ	-6 мВ				
5 мВ/дел	+15 мВ	-15 мВ				

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
10 мВ/дел	+30 мВ	-30 мВ				±1
20 мВ/дел	+60 мВ	-60 мВ				
50 мВ/дел	+150 мВ	-150 мВ				
100 мВ/дел	+300 мВ	-300 мВ				
200 мВ/дел	+600 мВ	-600 мВ				
500 мВ/дел	+1,5 В	-1,5 В				
1 В/дел	+3 В	-3 В				
2 В/дел	+6 В	-6 В				
5 В/дел	+15 В	-15 В				
10 В/дел	+30 В	-30 В				
3 канал						
1 мВ/дел	+3 мВ	-3 мВ				±2
2 мВ/дел	+6 мВ	-6 мВ				
5 мВ/дел	+15 мВ	-15 мВ				
10 мВ/дел	+30 мВ	-30 мВ				±1
20 мВ/дел	+60 мВ	-60 мВ				
50 мВ/дел	+150 мВ	-150 мВ				
100 мВ/дел	+300 мВ	-300 мВ				
200 мВ/дел	+600 мВ	-600 мВ				
500 мВ/дел	+1,5 В	-1,5 В				
1 В/дел	+3 В	-3 В				
2 В/дел	+6 В	-6 В				
5 В/дел	+15 В	-15 В				
10 В/дел	+30 В	-30 В				
4 канал						
1 мВ/дел	+3 мВ	-3 мВ				±2
2 мВ/дел	+6 мВ	-6 мВ				
5 мВ/дел	+15 мВ	-15 мВ				
10 мВ/дел	+30 мВ	-30 мВ				±1
20 мВ/дел	+60 мВ	-60 мВ				
50 мВ/дел	+150 мВ	-150 мВ				
100 мВ/дел	+300 мВ	-300 мВ				
200 мВ/дел	+600 мВ	-600 мВ				
500 мВ/дел	+1,5 В	-1,5 В				
1 В/дел	+3 В	-3 В				
2 В/дел	+6 В	-6 В				
5 В/дел	+15 В	-15 В				
10 В/дел	+30 В	-30 В				

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: полученные значения относительной погрешности коэффициента отклонения должны находиться в пределах допускаемых значений.

9.4 Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения

9.4.1 Подключить оборудование в соответствии со схемой на рисунке 1.

9.4.2 Установить на калибраторе режим воспроизведения постоянного напряжения на нагрузку 1 МОм.

9.4.3 Нажать на экране осциллографа **Ch1** и выполнить следующие настройки для 1 канала:
в меню **Vertical**:

- BW Limit 20 МГц;
- Scale 10 mV;
- Offset +1,00 V;

в меню **Horizontal**:

- Scale 1 ms;
- Acquire Average;
- Averages 16;

в меню **Measure**:

- Vertical Vavg.

9.4.4 Установить на калибраторе значение напряжения $U_k = -1$ В и активировать выход калибратора. Записать измеренное осциллографом значение напряжения $U_{изм}$ в столбец 4 таблицы 7.

9.4.5 Устанавливать на осциллографе значения коэффициента отклонения K_o , напряжения смещения **Offset** $U_{см}$, и значения напряжение на калибраторе U_k , в соответствии с указанными в столбцах 1, 2, 3 таблицы 7. Записать измеренные осциллографом значения напряжения $U_{изм}$ в столбец 4.

9.4.6 Отключить канал осциллографа и выход калибратора. Отсоединить формирователь импульсов калибратора от разъема канала осциллографа.

9.4.7 Выполнить действия по пунктам 9.4.1 – 9.4.6 для всех других каналов осциллографа.

9.4.8 Произвести на осциллографе сброс к заводским настройкам нажатием на лицевой панели кнопки **Default**, подтвердить операцию нажатием значка **Ok** на экране осциллографа.

Таблица 7– Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения

Значения, установленные на осциллографе		Выходное напряжение на калибраторе U_k	Измеренное значение напряжения смещения $U_{изм}$	Нижний предел допускаемых значений	Верхний предел допускаемых значений
Коэффициент отклонения K_o	Значение напряжения смещения $U_{см}$				
1	2	3	4	5	6
1 канал					
10 мВ/дел	+1 В	-1 В		-1,02 В	-0,98 В
	0 В	0 В		-3 мВ	+3 мВ
	-1 В	+1 В		+0,98 В	+1,02 В
200 мВ/дел	+8 В	-8 В		-8,14 В	-7,86 В
	0 В	0 В		-22 мВ	-22 мВ
	-8 В	+8 В		+7,86 В	+8,14 В
1 В/дел	+20 В	-20 В		-20,3 В	-19,70 В
	0 В	0 В		-102 мВ	+102 мВ
	-20 В	+20 В		+19,7 В	+20,3 В
5 В/дел	+100 В	-100 В		-101,5 В	-98,5 В
	0 В	0 В		-502 мВ	+502 мВ
	-100 В	+100 В		+98,50 В	+101,5 В

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6
2 канал					
10 мВ/дел	+1 В	-1 В		-1,02 В	-0,98 В
	0 В	0 В		-3 мВ	+3 мВ
	-1 В	+1 В		+0,98 В	+1,02 В
200 мВ/дел	+8 В	-8 В		-8,14 В	-7,86 В
	0 В	0 В		-22 мВ	-22 мВ
	-8 В	+8 В		+7,86 В	+8,14 В
1 В/дел	+20 В	-20 В		-20,3 В	-19,70 В
	0 В	0 В		-102 мВ	+102 мВ
	-20 В	+20 В		+19,7 В	+20,3 В
5 В/дел	+100 В	-100 В		-101,5 В	-98,5 В
	0 В	0 В		-502 мВ	+502 мВ
	-100 В	+100 В		+98,50 В	+101,5 В
3 канал					
10 мВ/дел	+1 В	-1 В		-1,02 В	-0,98 В
	0 В	0 В		-3 мВ	+3 мВ
	-1 В	+1 В		+0,98 В	+1,02 В
200 мВ/дел	+8 В	-8 В		-8,14 В	-7,86 В
	0 В	0 В		-22 мВ	-22 мВ
	-8 В	+8 В		+7,86 В	+8,14 В
1 В/дел	+20 В	-20 В		-20,3 В	-19,70 В
	0 В	0 В		-102 мВ	+102 мВ
	-20 В	+20 В		+19,7 В	+20,3 В
5 В/дел	+100 В	-100 В		-101,5 В	-98,5 В
	0 В	0 В		-502 мВ	+502 мВ
	-100 В	+100 В		+98,50 В	+101,5 В
4 канал					
10 мВ/дел	+1 В	-1 В		-1,02 В	-0,98 В
	0 В	0 В		-3 мВ	+3 мВ
	-1 В	+1 В		+0,98 В	+1,02 В
200 мВ/дел	+8 В	-8 В		-8,14 В	-7,86 В
	0 В	0 В		-22 мВ	-22 мВ
	-8 В	+8 В		+7,86 В	+8,14 В
1 В/дел	+20 В	-20 В		-20,3 В	-19,70 В
	0 В	0 В		-102 мВ	+102 мВ
	-20 В	+20 В		+19,7 В	+20,3 В
5 В/дел	+100 В	-100 В		-101,5 В	-98,5 В
	0 В	0 В		-502 мВ	+502 мВ
	-100 В	+100 В		+98,50 В	+101,5 В

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные значения постоянного напряжения смещения должны находиться в пределах допускаемых значений.

9.5 Определение полосы пропускания

9.5.1 Подключить оборудование в соответствии со схемой на рисунке 1.

9.5.2 Установить на калибраторе режим воспроизведения переменного напряжения на нагрузку 1 МОм.

9.5.3 Нажать на экране осциллографа значок **Ch1** и выполнить следующие настройки для 1 канала:

в меню **Vertical**:

- BW Limit OFF;
- Offset 0,00 V;
- Probe Attenuation 1x.

в меню **Trigger**:

- Source CH1;
- Level 0,00V

в меню **Measure**:

- Vertical AC.RMS.

9.5.4 Установить на осциллографе коэффициент отклонения $K_0=50$ мВ/дел., коэффициент горизонтальной развертки 500 нс.

9.5.5 Установить на калибраторе синусоидальный сигнал – значение напряжения 300 мВ, частота 1 МГц. Активировать выход калибратора.

9.5.6 Подстроить на калибраторе уровень сигнала так, чтобы амплитуда сигнала составляла 6 делений вертикальной шкалы осциллографа, а отсчет измерений **Vertical AC.RMS** был равен 106 мВ. Отрегулировать, при необходимости, коэффициент горизонтальной развертки так, чтобы на экране отображалось пять периодов синусоидального сигнала.

Записать показание осциллографа U_1 в столбец 2 таблицы 9.

9.5.7 Установить на калибраторе значение максимальной для данной модификации осциллографа частоты, соответствующее верхней частоте полосы пропускания осциллографа:

- для DHO914 и DHO914S – 125 МГц;
- для DHO924 и DHO924S – 250 МГц;

9.5.8 Установить на осциллографе коэффициент горизонтальной развертки так, чтобы на дисплее наблюдалось несколько периодов сигнала. Записать значение уровня напряжения осциллографа U_2 в столбец 3 таблицы 8.

9.5.9 Отключить выход калибратора.

9.5.10 Выполнить действия по пунктам 9.5.4 – 9.5.9 для коэффициента отклонения $K_0=500$ мВ/дел. и значения напряжения синусоидального сигнала калибратора 3В.

9.5.11 Выполнить действия по пунктам 9.5.1 – 9.5.10 для других каналов.

9.5.12 Произвести на осциллографе сброс к заводским настройкам нажатием на лицевой панели кнопки **Default**, подтвердить операцию нажатием значка **Ok** на экране осциллографа.

9.5.13 Вычислить значение потерь сигнала на максимальной частоте A по формуле:

$$A = 20 \times \log \frac{U_2}{U_1}, \quad \text{дБ} \quad (2)$$

где A – значение ослабления сигнала на максимальной частоте, дБ

- U_1 – значение напряжения на частоте 1 МГц, мВ;

- U_2 – значение напряжения на максимальной частоте, мВ.

Записать полученные значения ослабления A в столбец 4 таблицы 8.

Таблица 8 – Определение полосы пропускания

Коэффициент отклонения K_0	Значение напряжения U_1 , мВ	Значение напряжения U_2 , мВ	Значение ослабления A , дБ	Предел допускаемого значения ослабления, дБ
1	2	3	4	5
1 канал				
50 мВ/дел				>-3
500 мВ/дел				
2 канал				
50 мВ/дел				>-3
500 мВ/дел				
3 канал				
50 мВ/дел				>-3
500 мВ/дел				
4 канал				
50 мВ/дел				>-3
500 мВ/дел				

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:
значение ослабления сигнала A должно быть в пределах допускаемых значений.

9.6 Определение погрешности измерения временных интервалов

9.6.1 Подключить оборудование в соответствии со схемой на рисунке 1.

9.6.2 Нажать на экране осциллографа **Ch1** и выполнить следующие настройки осциллографа для 1 канала:

в меню **Vertical**:

- BW Limit OFF;
- Scale 200 mV;
- Offset 0,00 V;
- Probe Attenuation 1x.

в меню **Horizontal**:

- Scale 5 ms;
- Horizontal position 10 ms;

в меню **Trigger**:

- Source CH1;
- Level 0,00V

9.6.3 Установить на калибраторе режим **Time Marker** (меандр) с амплитудой 1 В, периодом 10 мс на нагрузку 1 МОм. Активировать выход калибратора.

9.6.4 Уменьшать коэффициент развертки и подстроить его так, чтобы было удобно произвести отсчет положения переднего фронта импульса.

9.6.5 Наблюдая положение переднего фронта сигнала относительно центра экранной сетки, зафиксировать отсчет фронта импульса, измеренное значение записать в таблицу 9.

9.6.6 Отключить канал осциллографа и выход калибратора. Отсоединить выход формирователя импульсов калибратора от разъема канала осциллографа.

9.6.7 Рассчитать погрешность измерения по формуле:

$$\delta_T = T_{\text{изм}}/T,$$

где $T_{\text{изм}}$ - измеренное значение положения фронта, нс;

T – время смещения, установленное на осциллографе (**Horizontal position**), $T=10 \text{ мс}=1 \cdot 10^7 \text{ нс}$.

Таблица 9 – Определение погрешности измерения временных интервалов

Значение положения фронта $T_{\text{изм}}$, нс	Погрешность измерения δ_T	Значение допускаемой погрешности $<\delta_{\text{доп}}$

*Примечание – допускаемая погрешность измерения фронта импульса $\delta_{\text{доп}}$ определяется по формуле:

$$\delta_{\text{доп}} = (25+N \cdot 5) \cdot 10^{-6}$$

– здесь N – значение целого количества лет после выпуска из производства или последней заводской подстройки частоты опорного генератора, округлённое в большую сторону.

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:
полученное значение относительной погрешности измерения временных интервалов не должно превышать допускаемое значение.

9.7 Определение погрешности воспроизведения частоты генератора сигналов (для модификаций DHO914S и DHO924S)

9.7.1 Произвести сброс осциллографа к заводским настройкам. Для этого нажать кнопку **DEFAULT** на передней панели осциллографа и подтвердить **ОК**.

9.7.2 Подключить оборудование в соответствии со схемой на рисунке 2.

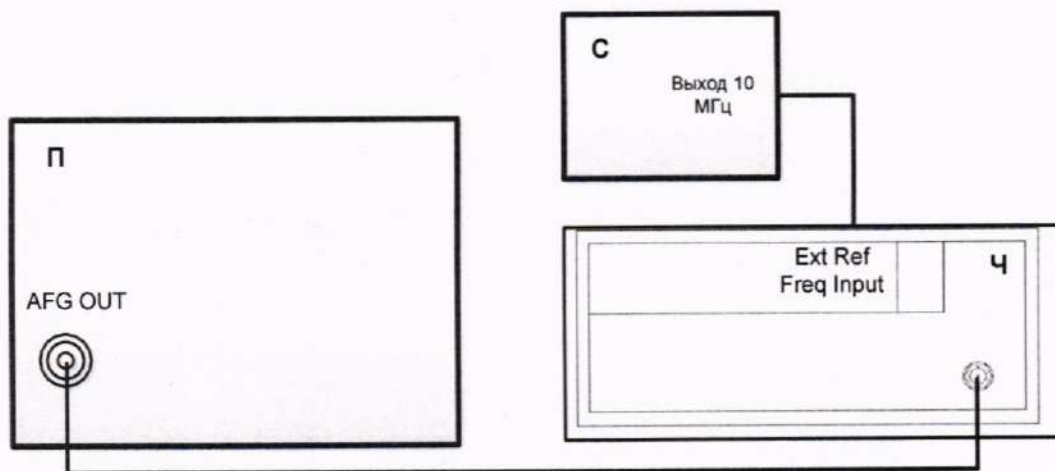


Рисунок 2 - Определение погрешности воспроизведения частоты генератора сигналов, где П – поверяемый осциллограф;
С – стандарт частоты и времени;
Ч – частотомер.

9.7.3 Включить генератор нажатием **G** на экране осциллографа.

9.7.4 Установить в окне настроек генератора параметры:

Output: ON;

Function: Sine;

Frequency: 1 МГц;

Amplitude: 500 мВ.

Записать показание частотомера в столбец 3 таблицы 10.

9.7.5 Выключить генератор нажатием **Output OFF**, отсоединить кабели.

Таблица 10 – Погрешность воспроизведения частоты генератора сигналов

Установленные параметры сигнала		Измеренное значение частоты, МГц	Пределы допускаемых значений, МГц
Форма	Частота, МГц		
Синусоидальная	1		от 0,99990 до 1,00010

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:
измеренное значение частоты должно находиться в пределах допускаемых значений.

9.8 Определение погрешности воспроизведения переменного напряжения генератора сигналов (для модификаций DHO914S и DHO924S)

9.8.1 Установить на мультиметре:

- режим измерения напряжения переменного тока;
- скорость обновления показаний **Rate: Slow**.

9.8.2 Подключить оборудование в соответствии со схемой на рисунке 3.

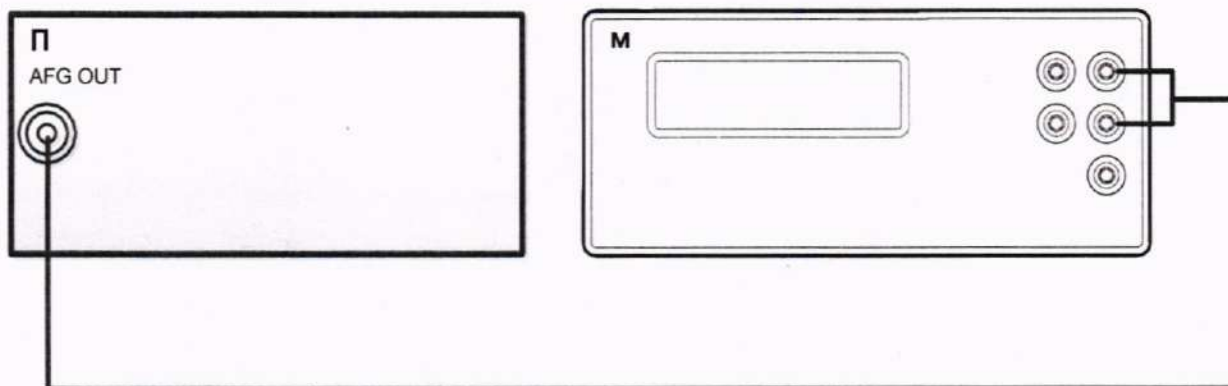


Рисунок 3 - Определение погрешности воспроизведения переменного напряжения генератора сигналов, где П – поверяемый осциллограф; М – мультиметр.

9.8.3 Включить генератор нажатием **G** на экране осциллографа.

9.8.4 Установить в окне настроек генератора параметры:

Output: ON;

Function: Sine;

Frequency: 1 kHz;

Amplitude: 2 мВ.

Записать в таблицу 11 измеренные значение напряжения.

9.8.5 Устанавливать на выходе генератора значения напряжения **Amplitude**, указанные в столбце 1 таблицы 11.

Записать измеренные значения напряжения в таблицу 11.

9.8.6 Выключить генератор **Output OFF**, отсоединить кабели.

Таблица 11 – Определение погрешности воспроизведения переменного напряжения генератора сигналов

Значение напряжения, установленное на генераторе	Измеренное значение напряжения, В	Пределы допускаемых значений напряжения
1	2	3
2 мВ		от -0,333 мВ до +1,747 мВ
20 мВ		от 5,93 мВ до +8,21 мВ
200 мВ		от 68,3 мВ до +73,1 мВ
1 В		от 0,345 мВ до +0,361 В
5 В		от 1,73 В до +1,80 В
10 В		от +3,45 В до +3,60 В

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные значения переменного напряжения должны находиться в пределах допускаемых значений.

9.9 Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения генератора сигналов (для модификаций DHO914S и DHO924S)

9.9.1 Установить мультиметр в режим измерения напряжения постоянного тока.

9.9.2 Подключить оборудование в соответствии со схемой на рисунке 3.

9.9.3 Включить генератор нажатием **G** на экране осциллографа.

9.9.4 Установить в окне настроек генератора параметры:

Function: DC;

Offset: 0,000 mV

OUTPUT: ON

Записать в столбец 2 таблицы 12 значение измеренного напряжения

9.9.5 Устанавливать на выходе генератора значения напряжения **Offset**, указанные в столбце 1 таблицы 12. Записывать измеренные значения напряжения в столбец 2 таблицы 12.

9.9.6 Выключить генератор **Output OFF**, отсоединить кабели.

Таблица 12 – Определение погрешности воспроизведения постоянного напряжения смещения

Установленное на генераторе постоянное напряжение смещения, В	Измеренное значение постоянного напряжения смещения, В	Пределы допускаемых значений. мВ
1	2	3
0,00		±5,00
+2,500		±55,00
-2,500		

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные значения постоянного напряжения смещения напряжения должны находиться в пределах допускаемых значений.

9.10 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики генератора сигналов (для модификаций DHO914S и DHO924S)

9.10.1 Подготовить к работе контрольный осциллограф и установить на нем:

- коэффициент вертикальной развертки 100 мВ/дел;
- длительность горизонтальной развертки 400 мкс/дел;
- входное сопротивление 1 МОм;
- полный диапазон измерений;
- фильтр отключен;
- измерение амплитуды сигнала.

9.10.2 Подключить оборудование в соответствии со схемой на рисунке 4.

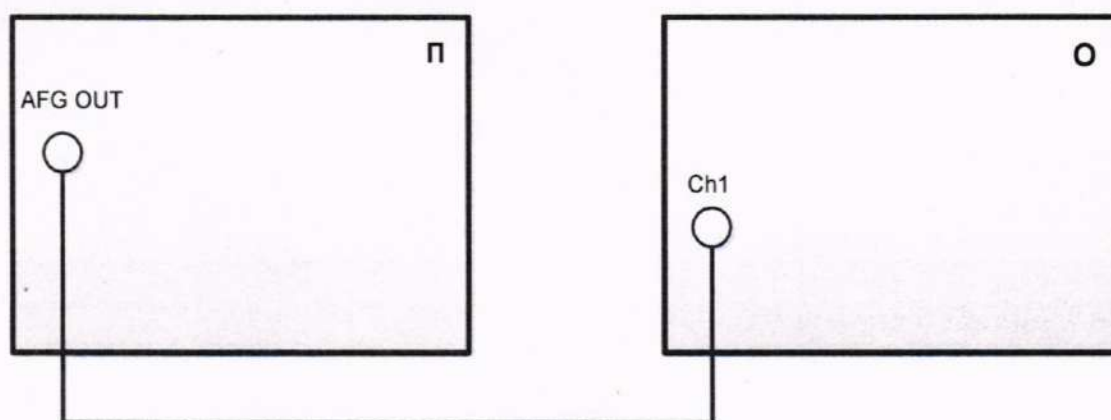


Рисунок 4 - Определение неравномерности АЧХ генератора сигналов, где П – поверяемый осциллограф; О – контрольный осциллограф.

9.10.3 Включить генератор нажатием значка **G** на экране поверяемого осциллографа. Нажать повторно **G** и установить параметры генератора в меню настройки:

Output: ON;

Function: Sine;

Frequency: 1kHz;

Amplitude: 500mV.

Записать значение напряжения, измеренное контрольным осциллографом U_1 .

9.10.4 Установить на генераторе значения частоты, указанные в столбце 1 таблицы 13. Установить длительность горизонтальной развертки так, чтобы на экране контрольного осциллографа отображалось несколько периодов синусоиды. Записать измеренные значения напряжения U_2 в таблицу 13.

9.10.5 Рассчитать неравномерность амплитудно-частотной характеристики генератора A по формуле:

$$A = 20 \cdot \lg \frac{U_2}{U_1}, \text{ дБ}$$

где A - неравномерность амплитудно-частотной характеристики, дБ;

- U_1 – значение напряжения на частоте 1 кГц, мВ;
- U_2 – значение напряжения на частоте, отличной от 1 кГц, мВ.

Таблица 13 – Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики

Установленное значение частоты, МГц	Значение напряжения U_2 , мВ	Значение А, дБ	Пределы допускаемой неравномерности АЧХ, дБ
1			±1,5
10			
25			

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики должны находиться в пределах допускаемых значений.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты поверки представляются в соответствии с действующими нормативными документами и передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФИФ ОЕИ).

10.2 По заявлению пользователя (владельца) в случае положительных результатов поверки и соответствия средства измерений метрологическим требованиям поверитель наносит знак поверки на средство измерений в соответствии с описанием типа и/или выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельств.

10.3 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием причин непригодности.

10.4 По запросу пользователя (заявителя) может оформляться протокол поверки с выводами о соответствии поверенного средства измерений метрологическим требованиям без указания измеренных числовых значений величин, если пользователь (заявитель) не предъявил требование по указанию измеренных действительных значений.