

**СОГЛАСОВАНО**

**Главный метролог  
АО «АКТИ-Мастер»**

*Лисогор*

**А.П. Лисогор**

**«29» сентября 2025 г.**



**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Осциллографы цифровые RIGOL DHO4ZZZ**

**Методика поверки  
МП DHO4ZZZ/2025**

**Москва  
2025**

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на осциллографы цифровые RIGOL DHO4ZZZ (далее – осциллографы), изготавливаемые в модификациях DHO4204, DHO4404, DHO4804 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	+	+	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	+	+	8.2
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	+	+	8.4
Идентификация программного обеспечения	+	+	8.7
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	+	+	9
Определение погрешности значения входного сопротивления	+	+	9.1

## Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение погрешности значения входной емкости	да	да	9.2
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 абсолютной погрешности частоты опорного генератора	да	да	9.6

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

- температура среды от +15 °C до +35 °C;
- 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 1	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки 2	Перечень рекомендуемых средств поверки 3
раздел 3 Контроль условий проведения поверки	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры ±0,5 °C в диапазоне от 0 °C до +50 °C; пределы абсолютной погрешности измерений относительной влажности ±3 % в диапазоне от 0 % до 90 %; пределы абсолютной погрешности измерений атмосферного давления ±0,2 кПа в диапазоне от 86 кПа до 106 кПа	Термогигрометр ИВА-6Н-Д; рег. № 46434-11

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п. 9.1 Определение погрешности значения входного сопротивления	Средства измерений сопротивления постоянному току в диапазоне: - от 40 Ом до 90 Ом с погрешностью $\pm 0,1\%$ ; - от 800 кОм до 1200 кОм с погрешностью $\pm 0,5\%$	Калибратор осциллографов 9500В с формирователем импульсов 9530; рег. № 30374-05
п. 9.2 Определение погрешности значения входной емкости	Средства измерений с диапазоном измерений от 1 до 35 пФ с погрешностью $\pm(0,02 \cdot C + 0,25) \text{ пФ}$	
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	- воспроизведение постоянного напряжения в диапазоне от 0 до $\pm 1000$ В, с погрешностью от $\pm(0,00075 \times U \times 10^{-2} + 0,4 \text{ мкВ})$ до $\pm(0,00065 \times U \times 10^{-2} + 400 \text{ мкВ})$	
п. 9.5 Определение полосы пропускания	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, - воспроизведение напряжения переменного тока частотой от 10 Гц до 800 МГц в диапазоне от 5 мВ до 5 В с погрешностью установки частоты $\pm 3 \cdot 10^{-4}\%$ менее 12 кГц и $\pm 2,5 \cdot 10^{-4}\%$ более 12 кГц	
п.9.6 Определение абсолютной погрешности частоты опорного генератора	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, - средства измерений с относительной погрешностью воспроизведения частоты 10 МГц $\pm 1 \cdot 10^{-7}$	Стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-1020/1 рег. № 60520-15
	Средства измерений с диапазоном частот вход DC от 0 до 300 МГц; вход AC от 10 Гц до 400 МГц; - диапазон измерения временных интервалов от 3,3 нс до 1000 с; - погрешность измерений временных интервалов, не более 100 пс	Частотомер универсальный Tektronix FCA3000 рег. 51532-12

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, и 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 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 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.

Минимальное время прогрева осциллографа 30 минут.

8.4 Выполнить самотестирование **Self-test** осциллографа для чего:

- отключить и вновь включить сетевое питание осциллографа, при этом автоматически запустится процесс самотестирования;
- по завершении самотестирования в появившемся окне нажать значок навигации в левом нижнем углу экрана, затем выбрать Restart, после чего должно быть получено сообщение “**Are you sure to reboot?**”;
- нажать **OK** для перезагрузки осциллографа.

В процессе самотестирования не должно появиться сообщений об ошибках.

8.5 Выполнить процедуру автоподстройки **Self-calibration**, для чего:

- убедиться в том, что к осциллографу ничего не подключено;
- нажать значок  в левом нижнем углу экрана, войти в меню **Utility**, выбрать функцию **SelfCal**, при этом появится окно меню автоподстройки;
- запустить процедуру нажатием **Start**;

- дождаться завершения процесса автоподстройки, по его завершению не должно появиться сообщений об ошибках;

- выйти из меню автоподстройки – нажать **Close** в окне автоподстройки **SelfCal**.

8.6 Проверить остаточное смещение каналов по вертикали по следующей процедуре:

- нажатием кнопки **Acquire** на лицевой панели осциллографа войти в меню **Horizontal**, выбрать режим усреднения **Average**;

- установить количество усреднений **Averages = 16** ;

- выйти из меню **Horizontal** нажатием значка **X** в правом верхнем углу на экране осциллографа;

- войти в меню **Vertical** нажатием значка **CH1** и установить значение коэффициента отклонения 2 мВ/дел для всех каналов;

- проверить, что отклонение траектории сигнала от центра горизонтальной линии сетки не превышает  $\pm 0,5$  деления вертикальной шкалы на всех каналах осциллографа.

8.7 Войти в меню **Utility**, как указано в п. 8.5, нажать **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	DHO4ZZZ_Firmware
Номер версии (идентификационный номер)	не ниже 00.02.07

## 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Определение метрологических характеристик осциллографа выполнить по процедурам, изложенным в пунктах 9.1 ÷ 9.6.

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 Выполнить сброс настроек осциллографа кнопкой **Default** на лицевой панели и подтвердить нажатием **Ok** на экране.

9.1.2 Подключить оборудование в соответствии со схемой на рисунке 1.

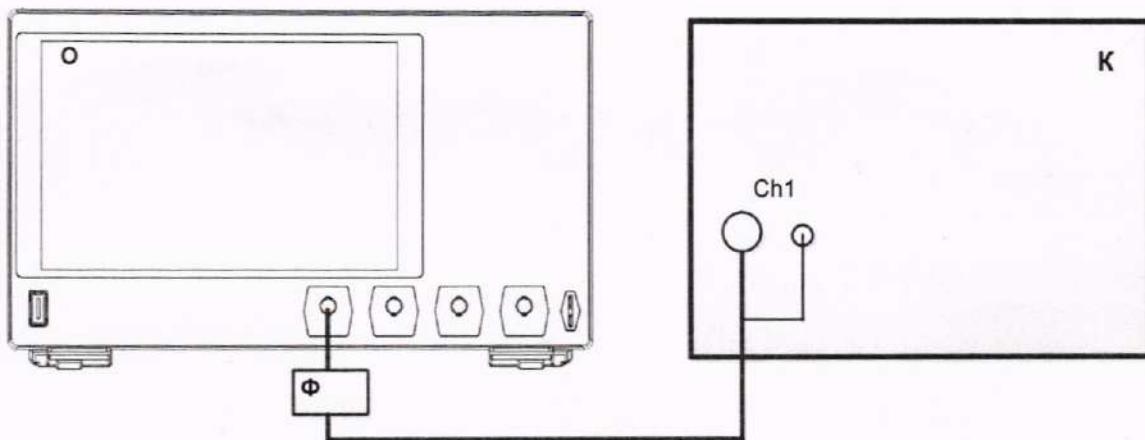


Рисунок 1- Схема подключения оборудования при определении значения относительной погрешности входного сопротивления,  
где О – поверяемый осциллограф;  
Ф – формирователь импульсов;  
К – калибратор осциллографов.

- 9.1.3 Установить на калибраторе режим измерения сопротивления на нагрузку 1 МОм.
- 9.1.4 В меню **Vertical** осциллографа установить коэффициент отклонения  $K_0=50$  мВ/дел. Записать измеренное калибратором значение сопротивления в таблицу 4.
- 9.1.5 В меню осциллографа **Vertical** канала установить коэффициент вертикального отклонения  $K_0=500$  мВ/дел. Записать измеренное калибратором значение сопротивления в столбец 2 таблицы 4.
- 9.1.6 Отключить выход калибратора.
- 9.1.7 После измерений по каждому каналу выполнять сброс статистики измерений осциллографа, для чего в меню **Measure - Setting** нажать **Reset Stat**.
- 9.1.8 Выполнить действия по пунктам 9.1.2–9.1.7 для всех имеющихся каналов в зависимости от модификации осциллографа.

Таблица 4 – Определение относительной погрешности значения входного сопротивления осциллографа

Значение сопротивления нагрузки	Коэффициент отклонения, $K_0$ , мВ/дел	Измеренное значение входного сопротивления, Ом				Пределы допускаемых значений входного сопротивления
		1 канал	2 канал	3 канал	4 канал	
50 Ом	50					от 49,5 до 50,5 Ом
	500					
1 МОм	50					от 0,99 до 1,01 МОм
	500					

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

## 9.2 Определение погрешности значения входной емкости

- 9.2.1 Выполнить сброс настроек осциллографа кнопкой **Default** на лицевой панели и подтвердить нажатием **Ok** на экране.

9.2.2 Подключить оборудование в соответствии со схемой на рисунке 1.

9.2.3 Установить на калибраторе:

- режим работы на сопротивление 1 МОм;
- режим измерения емкости.

9.2.4 Установить на осциллографе в меню **Vertical** коэффициент отклонения 50 мВ/дел. Записать измеренное калибратором значение емкости в столбец 2 таблицы 5.

9.2.5 Отключить выход калибратора.

9.2.6 Выполнить указанные действия по п.п. 9.2.4-9.2.5 для остальных каналов осциллографа.

9.2.7 Установить на осциллографе в меню **Vertical** коэффициент отклонения 500 мВ/дел. Записать измеренное калибратором значение емкости в таблицу 5.

9.2.8 Выполнить указанные действия по пункту 9.2.6 для остальных каналов осциллографа, подключая калибратор к остальным входам осциллографа.

Таблица 5 – Определение значения погрешности значения входной емкости

Коэффициент 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					
500					от 16 до 22

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

### 9.3 Определение относительной погрешности коэффициента отклонения

9.3.1 Выполнить сброс настроек осциллографа кнопкой **Default** на лицевой панели и подтвердить нажатием **Ok** на экране.

9.3.2 Подключить оборудование в соответствии со схемой на рисунке 1, подключив выход формирователя импульса калибратора с входом канала **CH1** осциллографа.

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

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

- Scale 1 mV
- Offset 0,00 V
- Impedance 1 MΩ
- Coupling DC
- Probe Attenuation: 1x

в меню **Trigger** :

- Source CH1
- Slope Rising

в меню **Horizontal**

- Scale 1 μs;
- Acquire Average
- Averages 32

В меню **Measure**

- Vertical Vavg.

9.3.5 Установить на калибраторе значение напряжения  $U_1=+3$  мВ. Включить выход калибратора.

Записать измеренное осциллографом значение напряжения  $U_{1\text{изм}}$  в столбец 4 таблицы 6.

9.3.6 Установить на калибраторе напряжения  $U_2=-3$  мВ. Записать измеренное осциллографом значение напряжения  $U_{2\text{изм}}$  в столбец 5 таблицы 6.

9.3.7 Устанавливать значения коэффициента отклонения  $K_0$  и соответствующие значения  $U_1$  и  $U_2$ , указанные в столбцах 1, 2, 3 таблицы 6 и записывать измеренные осциллографом значения напряжения в столбцы 5 и 6.

9.3.8 Отключить выход калибратора.

9.3.9 После измерений осциллографом по каждому каналу выполнять сброс статистики измерений осциллографа. Для этого войти в меню **Measure** на экране осциллографа, затем в меню **Setting**, и нажать **Reset Stat**.

9.3.10 Выполнить действия по пунктам 9.3.4–9.3.9 для остальных каналов осциллографа.

Таблица 6 – Определение относительной погрешности коэффициента отклонения для входного сопротивления 1 МОм

Значения $K_0$ на осциллографе	Значение выходного напряжения на калибраторе		Значение напряжения, измеренное осциллографом		Относительная погрешность измерений $\delta_{\text{изм}}, \%$	Допускаемая относительная погрешность измерений $\delta_{\text{доп}}, \%$
	$U_1$	$U_2$	$U_{1\text{изм}}$	$U_{2\text{изм}}$		
1	2	3	4	5	6	7
1 канал						
1 мВ/дел	+3 мВ	-3 мВ				
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				
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 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				
50 мВ/дел	+150 мВ	-150 мВ				
100 мВ/дел	+300 мВ	-300 мВ				
200 мВ/дел	+600 мВ	-600 мВ				

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
500 мВ/дел	+1,5 В	-1,5 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 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				
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 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				
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				

9.3.11 Установить на калибраторе режим воспроизведения постоянного напряжения на нагрузку 50 Ом.

9.3.12 Подключить калибратор ко входу 1 канала **Ch1** осциллографа.

9.3.13 Нажать экранную кнопку **Ch1** и выполнить следующие настройки осциллографа для 1 канала:

В меню **Vertical**:

- Scale 1 мВ
- Offset 0,00 В
- Impedance 50 Ω
- Coupling DC
- Probe Attenuation: 1x

В меню **Trigger**:

- Source CH1
- Slope Rising

В меню **Horizontal**

- Scale 1  $\mu$ s;
- Acquire Average
- Averages 32

В меню **Measure**

- Vertical Vavg.

9.3.14 Установить на калибраторе положительное значение напряжения  $U_1 = +3$  мВ. Включить выход калибратора. Записать измеренное осциллографом значение напряжения  $U_{1\text{изм}}$  в столбец 4 таблицы 8.

Установить на калибраторе значение напряжения  $U_2 = -3$  мВ.

Записать измеренное осциллографом значение напряжения  $U_{2\text{изм}}$  в столбец 5 таблицы 7.

9.3.15 Устанавливать значения коэффициента отклонения Ко и соответствующие значения  $U_1$  и  $U_2$  указанные в столбцах 1, 2, 3 таблицы 7 и записывать измеренные осциллографом значения напряжения  $U_{1\text{изм}}$  и  $U_{2\text{изм}}$  в столбцы 4 и 5.

9.3.16 Отключить выход калибратора. После измерений по каждому каналу выполнять сброс статистики измерений осциллографа. Для этого в меню Measure - Setting нажать Reset Stat.

9.3.17 Выполнить действия по пунктам 9.3.13 – 9.3.16 для остальных каналов осциллографа.

Таблица 7 – Определение относительной погрешности коэффициента отклонения для входного сопротивления 50 Ом

Значение, Ко на осциллограф е	Значение выходного напряжение на калибраторе		Значение напряжения, измеренное осциллографом		Относительная погрешность измерений $\delta_{\text{изм}},$ %	Допускаемая относительная погрешность измерений $\delta, \%$
	$U_1$	$U_2$	$U_{1\text{изм}}$	$U_{2\text{изм}}$		
1	2	3	4	5	6	7
1 канал						
1 мВ/дел	+3 мВ	-3 мВ				
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				
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 канал						
1 мВ/дел	+3 мВ	-3 мВ				
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				
50 мВ/дел	+150 мВ	-150 мВ				
100 мВ/дел	+300 мВ	-300 мВ				
200 мВ/дел	+600 мВ	-600 мВ				

±2

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7
500 мВ/дел	+1,5 В	-1,5 В				
1 В/дел	+3 В	-3 В				
3 канал						
1 мВ/дел	+3 мВ	-3 мВ				
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				
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				
4 канал						
1 мВ/дел	+3 мВ	-3 мВ				
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				
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

9.3.18 Рассчитать значение относительной погрешности коэффициента отклонения  $\delta_{изм}$  по формуле:

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

где  $\delta_{изм}$  - погрешность коэффициента отклонения;

$K=K_0 \times 8$ , В/дел. (здесь 8 – полное количество делений по вертикали для всех значений коэффициентов отклонения  $K_0$ );

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

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

Записать расчетные значения погрешности коэффициента отклонения в столбец 6 таблицы 7.

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** полученные значения относительной погрешности коэффициента отклонения  $\delta_{изм}$ , должны находиться в пределах допускаемых значений.

#### 9.4 Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения

9.4.1 Выполнить сброс настроек осциллографа кнопкой **Default** на лицевой панели и подтвердить нажатием **Ok** на экране.

9.4.2 Подключить оборудование в соответствии со схемой на рисунке 1.

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

9.4.4 Нажать экранную кнопку **Ch1** и выполнить следующие настройки осциллографа для 1 канала:

в меню **Vertical**:

- BW Limit 20 М
- Offset по таблице 9
- Impedance 1 МΩ
- Scale по таблице 9

в меню **Horizontal**:

- Scale 1 ms
- Acquisition Average
- Averages 16

в меню **Trigger**:

- Source CH1
- Slope Rising

в меню **Measure**:

- Vertical Vavg.

9.4.5 Установить на калибраторе значение напряжения -0,5 В. Включить выход калибратора. Записать измеренное осциллографом значение напряжения  $U_{изм}$  в столбец 4 таблицы 9.

9.4.6 Устанавливать значения коэффициента отклонения  $K_0$ , напряжение смещения  $U_{off}$  и соответствующее напряжение на калибраторе  $U_k$ , указанные в столбцах 1, 2, 3 таблицы 8.

Записать измеренные на канале осциллографа значения напряжения  $U_{изм}$  в столбец 4 таблицы 8.

9.4.7 Отключить выход калибратора.

9.4.8 После измерений по каждому каналу выполнять сброс статистики измерений осциллографа для чего в меню **Measure-Setting** нажать значок **Reset Stat**.

9.4.9 Выполнить действия по пунктам 9.4.5 – 9.4.7 для остальных каналов осциллографа.

Таблица 8 – Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения для входного сопротивления 1 МОм

На осциллографе	Значение напряжения смещения $U_{off}$ , В	Выходное напряжение на калибраторе $U_k$ , В	Измеренное значение напряжения смещения $U_{изм}$ , В				Пределы допускаемых значений напряжения смещения
			1 канал	2 канал	3 канал	4 канал	
1	2	3	4	5	6	7	8
100 мкВ/дел	+0,5	-0,5					от -509,51 мВ до -490,49 мВ
	0	0					от -2,01 мВ до 2,01 мВ
	-0,5	+0,5					от 490,49 В до 509,51 В

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7	8
10 мВ/дел	+1	-1					от -1,02 В до -0,98 В
	0	0					от -3,00 мВ до 3,00 мВ
	-1	+1					от 0,98 В до 1,02 В
200 мВ/дел	+10	-10					от -10,17 В до -9,83 В
	0	0					от -102,00 мВ до 102,00 мВ
	-10	+10					от 9,83 В до 10,17 В
1 В/дел	+20	-20					от -20,3 В до -19,7 В
	0	0					от -102,00 мВ до 102,00 мВ
	-20	+20					от 19,7 В до 20,3 В
5 В/дел	+100	-100					от -101,50 В до -98,50 В
	0	0					от -502,00 мВ до 502,00 мВ
	-100	+100					от 98,50 В до 101,50 В

9.4.10 Установить на калибраторе режим воспроизведения постоянного напряжения на нагрузку 50 Ом.

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

в меню **Vertical**:

- BW Limit 20 М;
- Offset по таблице 10
- Impedance 50 Ω
- Scale по таблице 10

в меню **Horizontal**:

- Scale 1 ms;
- Acquisition Average;
- Averages – 16

в меню **Trigger**:

- Source CH1
- Slope Rising

в меню **Measure**

- Vertical Vavg.

9.4.12 Установить на калибраторе значение напряжения -0,5 В. Включить выход калибратора. Записать измеренное на канале осциллографа значение напряжения  $U_{изм}$  в столбец 4 таблицы 9.

9.4.13 Устанавливать значения коэффициента отклонения  $K_0$ , напряжение смещения  $U_{off}$  и соответствующее напряжение на калибраторе  $U_k$ , указанные в столбцах 1, 2, 3 таблицы 9 и записывать измеренные на канале осциллографа значения напряжения  $U_{изм}$  в столбец 4.

9.4.14 Отключить выход калибратора.

9.4.15 После измерений по каждому каналу выполнять сброс статистики измерений осциллографа. Для этого в меню **Measure Setting** нажать **Reset Stat**.

9.4.16 Выполнить действия по пунктам 9.4.12 – 9.4.15 для остальных каналов осциллографа.

Таблица 9 – Погрешность установки постоянного напряжения смещения для входного сопротивления 50 Ом

На осциллографе	Значение напряжения смещения $U_{off}$ , В	Выходное напряжение на калибраторе $U_k$ , В	Измеренное значение напряжения смещения $U_{изм}$ , В				Пределы допускаемых значений напряжения смещения
			1 канал	2 канал	3 канал	4 канал	
1	2	3	4	5	6	7	8
100	+1	-1					от -1,02 В до -0,98 В
	0	0					от -2,01 мВ до 2,01 мВ
	-1	+1					от 0,98 В до 1,02 В
200	+4	-4					от -4,08 В до -3,92 В
	0	0					от -22 мВ до 22 мВ
	-4	+4					от 3,92 В до 4,08 В

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные значения постоянного напряжения смещения  $U_{изм}$  должны находиться в пределах допускаемых значений.

## 9.5 Определение полосы пропускания

9.5.1 Выполнить сброс настроек осциллографа кнопкой **Default** на лицевой панели и подтвердить нажатием **Ok** на экране.

9.5.2 Подключить оборудование в соответствии со схемой на рисунке 1.

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

9.5.4 Нажать экранную кнопку **Ch1** и выполнить следующие настройки осциллографа для 1 канала:

в меню **Vertical**:

- BW Limit OFF
- Offset 0,00 V
- Impedance 1 MΩ
- Scale из таблицы 11
- Probe Attenuation: 1x.

в меню **Horizontal**:

- Scale 500 ns;
- Acquire Average;
- Averages - 16.

в меню **Trigger**:

- Source: CH1;
- Slope Rising

в меню **Measure**:

- Vertical AC.RMS.

9.5.5 Установить на калибраторе синусоидальный сигнал – уровень напряжения 300 мВ частотой 1 МГц. Включить выход калибратора.

9.5.6 Отрегулировать по необходимости коэффициент развертки так, чтобы на экране осциллографа отображалось пять периодов синусоидального сигнала.

Записать значение напряжения  $U_1$ , измеренное осциллографом, в столбец 3 таблицы 10.

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

- DHO4204 – 200 МГц,
- DHO4404 – 400 МГц,
- DHO4804 – 500 МГц.

9.5.8 Установить на осциллографе коэффициент развертки, чтобы на дисплее отображалось несколько периодов сигнала. Записать значение напряжения, измеренное осциллографом,  $U_2$  в столбец 4 таблицы 10.

9.5.9 Установить на калибраторе уровень синусоидального сигнала 3 В. Выполнить действия по п.п. 9.5.5 – 9.5.8 для коэффициента отклонения 500 мВ/дел.

9.5.10 Отключить выход калибратора.

9.5.11 После измерений по каждому каналу выполнять сброс статистики измерений осциллографа для чего в меню **Measure Setting** нажать **Reset Stat**.

9.5.12 Выполнить действия по пунктам 9.5.5 – 9.5.11 для остальных каналов осциллографа.

Таблица 10 – Определение полосы пропускания для входного сопротивления 1 МОм

Канал осциллографа	Коэффициент отклонения Ко, мВ/дел	Значение напряжения $U_1$ , мВ	Значение напряжения $U_2$ , мВ	Значение ослабления А, дБ	Предел допускаемого значения ослабления, дБ
1	2	3	4	5	6
1	50				>-3
	500				
2	50				>-3
	500				
3	50				>-3
	500				
4	50				>-3
	500				

9.5.13 Установить на калибраторе режим воспроизведения переменного напряжения на нагрузку 50 Ом

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

в меню **Vertical**:

- BW Limit 20 М
- Offset 0,00 V
- Impedance 50 Ω
- Scale из таблицы 12
- Probe Attenuation: 1x

в меню **Horizontal**:

- Scale 500 ns
- Acquire Average
- Averages - 16

в меню **Trigger**:

- Source: CH1
- Level 0,00V

в меню **Measure**:

- Vertical AC.RMS.

9.5.15 Установить на калибраторе синусоидальный сигнал - уровень 300 мВ частотой 1 МГц. Включить выход калибратора.

9.5.16 Установить на осциллографе коэффициент развертки, чтобы на дисплее отображалось несколько периодов сигнала.

Записать значение уровня напряжения осциллографа  $U_1$  в столбец 3 таблицы 11.

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

- DHO4204 – 200 МГц,
- DHO4404 – 400 МГц,
- DHO4804 – 800 МГц.

9.5.18 Установить на осциллографе коэффициент развертки, чтобы на дисплее отображалось несколько периодов сигнала.

Записать показание уровня напряжения осциллографа  $U_2$  в столбец 4 таблицы 11.

9.5.19 Установить на калибраторе уровень синусоидального сигнала 3 В. Выполнить действия по п. 9.5.14 – 9.5.19 для коэффициента отклонения 500 мВ/дел.

9.5.20 Отключить выход калибратора.

После измерений по каждому каналу выполнять сброс статистики измерений осциллографа. Для этого в меню **Measure Setting** нажать **Reset Stat**.

9.5.21 Выполнить действия по пунктам 9.5.14 – 9.5.20 для остальных каналов осциллографа.

Таблица 11 – Определение полосы пропускания для входного сопротивления 50 Ом

Канал осциллографа	Коэффициент отклонения $K_o$ , мВ/дел	Значение напряжения $U_1$ , мВ	Измеренное значение напряжения $U_2$ , мВ	Значение ослабления $A$ , дБ	Предел допускаемого значения ослабления, дБ
1	2	3	4	5	>-3
1	50				
	500				
2	50				>-3
	500				
3	50				
	500				
4	50				
	500				

Вычислить значение ослабления сигнала на верхней частоте полосы пропускания по формуле:

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

где - A - значение ослабления сигнала на верхней частоте полосы пропускания, дБ  
 -  $U_1$  – значение напряжения на частоте 1 МГц, мВ;  
 -  $U_2$  – значение напряжения на верхней частоте полосы пропускания, мВ.

Записать значения ослабления сигнала А в столбец 5 таблиц 11 и 12.

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:**  
 измеренное значение ослабления сигнала на верхней частоте полосы пропускания должно быть выше предела допускаемого значения.

## 9.6 Определение абсолютной погрешности частоты опорного генератора

9.6.1 Выполнить сброс настроек осциллографа кнопкой **Default** на лицевой панели и подтвердить нажатием **Ok** на экране.

9.6.2 Подключить оборудование в соответствии со схемой на рисунке 2.

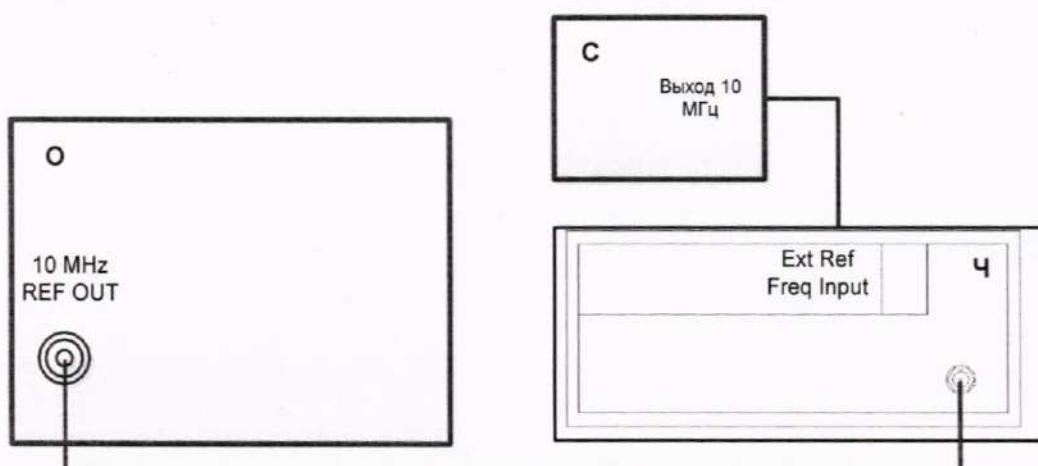


Рисунок 2 - Схема подключения оборудования при определении абсолютной погрешности частоты опорного генератора  
 где О – поверяемый осциллограф;  
 С – стандарт частоты и времени;  
 Ч – частотометр.

9.6.3 Установить на частотомере режим измерения частоты, входное сопротивление 1 МОм.

9.6.4 Записать показания частотомера в столбец 1 таблицы 12. Рассчитать значение абсолютной погрешности  $\Delta_f$  по формуле:

$$\Delta_f = \pm (F_0 - F_{изм}), \text{ Гц}$$

где  $\Delta_f$  – значение абсолютной погрешности частоты опорного генератора, Гц;  
 -  $F_{изм}$  – значение частоты генератора, измеренное частотометром, Гц;  
 -  $F_0$  – заявленное значение частоты на выходе генератора,  $F_0 = 10 \text{ МГц} = 1 \cdot 10^7 \text{ Гц}$ .

Полученное значение погрешности записать в таблицу 12.

Таблица 12 – Определение погрешности частоты опорного генератора

Значение частоты опорного генератора $F_0$ , Гц	Измеренное значение частоты опорного генератора $F_{изм}$ , Гц	Абсолютная погрешность частоты опорного генератора $\Delta_F$ , Гц	Допускаемое значение абсолютной погрешности частоты опорного генератора, Гц*
10 000 000			$\Delta_{доп.}$

\*Допускаемое значение погрешности частоты опорного генератора рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{доп.} = \pm F_0 \times (1,5 + N) \times 10^{-6}, \text{ Гц}$$

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

$F_0$  – значение частоты опорного генератора,  $F_0=10 \text{ МГц}=1\cdot10^7$ , Гц.

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** значение погрешности частоты опорного генератора не должно превышать допускаемые значения.

## 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.