

Федеральное государственное унитарное предприятие  
"Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии  
им. Д.И. Менделеева"  
ФГУП "ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"

СОГЛАСОВАНО

Зам. генерального директора  
ФБУ "Тест - С. - Петербург "

Р.В. Павлов

" 27 " 06 2021 г.



СОГЛАСОВАНО

И.о. генерального директора ФГУП  
"ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"

А.Н. Пронин

" 23 " 06 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК И  
ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ В  
ЗВУКОВОМ ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ КАМЕРТОН

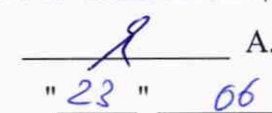
Методика поверки

МП 2064-0156-2021

И. о. руководителя лаборатории  
ФГУП "ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"

А.И. Алимпиев

" 23 " 06 2021 г.



Санкт-Петербург  
2021 г.

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Устройства для измерений характеристик и формирования электрических сигналов в звуковом диапазоне частот Камертон (далее по тексту – устройство Камертон) и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

1.2 Настоящая методика поверки должна обеспечивать прослеживаемость поверяемого СИ к следующим государственным первичным эталонам единиц величин:

- ГЭТ89-2008 ГПСЭ единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот  $10 \div 3 \cdot 10^7$  Гц ;
- ГЭТ1-2018 ГПЭ единиц времени, частоты и национальной шкалы времени;
- ГЭТ 61-88 ГПСЭ единицы угла фазового сдвига между двумя электрическими напряжениями в диапазоне частот  $1 \cdot 10^{-2} \div 2 \cdot 10^7$  Гц;
- ГЭТ 188-2010 ГПЭ единицы коэффициента гармоник в диапазоне от 0,001 до 100% для сигналов с основной гармоникой в диапазоне частот от 10 до 200000 Гц.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки: прямые измерения.

Методикой поверки не предусмотрена поверка отдельных блоков.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операций	Номер пункта методики поверки	Проводится при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр средства измерений	8	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства	9	да	да
Проверка соответствия ПО идентификационным данным	10	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений	11	да	да
Подтверждение соответствия метрологических характеристик средства измерений	12	да	да
Оформление результатов поверки	13	да	да

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПОВЕРКИ

3.1 Условия поверки:

- диапазон температуры окружающего воздуха, °С..... от +15 до +25
- относительная влажность воздуха, %.....от 10 до 80
- атмосферное давление, кПа .....от 84 до 106

## 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К поверке устройств Камертон допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации и настоящую методику поверки, освоившие работу с устройством Камертон и используемыми эталонами и допущенными к работе в качестве поверителей.

## 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяются средства измерений, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень основных и вспомогательных средств измерений, применяемых при поверке.

Номер пункта методики поверки	Сведения о СИ
9,10,11	Магазин сопротивления Р4830/1(две штуки),рег.№ в ФИФ 11326-90 , от $10^{-2}$ до $10^6$ Ом, кл. 0,02, (4Р)
	Калибратор универсальный Н4-17, рег.№ в ФИФ 46628-11, предел 2 В, $\pm(0,02\%U_x + 0,02\%U_k)$ , (2Р)
	Генератор сигналов произвольной формы 33522В, рег.№ в ФИФ 72915-18, от 0 до 30 МГц, $\pm 1,0 \cdot 10^{-6}$ , (4Р)
	Мультиметр 3458А , рег.№ в ФИФ 77012-19 ,от 100 мВ до 10 В, $\pm(1,0 \%U_x + 0,01 \% U_k)$ , (2Р),
	Измеритель нелинейных искажений ,С6-7,рег.№ в ФИФ 4834-75, 0,05 %, (2Р)
	Частотомер электронно- счётный ЧЗ-85/3, рег.№ в ФИФ 32359-06, $\pm 5,0 \cdot 10^{-7}$ (4Р)
	Измеритель разности фаз ,Ф2-34, рег.№ в ФИФ 9512-84, $\pm 0,05$ ,(2Р)



## Продолжение таблицы 2

9,10,11 (вспомогательные СИ)	Гигрометр ВИТ 2, диапазон измерения влажности от 0 до 100 % при температуре от 15 до 40 °С; Барометр – aneroid БАММ, диапазон измерений от 610 до 790 мм рт.ст.
<p>Примечания:</p> <p>1. Все перечисленные основные СИ, рабочие эталоны и вспомогательные средства измерений должны быть технически исправны и своевременно поверены.</p> <p>2. Допускается применение средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик устройства Камертон с требуемой точностью с запасом не менее 80 %.</p>	

## 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При выполнении операций поверки устройства Камертон должны соблюдаться требования техники безопасности, регламентированные:

- Руководством по эксплуатации устройства;
- "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.2.091-2012.

## 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед началом поверки следует изучить:

- руководство по эксплуатации устройства Камертон ;
- руководства по эксплуатации эталонов и других технических средств, используемых при поверке;
- настоящую методику поверки.

7.2 Перед проведением поверки устройства Камертон средства поверки и вспомогательное оборудование должны быть подготовлены к работе в соответствии с указаниями эксплуатационной документации.

## 8 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Внешний осмотр включает в себя следующие процедуры:

- проверку соответствия внешнего вида СИ описанию типа СИ;
- проверку наличия знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа СИ;
- контроль соблюдения требований по защите СИ от несанкционированного доступа, указанных в описании типа СИ;
- выявление дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки и (или) на результаты поверки; устранение выявленных дефектов до начала поверки .

Устройства Камертон , не удовлетворяющее требованиям пункта 8 методики , к поверке не допускаются.

## 9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверить наличие следующих документов:

- эксплуатационной документации на устройство Камертон ;
- технической документации и свидетельств о поверке эталонных средств измерений, используемых при поверке СИ

Перед проведением проверок после подключения устройства установить в операционной системе режим работы устройства в соответствии с устанавливаемым режимом в программе Камертон (типично 192 кГц, 24 бита).



Запустить программу "Міхер". Покрутить ручки "Analog Input" на устройстве. Движки регуляторов уровня "Input" в программе "Міхер" должны двигаться вслед за вращением ручек на устройстве. Установите их на 0 dB. Движки "Output" установите на +7 dB. Установите точку на 0 dB в поле "Input attenuation". Закройте программу "Міхер".

9.2 Подключить устройство Камертон кабелем USB к компьютеру с установленным ПО "Камертон-тест";

- запустить ПО "Камертон-тест" в режиме измерения входных сигналов;
- подать на вход L устройства с калибратора Н4-17 синусоидальный сигнал 1В 1 кГц;
- произвести отсчет показания отображаемого в окне программы "Камертон-тест"

Опробование признается успешным, если значение измеренного напряжения лежит в пределах :

$$\delta^{(U_2)}_{\text{доп. д2}} = \pm[0,25 + 0,002 (U_n / U_x - 1) ],$$

где:  $U_n = 1 \cdot 10^6$  мкВ;

$U_x$  – текущее значение.

## 10 ПРОВЕРКА СООТВЕТСТВИЯ ПО ИДЕНТИФИКАЦИОННЫМ ДАННЫМ

Проверки проводятся в соответствии с требованиями Р 50.2.077-2014.

Идентификационное наименование встроенного ПО отражено в названии устройства на лицевой стороне (рисунок 1).

Проверка версии встроенного ПО и идентификационных данных сервисного ПО выполняется после запуска программы Камертон.

После запуска на исполнение программы в открывшемся окне сверху отображается идентификационные данные сервисного ПО, а внизу версия встроенного ПО (рисунок 1).

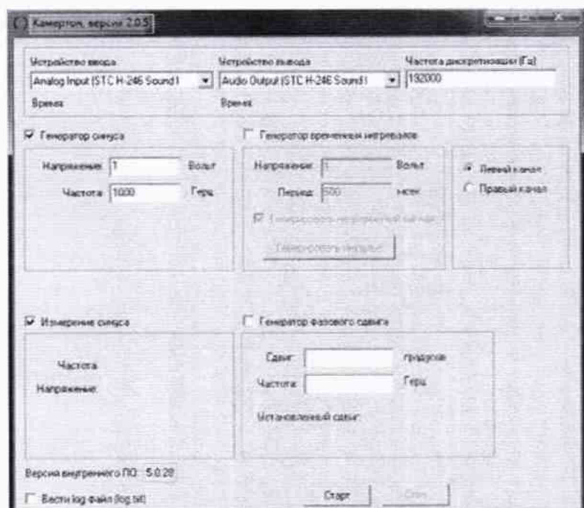


Рисунок 1 Окно программы Камертон и идентификационное наименование встроенного ПО

Таблица 3 – Идентификационные данные встроенного ПО

Идентификационные данные	Значения
Идентификационное наименование ПО	H246
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже 5.0.23
Цифровой идентификатор ПО	-

Таблица 4 - Идентификационные данные сервисного ПО

Идентификационные данные	Значения
Идентификационное наименование ПО	Камертон
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже 2.0.5
Цифровой идентификатор ПО	-

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные данные (идентификационное наименование ПО и номер версии) соответствует идентификационным данным, указанным в разделе "Программное обеспечение" описания типа средства измерений (таблицы 3 и 4).



## 11 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

11.1 Проверка диапазонов и определение погрешностей устройства Камертон

11.1.1 Проверка коэффициента нелинейных искажений в сквозном тракте

"вход – выход".

11.1.2 Собрать схему в соответствии с рисунком 2.



Рисунок 2. Проверка коэффициента нелинейных искажений в сквозном тракте "вход – выход"

11.2.3 Подать от генератора 33522В на вход L устройства Камертон напряжение 1 В частотой 1 кГц. Измерителем нелинейных искажений С6-7 измерить  $K_{г}$  генератора 33522В.

11.2.4 Снять показания с прибора С6-7 по выходу устройства Камертон .

11.2.5 Повторить операции по п.п.11.2.2 – 11.2.3 для входа R устройства.

11.2.6 Определить  $K_{г}$  устройства Камертон по формуле :

$$K_{г \text{ камерт.}} = K_{г \text{ вых.}} - K_{г \text{ ген.}} \quad (1)$$

где:  $K_{г \text{ ген.}}$  - коэффициент гармоник на выходе генератора;

$K_{г \text{ вых.}}$  - коэффициент гармоник на выходе устройства Камертон .

11.2.7 Устройство считается выдержавшим испытания, если значение  $K_{г \text{ камерт.}}$  не превышает 0,3 %.

11.3. Проверка неравномерности АЧХ входных каналов в диапазоне частот от 0,02 до 20 кГц

11.3.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 3.

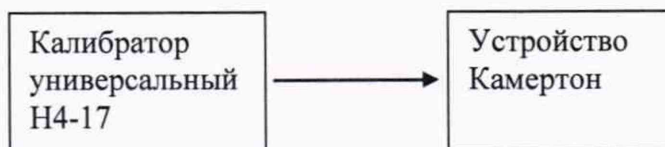


Рисунок 3. Проверка неравномерности АЧХ каналов в диапазоне частот от 0,02 до 20 кГц

11.3.2 Подать от калибратора Н4-17 на вход L устройства напряжение 1 В с частотой 0,02 кГц. Снять показание U устройства на частоте 0,02 кГц.

11.3.3 Повторить операции по п.11.3.2 для частот 0,5 кГц, 1 кГц, 5 кГц, 10 кГц, 20 кГц. Результаты занести в таблицу 5, подставив вместо символов  $U_{1k}$ ,  $U_{2k}$ ;  $k=1...6$  конкретные измеренные значения.

Таблица 5

Вход устройства Камертон	Показание устройства "Камертон" U на частоте:					
	0,02кГц	0,5 кГц	1 кГц	5 кГц	10 кГц	20 кГц
L	U <sub>11</sub>	U <sub>12</sub>	U <sub>13</sub>	U <sub>14</sub>	U <sub>15</sub>	U <sub>16</sub>
R	U <sub>21</sub>	U <sub>22</sub>	U <sub>23</sub>	U <sub>24</sub>	U <sub>25</sub>	U <sub>26</sub>

11.3.4 Вычислить неравномерность  $\psi_{вх}$  АЧХ входного канала L устройства на частотах, указанных в таблице 5, по формуле:

$$\psi_{вх1} = \max_{k=1...6} |(20 \lg U_{1k}/U_{13})|, \quad (2)$$

где  $\psi_{вх1}$  – неравномерность АЧХ, дБ;

11.3.5 Повторить операции по п.11.3.2 – 11.3.4 для входа R устройства, используя в формуле (2) значения напряжения  $U_{2k}/U_{23}$ ,  $k=1...6$ .

11.3.6 Устройство считается выдержавшим испытания, если неравномерность АЧХ обоих входных каналов не превышает  $\pm 0,02$  дБ.

11.4 Проверка неравномерности АЧХ выходных каналов в диапазоне частот от 0,02 до 20 кГц.

11.4.1 Собрать схему в соответствии рисунком 4.

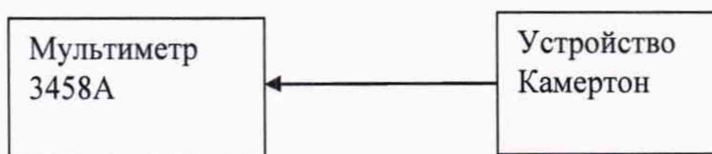


Рисунок 4. Проверка неравномерности АЧХ выходных каналов в диапазоне частот от 0,02 до 20 кГц.

11.4.2 Установить на выходе L устройства напряжение  $U = 1$  В с частотой 0,02 кГц.

11.4.3 Снять показания мультиметра 3458А  $U_{11}$ .

11.4.4 Повторить операции по п.п. 11.4.2, 11.4.3 для частот 0,5 кГц, 1 кГц, 5 кГц, 10 кГц, 20 кГц. Результаты занести в таблицу 6

Таблица 6

Выход устройства "Камертон"	Показание мультиметра 3458А $U_{в}$ на частоте:					
	0,02 кГц	0,5 кГц	1 кГц	5 кГц	10 кГц	20 кГц
L	U <sub>11</sub>	U <sub>12</sub>	U <sub>13</sub>	U <sub>14</sub>	U <sub>15</sub>	U <sub>16</sub>
R	U <sub>21</sub>	U <sub>22</sub>	U <sub>23</sub>	U <sub>24</sub>	U <sub>25</sub>	U <sub>26</sub>

11.4.5 Вычислить неравномерность  $\psi_{вых}$  АЧХ для выхода L устройства на частотах, указанных в таблице 6, по формуле:

$$\psi_{вых1} = \max_{k=1...6} |(20 \lg U_{1k}/U_{13})| \quad (3)$$

11.4.6 Повторить операции по п.11.4.2 – 11.4.5 для выхода R устройства, используя в формуле (3) значения напряжения  $U_{2k}/U_{23}$ ,  $k=1...6$ .

11.4.7 Устройство считается выдержавшим испытания, если неравномерность АЧХ обоих выходных каналов не превышает  $\pm 0,02$  дБ.

11.5 Проверка динамического диапазона и относительной погрешности измерения напряжения входных сигналов в диапазоне входных напряжений от  $20$  до  $4 \cdot 10^3$  мкВ и от  $4 \cdot 10^3$  до  $1 \cdot 10^6$  мкВ



11.5.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 5.

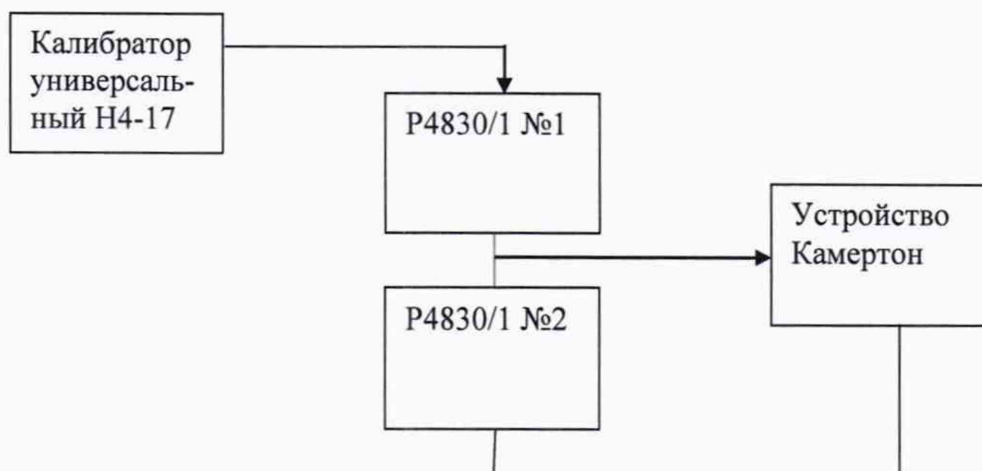


Рисунок 5. Проверка динамического диапазона и относительной погрешности измерения напряжения входных сигналов в диапазоне входных напряжений от 20 до  $4 \cdot 10^3$  мкВ.

11.5.2 Установить на выходе Н4-17 напряжение  $U_B = 20$  мВ с частотой 1 кГц.

На P4830/1 №1 установить значение 9990 Ом, на P4830/1 №2 – значение 10 Ом. При этом на вход L устройства будет подаваться сигнал  $U_X$  с напряжением 20 мкВ.

11.5.3 Снять результат измерения  $U_1$  с устройства и занести в таблицу 7.

Таблица 7

Диапазон измерения от 20 до $4 \cdot 10^3$ мкВ				
$U_B$ , мВ	20	100	1000	400
P4830/1 №1, Ом	9990	9990	9990	990
P4830/1 №2, Ом	10	10	10	10
$U_X$ , мкВ	20	100	1000	4000
$\delta^{(U)}$ доп д1, %	$\pm 20,0$	$\pm 4,7$	$\pm 1,3$	$\pm 1,0$
Вход L	$U_1$ , мкВ			
Вход R	$U_1$ , мкВ			

11.5.4 Повторить операции по п.п.11.5.2-11.5.3 для  $U_B$  с уровнями 100, 1000 и 4000 мкВ, устанавливая на магазинах сопротивления P4830/1 №1, №2 значения в соответствии с таблицей 7.

11.5.5 Рассчитать относительную погрешность измерения напряжения по формуле:

$$\delta = \frac{U_1 - U_X}{U_X} 100 \% \quad (4)$$

11.5.6 Повторить операции по п.п.11.5.2 – 11.5.5 для входа R устройства.

11.5.7 Устройство считается выдержавшим испытание для диапазона измерения от 20 до  $4 \cdot 10^3$  мкВ, если для всех  $U_X$

$$|\delta| \leq |\delta^{(U)} \text{ доп д1}|$$

11.5.8 Собрать схему в соответствии с рисунком 6.

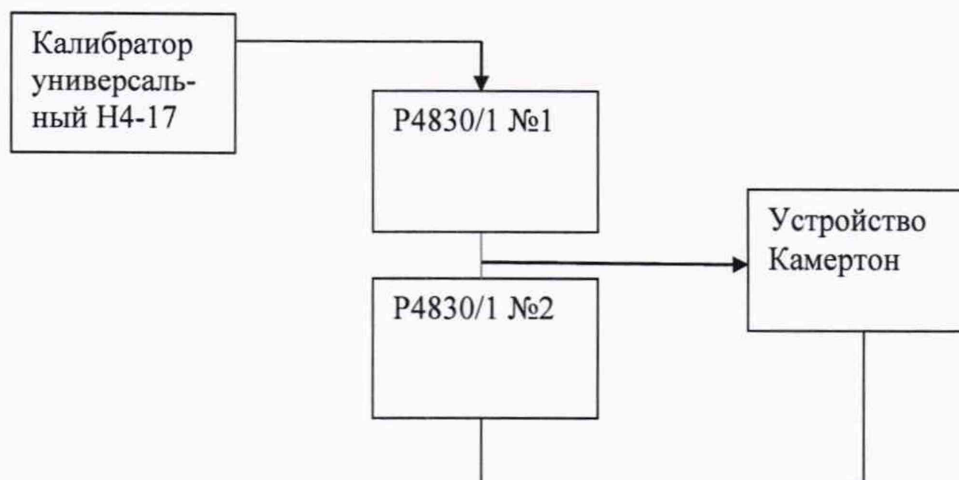


Рисунок 6. Проверка динамического диапазона и относительной погрешности измерения напряжения входных сигналов в диапазоне входных напряжений от  $4 \cdot 10^3$  до  $1 \cdot 10^6$  мкВ.

11.5.9 Установить на выходе Н4-17 напряжение  $U_B = 6000$  мВ с частотой 1 кГц. На магазине P4830/1 №1 установить значение 1499 Ом, на P4830/1 №2 – значение 1 Ом. При этом напряжение  $U_X$  на входе L устройства будет равно  $4 \cdot 10^3$  мкВ.

11.5.10 Снять результат измерения  $U_1$  с устройства и занести в таблицу 8.

Таблица 8

Диапазон измерения от $4 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^6$ мкВ					
$U_B$ , мВ		6000			
P4830/1 №1, Ом		1499	5990	1475	1250
P4830/1 №2, Ом		1	10	25	250
$U_X$ , мВ		4	10	100	1000
$\delta^{(U)}$ доп л2, %		$\pm 0,75$	$\pm 0,45$	$\pm 0,27$	$\pm 0,25$
Вход L	$U_1$ , мВ				
Вход R	$U_1$ , мВ				

11.5.11 Повторить операции по п.п.11.5.9-11.5.10, устанавливая значения на P4830/1 №1, №2 в соответствии с таблицей 8.

11.5.12 Рассчитать относительную погрешность измерения напряжения по формуле 4.

11.5.13 Повторить операции по п.п.11.5.9-11.5.12 для входа R устройства.

11.5.14 Устройство считается выдержавшим испытание для диапазона измерения от  $4 \cdot 10^3$  до  $1 \cdot 10^6$  мкВ, если для всех  $U_X$

$$|\delta| \leq |\delta^{(U)}_{\text{доп л2}}|$$

11.6. Проверка динамического диапазона и относительной погрешности воспроизведения напряжений выходных сигналов в диапазоне выходных напряжений от  $50 \cdot 10^3$  до  $1,5 \cdot 10^6$  мкВ

11.6.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 7.

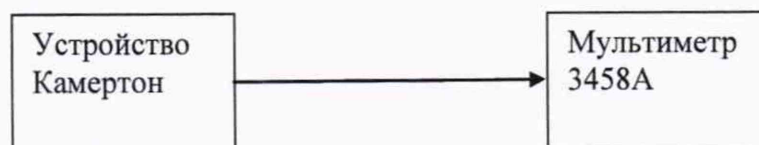


Рисунок 7. Проверка динамического диапазона и относительной погрешности воспроизведения напряжений выходных сигналов в диапазоне выходных напряжений от  $50 \cdot 10^3$  до  $1,5 \cdot 10^6$  мкВ.



11.6.2 В соответствии с Руководством по эксплуатации (РЭ) на устройство "Камертон", установить на выходе L устройства уровень напряжения  $U_x = 50 \cdot 10^3$  мкВ с частотой 1 кГц, занести значение измеренное мультиметром 3458А в таблицу 9.

Таблица 9

Выход устройства "Камертон"	Воспроизводимые значения выходных напряжений, $U_{\text{форм. мкВ}}$					
	$50 \cdot 10^3$	$200 \cdot 10^3$	$500 \cdot 10^3$	$800 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^6$	$1,5 \cdot 10^6$
	Показание мультиметра 3458А $U_{\text{изм. мкВ}}$					
L	$U_{11}$	$U_{12}$	$U_{13}$	$U_{14}$	$U_{15}$	$U_{16}$
R	$U_{21}$	$U_{22}$	$U_{23}$	$U_{24}$	$U_{25}$	$U_{26}$
Предел допустимой относительной погрешности, %	$\pm 0,30$	$\pm 0,26$	$\pm 0,25$	$\pm 0,25$	$\pm 0,25$	$\pm 0,25$

11.6.3 Повторить операции по п.п.11.6.2 для остальных значений  $U_{\text{форм.}}$  согласно таблице 9.

11.6.4 Повторить операции по п.п. 11.6.2 – 11.6.3 для выхода R устройства.

11.6.5 Устройство считается выдержавшим испытание в режиме воспроизведения напряжений выходных сигналов в диапазоне выходных напряжений от  $50 \cdot 10^3$  до  $1,5 \cdot 10^6$  мкВ.

$$|\delta| \leq |\delta^{(U^2)}_{\text{доп. дЗ}}|$$

11.7 Проверка диапазона и относительной погрешности измерения частоты входных сигналов

11.7.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 8.

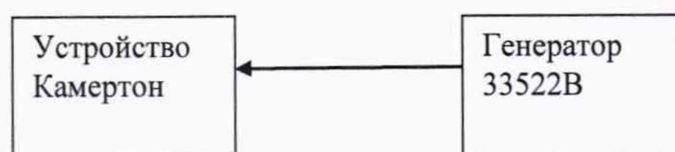


Рисунок 8 Проверка диапазона и относительной погрешности измерения частоты входных сигналов

11.7.2 Установить на выходе генератора 33522В напряжение 1В с частотой  $f = 0,02$  кГц.

11.7.3 Снять показание  $f_{\text{изм}}$  для входа L устройства и занести в таблицу 10.

Таблица 10

		Измеренные значения частоты, кГц					
Вход L	$f$ , кГц	0,02	0,5	1	5	10	20
	$f_{\text{изм}}$ , кГц						
Вход R	$f$ , кГц	0,02	0,5	1	5	10	20
	$f_{\text{изм}}$ , кГц						

11.7.4 Повторить операции по п.п 11.7.2 – 11.7.3 для всех частот  $f$  из таблицы 10.

11.7.5 Повторить операции по п.п 11.7.2 – 11.7.3 для входа R устройства.

11.7.6 Вычислить относительную погрешность измерения частоты входных сигналов по формуле:

$$\delta = \frac{f_{\text{изм}} - f_{\text{ген}}}{f_{\text{ген}}} 100\% \quad (5)$$

Устройство считается выдержавшим испытание, если для всех  $f_{\text{ген}}$  выполняется соотношение

$$|\delta| \leq |\delta^{(f)}_{\text{доп}}| \quad \delta^{(f)}_{\text{доп}} = \pm 1 \%$$

11.8 Проверка диапазона и относительной погрешности воспроизведения частоты

## ВЫХОДНЫХ СИГНАЛОВ

11.8.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 9.



Рисунок 9 Проверка диапазона и относительной погрешности воспроизведения частоты выходных сигналов.

11.8.2 Установить на выходе 1 устройства Камертон напряжение 1В с частотой  $f = 0,02$  кГц.

11.8.3 Снять показание с частотомера  $f_{изм}$  для входа L устройства и занести в таблицу 11.

Таблица 11

		Измеренные значения частоты, кГц					
Вход L	$f$ , кГц	0,02	0,5	1	5	10	20
	$f_{изм}$ , кГц						
Вход R	$f$ , кГц	0,02	0,5	1	5	10	20
	$f_{изм}$ , кГц						

11.8.4 Повторить операции по п.п 11.8.2 – 11.8.3 для всех частот  $f$  из таблицы 11.

11.8.5 Повторить операции по п.п 11.8.2 – 11.8.3 для входа R устройства.

11.8.6 Вычислить относительную погрешность воспроизведения частоты выходных сигналов по формуле:

$$\delta = \frac{f_{форм} - f_ч}{f_ч} 100\% \quad (6)$$

Устройство считается выдержавшим испытание, если для всех  $f_{ген}$  выполняется соотношение

$$|\delta| \leq |\delta^{(f)}_{доп}| \quad \delta^{(f)}_{доп} = \pm 1 \%$$

11.9 Проверка диапазона и абсолютной погрешности воспроизведения временных интервалов

11.9.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 10.

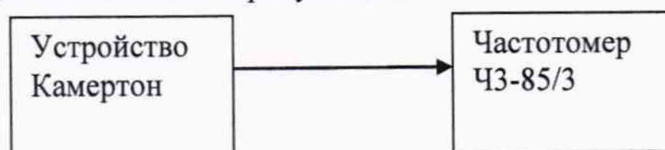


Рисунок 10 Проверка диапазона и абсолютной погрешности воспроизведения временных интервалов

11.9.2 В соответствии с РЭ установить в устройстве режим воспроизведения временных интервалов, задать длительность временного интервала  $t_{форм}$  равной 1 мс.

11.9.3 Снять с частотомера ЧЗ-85/3 результат измерения длительности  $t$  воспроизведенного временного интервала по выходу L и занести в таблицу 12.



Таблица 12

Выход L	$t_{\text{форм}}$ , мс	1	1000	10000	100000	300000
	$t$ , мс					
Выход R	$t_{\text{форм}}$ , мс	1	1000	10000	100000	300000
	$t$ , мс					
$\Delta t_{\text{доп}}$ , мс		$10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	0,2	2,0	6,0

11.9.4 Повторить операции по п.п. 11.9.2 – 11.9.3 для всех значений  $t_{\text{форм}}$ , приведенных в таблице 12.

11.9.5 Повторить операции по п.п. 11.9.2 – 11.9.4 для выхода R устройства.

7.3.8.6 Вычислить абсолютную погрешность воспроизведения временных интервалов по формуле:

$$\Delta = t - t_{\text{форм}} \quad (7)$$

Устройство считается выдержавшим испытание, если для всех значений  $t$  выполняется соотношение

$$|\Delta| \leq |\Delta t_{\text{доп}}|$$

$\Delta t_{\text{доп}}$  вычислить по формуле :

$$\Delta^{(t)}_{\text{доп}} = \pm(0,01 + 2 \cdot 10^{-5} \times t_{\text{форм}}),$$

где  $t_{\text{форм}}$  – воспроизводимый временной интервал

11.10 Проверка диапазона и абсолютной погрешности воспроизведения добавляемого фазового сдвига между входными и воспроизводимыми синусоидальными сигналами

11.10.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 11.

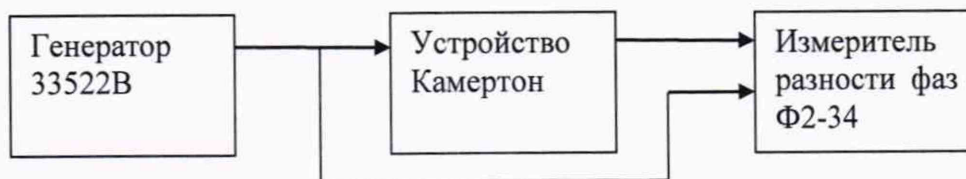


Рисунок 11 Проверка диапазона и абсолютной погрешности воспроизведения добавляемого фазового сдвига между входными и воспроизводимыми выходными синусоидальными сигналами.

11.10.2 Подать на вход L устройства напряжение  $U_{\text{вх}}$  с уровнем 1В и частотой 20 Гц.

11.10.3 Подать с выхода канала L устройства сигнал  $U_{\text{форм}}$ , воспроизведенный в соответствии с РЭ из входного на вход 2 измерителя разности фаз Ф2-34, на вход 1 измерителя разности фаз подать сигнал  $U_{\text{вх}}$  от генератора 33522В.

11.10.4 В соответствии с РЭ установить режим воспроизведения выходного синусоидального сигнала по входному и установить формируемый добавляемый фазовый сдвиг

$\Delta_{\text{ф форм}} = 0$  градусов.

11.10.5 Снять значение  $\Delta_{\text{ф измер}}$  разности фаз между  $U_{\text{вх}}$  и  $U_{\text{форм}}$  с измерителя разности фаз Ф2-34 и занести в таблицу 13.



Таблица 13.

		Формирование фазового сдвига, °											
		0			60			180			360		
		20 Гц	1к Гц	20 кГц	20 Гц	1 кГц	20 кГц	20 Гц	1 кГц	20 кГц	20 Гц	1 кГц	20 кГц
<u>Вход L</u> Выход L	Измеренная $\Delta_{\text{ф форм}}$ , градус												
<u>Вход R</u> Выход R	Измеренная $\Delta_{\text{ф измер}}$ , °												

11.10.6 Повторить операции по п.п. 11.10.4 – 11.10.5 для всех значений  $\Delta_{\text{ф форм}}$  из таблицы 13

11.10.7 Повторить операции по п. 11.10.2 - 11.10.6 для входного и выходного каналов R устройства.

11.10.8 Вычислить  $\Delta_{\text{ф}}$  - абсолютную погрешность добавляемого фазового сдвига между входными и воспроизводимым выходными синусоидальными сигналами по формуле:

$$\Delta_{\text{ф}} = |\Delta_{\text{ф форм}} - \Delta_{\text{ф измер}} - \Delta_{\text{ф 0}}|, \quad (8)$$

где :  $\Delta_{\text{ф 0}} = \Delta_{\text{ф форм}} - \Delta_{\text{ф измер}}$  при установке  $\Delta_{\text{ф форм}} = 0$  на частоте 20 Гц.

Повторить операции по п.п.11.10.2 – 11.10.8 для всех частот, указанных в таблице 13.

Устройство считается выдержавшим испытание, если для всех значений

$\Delta_{\text{ф форм}}$  таблицы 12 для L и R входов/выходов устройства

выполняется соотношение:

$$|\Delta_{\text{ф}}| \leq |\Delta_{\text{ф доп}}|$$

$$\Delta_{\text{доп}}^{(\text{ф})} = \pm 0,1^\circ$$

## 12 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Устройство Камертон считается прошедшим поверку с положительным результатом, если полученные значения метрологических характеристик соответствуют приведенным в таблице 14, и по пункту 10.

Таблица 14

Наименование характеристики	Значение
Коэффициент нелинейных искажений в сквозном тракте "вход-выход" в диапазоне частот от 0,02 до 20 кГц, %, не более	0,3
Неравномерность АЧХ входных и выходных каналов в диапазоне частот от 0,02 до 20 кГц, дБ, не более	±0,02
Динамический диапазон входных сигналов по напряжению в диапазоне частот от 0,02 до 20 кГц, мкВ	от 20 до $1 \cdot 10^6$
Динамический диапазон воспроизводимых выходных сигналов по напряжению в диапазоне частот от 0,02 до 20 кГц, мкВ	от 20 до $1,5 \cdot 10^6$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения входных сигналов в диапазоне частоты от 0,02 до 20 кГц, % - в диапазоне от 20 до $4 \cdot 10^3$ мкВ, включительно  - в диапазоне свыше $4 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^6$ мкВ	$\delta^{(U1)}_{\text{доп д1}} = \pm[1 + 0,095 (U_n / U_x - 1) ]$ , где: $U_n = 4 \cdot 10^3$ мкВ; $U_x$ – текущее значение $\delta^{(U2)}_{\text{доп д2}} = \pm[ 0,25 + 0,002 (U_n / U_x - 1) ]$ , где: $U_n = 1 \cdot 10^6$ мкВ; $U_x$ – текущее значение
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения выходных сигналов в диапазоне частот от 0,02 до 20 кГц, в диапазоне от $50 \cdot 10^3$ до $1,5 \cdot 10^6$ мкВ, %	$\delta^{(U2)}_{\text{доп д3}} = \pm[ 0,25 + 0,002 (U_n / U_x - 1) ]$ , где: $U_n = 1,5 \cdot 10^6$ мкВ; $U_x$ – текущее значение
Диапазон измерений и воспроизведения частоты входных и выходных сигналов	от 0,02 до 20 кГц
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений и воспроизведения частоты входных и выходных сигналов в диапазоне частот от 0,02 до 20 кГц, %	±1
Диапазон воспроизведения временных интервалов, мс	от 1 до $300 \cdot 10^3$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения временных интервалов, мс	$\Delta^{(t)}_{\text{доп}} = \pm(0,01 + 2 \cdot 10^{-5} \times t_{\text{форм.}})$ , где $t_{\text{форм}}$ – формируемый временной интервал
Диапазон воспроизведения добавляемого фазового сдвига между входными и воспроизводимыми выходными синусоидальными сигналами в диапазоне частот от 0,02 до 20 кГц	от 0° до 360°
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения добавляемого фазового сдвига между входными и воспроизводимыми выходными синусоидальными сигналами в диапазоне частот от 0,02 до 20 кГц	±0,1°

### 13 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

- 13.1 Результаты поверки вносят в протокол поверки установленной формы.
- 13.2 Поверяемое устройство Камертон , удовлетворяющее требованиям настоящей методики поверки, признается пригодным к применению, и на него выдается свидетельство о поверке установленной формы.
- 13.3. Поверяемое устройство Камертон не удовлетворяющее требованиям настоящей методики поверки, к дальнейшей эксплуатации не допускается, и на него выдается извещение о непригодности к применению установленной формы.
- 13.4 Результатами поверки средств измерений в соответствии с частью 4 статьи 13 Федерального закона №102-ФЗ являются сведения о результатах поверки средств измерений, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.
- 13.5 Знак поверки наносится на заднюю панель устройства.