

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель
генерального директора -
заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

2015 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Частотомеры электронно-счетные 53150A, 53151A, 53152A

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

651-15-26 МП

и.р. 61967-15

2015 г.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на частотомеры электронно-счетные 53150A, 53151A, 53152A (далее - частотомеры) фирмы «Keysight Technologies», Малайзия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 Перед проведением поверки частотомера провести внешний осмотр и операции подготовки его к работе.

1.2 Метрологические характеристики частотомера, подлежащие поверке, и операции поверки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первой поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Определение (контроль) метрологических характеристик			
3.1 Определение относительного дрейфа частоты опорного генератора	7.3	да	да
3.2 Определение порога чувствительности	7.4	да	да
3.3 Определение основной абсолютной погрешности измерений частоты	7.5	да	да
3.4 Определение относительной погрешности измерений мощности	7.6	да	да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Рекомендуемые средства поверки, в том числе рабочие эталоны и средства измерений, приведены в таблице 2.

Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

2.2 Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке средства измерений и рабочие эталоны должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке с неистекшим сроком действия на время проведения поверки или оттиск поверительного клейма на приборе или в документации.

Таблица 2

Номер пункта методики	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средств поверки
7.3 – 7.4	Частотомер электронно-счетный 53132A: диапазон измерений от 0 до 225 МГц (ВЧ) и от 100 МГц до 12.4 ГГц (СВЧ). пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 5 \cdot 10^{-6}$, $\pm 4 \cdot 10^{-9}$ (опция 012)
7.3 – 7.4	Стандарт частоты рубидиевый FS725: пределы допускаемой относительной погрешности частоты 10 МГц $\pm 1 \cdot 10^{-9}$
7.4 - 7.6	Генератор сигналов E8257D: диапазон частот от 250 кГц до 50 ГГц (опция 550); пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня в диапазоне от минус 70 до 0 дБм до $\pm 1,3$ дБ; пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 7,5 \cdot 10^{-8}$

Продолжение таблицы 2

Номер пункта методики	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средств поверки
7.5, 7.6	Генератор сигналов произвольной формы 33250А: диапазон воспроизведения частоты от 1 мкГц до 80 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6}$
7.7	Блок измерительный ваттметра N1914, КСВН выхода калибратора не более 1,08; пределы допускаемой относительной погрешности установки выходной мощности сигнала калибратора $\pm 1,2 \%$
7.7	Преобразователь измерительный термоэлектрический ваттметров поглащаемой мощности N8487А, диапазон частот от 0,05 до 50 ГГц, диапазон измеряемых значений мощности от минус 35 до плюс 20 дБм, пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня мощности $\pm 6,02 \%$
<i>Вспомогательные средства поверки</i>	
7.4, 7.5	Проходная нагрузка 50 Ом
7.4, 7.6	Делитель мощности 11667С

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки частотомера допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющим опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке и имеющий право на поверку (аттестованными в качестве поверителей).

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности».

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Проверку проводить при следующих условиях:

- | | |
|---|-------------------------------|
| - температура окружающего воздуха, °С | от 18 до 25; |
| - относительная влажность воздуха, % | 65 ± 15 ; |
| - атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) | 100 ± 4 (750 ± 30); |
| - параметры питания от сети переменного тока: | |
| - напряжение, В | $220 \pm 4,4$; |
| - частота, Гц | $50 \pm 0,5$; |
| - содержание гармоник, %, не более | 5. |

5.2 При проведении операций поверки на открытом воздухе должны соблюдаться условия, указанные в РЭ на поверяемый частотомера и средства поверки.

5.3 При отрицательных результатах поверки по любому из пунктов таблицы 1 частотомер бракуется и направляется в ремонт.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Поверитель должен изучить РЭ поверяемого частотомера и используемых средств поверки.

6.2 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемого частотомера;
 - проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) рабочие эталоны и средства измерений, включить питание заранее перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в РЭ).

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре проверить:

- отсутствие механических повреждений и ослабления элементов, четкость фиксации их положения, чёткость обозначений;

- исправность органов управления;

- идентификационные данные программного обеспечения (ПО).

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если отсутствуют внешние механические повреждения и неисправности, влияющие на работоспособность частотомера, органы управления находятся в исправном состоянии, идентификационные данные ПО соответствуют идентификационным данным: идентификационное наименование ПО - Программное обеспечение для частотомеров серии 5315xA; номер версии ПО не ниже 2060190.

7.2 Опробование

7.2.1 Тест внутренней диагностики при включении

7.2.1.2 Включить частотомер переключателем Main/Power уна задней панели.

7.2.1.3 Нажать и отпустить клавишу Power на лицевой панели.

Убедиться в том, что на дисплее последовательно отображается следующее:

- временно активизировались все сегменты дисплея;

- надпись «TESTING»;

- сообщение «SELF TEST OK»;

- номер модели и адрес по шине GPIB;

- надпись «CH2 NO SIGNAL».

Если на дисплее появилось сообщение «Fail», то частотомер следует признать неисправным и направить в ремонт.

При наличии сообщения «Pass» продолжить поверку.

7.2.2 Проверка выхода синхронизации

7.24.2.1 Соединить кабелем BNC выход синхронизации «Reference 10 МГц» на задней панели частотомера с входом «CHANNEL 1» на лицевой панели.

7.2.2.2 Выбрать канал 1 нажатием клавиши Chan Select.

Убедиться в том, что на дисплее отображается значение частоты 10000000 Гц.

Если на дисплее появилось сообщение «Fail», то частотомер следует признать неисправным и направить в ремонт.

7.2.3 Результаты поверки считать положительными, если все режимы и установки выполняются без сообщений об ошибках «Fail».

Определение (контроль) метрологических характеристик

7.3 Определение относительного дрейфа частоты опорного генератора

7.3.1 Собрать измерительную схему, приведенную на рисунке 1.

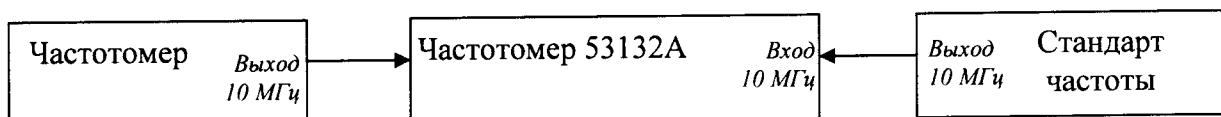


Рисунок 1

7.3.2 До проведения измерений стандарт частоты прогреть не менее 2 часов.

По истечении времени самопрогрева частотомера, измерить частоту на выходе «10 МГц» частотомера.

7.3.3 Зафиксировать показания эталонного частотомера 53132А и записать их в графу 2 таблицы 3.

Таблица 3

Исполнение частотомера	Измеренное значение частоты опорного генератора	Пределы допускаемых значений частоты опорного генератора
1	2	3
Стандартное		$10\ 000\ 000 \pm 0,0000001 \cdot T_{\text{ЭП}}$
Опция 001		$10\ 000\ 000 \pm 0,000000015 \cdot T_{\text{ЭП}}$

Примечание - $T_{\text{ЭП}}$ – количество месяцев эксплуатации частотомера после последней поверки

7.3.4 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения частоты опорного генератора находятся в пределах, указанных в графе 3 таблицы 3. В противном случае частотомер бракуется и направляется в ремонт.

7.4 Определение порога чувствительности

7.4.1 Канал 1

7.4.1.1 Собрать измерительную схему, приведенную на рисунке 2.

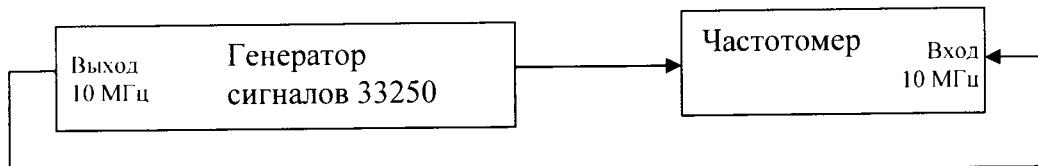


Рисунок 2

7.4.1.2 Установить на частотомере режим внешней синхронизации и выбрать канал 1.

7.4.1.3 Установить на генераторе частоту выходного сигнала 10 Гц, уровень – минус 25 дБм. Затем, плавно повысить уровень сигнала до того момента, когда на частотомере устанавливаются стабильные показания частоты (10 ± 1) Гц.

7.4.1.4 Занести полученное значение уровня сигнала (чувствительности) в таблицу 4.

7.4.1.5 Повторить операции пп. 7.4.1.3 – 7.4.1.4, устанавливая частоту генератора в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

Частота генератора	Показания частотомера	Полученные значения чувствительности	Нормируемые значения порога чувствительности, мВ (дБм)
1	2	3	4
10 Гц	10 ± 1 Гц		40 (- 14,9)
30 Гц	30 ± 1 Гц		40 (- 14,9)
1 кГц	$1 \text{ кГц} \pm 1 \text{ Гц}$		25 (- 19,2)
500 кГц	$500 \text{ кГц} \pm 1 \text{ Гц}$		25 (- 19,2)
5 МГц	$5 \text{ МГц} \pm 1 \text{ Гц}$		25 (- 19,2)
10 МГц	$10 \text{ МГц} \pm 1 \text{ Гц}$		25 (- 19,2)
20 МГц	$20 \text{ МГц} \pm 1 \text{ Гц}$		25 (- 19,2)

7.4.1.5 Собрать измерительную схему, приведенную на рисунке 3.

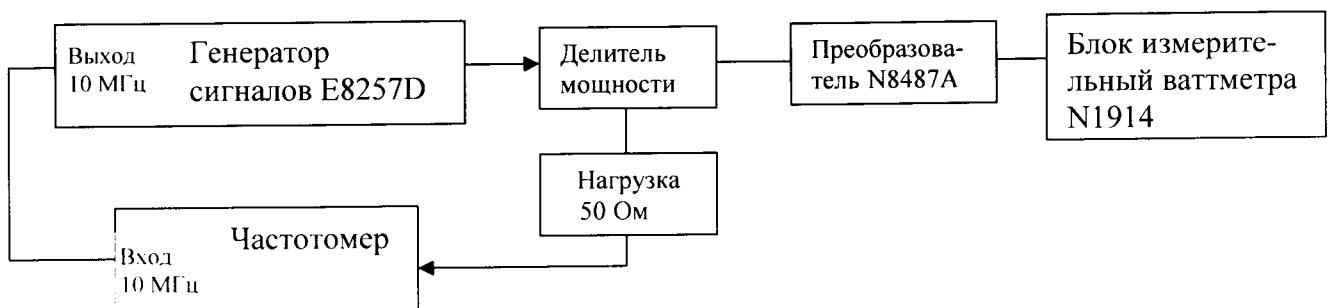


Рисунок 3

7.4.1.6 Установить на генераторе частоту выходного сигнала 50 МГц, уровень – минус 25 дБм. Затем, плавно повысить уровень сигнала до того момента, когда на частотомере устанавливаются стабильные показания частоты $50 \text{ МГц} \pm 1 \text{ Гц}$.

7.4.1.7 Занести полученное значение уровня сигнала (чувствительности) в таблицу 5, отсчитывая уровень по блоку ваттметра N1914.

7.4.1.8 Повторить операции пп. 7.4.1.6 – 7.4.1.7 для частоты 125 МГц.

Таблица 5

Частота генератора	Показания частотомера	Полученные значения чувствительности	Нормируемые значения порога чувствительности, мВ (дБм)
1	2	3	4
50 МГц	$50 \pm 1 \text{ Гц}$		25 (- 19,2)
125 МГц	$125 \pm 1 \text{ Гц}$		25 (- 19,2)

7.4.1.9 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения чувствительности на всех частотах не превышают значений, указанных в графе 4 таблиц 4 и 5.

7.4.2 Канал 2

7.4.2.1 Собрать измерительную схему, приведенную на рисунке 4.

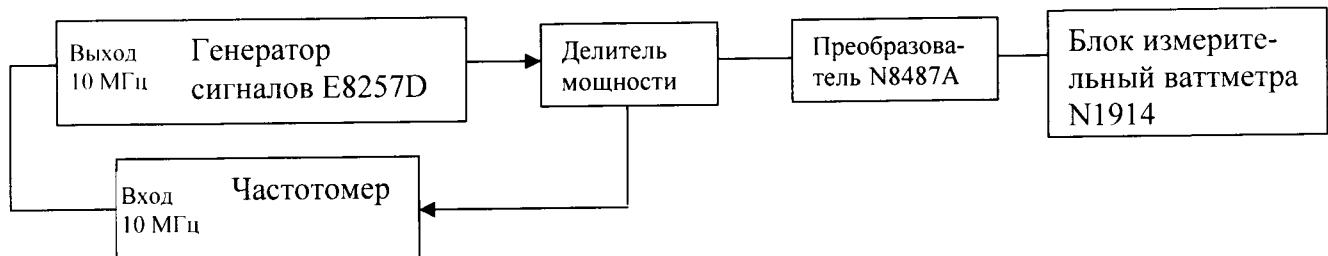


Рисунок 4

7.4.2.2 Установить на частотомере режим внешней синхронизации и выбрать канал 2.

7.4.2.3 Установить на генераторе частоту выходного сигнала 50 МГц, уровень – минус 25 дБм. Затем, плавно повысить уровень сигнала до того момента, когда на частотомере устанавливаются стабильные показания частоты $50 \text{ МГц} \pm 1 \text{ Гц}$.

7.4.2.4 Занести полученное значение уровня сигнала (чувствительности) в таблицу 6, отсчитывая уровень по блоку ваттметра N1914.

Таблица 6

Частота генератора	Показания частотомера	Полученные значения чувствительности	Нормируемые значения порога чувствительности, дБм
1	2	3	4
Для модели 53150А			
50 МГц	$50 \text{ МГц} \pm 1 \text{ Гц}$		- 20
100 МГц	$100 \text{ МГц} \pm 1 \text{ Гц}$		- 20
250 МГц	$250 \text{ МГц} \pm 1 \text{ Гц}$		- 20
300 МГц	$300 \text{ МГц} \pm 1 \text{ Гц}$		- 20
500 МГц	$500 \text{ МГц} \pm 1 \text{ Гц}$		- 33
1 ГГц	$1 \text{ ГГц} \pm 1 \text{ Гц}$		- 33
2,5 ГГц	$2,5 \text{ ГГц} \pm 1 \text{ Гц}$		- 33
5 ГГц	$5 \text{ ГГц} \pm 1 \text{ Гц}$		- 33
10 ГГц	$10 \text{ ГГц} \pm 1 \text{ Гц}$		- 33
12,4 ГГц	$12,4 \text{ ГГц} \pm 1 \text{ Гц}$		- 33
16 ГГц	$16 \text{ ГГц} \pm 1 \text{ Гц}$		- 33
18 ГГц	$18 \text{ ГГц} \pm 1 \text{ Гц}$		- 33
20 ГГц	$20 \text{ ГГц} \pm 1 \text{ Гц}$		- 29

Продолжение таблицы 6

Частота генератора	Показания частотомера	Полученные значения чувствительности	Нормируемые значения порога чувствительности, дБм
1	2	3	4
Для модели 53151А			
50 МГц	50 МГц ± 1 Гц		- 20
100 МГц	100 МГц ± 1 Гц		- 20
250 МГц	250 МГц ± 1 Гц		- 20
300 МГц	300 МГц ± 1 Гц		- 20
500 МГц	500 МГц ± 1 Гц		- 33
1 ГГц	1 ГГц ± 1 Гц		- 33
2,5 ГГц	2,5 ГГц ± 1 Гц		- 33
5 ГГц	5 ГГц ± 1 Гц		- 33
10 ГГц	10 ГГц ± 1 Гц		- 33
12,4 ГГц	12,4 ГГц ± 1 Гц		- 33
16 ГГц	16 ГГц ± 1 Гц		- 33
18 ГГц	18 ГГц ± 1 Гц		- 33
20 ГГц	20 ГГц ± 1 Гц		- 29
22 ГГц	22 ГГц ± 1 Гц		- 25
24 ГГц	24 ГГц ± 1 Гц		- 25
26,5 ГГц	26,5 ГГц ± 1 Гц		- 25
Для модели 53152А			
50 МГц	50 МГц ± 1 Гц		- 20
100 МГц	100 МГц ± 1 Гц		- 20
250 МГц	250 МГц ± 1 Гц		- 20
300 МГц	300 МГц ± 1 Гц		- 20
500 МГц	500 МГц ± 1 Гц		- 33
1 ГГц	1 ГГц ± 1 Гц		- 33
2,5 ГГц	2,5 ГГц ± 1 Гц		- 33
5 ГГц	5 ГГц ± 1 Гц		- 33
10 ГГц	10 ГГц ± 1 Гц		- 33
12,4 ГГц	12,4 ГГц ± 1 Гц		- 33
16 ГГц	16 ГГц ± 1 Гц		- 30
18 ГГц	18 ГГц ± 1 Гц		- 30
20 ГГц	20 ГГц ± 1 Гц		- 27
22 ГГц	22 ГГц ± 1 Гц		- 27
24 ГГц	24 ГГц ± 1 Гц		- 27
26,5 ГГц	26,5 ГГц ± 1 Гц		- 27
30 ГГц	30 ГГц ± 1 Гц		- 33
34 ГГц	34 ГГц ± 1 Гц		- 33
40 ГГц	40 ГГц ± 1 Гц		- 33
42 ГГц	42 ГГц ± 1 Гц		- 17
44 ГГц	44 ГГц ± 1 Гц		- 17
46 ГГц	46 ГГц ± 1 Гц		- 17

7.4.2.5 Повторить операции пп. 7.4.2.3 – 7.4.2.4, устанавливая частоту генератора для частот 100, 250, 300 МГц; 42, 44, 46 ГГц.

7.4.2.6 Установить на генераторе частоту выходного сигнала 500 МГц, уровень – минус 40 дБм. Затем, плавно повысить уровень сигнала до того момента, когда на частотомере устанавливаются стабильные показания частоты 500 МГц ± 1 Гц.

7.4.2.7 Занести полученное значение уровня сигнала (чувствительности) в таблицу 6, отсчитывая уровень по блоку ваттметра N1914.

7.4.2.8 Повторить операции пп. 7.4.2.6 – 7.4.2.7, устанавливая частоту генератора для

остальных частот, приведенных в таблице 6.

7.4.2.9 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения чувствительности на всех частотах не превышают значений, указанных в графе 4 таблицы 6.

7.5 Определение основной абсолютной погрешности измерений частоты

7.5.1 Собрать измерительную схему, приведенную на рисунке 5.

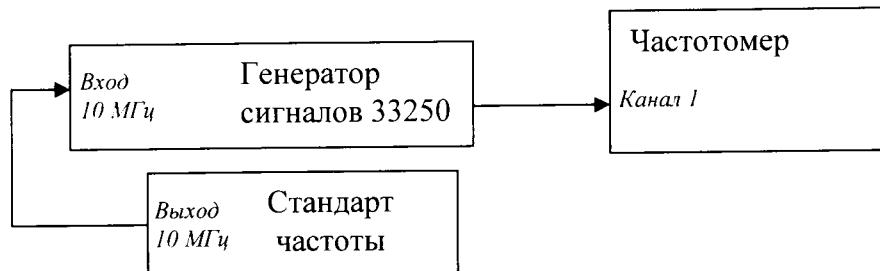


Рисунок 5

7.5.2 Установить на частотомере режим внутренней синхронизации и выбрать канал 1.

7.5.3 Установить на генераторе уровень сигнала 100 мВ, частоту 10 Гц.

7.5.4 Зафиксировать показания частотомера, определить значения абсолютной погрешности измерений частоты как разность между значениями частоты, измеренной частотометром, и частоты, установленной на генераторе. Результаты измерений занести в таблицу 7.

Таблица 7

Частота, установленная на генераторе	Показания частотомера	Основная абсолютная погрешность измерений		
		полученные значения	допускаемые пределы, Гц	
			стандартное исполнение	опция 001
1	2	3	4	5
10 Гц			± 1,000012	± 1,0000018
500 Гц			± 1,0006	± 1,00009
1 кГц			± 1,0012	± 1,00018
100 кГц			± 1,12	± 1,018
500 кГц			± 1,6	± 1,09
5 МГц			± 7	± 1,9
10 МГц			± 13	± 2,8
20 МГц			± 25	± 4,6
50 МГц			± 61	± 11
125 МГц			± 151	± 23,5

Примечание – Значения пределов основной допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты приведены на момент времени 1 год после последней поверки

7.5.5 Результаты поверки считать положительными, если значения основной абсолютной погрешности измерений частоты находятся в пределах, указанных в графах 4 и 5 таблицы 7.

7.5.6 Собрать измерительную схему, приведенную на рисунке 6.

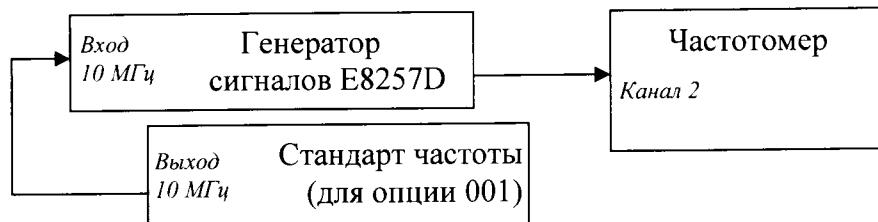


Рисунок 6

7.5.7 Установить на частотомере режим внутренней синхронизации и выбрать канал 2.

7.5.8 Установить на генераторе уровень сигнала минус 10 дБм, частоту 50 МГц.

7.5.9 Зафиксировать показания частотомера, определить значения абсолютной погрешности измерений частоты как разность между значениями частоты, измеренной частотомером, и частоты, установленной на генераторе. Результаты измерений занести в таблицу 8.

7.5.10 Результаты поверки считать положительными, если значения основной абсолютной погрешности измерений частоты находятся в пределах, указанных в графах 4 и 5 таблицы 8.

Таблица 8

Частота, установленная на генераторе	Показания частотомера	Основная абсолютная погрешность измерений		
		полученные значения	допускаемые пределы, Гц	стандартное исполнение
1	2	3	4	5
Для всех моделей				
50 МГц			± 61	± 11
200 МГц			± 241	± 37
500 МГц			± 601	± 91
5 ГГц			± 6001	± 901
20 ГГц			± 24001	± 3601
Для моделей 53151А и 53152А				
26,5 ГГц			± 31801	± 4771
Для модели 53152А				
30 ГГц			± 36001	± 5401
40 ГГц			± 48001	± 7201
46 ГГц			± 55201	± 8291

Примечание – Значения пределов основной допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты приведены на момент времени 1 год после последней поверки

7.6 Определение относительной погрешности измерений мощности

7.6.1 Собрать измерительную схему, приведенную на рисунке 7.



Рисунок 7

7.6.2 Установить на выходе генераторе уровень сигнала 0 дБм, частоту 50 МГц.

7.6.3 Подстроить уровень (мощность) выходного сигнала генератора таким образом, чтобы показания измерителя мощности находились в пределах $(0,0 \pm 0,1)$ дБм. Занести отображенное на дисплее генератора значение уровня в 1-ю строку графы 3 таблицы 9.

Таблица 9

Измеряемое значение уровня (мощности)	Установки на генераторе		Показания частотомера	Допускаемые значения уровня
	частота	уровень, дБ		
1	2	3	4	5
Для всех моделей				
0	50 МГц			$\pm 1,5$ (для 53150А. 53151А)
	300 МГц			
	1 ГГц			
	3 ГГц			
	10 ГГц			$\pm 1,0$ (для 53152А)
	12 ГГц			
	15 ГГц			
	20 ГГц			
Для моделей 53151А, 53152А				
0	22 ГГц			$\pm 2,0$ (для 53151А) $\pm 1,5$ (для 53152А)
	24 ГГц			
	26 ГГц			
Для модели 53152А				
0	30 ГГц			$\pm 2,0$
	35 ГГц			
	40 ГГц			
	46 ГГц			
Для всех моделей				
- 20	50 МГц			$-20,0 \pm 1,5$ (для 53150А. 53151А)
	300 МГц			
	1 ГГц			
	3 ГГц			
	10 ГГц			$-20,0 \pm 1,0$ (для 53152А)
	12 ГГц			
	15 ГГц			
	20 ГГц			
Для моделей 53151А, 53152А				
- 20	22 ГГц			$-20,0 \pm 2,0$ (для 53151А) $-20,0 \pm 1,5$ (для 53152А)
	24 ГГц			
	26 ГГц			
Для модели 53152А				
- 20	30 ГГц			$-20,0 \pm 2,0$
	35 ГГц			
	40 ГГц			
	46 ГГц			

7.6.4 Устанавливать последовательно при измеряемом уровне 0 дБм значение частоты генератора, приведенных в графе 2 таблицы 9, каждый раз подстраивая уровень выходного сигнала генератора в соответствии с п. 7.6.3. Фиксировать отображенные значения уровня на дисплее генератора в графу 3 таблицы 9.

7.6.5 Выполнить операции в соответствии с пп. 7.6.2 – 7.6.4, установив первоначальный уровень выходного сигнала минус 20 дБм и подстраивая уровень выходного сигнала генератора таким образом, чтобы показания измерителя мощности находились в пределах (минус $20,0 \pm 0,1$) дБм.

7.6.6 Отсоединить кабель генератора от измерительного преобразователя и присоединить его к входу 2 частотомера в соответствии с рисунком 8.



Рисунок 8

7.6.7 Установить на частотомере режим внутренней синхронизации.

7.6.8 Устанавливать последовательно на генераторе значения частоты и уровня, приведенные в графах 2 и 3 таблицы 9 при выполнении операций по пп. 7.6.2 – 7.6.5.

7.6.10 Фиксировать показания частотомера в графе 4 таблицы 9.

7.6.11 Результаты поверки считать положительными, если измеренные частотометром значения уровня выходного сигнала генератора находятся в пределах, указанных в графе 5 таблицы 9.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При положительных результатах поверки на частотомер выдают свидетельство установленной формы.

8.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записывают результаты поверки.

8.3 В случае отрицательных результатов поверки частотомер к дальнейшему применению не допускается. На него выдается извещение об его непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин забракования.

Заместитель начальника НИО-6 - начальник
Центра № 65 ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.В. Апрелев