

УТВЕРЖДАЮ

Зам. руководителя ГЦИ СИ
ФБУ «ЦСМ Московской области»,
директор Центрального отделения

_____ С.Г. Рубайлов

“ “ _____ 2014 г.

Частотомеры электронно-счетные АКИП-5102, АКИП-5102/1
Методика поверки 54882137/3-13МП

пгт Менделеево
Московская обл.
2014

Настоящая методика поверки распространяется на частотомеры электронно-счетные АКИП-5102, АКИП-5102/1 (далее по тексту – частотомеры), предназначенные для измерения частоты, периода, количества импульсов, пикового напряжения синусоидальных или импульсных сигналов, а в модели АКИП-5102 дополнительно: временного интервала, длительности импульсов, фазового сдвига между сигналами, отношения частот, коэффициента заполнения импульсов, времени нарастания и времени спада.

Интервал между поверками – один год.

1 Операции поверки

1.1 При первичной и периодической поверке генераторов выполняются операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и частотомер бракуется.

Т а б л и ц а 1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик	7.3	Да	Да
Определение относительной погрешности по частоте и нестабильности опорного генератора частотомера	7.3.1	Да	Да
Определение диапазона измеряемых частот, чувствительности и абсолютной погрешности измерения частоты синусоидального сигнала	7.3.2	Да	Да
Определение диапазона измеряемых периодов и абсолютной погрешности измерения периодов	7.3.3	Да	Да
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения длительности импульсов	7.3.4	Да	Да
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения интервалов времени	7.3.5	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерения фазового сдвига сигналов	7.3.6	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерения коэффициента заполнения импульсов	7.3.7	Да	Да

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

2.2 Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

2.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной поверке.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и метрологические и основные технические характеристики средства поверки.
7.3.1	Стандарт частоты и времени FS 725 (применять при поверке частотомеров с кварцевым опорным генератором): синусоидальный сигнал частотой 5; 10 МГц, импульсный сигнал 1 Гц; погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ за год. Стандарт частоты и времени водородный Ч1-76А (применять при поверке частотомеров с рубидиевым опорным генератором): синусоидальный сигнал частотой 5 МГц, импульсный сигнал 1 Гц; погрешность $\pm 1,5 \cdot 10^{-12}$ за год. Компаратор частотный Ч7-1014: сличение частот 5, 10 МГц; погрешность $\pm 1,5 \cdot 10^{-12}$ за год.
7.3.2, 7.3.3	Генератор импульсов 81150А: синусоидальный сигнал от 1 мкГц до 240 МГц, импульсный сигнал от 1 мкГц до 140 МГц; погрешность с внешней опорной частотой $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ ($\pm 1,5 \cdot 10^{-12}$) за год. Генератор сигналов измерительный Е8257D с опцией 540: диапазон частот от 250 кГц – 40 ГГц; диапазон мощности выходного сигнала от минус 30 дБмВт до 10 дБмВт; погрешность с внешней опорной частотой $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ ($\pm 1,5 \cdot 10^{-12}$) за год. Стандарт частоты и времени FS 725 (применять при поверке частотомеров с кварцевым опорным генератором): синусоидальный сигнал частотой 5; 10 МГц, импульсный сигнал 1 Гц; погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ за год. Вольтметр переменного тока диодный компенсационный В3-49: диапазон частот от 20 Гц до 1,0 ГГц; диапазон входных уровней от 10 мВ до 100 В; 2-й разряд; погрешность $\pm (0,2 \dots 2,8) \%$. Ваттметр поглощаемой мощности М3-51: диапазон частот от 0,02 до 17,85 ГГц; пределы измерения мощности от 1мкВт до 10 мВт; погрешность $\pm 4\%$
7.3.4, 7.3.5, 7.3.6, 7.3.7	Генератор импульсов 81150А, стандарт частоты и времени FS 725

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, аттестованные в качестве поверителя и имеющие практический опыт работ в области электротехнических и радиотехнических измерений.

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура окружающей среды $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (630 – 795 мм рт. ст.).

6 Подготовка к поверке

6.1. Поверитель должен изучить руководство по эксплуатации (РЭ) поверяемого прибора и используемых средств поверки.

6.2. Поверяемый прибор и используемые средства поверки должны быть заземлены и выдержаны во включенном состоянии в течение времени, указанного в РЭ.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра проверяются:

- чистота и механическая исправность разъемов и гнезд;
- наличие предохранителей;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов конструкции (определяется на слух при наклонах прибора);
- сохранность органов управления, четкость фиксации их положения;
- комплектность прибора согласно РЭ.

Приборы, имеющие дефекты, бракуют.

7.2 Опробование

Опробование проводится после времени самопрогрева, равного 30 мин после включения питания прибора.

Проверяется работоспособность : ЖК дисплея и клавиш управления; режимы, отображаемые на дисплее, при нажатии соответствующих клавиш, должны соответствовать руководству по эксплуатации.

7.3 Определение метрологических параметров

7.3.1 Определение относительной погрешности по частоте и нестабильности опорного генератора частотомера

Определение относительной погрешности по частоте кварцевого опорного генератора частотомера проводится по истечении времени включения равного 30 минутам методом сличения при помощи компаратора частотного Ч7-1014.

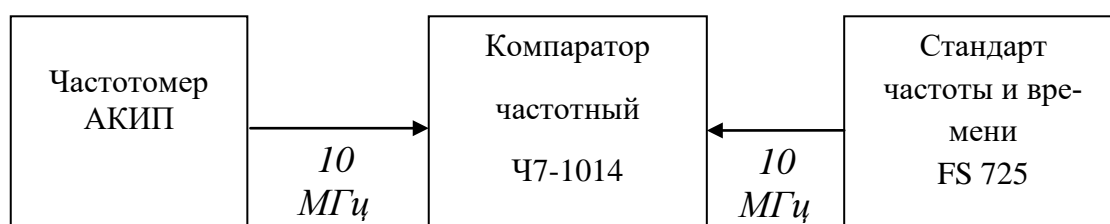


Рисунок 1 – Схема определения относительной погрешности по частоте кварцевого опорного генератора

Для этого следует соединить измерительную аппаратуру в соответствии со схемой, представленной на рисунке 1.

Сигнал с разъема «10 MHz OUT» поверяемого частотомера подать на разъем ВХОД f_x компаратора частотного Ч7-1014. От стандарта частоты и времени FS 725, подать сигнал на разъем ВХОД f_0 компаратора частотного Ч7-1014. Установить время измерения равным 10 с. Задать число измерений n равным 10, записать среднее значение относительного отклонения частоты. Записать в протокол относительную погрешность по частоте опорного кварцевого генератора при поступлении в поверку.

Установить время измерения компаратора частотного Ч7-1014 равным 10 с. Задать число измерений n равным 10 и записать результаты измерения среднеквадратического двухвыборочного отклонения (СКДО) опорного генератора за 1, 10 с. По истечении времени измерения на экране компаратора частотного Ч7-1014 отобразится значение $\overline{\Delta f / f_0}$. Необходимо нажать кнопку «σ» и зарегистрировать результат измерения.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если относительная погрешность по частоте опорного кварцевого генератора при поступлении в поверку не превышает значений, указанных в разделе Метрологические и технические характеристики «Руководства по эксплуатации», СКДО за 10 с находится в пределах $1 \cdot 10^{-10}$.

Определение относительной погрешности по частоте и нестабильности рубидиевого опорного генератора частотомера проводят по методике МИ 2188-92 «Меры частоты и времени. Методика поверки». Результаты проверки считаются удовлетворительными, если относительная погрешность по частоте и СКДО рубидиевого опорного генератора при поступлении в поверку не превышает значений, указанных в ТМ 5680-0211 «Техническое руководство. Стандарты частоты рубидиевые FE-5650A».

7.3.2 Определение диапазона измеряемых частот, чувствительности и относительной погрешности измерения частоты синусоидального сигнала

Определение диапазона частот, чувствительности и относительной погрешности измерений синусоидального сигнала в диапазоне до 200 МГц проводится с помощью генератора импульсов 81150А с внешним источником опорной частоты от стандарта частоты и времени FS725, вольтметра переменного тока диодного компенсационного ВЗ-49. При установленной опции опорного рубидиевого опорного генератора, стандарт частоты и времени FS725 следует заменить на водородный стандарт Ч1-76А. При измерениях в диапазоне свыше 200 МГц генератор импульсов 81150А следует заменить на генератор сигналов измерительный Е8257D, а вольтметр ВЗ-49 заменить на измеритель мощности МЗ-51. Измерения проводят для всех каналов частотомера.

Выполнить соединение приборов, как показано на рисунке 2 и установить на частотомере режим измерения частоты в соответствии с руководством по эксплуатации.

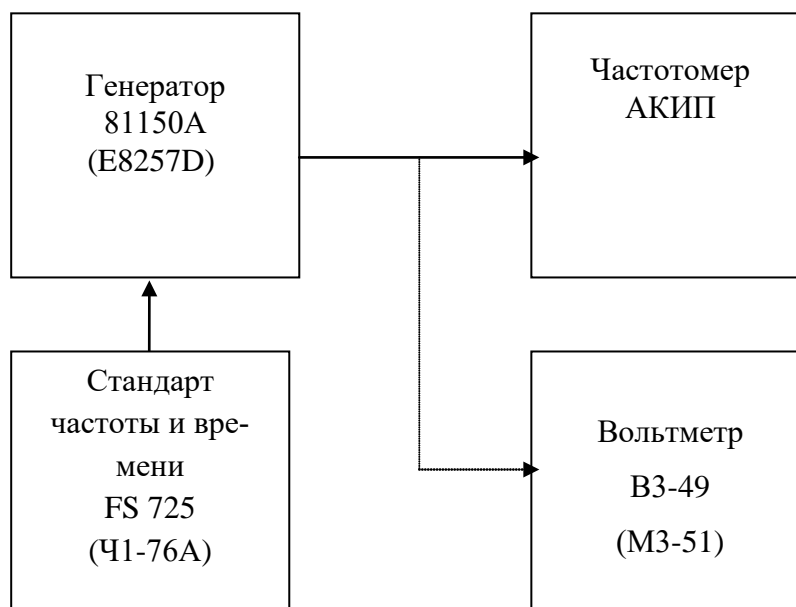


Рисунок 2 – Схема определения рабочего диапазона частот, чувствительности и относительной погрешности измерения частоты

Задать параметры входного сигнала и параметры измерения частотомера в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Параметры входного тестового сигнала			Измеренная частота	Значение абсолютной погрешности
При измерении по каналам 1 и 2			Установки частотомера: время счета = 1 с; R _{вх} = 1 МОм; Вход DC; Фильтр 100 кГц включён	
Тип сигнала	U _{вх}	F _{вх}		
импульс	50 мВ _{пик-пик}	10 Гц		
			Установки частотомера: время счета = 1 с; R _{вх} =50 Ом; Вход DC; Фильтр 100 кГц выключен	
		100 Гц		
		1 кГц		
		10 кГц		
		100 кГц		
синус	20 мВ _{скз}	1 МГц		
		10 МГц		
		20 МГц		
		50 МГц		
		100 МГц		
		200 МГц		
	30 мВ _{скз}	300 МГц		
		400 МГц		
При измерении по 3 каналу (для АКИП 5102)			Установки частотомера: время счета = 1 с; R _{вх} =50 Ом	
Опция расширения частотного диапазона	U _{вх}	F _{вх}		
-	- 16 дБм	375 МГц		
-	- 16 дБм	500 МГц		
-	- 20 дБм	600 МГц		
-	- 20 дБм	800 МГц		
-	- 20 дБм	1 ГГц		
-	- 23 дБм	1,1 ГГц		
-	- 23 дБм	1,5 ГГц		
-	- 23 дБм	2 ГГц		
-	- 25 дБм	2,5 ГГц		
-	- 25 дБм	3 ГГц		
-	- 25 дБм	4 ГГц		
-	- 21 дБм	4,1 ГГц		
-	- 21 дБм	4,5 ГГц		
-	- 21 дБм	500 МГц		
-	- 20 дБм	5,1 ГГц		
-	- 17 дБм	6 ГГц		
opt02	- 22 дБм	300 МГц		
opt02	- 27 дБм	1 ГГц		
opt02	- 27 дБм	5 ГГц		
opt02	- 27 дБм	10 ГГц		
opt02	- 21 дБм	14,5 ГГц		
opt02	- 19 дБм	15,5 ГГц		
opt02	- 17 дБм	17 ГГц		
opt02	- 13 дБм	19,5 ГГц		

Включить в частотомере режим усреднения. Для этого в меню «Статистика» выбрать «Среднее» (Show Mean), установить число измерений N не менее 10, нажать Done. Дождаться

окончания второго цикла 10-го измерения, считать результат измерения с основного дисплея частотомера и внести его в таблицу.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если чувствительность не превышает значений, указанных в главе «Технические характеристики» «Руководства по эксплуатации», абсолютная погрешность измерения частоты не превышает значений, рассчитанных по формулам, указанным в главе «Технические характеристики» «Руководства по эксплуатации».

7.3.3 Определение диапазона измеряемых периодов и абсолютной погрешности измерения периодов

Определение абсолютной погрешности измерения периодов до 10 нс проводится с помощью генератора импульсов 81150А с внешним источником опорной частоты, которым является стандарт частоты и времени. При измерениях генератор импульсов 81150А должен находиться в режиме формирования прямоугольных импульсов и установки периода повторения импульсов. При измерении периода менее 10 нс генератор импульсов 81150А необходимо заменить генератором сигналов измерительным E8257D. Измерения проводятся для всех каналов частотомера.

Выполнить соединение приборов, как показано на рисунке 2 и установить на частотомере режим измерения периода в соответствии с руководством по эксплуатации.

Задать параметры входного сигнала и параметры измерения частотомера в соответствии с диапазоном периодов согласно установленной опции аналогично таблицы 2.

Таблица 2

Параметры входного сигнала		Измеренный период	Значение абсолютной погрешности
При измерении по каналам 1 и 2		Установки частотомера: время счета = 1 с; R _{вх} =50 Ом; Вход DC Фильтр 100 кГц выключен	
U _{вх}	P _{вх}		
1 Впик-пик	10мс		
	1 мс		
	100 мкс		
	10 мкс		
	1мкс		
	100 нс		
	50 нс		
	20 нс		
	10 нс		
0 дБм	3,3 нс (300 МГц)		
	2,5 нс (400 МГц)		
При измерении по 3 каналу (для АКИП 5102) уровень на входе 0 дБм		Установки частотомера время счета = 1 с; R _{вх} =50 Ом	
Опция расширения частотного диапазона	P _{вх}		
-	2,5 нс (400 МГц)		
-	1 нс (1 ГГц)		
-	500 пс (2 ГГц)		
-	250 пс (4 ГГц)		
-	200 пс (5 ГГц)		
-	166,66 пс (6 ГГц)		
opt02	2,5 нс (400 МГц)		

opt02	1 нс(1 ГГц)		
opt02	500 пс (2 ГГц)		
opt02	250 пс (4 ГГц)		
opt02	200 пс (5 ГГц)		
opt02	125 пс (8 ГГц)		
opt02	100 пс (10 ГГц)		
opt02	62,5 пс (16 ГГц)		
opt02	50 пс (20 ГГц)		

Включить в частотомере режим усреднения. Для этого в меню «Статистика» выбрать «Среднее» (Show Mean), установить число измерений N не менее 10, нажать Done. Дождаться окончания второго цикла 10-го измерения, считать результат измерения с основного дисплея частотомера и внести его в таблицу.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если абсолютная погрешность измерения периода не превышает значений, рассчитанных по формулам указанных в главе «Технические характеристики» «Руководства по эксплуатации».

7.3.4 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения длительности импульсов

Измерения проводятся в каналах 1 и 2 при помощи генератора импульсов 81150А с внешней опорной частотой от стандарта частоты и времени FS 725 (для частотомеров с опцией рубидиевого опорного генератора - с внешней опорной частотой от стандарта частоты и времени водородного Ч1-76А).

Для определения диапазона и абсолютной погрешности измерения длительности импульсов выполнить соединение приборов, как показано на рисунке 3 и установить на частотомере режим измерения длительности импульсов в соответствии с руководством по эксплуатации.

На генераторе 81150А установить:

- режим формирования импульсных сигналов;
- амплитуду выходных импульсов равную 5 В пик-пик; постоянное смещение 0 В;
- значение длительности импульса согласно таблицы 3.

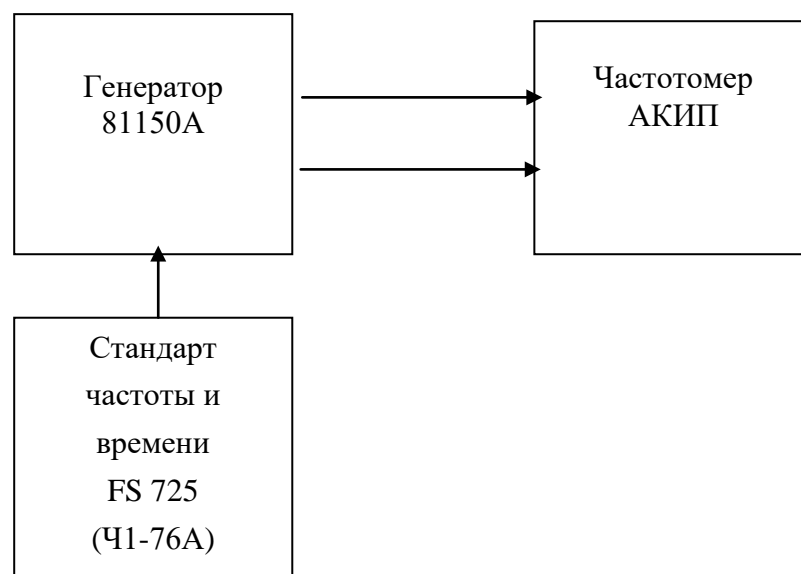


Рисунок 3 – Схема определения абсолютной погрешности измерения длительности импульсов и интервалов времени

Таблица 3

Установленное значение длительности импульсов	Измеряемые параметры	
	Измеренное значение длительности импульсов	Значение абсолютной погрешности
1 с		
1 мс		
1 мкс		
20 нс		
5 нс		

Включить в частотомере режим усреднения. Для этого в меню «Статистика» выбрать «Среднее» (Show Mean), установить число измерений N не менее 10, нажать Done. Дождаться окончания второго цикла 10-го измерения, считать результат измерения с основного дисплея частотомера и внести его в таблицу.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если абсолютная погрешность измерения длительности импульсов не превышает значений, рассчитанных по формулам, представленным в главе «Технические характеристики» «Руководства по эксплуатации».

7.3.5 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения интервалов времени

Для определения диапазона и абсолютной погрешности измерения интервалов времени выполнить соединение приборов, как показано на рисунке 3 и установить на частотомере режим измерения временных интервалов в соответствии с руководством по эксплуатации.

На генераторе 81150А установить:

- связанный режим работы (нажать на передней панели генератора 81150А кнопку Coupling, кнопка Coupling должна подсвечиваться);
- режим формирования прямоугольных сигналов;
- амплитуду выходных импульсов равную 5 Впик-пик для обоих Каналов «1» и «2»;
- значение временной задержки Abs Delay в Канале 1 равным 0 пс;
- значение временной задержки Abs Delay в Канале 2, согласно таблицы 4

Таблица 4

Установленное значение временного интервала	Измеряемые параметры	
	Измеренное значение временного интервала	Значение абсолютной погрешности
10 нс		
100 нс		
1 мкс		
10 мкс		
100 мкс		
1 мс		
10 мс		
100 мс		
1 с		

Включить в частотомере режим усреднения. Для этого в меню «Статистика» выбрать «Среднее» (Show Mean), установить число измерений N не менее 1000, при измерении интер-

вала времени (1 с) число измерений N установить = 10 , нажать Done. Дождаться окончания второго цикла измерений, считать результат измерения с основного дисплея частотомера и внести его в таблицу.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если абсолютная погрешность измерения интервалов времени не превышает значений, рассчитанных по формулам, представленным в главе «Технические характеристики» «Руководства по эксплуатации».

7.3.6 Определение абсолютной погрешности измерения фазового сдвига сигналов (по входу 1 относительно входа 2)

Для поверки применяется генератор импульсов 81150А с внешней опорной частотой от стандарта частоты и времени.

Измерения фазового сдвига проводятся для канала 1 частотомера относительно канала 2 в диапазоне частот до 300 МГц.

Выполнить соединение приборов, как показано на рисунке 3 (соединительный кабели должны быть одной длины и одного типа) и установить на частотомере режим измерения фазового сдвига в соответствии с руководством по эксплуатации.

На генераторе 81150А установить:

- связанный режим работы (нажать на передней панели генератора 81150А кнопку *Coupling*, кнопка *Coupling* должна подсвечиваться);
- режим формирования прямоугольных сигналов;
- амплитуду выходных импульсов равную 5 Впик-пик для обоих Каналов «1» и «2»;
- постоянное смещение 0 В для обоих Каналов «1» и «2»;
- в Канале 2 нажать кнопку Delay и выбрать режим фазового сдвига, нажатием на кнопку Phase;
- установить значение фазового сдвига Канале 2 согласно таблицы 5;
- установить частоты сигнала согласно таблицы 5

Подать с выхода Out 1 генератора импульсов 81150А опорные импульсы на вход 2 частотомера, а задержанные импульсы с выхода Out 2 на вход 1. Произвести измерение разности фаз.

Таблица 5

Параметры тестовых сигналов		Измеренная разность фаз, градусы	Значение абсолютной погрешности измерения разности фаз, градусы
Частота	Разность фаз (канал 1 относительно канала 2), градусы		
1 кГц	минус 90		
	90		
	180		
	270		
1 МГц	минус 90		
	90		
	180		
	270		
10 МГц	минус 90		
	90		
	180		
	270		

100 МГц	минус 90		
	90		
	180		
	270		
270 МГц	минус 90		
	90		
	180		

Включить в частотомере режим усреднения. Для этого в меню «Статистика» выбрать «Среднее» (Show Mean), установить число измерений N не менее 1000, нажать Done. Дождаться окончания второго цикла 1000-го измерения, считать результат измерения с основного дисплея частотомера и внести его в таблицу.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если погрешность измерения фазового сдвига не превышает значений, рассчитанных по формулам представленным в главе «Технические характеристики» «Руководства по эксплуатации».

7.3.7 Определение абсолютной погрешности измерения коэффициента заполнения импульсов.

Измерения проводятся в каналах 1 и 2 с использованием генератора импульсов 81150А с внешней опорной частотой от стандарта частоты и времени.

Подключить приборы по схеме, приведённой на рисунке 3, и установить на частотомере режим измерения коэффициента заполнения в соответствии с руководством по эксплуатации.

На генераторе 81150А установить:

- режим формирования импульсных сигналов;
- амплитуду выходных импульсов равную 5 Впик-пик;
- постоянное смещение 0 В для Канала «1»;
- установить частоту сигнала и коэффициент заполнения согласно таблицы 6

Измерить коэффициент заполнения при параметрах входного сигнала, заданных в таблице 6.

Таблица 6

Параметры тестовых сигналов		Измеренный коэффициент заполнения импульсов	Значение абсолютной погрешности
Частота сигнала	Кзап		
1 Гц	0,5		
	0,0001		
	0,01		
	0,99		
	0,9999		
1 кГц	0,5		
	0,0001		
	0,01		
	0,99		
	0,9999		
1 МГц	0,5		
	0,05		
	0,95		
10 МГц	0,5		

Включить в частотомере режим усреднения. Для этого в меню «Статистика» выбрать «Среднее» (Show Mean), установить число измерений N не менее 10, нажать Done. Дождаться

окончания второго цикла 10-го измерения, считать результат измерения с основного дисплея частотомера и внести его в таблицу.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если погрешность измерения коэффициента заполнения сигнала не превышает значений, рассчитанных по формулам, представленным в главе «Технические характеристики» «Руководства по эксплуатации».

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы.

8.2 При положительных результатах поверки на прибор выдается "Свидетельство о поверке" установленного образца.

8.3 При отрицательных результатах поверки на прибор выдается "Извещение о непригодности" установленного образца с указанием причин непригодности.