

Директор
ФБУ «Нижегородский ЦСМ»

26 10 2015 г.



Директор ООО «НПП «АМС»

2015 г.



Методика поверки
АНСФ.411158.001 РЭ1

n.p. 29164-15

Вводная часть

Данная методика поверки распространяется на измерители радиопомех П4-17, предназначенные для селективного измерения среднего, пикового и квазипикового значения напряжения импульсных радиопомех и синусоидальных высокочастотных сигналов и для измерения среднего значения девиации частоты и частоты одностональных частотно-модулированных сигналов и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками 18 месяцев.

1 Операции поверки

При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:

- внешний осмотр;
- опробование
- подтверждение соответствия ПО
- определение абсолютной погрешности измерения частоты;
- определение относительной погрешности измерения напряжения синусоидального сигнала;
- определение погрешности амплитудного соотношения;
- определение погрешности импульсной характеристики.
- определение погрешности измерения среднего значения девиации частоты и модулирующей частоты одностональных ЧМ сигналов.

2 Средства поверки

Перечень средств измерений, используемых при поверке измерителей, приведен в таблице 1.

Таблица 1

Средство поверки	Требуемые метрологические характеристики	Примечание
Милливольтметр ВЗ-48А	Погрешность измерения $\pm 2,5 \%$	
Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-51	Погрешность измерения $\pm [4 + 0,2(P_x/P_n - 1)] \%$, где P_x - измеряемая мощность.	
Генератор сигналов высокочастотный Г4-176	Основная погрешность установки частоты $\pm 1,5 \cdot 10^{-7} f$, где f – рабочая частота, Гц. Диапазон частот от 100 кГц до 1000 МГц	
Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63	Диапазон частот от 0,15 до 1000 МГц. Погрешность измерения частоты $\pm 10^{-6} f$	
Измеритель модуляции СКЗ-46	Погрешность измерения $\pm 2 \%$	
Генератор импульсов Г5-60	Основная погрешность установки длительности импульса $\pm (10^{-6} \tau + 10 \text{ нс})$, где τ - длительность импульса.	
Аттенюатор программируемый ВМ-577А	Основная погрешность установки ослабления $\pm 0,1 \text{ дБ}$	
Формирователь радиоимпульсов Я8-120	Диапазон частот от 30 до 1000 МГц.	

Примечание.

Допускается применение других средств поверки, требуемые метрологические характеристики которых не хуже указанных в таблице 1

3 Требования безопасности при поверке

При проведении операций поверки должны соблюдаться меры безопасности, установленные в соответствующих разделах эксплуатационной документации к поверяемому измерителю и используемым средствам поверки.

4 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) 84-106 (630-795);
- напряжение сети питания, В $220 \pm 4,4$;
- частота сети питания, Гц $50 \pm 0,2$.

Примечание - Допускается проведение поверки в условиях, отличающихся от нормальных, если они не выходят за пределы рабочих условий для поверяемого измерителя и средств измерений, применяемых при поверке.

5 Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие измерителя следующим требованиям:

- комплектность измерителя;
- сохранность пломб;
- крепление разъемов;
- состояние лакокрасочных и гальванических покрытий, четкость маркировки;
- чистота разъемов и клемм;
- исправность кабелей и шнуров, входящих в состав измерителя.

5.2 Опробование

Для опробования измерителя следует заземлить измеритель, подключить к ПК к каналу RS-232C и запустить программу P4_17.exe, подключить при помощи шнура питания к сети и включить тумблер СЕТЬ, при этом должен загореться индикатор СЕТЬ. В случае если этого не происходит, измеритель не исправен. При этом следует выключить питание и отправить измеритель в ремонт. Если измеритель исправен, необходимо выждать 5 мин и откалиброваться.

Далее необходимо включить встроенный в измеритель калибратор на частоте 30 МГц. Установите частоту 30 МГц, аттенюатор ВЧ 30 дБ, аттенюатор ПЧ 30 дБ, полосу ПЧ 120 кГц, детектор среднего значения.

При этом измеренный уровень калибратора должен быть $(97,0 \pm 1,0)$ дБмкВ, в противном случае результат опробования отрицательный и измеритель требует регулировки или ремонта.

5.3 Подтверждение соответствия ПО

Версия программы P4_17.exe проверяется средствами Windows. Она должна быть не ниже версии 8.0. Для Windows XP доступ к версии осуществляется при помощи вкладок: «свойства – подробно – версия продукта».

Для идентификации внутреннего программного обеспечения измеритель должен быть подключен к ПК к каналу RS-232C. В программе P4_17.exe перейти в панель протокола обмена. Ввести команду «*IDN? ». В ответ на данную команду измеритель должен ответить строкой вида «AMC,P4-17,15019,11.19.01 ». Последний идентификатор после последней запятой обозначает версию программного обеспечения. Данная версия программного обеспечения должна быть не ниже, чем 11.19.01.

5.4 Определение абсолютной погрешности измерения частоты определяют измерением частоты внешнего сигнала в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 1.

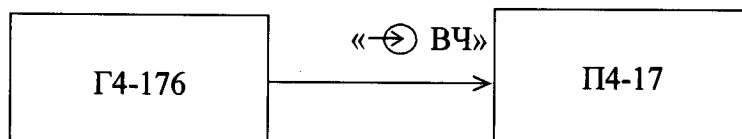


Рисунок 1 - Схема подключения приборов для определения абсолютной погрешности измерения частоты

На генераторе устанавливают частоту 1000 МГц и напряжение 71 мВ. Измеритель настраивают на частоту $F_1=1000$ МГц, устанавливают полосу пропускания 9 кГц, аттенюатор ПЧ 30 дБ, аттенюатор ВЧ 30 дБ, детектор среднего значения. Изменяя частоту генератора, добиваются максимального значения по показаниям измерителя и фиксируют значение частоты F_0 .

Погрешность измерения частоты определяется по формуле

$$\Delta F = F_1 - F_0, \text{ МГц} \quad (1)$$

Аналогичные измерения производят для частот 0,15 и 30 МГц.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если значение ΔF находится в пределах ± 10 кГц для частоты 1000 МГц и ± 9 кГц для остальных частот.

5.5 Определение относительной погрешности измерения напряжения синусоидального сигнала проводят по отдельным составляющим: неравномерность АЧХ, погрешность аттенюатора ПЧ, погрешность детектора.

5.5.1 Определение неравномерности АЧХ проводят по схеме, приведенной на рисунке 2.

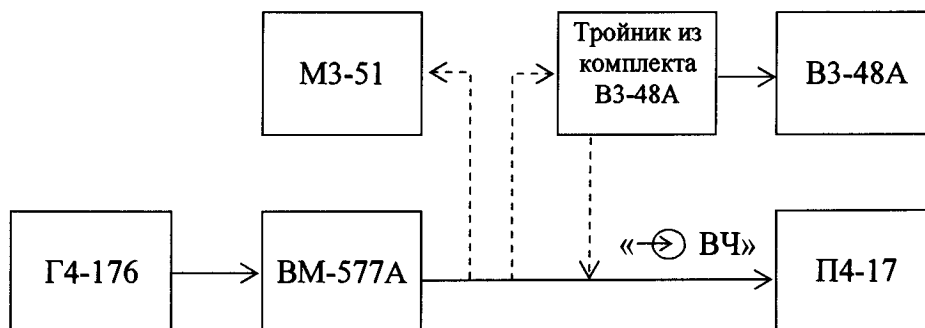


Рисунок 2 - Схема соединений приборов для определения относительной погрешности измерения напряжения

На частотах 150; 450 кГц; 2,13; 9; 30 МГц при полосе пропускания 9 кГц; 30; 100; 300; 1000 МГц при полосе пропускания 120 кГц определяют зависящую от частоты настройки погрешность из-за неточности внутренней калибровки по напряжению и погрешности аттенюатора ВЧ.

Измерения проводят при установленном детекторе квазипикового значения, аттенюатор промежуточной частоты устанавливают в положение 30 дБ, время измерения 0,1 с.

На частотах ниже 20 МГц выходное напряжение генератора 224 мВ контролируется вольтметром ВЗ-48А, на частотах от 20 до 1000 МГц выходная мощность 1 мВт контролируется измерителем мощности МЗ-51. Установите аттенюатор ВЧ на измерителе в положение 50 дБ. После установки требуемой частоты и напряжения на генераторе, сигнал через эталонный аттенюатор ВМ-577А при ослаблении 0 дБ подают на вход измерителя и фиксируют его показания. На образцовом аттенюаторе устанавливают ослабление 10 дБ, на измерителе аттенюатор ВЧ – 40 дБ. Фиксируют показания измерителя.

Эту операцию повторяют для положений аттенюатора ВЧ 30, 20, 10 и 0 дБ.

Определяют максимальную положительную и максимальную отрицательную погрешности, зависящие от частоты, как разность между измеренным значением напряжения с учетом ослабления эталонного аттенюатора, и номинальным значением (107 дБмкВ).

5.5.2 Определение погрешности аттенюатора ПЧ проводят по схеме, приведенной на рисунке 2.

При погрешности ослабления аттенюатора ПЧ эталонный аттенюатор устанавливается в положение 0 дБ. На измерителе устанавливают аттенюатор ВЧ 40 дБ, аттенюатор ПЧ 30 дБ, полоса пропускания 9 кГц, детектор квазипиковый, время измерения 0,1 с, частота измерения 30 МГц. На генераторе Г4-176 устанавливается частота 30 МГц и выходное напряжение 224 мВ. Фиксируют показание измерителя P_0 . Ослабление аттенюатора ПЧ устанавливают 20 дБ, увеличивают ослабление эталонного аттенюатора на 10 дБ. Фиксируют показание измерителя P_1 . Подобные операции проводят для значений аттенюатора ПЧ 10 и 0 дБ. Погрешности отдельных ступеней аттенюатора ПЧ определяют по формуле

$$\Delta P_i = P_i + A_i - P_0, \text{ дБ} \quad (2)$$

где A_i – ослабление эталонного аттенюатора.

Фиксируют максимальную положительную и максимальную отрицательную погрешности ослабления аттенюатора ПЧ.

5.5.3 Определение нелинейности детектора среднего, квазипикового и пикового значений проводят по схеме, приведенной на рисунке 2.

При определении нелинейности шкалы детектора на генераторе Г4-176 устанавливают частоту 30 МГц и выходное напряжение 316 мВ, эталонный аттенюатор устанавливают в положение $A_0 = 0$ дБ, на измерителе устанавливают частоту настройки 30 МГц, ослабление аттенюатора ВЧ 30 дБ, ослабление аттенюатора ПЧ 30 дБ, детектор средних значений, полоса пропускания 9 кГц, время измерения 0,1 с. Изменяя выходное напряжение генератора, добиваются показания 110 дБмкВ по индикатору измерителя. Фиксируют показание измерителя P_0 . Затем устанавливают ослабление эталонного аттенюатора A_i , равное 10 дБ, и фиксируют показание измерителя P_i . Подобные действия проводят до ослабления 50 дБ эталонного аттенюатора.

Аналогично проводят определение погрешности квазипикового и пикового

детекторов. При поверке пикового и квазипикового детекторов ослабление эталонного аттенюатора изменяют в диапазоне от 0 до 40 дБ.

Погрешность, зависящую от нелинейности детектора, ΔP_i вычисляют по формуле (2).

Фиксируют максимальную положительную и максимальную отрицательную погрешности детекторов среднего, пикового и квазипикового значения.

Суммируют максимальные положительные и максимальные отрицательные погрешности: зависящую от частоты, аттенюатора ПЧ и нелинейности детектора.

Результат поверки считают положительным, если суммарная погрешность измерения находится в пределах ± 2 дБ.

5.6 Для определения погрешности амплитудного соотношения в диапазоне частот от 0,15 до 30 МГц соединяют измерительные приборы в соответствии с рисунком 3.

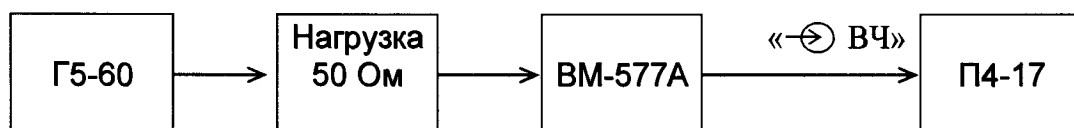


Рисунок 3 - Схема соединений измерительных приборов для определения импульсных параметров измерителя в диапазоне частот от 0,15 до 30 МГц.

Для определения погрешности амплитудного соотношения в диапазоне частот от 30 до 1000 МГц измерительные приборы соединяют в соответствии с рисунком 4.

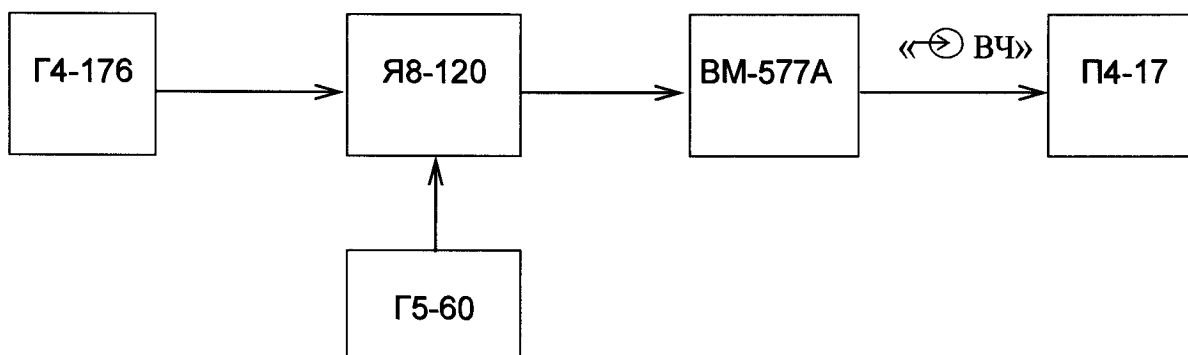


Рисунок 4 - Схема соединения измерительных приборов для определения импульсных параметров в диапазоне частот от 30 до 1000 МГц.

Определение погрешности амплитудного соотношения в диапазоне частот от 0,15 до 30 МГц производят следующим образом.

На измерителе устанавливают частоту 0,15 МГц, аттенюатор ВЧ в положение 10 дБ, аттенюатор ПЧ в положение 10 дБ, время измерения 1 с, полосу пропускания 9 кГц, детектор средних значений. На генераторе Г5-60 устанавливают период 20 мкс, длительность импульса 20 нс, амплитуду 2,5 В, ослабление эталонного аттенюатора $A_{обр1} = 45$ дБ. Изменяя частоту настройки измерителя, настраиваются на гармонику входного сигнала по максимуму показаний U_1 и отмечают суммарный отсчет $U_1 + A_{обр1}$. На генераторе Г5-60 устанавливают период

2 мс и, уменьшая ослабление эталонного аттенюатора до получения прежнего (с точностью 1 дБ) показания индикатора измерителя, отмечают U_2 по индикатору и $U_2 + A_{обр2}$. Результат поверки считают положительным, если разность суммарных отсчетов находится в пределах $(40 \pm 1,5)$ дБ.

На измерителе включают квазипиковый детектор. На генераторе Г5-60 устанавливают период 20 мкс, ослабление эталонного аттенюатора $A_{обр3} = 45$ дБ и отмечают U_3 по индикатору и $U_3 + A_{обр3}$. На генераторе Г5-60 устанавливают период 10 мс и, уменьшая ослабление эталонного аттенюатора $A_{обр4}$ до получения прежнего (с точностью 1 дБ) показания индикатора U_4 . Отмечают U_4 и $U_4 + A_{обр4}$. Результат поверки считают положительным, если разность суммарных отсчетов находится в пределах $(21 \pm 1,5)$ дБ.

На измерителе включают пиковый детектор. На генераторе Г5-60 устанавливают период 20 мкс, образцовый аттенюатор $A_{обр5} = 30$ дБ. Отмечают U_5 по индикатору и $U_5 + A_{обр5}$. На генераторе Г5-60 устанавливают период 10 мс и уменьшают ослабление эталонного аттенюатора $A_{обр6}$ до получения прежнего (с точностью 1 дБ) показания индикатора U_6 . Отмечают U_6 и $U_6 + A_{обр6}$. Результат поверки считают положительным, если разность суммарных отсчетов находится в пределах $(14,4 \pm 1,5)$ дБ.

Аналогичные измерения проводят для частоты 30 МГц, при этом на генераторе Г5-60 устанавливают амплитуду импульса 3,5 В.

Для определения погрешности амплитудного соотношения в диапазоне частот от 30 до 1000 МГц на вход измерителя через эталонный аттенюатор с ослаблением $A_{обр} = 60$ дБ подают радиоимпульс с частотой заполнения 30 МГц, длительностью 0,7 мкс и амплитудой 1 В. Период повторения радиоимпульсов устанавливают 3,2 мкс. Измеритель настраивают на частоту 30 МГц, устанавливают аттенюатор ВЧ 10 дБ, аттенюатор ПЧ 10 дБ, включают квазипиковый детектор, полосу пропускания 120 кГц, время измерения 1 с. Расстраивают измеритель в любую сторону от несущей на величину частоты повторения и точно настраиваются на спектральную компоненту. Отмечают суммарный отсчет по индикатору измерителя и эталонному аттенюатору. Затем период следования радиоимпульсов увеличивают до 10 мс и уменьшают ослабление эталонного аттенюатора до получения прежнего (с точностью 1 дБ) показания индикатора измерителя. Отмечают суммарный отсчет по индикатору и аттенюатору. Результаты поверки считают положительными, если разность между суммарными отсчетами находится в пределах $(19,8 \pm 1,5)$ дБ.

Включают детектор пикового значения, период следования радиоимпульсов 3,2 мкс. Значение ослабления эталонного аттенюатора при настройке на гармонику входного импульсного напряжения устанавливают в положение 40 дБ. Период следования устанавливают 10 мс и уменьшают ослабление эталонного аттенюатора как в предыдущем случае. Результат поверки считается удовлетворительным, если значение амплитудного соотношения для детектора пикового значения находится в пределах $(7,9 \pm 1,5)$ дБ.

Включают детектор средних значений. эталонный аттенюатор $A_{обр} = 60$ дБ, период следования радиоимпульсов 3,2 мкс. Отмечают суммарный отсчет U по индикатору и $U + A_{обр}$. Период следования импульсов устанавливают 0,2 мс и уменьшают ослабление эталонного аттенюатора до получения прежнего (с точностью 1 дБ) показания индикатора. Отмечают суммарный отсчет. Результат поверки считают положительным, если разность между суммарными отсчетами находится в пределах $(35,9 \pm 1,5)$ дБ.

Аналогичные измерения проводят для частот 100, 300 и 1000 МГц.

5.7 Определение погрешности импульсной характеристики квазипикового детектора проводят на тех же частотах по аналогии с определением погрешности амплитудного соотношения при различных значениях периодов следования импульсов и радиоимпульсов согласно таблице 2.

Таблица 2

Период следования импульсов, мс	Импульсная характеристика квазипикового детектора, дБ, в диапазонах частот	
	150кГц – 30 МГц	(30-1000) МГц
1	-4,5±1	-8±1
10	0	0
50	6,5±1	9±1
100	10±1,5	14±1,5
500	20,5±2	-
1000	22,5±2	-
3300	23,5±2	-

Результаты поверки считают положительными, если экспериментальные данные импульсной характеристики укладываются в пределы значений, указанных в таблице 2.

5.8 Определение погрешности измерения среднего значения девиации частоты и значения модулирующей частоты однотоновых ЧМ сигналов проводят следующим образом.

Соединяют измерительные приборы в соответствии с рисунком 5

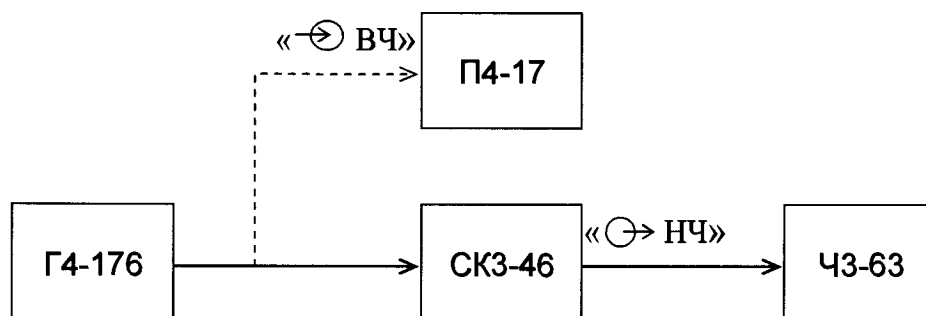


Рисунок 5 – Схема соединения измерительных приборов для определения погрешности измерения девиации и частоты однотоновых ЧМ сигналов

На генераторе Г4-176 устанавливают выходное напряжение 71 мВ, частоту 151 МГц, устанавливают режим внутренней ЧМ модуляции. Сигнал генератора Г4-176 контролируют измерителем модуляции СКЗ-46. На генераторе Г4-176 устанавливают девиацию 10 кГц, модулирующую частоту 1 кГц. Соединяют выход генератора Г4-176 на вход поверяемого измерителя. На измерителе устанавливают частоту 151 МГц, аттенюатор ВЧ в положение 30 дБ, аттенюатор ПЧ – 30 дБ. Включают режим измерения девиации и фиксируют значение девиации A_1 . Включают режим измерения частоты и фиксируют значение измеренной частоты B_1 . Аналогичные измерения проводят для модулирующих частот 300 Гц и 3,4 кГц с фиксацией показаний девиации A_2 и A_3 и частоты B_2 и B_3 . Вычисляют значение погрешности измерения девиации путем вычитания значения измерителя девиации и

поверяемого измерителя. Погрешность измерения модулирующей частоты вычисляют как разность между показаниями частотомера и показаниями поверяемого измерителя.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешность измерения девиации находится в пределах $\pm 0,5$ кГц, а погрешность измерения частоты в пределах ± 1 Гц.

6 Оформление результатов поверки

6.1 При положительных результатах операций поверки по п.5 общий результат поверки считается положительным. При получении отрицательного результата по одному из п.5 общий результат поверки считается отрицательным.

6.2 При получении положительного результата поверки измеритель П4-17 признается годным к применению и на него выдается свидетельство о поверке установленного образца, которое заверяется поверителем с нанесением оттиска поверительного клейма.

6.3 При получении отрицательного результата поверки измеритель П4-17 не допускается к дальнейшему применению и на него выдается извещение о непригодности к применению установленного образца с указанием причин непригодности.