



## 1 Общие сведения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы спектра N9041B (далее – анализаторы), и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками - 1 год.

## 2 Операции поверки

2.1 При поверке анализаторов выполнить работы в объеме, указанном в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Идентификация программного обеспечения	8.3	да	да
4 Определение относительной погрешности частоты воспроизведения опорного генератора	8.4	да	да
5 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)	8.5	да	да
6 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений мощности	8.6	да	да
7 Определение абсолютной погрешности при измерении мощности, относительно 30 кГц, из-за переключения полос пропускания	8.7	да	нет
8 Определение мощности собственных шумов	8.8	да	да
9 Определение гармонических искажений второго порядка в частотном диапазоне	8.9	да	нет
10 Определение уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями	8.10	да	нет

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и прибор бракуется.

2.3 Периодическая поверка средств измерений в случае их использования для измерений меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, допускается на основании письменного заявления их владельца, оформленного в произвольной форме. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке средства измерений.

## 3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательное оборудование, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.4	Частотомер электронно-счетный 53132А (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)); стандарт частоты рубидиевый FS725 (пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ ).
8.5, 8.6	Генератор сигналов E8257D (диапазон рабочих частот от 250 кГц до 67 ГГц; пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала $\pm 2,5$ дБ); генератор сигналов произвольной формы 33612В (пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ ); измеритель мощности E4419В с преобразователями измерительными N8482А, N8485А, N8487А, 8485D, 8487D, V8486А, W8486А (диапазон частот от 9 кГц до 110 ГГц, диапазон измерений мощности от минус 70 до 44 дБ, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm (4 - 6) \%$ ); генератор сигналов высокочастотный Г4-МВМ-118 (диапазон рабочих частот от 78,33 до 118,10 ГГц, выходная мощность минус 10 дБм, пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня выходной мощности сигнала 10 %); делитель мощности 11667СН67; аттенюатор 20 дБ; коаксиально-волноводные переходы. Ступенчатые аттенюаторы 8494G и 8496G
8.8	Генератор сигналов E8257D
8.9	Генератор сигналов E8257D
8.10	Генератор сигналов E8257D (2 шт.), делитель мощности 11667СН67; аттенюатор 20 дБ; коаксиально-волноводные переходы

3.2 Допускается использование других средств измерений, мер волнового сопротивления, аттенюаторов и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

3.3 Применяемые средства поверки должны быть утвержденного типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах).

#### 4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению поверки анализаторов допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим образованием, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке, допущенный к работе с электроустановками и имеющие право на поверку (аттестованными в качестве поверителей).

#### 5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

5.2 К работе с ваттметрами допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94, ГОСТ Р 51350-99, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.3 При проведении поверки необходимо принять меры защиты от статического напряжения, использовать антистатические заземленные браслеты и заземленную оснастку.

Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности антистатических защитных устройств.

## 6 Условия поверки

6.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- |                                       |                |
|---------------------------------------|----------------|
| - температура окружающего воздуха, °С | 23 ± 5*;       |
| - относительная влажность воздуха, %  | от 5 до 70;    |
| - атмосферное давление, мм рт. ст.    | от 626 до 795; |
| - напряжение питания, В               | от 100 до 250; |
| - частота, Гц                         | от 45 до 55.   |

\*температура выбирается в соответствии с руководствами по эксплуатации средств поверки. Все средства измерений, используемые при поверке анализаторов, должны работать в нормальных условиях эксплуатации.

## 7 Подготовка к поверке

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выполнить операции, оговоренные в документации изготовителя на поверяемый анализатор по его подготовке к работе;
- выполнить операции, оговоренные в РЭ на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить прогрев приборов для установления их рабочих режимов.

## 8 Проведение поверки

### 8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре проверить:

- отсутствие механических повреждений и ослабление элементов, четкость фиксации их положения;
- четкость обозначений, чистоту и исправность разъёмов и гнезд, наличие и целостность печатей и пломб;
- наличие маркировки согласно требованиям эксплуатационной документации.

8.1.2 Результаты поверки считать положительными, если выполняются все перечисленные требования. В противном случае анализатор бракуется.

### 8.2 Опробование

8.2.1 Подключить анализатор к сети питания. Включить прибор в соответствии его руководством по эксплуатации (РЭ).

8.2.2 Убедиться в возможности установки режимов измерений и настройки основных параметров и режимов измерений анализатора.

8.2.3 Результаты проверки работоспособности считать положительными, если при включении отсутствуют сообщения о неисправности и анализатор позволяет менять настройки параметров и режимы работы.

### 8.3 Идентификация программного обеспечения

Проверку соответствия заявленных идентификационных данных программного обеспечения (ПО) анализатора проводить в следующей последовательности:

- проверить наименование ПО;
- проверить идентификационное наименование ПО;
- проверить номер версии (идентификационный номер) ПО;

- определить цифровой идентификатор ПО (контрольную сумму исполняемого кода). Для расчета цифрового идентификатора применяется программа (утилита) «MD5\_FileChecker». Указанная программа находится в свободном доступе сети Internet (сайт [www.winmd5.com](http://www.winmd5.com)).

Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют идентификационным данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Signal Analyzer Instrument Software
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже A17.05
Цифровой идентификатор ПО	-

8.4 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора

8.4.1 Подготовить к работе средства измерений в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

8.4.2 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

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

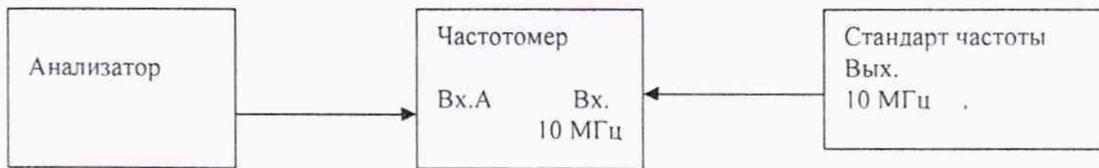


Рисунок 1

8.4.4 На частотомере установить время счета не менее  $10^7$  мкс, перевести его в режим работы от внешнего источника опорного сигнала частотой 10 МГц, который подать от стандарта частоты.

8.4.5 Измерить частоту на выходе 10 МГц анализатора.

8.4.6 Относительную погрешность частоты  $\delta F$  опорного генератора вычислить по формуле (1):

$$\delta F = \frac{F_{\text{изм}} - F_{\text{ном}}}{F_{\text{ном}}} \quad (1),$$

где  $F_{\text{ном}}$  – номинальное значение частоты опорного генератора;

$F_{\text{изм}}$  – измеренное частотомером значение частоты.

8.4.7 Результаты поверки считать положительными, если значения  $\delta F$  находятся в пределах в пределах  $\pm 3 \cdot 10^{-8}$ .

8.5 Определение неравномерности АЧХ

Неравномерность АЧХ определить как отклонение уровня измеряемой мощности от опорного уровня на частоте 50 МГц.

Для определения неравномерности АЧХ необходимо нормировать коэффициент деления делителя мощности во всем частотном диапазоне при помощи 2-х преобразователей мощности соответствующего частотного диапазона. Далее отсоединить один преобразователь от плеча делителя мощности и собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2.

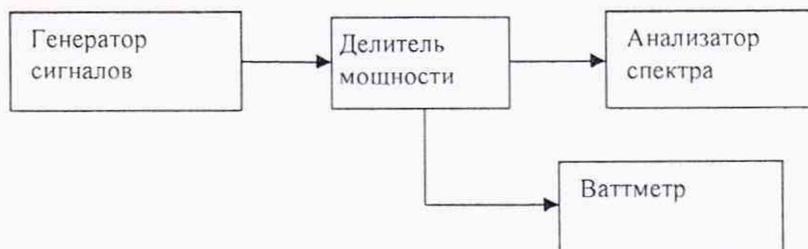


Рисунок 2

8.5.1 Подготовить ваттметр к измерениям согласно его РЭ.

8.5.2 Установить на генераторе частоту сигнала 50 МГц и уровень сигнала 0 дБ/мВт.

8.5.3 В анализаторе провести операцию Preset. Выдержать паузу, и далее, пользуясь РЭ установить центральную частоту 50 МГц, полосу обзора 20 кГц, полосу разрешения 10 кГц, амплитуду 0 дБ/мВт.

8.5.4 Измерить с помощью ваттметра уровень подаваемого на анализатор сигнала на частоте 50 МГц и записать результат измерения в качестве опорного уровня, относительно которого будет определяться неравномерность АЧХ.

8.5.5 Установить центральные частоты анализатора, равные значениям начальных, средних и конечных точек диапазонов, указанных в таблице 4, и равные им значения частоты сигнала на генераторе, подправляя при этом уровень сигнала так, чтобы маркер анализатора показывал  $(0 \pm 0,1)$  дБм. Снять показания измерителя мощности. Для определения неравномерности АЧХ на частотах ниже 10 МГц в схеме рисунка 2 вместо ваттметра использовать вольтметр переменного тока.

8.5.6 При наличии опции предусилителя P50, необходимо повторно нормировать коэффициент деления делителя мощности во всем частотном диапазоне при помощи 2-х преобразователей мощности соответствующего частотного диапазона с подключенным 20 дБ аттенуатором на одно из плеч делителя (при измерении до частоты 3,5 ГГц) и использовать преобразователи мощности 8485D, 8487D (в частотном диапазоне от 3,5 до 50 ГГц). Далее отсоединить один преобразователь от плеча делителя мощности и (в случае до 3,5 ГГц) подключить 20 дБ аттенуатор ко входу анализатора и повторить п 8.5.1-8.5.5

Таблица 4

<p>Неравномерность амплитудно-частотной характеристики (А) относительно опорной частоты 50 МГц, настроенном преселекторе, дБ</p> <p>от <math>3 \cdot 10^{-6}</math> до 20 МГц включ.</p> <p>св. 20 до 50 МГц включ.</p> <p>св. 0,05 до 3,6 ГГц включ.</p> <p>св. 3,6 до 5,2 ГГц включ.</p> <p>св. 5,2 до 8,4 ГГц включ.</p> <p>св. 8,4 до 13,6 ГГц включ.</p> <p>св. 13,6 до 22,0 ГГц включ.</p> <p>св. 22,0 до 34,5 ГГц включ.</p> <p>св. 34,5 до 50,0 ГГц включ.</p>	<p>Ослабление входного аттенюатора 10 дБ, предусилитель выключен</p> <p>±0,50</p> <p>±0,40</p> <p>±0,35</p> <p>±1,70</p> <p>±1,50</p> <p>±2,00</p> <p>±2,00</p> <p>±2,50</p> <p>±4,00</p>
<p>от 1 до 50 МГц включ.</p> <p>св. 0,05 до 3,60 ГГц включ.</p> <p>св. 3,6 до 8,4 ГГц включ.</p> <p>св. 8,4 до 13,6 ГГц включ.</p> <p>св. 13,6 до 17,1 ГГц включ.</p> <p>св. 17,1 до 22,0 ГГц включ.</p> <p>св. 22,0 до 26,5 ГГц включ.</p> <p>св. 26,5 до 34,5 ГГц включ.</p> <p>св. 34,5 до 50,0 ГГц включ.</p>	<p>Предусилитель включен (опция Р50), ослабление входного аттенюатора 0 дБ</p> <p>± 0,68</p> <p>± 0,60</p> <p>± 2,00</p> <p>±2,30</p> <p>±2,50</p> <p>±3,00</p> <p>±3,50</p> <p>±3,00</p> <p>±4,10</p>

8.5.7 Для частот выше 67 ГГц необходимо использовать генератор сигналов Г4-МВМ-118 и преобразователи V8486A и W8486A. Перед началом измерения необходимо нормировать погрешность выходного сигнала генератора и потери в кабеле, для этого подсоединить преобразователи к концу кабеля генератора и провести измерение выходного сигнала генератора. После подсоединить кабель к 1 мм входу анализатора спектра и провести измерение неравномерности АЧХ

8.5.8 Вычислить значение неравномерности АЧХ как разность между показаниями ваттметра и уровнем сигнала на частоте 50 МГц (опорного уровня). Результаты поверки считать положительными, если значения неравномерности АЧХ находятся в пределах, приведенных в таблице 4.

8.6 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений мощности

8.6.1 Абсолютную погрешность измерений уровня гармонического сигнала определяют при помощи комбинации из ступенчатых аттенюаторов 8494G и 8496G. Уровень ослабления выставляется с помощью модуля управления ступенчатыми аттенюаторами.

8.6.2 Собрать схему измерений согласно рисунку 3. Подготовить к работе измеритель мощности с измерительным преобразователем N8482A согласно РЭ. На генераторе установить сигнал с частотой 50 МГц, уровень 12 дБ, уровень ослабления ступенчатых аттенюаторов 0 дБ и измерить значение погрешности сигнала с помощью измерителя мощности. На измерителе мощности должно быть показание равное 0 дБ/мВт ± погрешность соединения. Данную погрешность необходимо учитывать в дальнейших измерениях.

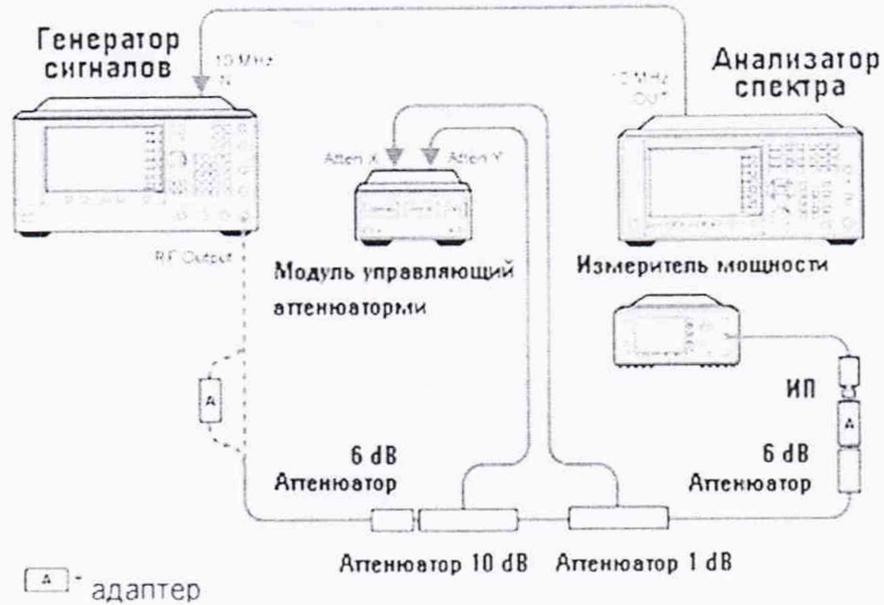


Рисунок 3

8.6.3 Отсоединить измеритель мощности и подключить анализатор спектра согласно рисунку 4 (вход 1).

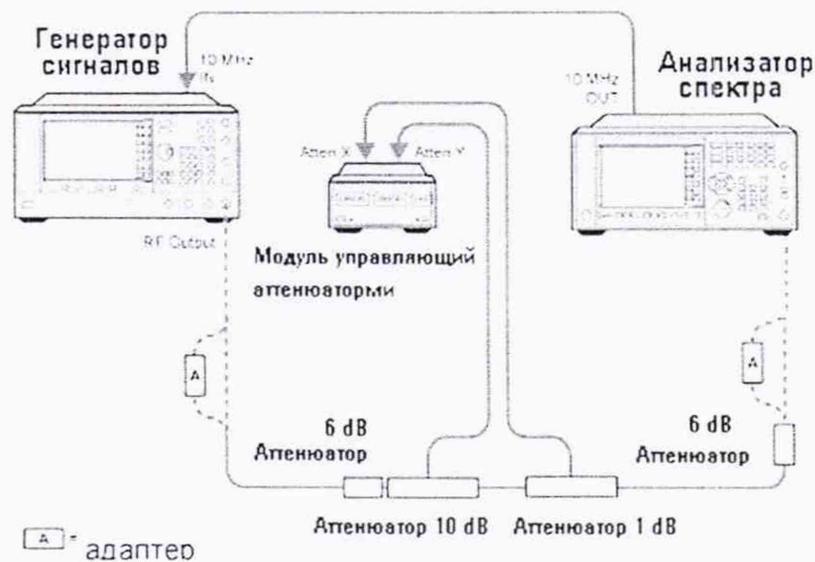


Рисунок 4

8.6.4 На анализаторе спектра установить центральную частоту 50 МГц, предусилитель выключить, установить полосу пропускания и полосу обзора согласно таблице 4. Последовательно изменяя ступени ослабления ступенчатого аттенюатора, произвести измерения уровня входного сигнала и вычислить погрешность по формуле:

$$\Delta = \alpha_n - \alpha_{из}$$

Где  $\alpha_n$  – установленное значение ослабления

$\alpha_{из}$  – измеренное значение на анализаторе спектра

Далее на анализаторе спектра включить предусилитель и произвести измерения на ступенях ослабления аттенюатора согласно таблице 5.

Таблица 5

Значение входного уровня сигнала, дБм	Установленная полоса пропускания, кГц	Значение установленной полосы обзора, кГц	Измеренное значение уровня, дБм	Погрешность измерения уровня сигнала, дБ	Интервал допустимой погрешности, дБ
-10	820,00	4990,00			±0,25
-12	360,00	4990,00			±0,25
-20	47,00	4982,00			±0,25
-25	30,00	3180,00			±0,25
-35	4,70	498,20			±0,25
-50	2,00	212,00			±0,25

8.7 Определение абсолютной погрешности при измерений мощности, относительно 30 кГц, из-за переключения полос пропускания

8.7.1 Для определения погрешности измерения уровня при переключении полос пропускания необходимо отсоединить все кабели от анализатора. Подать сигнал с внутреннего опорного генератора с частотой 50 МГц и амплитудой минус 25 дБм.

8.7.2 На панели анализатора нажать клавишу [Input/Output] -> RF Calibrator -> 50 MHz. После этого выбрать центральную частоту измерений 50 МГц и установить полосу пропускания 30 кГц и зафиксировать измеренное значение уровня (опорный уровень), нажав клавиши [Peak Search], [Marker] -> Delta. Изменяя значения полос пропускания и устанавливая значение RBW в соответствии с таблицей 5 (нажимая каждый раз клавишу [Peak Search]) фиксировать значения погрешности измерений уровня.

8.7.3 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение абсолютной погрешности измерений уровня при переключении полос пропускания находится в пределах, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Диапазон частот	Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении мощности, относительно 30 кГц, из-за переключения полос пропускания
от 1 до $1,5 \cdot 10^6$ Гц	±0,03
от $1,6 \cdot 10^6$ до $2,7 \cdot 10^6$ Гц	±0,05
$3 \cdot 10^6$ Гц	±0,10
$4 \cdot 10^6$ ; $5 \cdot 10^6$ ; $6 \cdot 10^6$ ; $8 \cdot 10^6$ Гц	±0,30

8.8 Определение мощности собственных шумов.

8.8.1 Определение мощности собственных шумов на входе анализатора выполнять при подсоединенной согласованной нагрузке (50 Ом) на входе.

8.8.2 Выполнить на анализаторе операцию Preset. Установить полосу разрешения 1 кГц и ослабление входного аттенюатора 0 дБ. Режим «Улучшение собственного шума» включен.

8.8.3 Измерение среднего мощности собственных шумов проводить в середине диапазонов частот, приведенных в таблице 7. При вычислении УСШ из измеренное значение необходимо вычитать 30 дБ.

Таблица 7

Мощность собственных шумов при ослаблении входного аттенюатора 0 дБ, полосе пропускания 1 Гц, температуре окружающего воздуха от 20 до 30 °С, относительно 1 мВт, дБм, не более	
Диапазон частот	Предусилитель выключен, опция LNP выкл./вкл.
	Вход 1
от 9 до 100 кГц	-138/-
от 100 кГц до 1 МГц	-148/-149
от 1 до 10 МГц	-151/-149
от 10 МГц до 1,2 ГГц	-151/-149
от 1,2 до 2,1 ГГц	-149/-149
от 2,2 до 2,5 ГГц	-147/-149
от 2,5 до 2,7 ГГц	-146/-149
от 3,5 до 4,2 ГГц	-145/-151
от 4,2 до 6,6 ГГц	-145/-152
от 6,6 до 8,4 ГГц	-147/-152
от 8,4 до 13,6 ГГц	-147/-153
от 13,6 до 14,0 ГГц	-144/-150
от 14,0 до 17,0 ГГц	-145/-150
от 17,0 до 22,5 ГГц	-141/-149
от 22,5 до 34,0 ГГц	-138/-146
от 34,0 до 37,0 ГГц	-134/-143
от 37,0 до 40,0 ГГц	-134/-141
от 40,0 до 46,0 ГГц	-130/-141
от 46,0 до 47,0 ГГц	-130/-139
от 47,0 до 50,0 ГГц	-127/-139
	вход 2
от 50,0 до 55,0 ГГц	-144/-
от 55,0 до 67,0 ГГц	-146/-
от 67,0 до 82,0 ГГц	-141/-
от 82,0 до 100,0 ГГц	-144/-
от 100,0 до 110,0 ГГц	-142/-
	Предусилитель включен (опция P50)
	Вход 1
от 100 до 200 кГц	-156
от 200 до 500 кГц	-158
от 500 кГц до 1 МГц	-161
от 1,0 до 10 МГц	-163
от 10,0 МГц до 2,1 ГГц	-162
от 2,1 до 3,6 ГГц	-160
от 3,6 до 8,4 ГГц	-159
от 8,3 до 13,6 ГГц	-160
от 13,6 до 16,9 ГГц	-161
от 16,9 до 20,0 ГГц	-160
от 20,0 до 26,5 ГГц	-158
от 26,5 до 30,0 ГГц	-157
от 30,0 до 34,0 ГГц	-155
от 34,0 до 37,0 ГГц	-153
от 37,0 до 40,0 ГГц	-152
от 40,0 до 46,0 ГГц	-150
от 46,0 до 47,0 ГГц	-150
от 47,0 до 50,0 ГГц	-146

8.8.4 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения мощности собственных шумов анализатора не превышают значений, указанных в таблице 7.

8.9 Определение гармонических искажений второго порядка в частотном диапазоне

8.9.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 5.



Рисунок 5

8.9.2 Уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка определить путем подачи на вход анализатора спектра гармонического сигнала уровнем минус 15 дБ/мВт с частотой  $f_1$  (значение частоты – в 1-й трети частотного диапазона) и измерением по отсчетному устройству анализатора спектра уровня сигнала на частоте  $2f_1$  (уровень помех). Результаты измерений занести в таблицу 8. При необходимости использовать ФНЧ.

Таблица 8

Диапазон частот, ГГц	Гармонические искажения второго порядка, дБн
	При уровне входного сигнала минус 15 дБм, LNP выкл., предусилитель выкл.)
от 0,01 до 1,8 ГГц	-60
от 1,8 до 4,0 ГГц	-72
от 4,0 до 6,5 ГГц	-77
от 6,5 до 10,0 ГГц	-70
от 10,0 до 13,25 ГГц	-62
от 13,25 до 25,0 ГГц	-65

8.9.3 Результаты поверки считать положительными, если гармонические искажения второго порядка в частотном диапазоне не превышают значений, указанных в таблице 8.

8.10 Определение уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями

8.10.1 Подготовить к работе средства измерений в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

8.10.2 Относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка определить путем подачи на вход анализатора спектра двух гармонических сигналов с частотами  $f_1$  и  $f_2$  и измерения анализатором спектра относительного уровня помех, возникших на частотах  $2f_1 - f_2$  и  $2f_2 - f_1$  (рисунок 6).

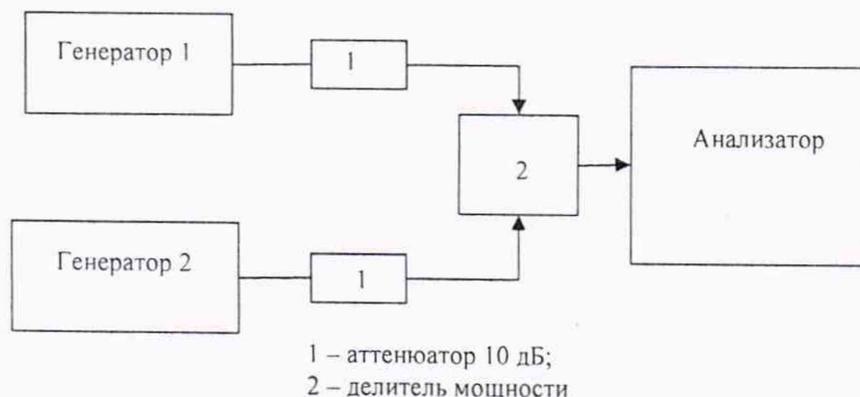


Рисунок 6

8.10.3 Установить уровни входных сигналов в соответствии с таблицей 9. Расстройка между частотами  $f_1$  и  $f_2$  сигналов должна соответствовать указанной в эксплуатационной документации на анализатор спектра, а полоса пропускания анализатора спектра устанавливается такой, при которой уровень собственных шумов на 10-15 дБ меньше нормированного уровня помех.

8.10.4 Определить уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка по отсчетному устройству анализатора спектра, соответственно при измерении сигнала А0 и отклика от максимальной из помех, возникших на частотах  $2f_2-f_1$  и  $2f_1-f_2$  (в децибелах). Измерения проводить в начале, середине и конце диапазонов частот, указанных в таблице 9.

8.10.5 Результаты поверки считать положительными, если уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, не превышает значений, указанных в таблице 9.

Таблица 9.

Диапазон частот	Интермодуляционные искажения третьего порядка в частотном диапазоне (при двух тонах минус 16 дБ/мВт и разнесением тонов более 5-кратной ширины полосы предфильтра ПЧ, предусилитель выключен(указана точка пересечения ТОИ)), дБм:
от 10 до 300 МГц	+13,5
от 300 до 600 МГц	+18,0
от 0,6 до 1,5 ГГц	+20,0
от 1,5 до 3,6 ГГц	+21,0
от 3,6 до 13,6 ГГц	+16,0
от 13,6 до 26,5 ГГц	+13,0

## 9 Оформление результатов поверки

9.1 При положительных результатах поверки на анализатор выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки поверяемый анализатор к дальнейшему применению не допускается. На него выдается извещение о непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин забракования.

Начальник НИО-1



О.В. Каминский

