

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ЦИ СИ –

Зам. начальника директора

ФГ «Ростест-Москва»

В. В. Влочкин А.С.

2007 г.



14 ПОВЕРКА ПРИБОРА

Настоящая методика распространяется на анализаторы спектра N9340A (далее по тексту - анализаторы) и устанавливает методы и средства их поверки. Межповерочный интервал – 1 год.

14.1 Операции поверки

14.1.1 При первичной и периодической поверке анализаторов выполняются операции, указанные в табл.12.1.

14.1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и анализатор бракуется.

Таблица 14.1

| Наименование операции | Номер пункта документа по поверке | Проведение операции при | |
|--|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Внешний осмотр | 14.6.1 | Да | Да |
| Опробование | 14.6.2 | Да | Да |
| Калибровка | 14.6.3 | Да | Да |
| Определение метрологических характеристик: | | | |
| Определение абсолютной погрешности измерения частоты с помощью маркера | 14.6.4.1 | Да | Да |
| Определение погрешности измерения частоты в режиме частотомера | 14.6.4.2 | Да | Да |
| Определение абсолютной погрешности установки полосы обзора | 14.6.4.3 | Да | Нет |
| Определение относительной погрешности установки полосы пропускания | 14.6.4.4 | Да | Да |
| Определение коэффициента прямоугольности | 14.6.4.5 | Да | Да |
| Определение уровня гармонических искажений | 14.6.4.6 | Да | Да |
| Определение среднего уровня собственных шумов | 14.6.4.7 | Да | Да |
| Определение уровня сигналов комбинационных частот | 14.6.4.8 | Да | Нет |
| Определение уровня фазового шума анализатора | 14.6.4.9 | Да | Да |

Продолжение Табл.14.1.

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|-----------|----|-----|
| Определение уровня интермодуляционных искажений третьего порядка | 14.6.4.10 | Да | Да |
| Определение абсолютной погрешности измерения уровня синусоидального сигнала в диапазоне (0...-50) дБмВт маркером анализатора спектра в диапазоне частот (1 – 3000) МГц | 14.6.4.11 | Да | Да |
| Определение КСВН входа анализатора и выхода следящего генератора | 14.6.4.12 | Да | Нет |
| Определение неравномерности АЧХ следящего генератора | 14.6.4.13 | Да | Да |

14.2 Средства поверки

14.2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 14.2.

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

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

Таблица 14.2.

| 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. |
|---|--|
| 14.6.4.1-14.6.4.6, 14.4.6.9 | Стандарт частоты рубидиевый Ч1-69; $F = 5$ МГц, $\delta F = \pm 3,7 \times 10^{-10}$ |
| 14.6.4.1– 14.6.4.6, 14.6.4.9-14.6.4.11, | Генератор сигналов высокочастотный Г4-201/1; (0,1 – 2560) МГц, выходной уровень (-145 – +6) дБВ, входной сигнал опорной частоты $(10^7 \pm 20)$ Гц, уровень входного сигнала (250-350) мВ, уровень фазового шума в диапазоне (640 – 1280) МГц при отстройке ± 20 кГц не более – 128 дБн/Гц |
| 14.6.4.11 | Генератор сигналов высокочастотный Г4-80, (2,56 – 4) ГГц, |
| 14.6.4.11, 14.6.4.13 | Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-90; (0,02 - 17,85) ГГц, диапазон измерений $(10^{-7} - 10^{-2})$ Вт ; основная погрешность $\delta \pm 4\%$ (0,02-12) ГГц, |
| 14.6.4.11, 14.6.4.13 | Вольтметр диодный компенсационный ВЗ-49, диапазон измеряемых напряжений 10 мВ – 10В, основная погрешность $\pm(0,2+0,08/U)$ |
| 14.6.4.16 | Фильтры нижних частот: (32 – 53) МГц, (240 – 392) МГц, (390 – 600) МГц, (620 – 1000) МГц из комплекта РЗ-34. |
| 14.6.4.11 | Установка для измерения ослабления и фазового сдвига образцовая ДК1-16 диапазон частот 0,1 МГц – 17,85 ГГц, динамический диапазон (0-140) дБ, погрешность $\pm(0,005 \times A + 0,005)$ дБ в диапазоне (0-30) дБ. Набор мер комплексного коэффициента передачи ДК2-70, аттестованные в диапазоне частот (0,01 - 3) ГГц с погрешностью: $\pm 0,15$ дБ – аттенуатор 10 дБ, $\pm 0,20$ дБ – аттенуатор 20 дБ, $\pm 0,25$ дБ – аттенуатор 30 дБ |
| 14.6.4.10 | Генератор сигналов высокочастотный Г4-176; диапазон частот (0,1 – 1020) МГц, $\delta f = 0,000015\%$, выходной уровень 1 мкВ – 1 В |
| 14.6.4.12 | Измеритель комплексных коэффициентов передачи Р4-11, диапазон (1-1250) МГц, основная погрешность измерения КСВ $\pm 5\%$ |

| | |
|-----------|--|
| 14.6.4.12 | Измеритель комплексных коэффициентов передачи Р4-23, диапазон (1-4)ГГц, основная погрешность измерения КСВ $\pm 5\%$. |
| 14.6.4.12 | Измерители КСВН панорамный Р2-103, диапазон (2,0-8,3)ГГц, основная погрешность измерения КСВ $\pm 5\%$ |

14.3 Требования к квалификации поверителей

14.3.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие высшее или средне-техническое образование, аттестат поверителя и практический опыт в области радиотехнических измерений.

14.3.2 Перед проведением операций поверки поверителю необходимо изучить руководство по эксплуатации на данные осциллографы.

14.4 Требования безопасности

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

14.5 Условия поверки

14.5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования ГОСТ 8.395-80:

- температура окружающей среды $20 \pm 5^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха $65 \pm 15\%$;
- атмосферное давление 100 ± 4 кПа;

14.6 Проведение поверки

14.6.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие проверяемого прибора следующим требованиям:

- комплектности прибора в соответствии с руководством по эксплуатации, включая руководство по эксплуатации и методику поверки;
- не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, все надписи на панелях должны быть четкими и ясными;
- все разъемы, клеммы не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов проверяемый анализатор бракуют и направляют в ремонт.

14.6.2 Опробование.

Опробование проводят после времени самопрогрева, равного 30 мин.

Проверяют работоспособность ЖКИ и клавиш управления: режимы, отображаемые на ЖКИ, при нажатии соответствующих клавиш, должны соответствовать руководству по эксплуатации п 9..

В противном случае, прибор бракуют и направляют в ремонт.

14.6.3 Калибровка

Калибровку проводят по схеме соединения приборов представленной на рисунке 14.1.

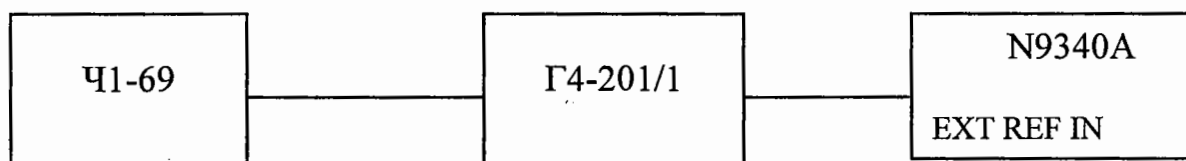


Рис. 14.1

1) С генератора Г4-201/1, синхронизированного от Ч1-69, подают сигнал частотой 10 мГц и уровнем минус 10 dBV на вход анализатора EXT REF IN.

2) На анализаторе спектра, с помощью клавиш панели управления и клавиш программного меню (выделены ниже курсивным шрифтом), устанавливают следующие параметры:

SYS *More 1 of 3*
 Calibration
 Time Base

ENTER

Если после завершения процесса калибровки нет сообщений об ошибках, то прибор считается годным. В противном случае, прибор бракуют и направляют в ремонт.

14.6.4 Определение метрологических характеристик

14.6.4.1 Определение абсолютной погрешности измерения частоты с помощью маркера проводят методом прямых измерений с помощью генератора Г4-201. Схема соединения приборов представлена на рис. 14.2.

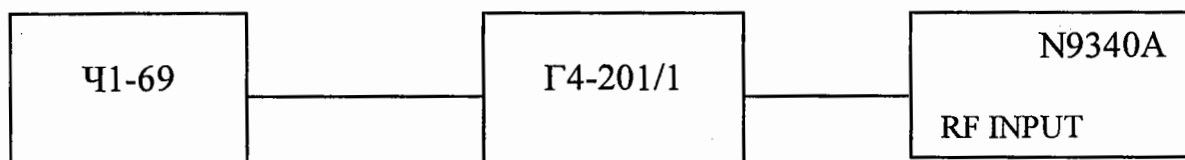


Рис. 14.2

1) Нажимают на лицевой панели анализатора клавишу: **Preset**

2) На анализаторе спектра, с помощью клавиш панели управления и клавиш программного меню (выделены ниже курсивным шрифтом), устанавливают следующие параметры:

| | | |
|---------------|--------------------|--------------|
| FREQ | <i>Center Freq</i> | таблица 14.3 |
| SPAN | <i>Span</i> | таблица 14.3 |
| BW/SWP | <i>RBW</i> | таблица 14.3 |
| AMPTD | <i>Ref Level</i> | - 10 dBm |
| | <i>Scale Type</i> | Log |
| | <i>Scele/Div</i> | 10 dB |
| | <i>Attenuation</i> | Auto |

3) Частоту генератора сигналов устанавливают в соответствии с таблицей 14.3, уровень выходного сигнала минус 24 dBV.

4) Нажимают клавишу **Marker**, **Peak Search**, **Peak** и показание маркера F_M , которое находится в левом верхнем углу экрана анализатора – строка Marker, заносят в таблицу 14.3

5) Повторяют шаги 2...4 для других комбинаций центральной частоты, полосы обзора, полосы пропускания согласно таблице 14.3.

Таблица 14.3

| Center frequency | Полоса обзора | Полоса пропускания | Минимальное допустимое значение: | Измеренное значение, F_M ГГц | Максимальное допустимое значение, $F + \delta_{F_M}$, ГГц |
|------------------|---------------|--------------------|----------------------------------|--------------------------------|--|
| 1,4 ГГц | 1000 Гц | 30 Гц | 1,399998581 | | 1,400001419 |
| | 1 МГц | 1 кГц | 1,399986226 | | 1,400013774 |
| | 2,3 МГц | 30 кГц | 1,399964599 | | 1,400035401 |
| | 460 МГц | 1 МГц | 1,394198599 | | 1,405801401 |
| 1,5 ГГц | 3 ГГц | 1 МГц | 1,463276761 | | 1,536723239 |

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения частоты с помощью маркера Δ_{F_M} не превышают допустимые значения, указанные в таблице 14.3.

14.6.4.2 Определение погрешности измерения частоты встроенным частотомером проводят по схеме рис.14.2.

Измерения проводятся в следующей последовательности.

1) Нажимают на лицевой панели анализатора кнопку: **Preset**

2) Устанавливают на поверяемом анализаторе следующие параметры:

| | | |
|---------------|--------------------|--------------|
| FREQ | <i>Center Freq</i> | таблица 14.4 |
| SPAN | <i>Span</i> | 200 кГц |
| BW/SWP | <i>RBW</i> | Auto |
| AMPTD | <i>Ref Level</i> | - 20 dBm |
| | <i>Scale Type</i> | Log |
| | <i>Scele/Div</i> | 10 dB |
| | <i>Attenuation</i> | Auto |

- 3) Устанавливают выходную частоту F генератора в соответствии с таблицей 14.4 и уровень выходного сигнала минус 50 дБмВт.
- 4) Нажимают кнопки: **Marker, Peak Search, Peak, Return, More, Mode, Frec Count.**
- 5) Фиксируют показание частотомера $C1$, и вычисляют погрешность частотомера $\Delta C1$ по формуле 1 и занести это значение в табл.14.4.

$$\Delta C1 = C1 - F \quad (1)$$

- 7) Повторяют шаги 6 и 7 для остальных значений частот в соответствии с таблицей 14.4.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения погрешности частотомера находятся в пределах, указанных в таблице 14.4.

Таблица 14.4.

| Center frequency | Минимальное допустимое значение: $F - \Delta C1$ | Измеренное значение, $C1$ | Максимальное допустимое значение, $F + \Delta C1$ |
|------------------|---|------------------------------|--|
| 50 МГц | 49,999949 МГц | | 50,000051 МГц |
| 490 МГц | 489,999509 МГц | | 490,000491 МГц |
| 1 ГГц | 0,999998 99 ГГц | | 1,000001001 ГГц |
| 1,7 ГГц | 1,699998299 ГГц | | 1,700001701 ГГц |
| 2,4 ГГц | 2,399997599 ГГц | | 2,400002401 ГГц |

14.6.4.3 Определение погрешности установки полосы обзора проводят методом прямых измерений с помощью генератора Г4-201/1. Схема соединения приборов представлена на рис. 14.2.

Измерения проводятся в следующей последовательности.

- 1) Нажимают на лицевой панели анализатора клавишу **Preset**
- 2) На анализаторе спектра устанавливают следующие параметры:

| | | |
|---------------|--------------------|--------------|
| FREQ | <i>Start Freq</i> | таблица 14.5 |
| | <i>Stop Freq</i> | таблица 14.5 |
| BW/SWP | <i>RBW</i> | Auto |
| AMPDT | <i>Ref Level</i> | - 10 dBm |
| | <i>Scale Type</i> | Log |
| | <i>Scele/Div</i> | 10 dB |
| | <i>Attenuation</i> | Auto |

- 3) Выходной уровень сигнала генератора устанавливают минус 28 dBV.
- 4) Устанавливают выходную частоту генератора из таблицы 14.5. При необходимости подстраивают частоту генератора так, чтобы пик сигнала установился на второе деление слева шкалы дисплея.
- 5) На анализаторе нажимают клавиши **Marker, Peak Search, Peak, Return, Delta**
- 6) Перестраивают выходную частоту генератора так, чтобы пик сигнала установился на второе справа деление шкалы дисплея. На анализаторе нажимают клавишу **Peak Search.**
- 7) Фиксируют показания маркера "ΔMKR1" в таблице 14.5.
- 8) Повторяют шаги 2 ...7 для остальных полос обзора указанных в таблице 14.5.

Таблица 14.5

| Start Frequency, МГц | Stop Frequency, МГц | Частота Г4-201, МГц | Минимальное допустимое показание "ΔМКР1", МГц | Показания "ΔМКР1", МГц | Максимальное допустимое показание "ΔМКР1", МГц |
|----------------------|---------------------|---------------------|---|------------------------|--|
| 10 | 10,05 | 10,005 | 0,039892 | | 0,040108 |
| 10 | 110 | 20 | 79,782609 | | 80,217391 |
| 700 | 780 | 708 | 63,826087 | | 64,173913 |
| 700 | 900 | 720 | 159,566522 | | 160,434782 |
| 1000 | 2000 | 1100 | 797,826087 | | 802,173913 |
| 0 | 2600 | 260 | 2074,347826 | | 2085,652174 |

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения полосы обзора с помощью маркера "ΔМКР1" не превышают допустимые значения, указанные в таблице 14.5.

14.6.4.4 Определение относительной погрешности установки полосы пропускания проводят методом прямых измерений с помощью генератора Г4-201/1. Схема соединения приборов представлена на рис. 14.2.

Выполняют следующие операции:

- 1) Нажимают на лицевой панели анализатора клавишу **Preset**
- 2) На анализаторе спектра устанавливают следующие параметры:

| | | |
|---------------|--------------------|--------------|
| FREQ | <i>Center Freq</i> | 100 МГц |
| SPAN | <i>Span</i> | таблица 14.6 |
| BW/SWP | <i>RBW</i> | таблица 14.6 |
| AMPTD | <i>Ref Level</i> | - 10 dBm |
| | <i>Scale Type</i> | Log |
| | <i>Scele/Div</i> | 10 dB |
| | <i>Attenuation</i> | Auto |

3) Частоту генератора сигналов устанавливают равной 100 МГц, уровень выходного сигнала минус 23 dBV.

4) На анализаторе нажимают клавишу **Marker, Peak Search, Peak**, и изменяя уровень сигнала генератора, устанавливают показания маркера анализатора минус $(10 \pm 0,05)$ dBm.

5) Нажимают клавишу **BW/SWP, Single Sweep, Marker** и перемещают маркер влево и вправо до уменьшения уровня на 3 дБ относительно установленного, определяя соответствующие этим положениям значения частот f_1 и f_2 . Значения частот f_1 и f_2 заносят в таблицу 14.6

6) Относительную погрешность полос пропускания δ_{Π} , в процентах определяют по формуле 2:

$$\delta_{\Pi} = ((f_2 - f_1)/\Pi - 1) * 100\% \quad (2)$$

где: Π – номинальное значение полосы пропускания

7) Заносят значение δ_{Π} заносят в таблицу 14.6

Таблица 14.6

| Полоса пропускания Π | Span | f_1 , МГц | f_2 , МГц | δ_{Π} , % |
|--------------------------|---------|-------------|-------------|--------------------|
| 30 Гц | 1 кГц | | | |
| 100 Гц | 1 кГц | | | |
| 300 Гц | 1 кГц | | | |
| 1 кГц | 3 кГц | | | |
| 3 кГц | 10 кГц | | | |
| 10 кГц | 30 кГц | | | |
| 30 кГц | 100 кГц | | | |
| 100 кГц | 300 кГц | | | |
| 300 кГц | 1 МГц | | | |
| 1 МГц | 3 МГц | | | |

8) Устанавливают другие значения полос пропускания Π и полосы обзора в соответствии с комбинациями, приведенными в таблице 14.6, и повторяют шаги 4 ... 7.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения погрешностей полосы пропускания δ_{Π} не превышают $\pm 5\%$.

14.6.4.5. Определение коэффициента прямоугольности проводят методом прямых измерений с помощью генератора Г4-201/1. Схема соединения приборов представлена на рис. 14.2.

1) Измерения проводят аналогично пункту 14.6.4.4, фиксируя значения частот f_1 и f_2 при уменьшении уровня на -60 дБ.

2) Находят значение полосы ΔF_{-60} по формуле $\Delta F_{-60} = f_2 - f_1$ и заносят в таблицу 14.7.

3) Находят значение полосы ΔF_{-3} по формуле $\Delta F_{-3} = f_2 - f_1$ и заносят в таблицу 14.7. значения f_2 и f_1 для полосы ΔF_{-3} берут из таблицы 14.6.

4) Действительное значение коэффициента прямоугольности $K_{\text{ПР}}$ определяют по формуле 3:

$$K_{\text{ПР}} = \Delta F_{-60} / \Delta F_{-3} \quad (3)$$

Таблица 14.7

| Полоса пропускания Π | Span | ΔF_{-3} | ΔF_{-60} | $K_{\text{ПР}}$ |
|--------------------------|---------|-----------------|------------------|-----------------|
| 30 Гц | 1 кГц | | | |
| 100 Гц | 1 кГц | | | |
| 300 Гц | 1 кГц | | | |
| 1 кГц | 3 кГц | | | |
| 3 кГц | 10 кГц | | | |
| 10 кГц | 30 кГц | | | |
| 30 кГц | 100 кГц | | | |
| 100 кГц | 300 кГц | | | |
| 300 кГц | 1 МГц | | | |
| 1 МГц | 3 МГц | | | |

5) Определяют значение коэффициента прямоугольности для остальных полос

пропускания в соответствии с таблицей 14.7, повторяя шаги 1 ... 4.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения коэффициента прямоугольности $K_{ГП}$ не превышают 5.

14.6.4.6 Определение уровня гармонических искажений выполняют методом прямых измерений по схеме соединений приборов представленной на рисунке 14.2. Между генератором и анализатором последовательно включают фильтры нижних частот: (32–53)МГц, (240–392)МГц, (390 – 600) МГц, (620 – 1000) МГц из комплекта РЗ-34.

Выполняют следующие операции:

- 1) Нажимают на лицевой панели анализатора кнопку: **Preset**
- 2) Устанавливают на поверяемом анализаторе следующие параметры:

| | | |
|---------------|--------------------|-----------------|
| FREQ | <i>Center Freq</i> | Из таблицы 14.8 |
| SPAN | <i>Span</i> | 10 кГц |
| BW/SWP | <i>RBW</i> | 30 Гц |
| | <i>VBW</i> | 10 Гц |
| AMPTD | <i>Ref Level</i> | - 40 dBm |
| | <i>Scale Type</i> | Log |
| | <i>Scele/Div</i> | 10 dB |
| | <i>Attenuation</i> | Auto |

- 3) Устанавливают на генераторе частоту 40 МГц и уровень сигнала минус 53 дБВ.

4) Регулируют уровень генератора сигналов так, чтобы измеренный сигнал маркером анализатора был $P_0 = -40$ дБмВт.

5) Устанавливают на анализаторе центральную частоту равной удвоенной частоте основного сигнала, для того чтобы отобразить на экране дисплея вторую гармонику.

Таблица 14.8.

| Частота на Г4-201/1, МГц | Параметры гармоники | | | Допустимые значения |
|--------------------------|---------------------|-------------|-------------|---------------------|
| | Частота, МГц | P_m , дБм | P_n , дБн | |
| 40 | 80 | | | - 70 дБн |
| 350 | 700 | | | |
| 500 | 1000 | | | |
| 950 | 1900 | | | |

6) Нажимают последовательно клавиши: **Marker**, частота гармоники и показания маркера P_m заносят в таблицу 14.8.

7) Действительное значение гармонических искажений находят по формуле 4 и заносят в таблицу 14.12:

$$P_n = P_m - P_0 \quad (4)$$

8) Устанавливают следующее из таблицы 14.8 значение частоты на генераторе и анализаторе (Center Frequency) и соответствующий фильтр. Выполняют шаги 4 –7.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если действительные значения гармонических искажений не превышают допустимые значения, приведенные в таблице 14.8.

14.6.4.7 Определение среднего уровня собственных шумов осуществляют измерением их уровня на дисплее в отсутствие входной мощности. Для этого к входу анализатора подключают согласованную нагрузку Э9-159 (50 Ом) и выполняют следующие операции:

- 1) Нажимают на лицевой панели анализатора клавишу **Preset**
- 2) На анализаторе спектра устанавливают следующие параметры:

| | | |
|---------------|--------------------|-------------------------------|
| FREQ | <i>Center Freq</i> | Из таблицы 14.9 |
| SPAN | <i>Span</i> | 1 кГц |
| BW/SWP | <i>RBW</i> | 30 Гц |
| | <i>VBW</i> | 3 Гц |
| | <i>Avg Type</i> | Power |
| AMPTD | <i>Ref Level</i> | -50 dBm (Preamp Off) |
| | | -70 dBm (Preamp On) |
| | <i>Scale Type</i> | Log |
| | <i>Scele/Div</i> | 10 dB |
| | <i>Attenuation</i> | 0 dB |
| TRACE | <i>More 1 of 2</i> | |
| | <i>Average On</i> | 40 |
| | <i>Detector</i> | Average RMS |

3) По истечении 40 усреднений записывают показание маркера MKR1 в таблицу 14.9.

Выбросы собственных комбинационных помех не учитываются.

4) Устанавливают следующее значение центральной частоты из таблицы 14.9 и проводят измерения.

5) Включают предусилитель (при его наличии), и повторяют шаги 2 ... 4 для опции с предусилителем.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения MKR1 не превышают значения Рш, приведенные в соответствующем столбце таблицы 14.9.

Таблица 14.9

| Частота | MKR1 дБмВт | Допустимые значения Рш, дБмВт | MKR1 | Допустимые значения Рш, |
|-----------------------|---------------|----------------------------------|-------|-------------------------|
| | | | дБмВт | дБмВт |
| предусилитель включен | | | | |
| 100 кГц | | -90 | | -115 |
| 500 кГц | | | | |
| 1 МГц | | | | |
| 1,2 МГц | | -110 | | -128 |
| 5 МГц | | | | |
| 10 МГц | | | | |
| 12 МГц | | -124 | | -144 |
| 100 МГц | | | | |
| 500 МГц | | | | |
| 1 ГГц | | -117 | | -136 |
| 1,5 ГГц | | | | |
| 1,55 ГГц | | | | |
| 2 ГГц | | | | |
| 2,5 ГГц | | | | |
| 3 ГГц | | | | |

где f – установленное значение частоты

14.6.4.8. Определение уровня сигналов комбинационных частот осуществляют измерением их уровня на дисплее в отсутствие входной мощности. Для этого к входу анализатора подключают согласованную нагрузку Э9-159 (50 Ом) и выполняют следующие операции:

- 1) Нажимают на лицевой панели анализатора клавишу **Preset**
- 2) На анализаторе спектра устанавливают следующие параметры:

| | | |
|---------------|--------------------|----------|
| FREQ | <i>Center Freq</i> | 31 МГц |
| SPAN | <i>Span</i> | 1 кГц |
| BW/SWP | <i>RBW</i> | 30 Гц |
| | <i>VBW</i> | 10 Гц |
| AMPTD | <i>Ref Level</i> | - 30 dBm |
| | <i>Scale Type</i> | Log |
| | <i>Scele/Div</i> | 10 dB |
| | <i>Attenuation</i> | 0 dB |

- 3) Нажимают клавиши: **FREQ, CF Step Man, 10 MHz**.

4) Изменяют центральную частоту с шагом 10 МГц используя клавишу \uparrow . Измеряют амплитуду пика, нажав клавишу **Marker, Peak Search, Peak**. Измерения проводят в диапазоне частот (31 – 400) МГц. Значения частот на которых уровень искажений выше -88 dBm фиксируют.

5) Аналогичным образом определяют уровень негармонических искажений в диапазоне 401 МГц – 3 ГГц с шагом 50 МГц

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всём диапазоне частот не было зафиксировано ни одного пикового значения выше минус 88 дБмВт.

14.6.4.9. Определение уровня фазового шума $U_{ФШ}$ анализатора проводят по схеме рис.14.2

Выполняют следующие операции:

- 1) Нажимают на лицевой панели анализатора кнопку: **Preset**
- 2) Устанавливают на поверяемом анализаторе следующие параметры:

| | | |
|---------------|--------------------|-------------|
| FREQ | <i>Center Freq</i> | 1 ГГц |
| SPAN | <i>Span</i> | 50 кГц |
| BW/SWP | <i>RBW</i> | 100 Гц |
| | <i>VBW</i> | 10 Гц |
| AMPTD | <i>Ref Level</i> | 0 dBm |
| | <i>Scale Type</i> | Log |
| | <i>Scele/Div</i> | 10 dB |
| | <i>Avg Type</i> | Power |
| | <i>Attenuation</i> | Auto |
| TRACE | <i>Detector</i> | Average RMS |

3) На генераторе устанавливают частоту 1000 МГц и напряжение минус минус 13 дБV. Включают ВЧ-сигнал и постепенно его увеличивая устанавливают максимум сигнала на верхнюю линию шкалы дисплея.

4) На анализаторе нажимают клавиши: **Marker, Peak Search, Peak, Return, Delta** - и перемещают Δ -маркер на ± 20 кГц от пика сигнала. Фиксируют наименьшее по модулю показание маркера $\Delta MKR1$.

5) Уровень фазового шума $U_{ФШ}$ с учётом поправки на полосу пропускания 100 Гц определяют по формуле 5:

$$U_{ФШ} = \Delta MKR1 - 10 \times \lg(\text{полоса пропускания} / 1\text{Гц}) \quad (5)$$

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если действительное значение уровня фазового шума $U_{ФШ}$ не превышает 83 дБ/Гц.

14.6.4.10. Определение уровня интермодуляционных искажений третьего порядка, проводят по схеме представленной на рисунке 14.3 путем измерения относительного уровня помех на частотах: $2 \cdot f_1 - f_2$ и $2 \cdot f_2 - f_1$ при подаче на анализатор двух сигналов одинаковой мощности с частотами f_1 и f_2 .

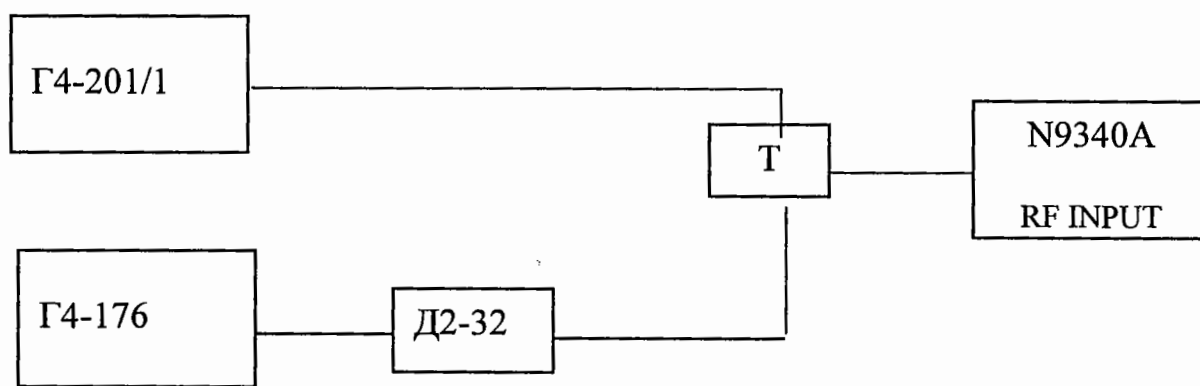


Рис.14.3

где: Т – тройник согласованный из комплекта С9-9

- 1) Нажимают на лицевой панели анализатора кнопку: **Preset**
- 2) Устанавливают на поверяемом анализаторе следующие параметры:

| | | |
|---------------|--------------------|---------|
| FREQ | <i>Center Freq</i> | 300 МГц |
| SPAN | <i>Span</i> | 1 МГц |
| BW/SWP | <i>RBW</i> | 1 кГц |
| | <i>VBW</i> | 30 Гц |
| AMPTD | <i>Ref Level</i> | -10 dBm |
| | <i>Scale Type</i> | Log |
| | <i>Scale/Div</i> | 10 dB |
| | <i>Attenuation</i> | Auto |

3) Устанавливают на генераторах сигналов напряжение минус 33 дБВ и частоты $f_1=299,9$ МГц – на одном и $f_2=300,1$ МГц – на другом.

4) Отключают мощность одного из генераторов. Органами регулировки второго генератора устанавливают уровень на входе анализатора на верхнюю линию шкалы. Выключают этот генератор, включить другой и его уровень устанавливают аналогичным образом.

5) Включают мощность обоих генераторов.

6) Нажимают клавиши **Marker, Peak Search, Peak, Return, Delta**, - и устанавливают маркер $\Delta MKR1$ на 0,2 МГц левее меньшей частоты и на 0,2 МГц правее большей частоты. Фиксируют меньшее по модулю Δ значение маркера $\Delta MKR1$. Это значение соответствует уровню интермодуляционных искажений 3-го порядка.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения уровня интермодуляционных искажений третьего порядка не превышает -60 дБн.

14.6.4.11 Определение абсолютной погрешности измерения уровня синусоидального сигнала в диапазоне $(0 \dots -50)$ дБмВт маркером анализатора спектра в диапазоне частот $(1 - 3000)$ МГц проводят методом прямых измерений по схемам представленным на рис. 14.9 и 14.10. Определение погрешности измерения уровня сигнала маркером анализатора в диапазоне частот 20 МГц – 3 ГГц проводят по схеме представленной на рис 14.4.

Выполняют следующие операции:

1) При отключенной мощности на выходе генератора, проводят калибровку используемого ваттметра в соответствии с его РЭ; устанавливают второй предел измерения и устанавливают нулевые показания ваттметра.

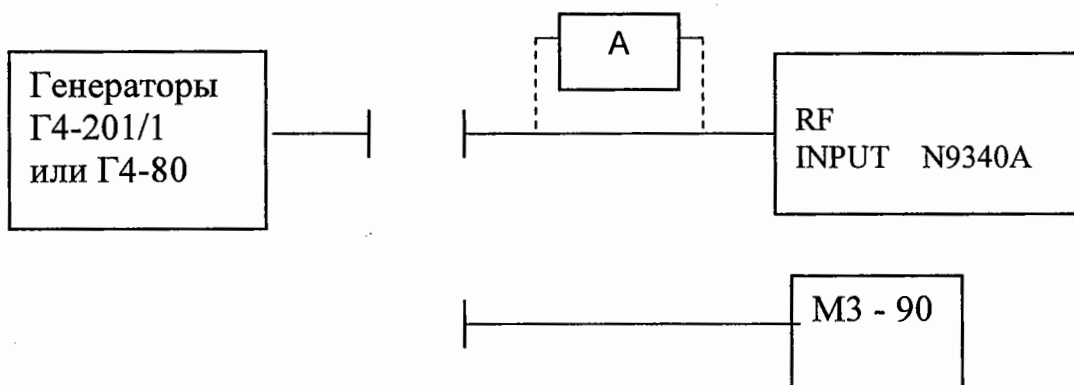


Рисунок 14.4

2) Нажимают на лицевой панели анализатора клавишу **Preset**

1) На анализаторе спектра устанавливают следующие параметры:

2)

| | | |
|---------------|--------------------|---------------|
| FREQ | <i>Center Freq</i> | таблица 14.10 |
| SPAN | <i>Span</i> | 50 кГц |
| BW/SWP | <i>RBW</i> | 1 кГц |
| | <i>VBW</i> | 1 кГц |
| AMPTD | <i>Ref Level</i> | 0 dBm |
| | <i>Scale Type</i> | Log |
| | <i>Scele/Div</i> | 10 dB |
| | <i>Attenuation</i> | 20 dB |
| | <i>Preamp</i> | OFF |

4) Частоту генератора сигналов Г4-201/1 устанавливают из таблицы 14.10, уровень выходного сигнала -13 dBV.

5) К выходу СВЧ кабеля (другой конец подключен к генератору) подключают преобразователь измерителя мощности и фиксируют показание измерительного блока ваттметра Ризм в мВт.

6) Вычисляют действительное значение мощности, падающей на вход анализатора, P в единицах дБмВт по формуле 6 и заносят полученное значение в таблицу 14.10

$$P = 10 \times \log P_{\text{Ризм}} \quad (6)$$

7) Отключают от СВЧ кабеля измеритель мощности и кабель подключают к анализатору. На анализаторе нажимают клавишу **Marker, Peak Search, Peak**, и фиксируют показания маркера анализатора MKR1 в таблице 14.10.

8) Аналогично проводят измерения на остальных частотах повторяя шаги 4-7, для уровней $-10, -20$ dBm в соответствии с таблицей 14.10.

9) Частоту генератора сигналов Г4-201/1 устанавливают из таблицы 14.10, уровень выходного сигнала -33 dBV.

10) Ко входу анализатора подключают аттенюатор с номинальным значением ослабления $A=10$ дБ из комплекта ДК2-70.

11) К выходу СВЧ кабеля (другой конец подключен к генератору) подключают преобразователь измерителя мощности и фиксируют показание измерительного блока ваттметра Ризм в мВт.

12) Вычисляют действительное значение мощности, падающей на вход анализатора, P в единицах дБмВт по формуле 7 и заносят полученное значение в таблицу 14.10

$$P = 10 \times \log P_{\text{Ризм}} - A \quad (7)$$

13) Отключают от СВЧ кабеля измеритель мощности и кабель подключают к аттенюатору на входе анализатора. На анализаторе нажимают клавишу **Marker, Peak Search, Peak**, и фиксируют показания маркера анализатора MKR1 в таблице 14.10.

14) Аналогично проводят измерения на остальных частотах повторяя шаги 9-13, для уровней $-40, -50$ dBm устанавливая на вход анализатора аттенюаторы в соответствии с таблицей 14.10.

15) Определение погрешности измерения уровня сигнала маркером на частоте 1 и 10 МГц проводят по схеме представленной на рис 14.5

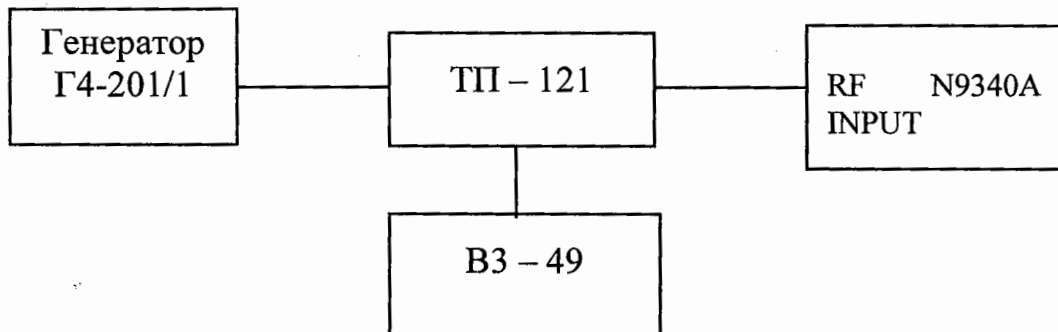


Рисунок 14.5.

В схеме рис.14.5 тройник ТП-121 из комплекта калибратора напряжений В1-16 следует подключать к анализатору через отрезок Э2-146 из комплекта нагрузок ЭК9-140 (с целью достижения жесткого соединения).

16) На генераторе сигналов Г4-201/1 устанавливают уровень выходного сигнала -13 dBV и определяют по вольтметру ВЗ-49 напряжение $U_{\text{вх}}$ [В] на входе поверяемого анализатора.

17) Вычисляют действительное значение мощности, падающей на вход анализатора, P в единицах дБмВт по формуле 8 и заносят полученное значение в таблицу 14.10:

$$P = 10 \times \lg (U_{\text{вх}}^2 / 0,05) \quad (8)$$

18) На анализаторе нажимают клавишу **Marker, Peak Search, Peak**, и фиксируют показания маркера анализатора MKR1 в таблице 14.10.

19) Действительное значение погрешности измерения уровня сигнала в диапазоне (0...-50) дБмВт маркером анализатора спектра в диапазоне частот (10 – 3000) ГГц ΔP находят по формуле 9

$$\Delta P = \text{MKR1} - P \quad (9)$$

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если действительное значение погрешности измерения уровня сигнала в диапазоне (0...-50) дБмВт маркером анализатора спектра в диапазоне частот (10 – 3000) ГГц не превышает ± 2 дБ.

Таблица 14.10

| измеря- емый уровень | уровень на генератор е | аттенюатор из комплекта ДК2- | Частота, ГГц | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|---|--|
| | | | 0,001 | 0,01 | 0,05 | 0,1 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | |
| 0 дБм | -13 дВВ | - | 0,001 | 0,01 | 0,05 | 0,1 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | |
| P, дБмВт | | | | | | | | | | | | |
| MKR1, дБм | | | | | | | | | | | | |
| -10 дБм | -23 дВВ | - | 0,02 | 0,05 | 0,1 | 0,3 | 0,7 | 1,2 | 1,7 | 2,3 | 3 | |
| P, дБмВт | | | | | | | | | | | | |
| MKR1, дБм | | | | | | | | | | | | |
| -20 дБм | -33 дВВ | - | 0,001 | 0,01 | 0,05 | 0,1 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | |
| P, дБмВт | | | | | | | | | | | | |
| MKR1, дБм | | | | | | | | | | | | |
| -30 дБм | -33 дВВ | 10 | 0,02 | 0,07 | 0,2 | 0,5 | 0,9 | 1,4 | 1,9 | 2,6 | 3 | |
| P, дБмВт | | | | | | | | | | | | |
| MKR1, дБм | | | | | | | | | | | | |
| -40 дБм | -43 дВВ | 20 | 0,02 | 0,05 | 0,1 | 0,4 | 0,9 | 1,3 | 1,8 | 2,4 | 3 | |
| P, дБмВт | | | | | | | | | | | | |
| MKR1, дБм | | | | | | | | | | | | |
| -50 дБм | -53 дВВ | 30 | 0,02 | 0,08 | 0,3 | 0,7 | 1,0 | 1,6 | 2,1 | 2,7 | 3 | |
| P, дБмВт | | | | | | | | | | | | |
| MKR1, дБм | | | | | | | | | | | | |

14.6.4.12. Определение КСВН входа анализаторов и выхода следящего генератора (опция) проводят с помощью измерителей комплексных коэффициентов передачи и отражения P4-11 и P4-23 и измерителя КСВН панорамных P2-103. Для определения КСВН анализатора устанавливают ослабление аттенюатора из таблицы 14.11 и подключают ко входу измерители P4-11, P4-23, P2-103 поочередно. Измеряют КСВН входа анализатора и выхода следящего генератора.

Таблица 14.11

| Ослабление входного аттенюатора | Диапазон частот | Допустимое значение КСВН |
|---------------------------------|------------------|--------------------------|
| 0 | 10 МГц – 3 ГГц | Не более 1,8 |
| 10 | 100 кГц – 10 МГц | Не более 1,8 |
| | 10 МГц – 2,5 ГГц | Не более 1,5 |
| | 2,5 ГГц – 3 ГГц | Не более 1,8 |
| 20 | 100 кГц – 10 МГц | Не более 1,6 |
| | 10 МГц – 3 ГГц | Не более 1,4 |
| Следящий генератор | 5 МГц – 3 ГГц | Не более 2,0 |

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения КСВН не превышают значений указанных в таблице 14.15.

14.6.4.13. Определение погрешности установки уровня следящего генератора на частоте 50 МГц и неравномерности АЧХ проводят с помощью измерителя мощности МЗ-90, и вольтметра ВЗ-49.

Преобразователь ваттметра подключают к выходному разъему следящего генератора.

1) На анализаторе нажимают кнопки: **Preset, MODE.**

2) В меню выбирают Tracking Generator и нажимают кнопку **Enter.**

3) Устанавливают амплитуду следящего генератора 0 dBm.

4) Отсчитывают по индикатору ваттметра значение мощности P_{50} в милливаттах и рассчитывают погрешность δ_{50} установки выходного уровня следящего генератора на частоте 50 МГц по формуле 10:

$$\delta_{50} = 10 \times \log P_{50} \quad (10)$$

5) Изменяя значение центральной частоты (**Center Frequency**) проводят измерения мощности P_F при уровне 0 дБмВт на частотах 20 МГц, 100 МГц, 200 МГц, 300 МГц, 500 МГц, 800 МГц, 1 ГГц, 1,3 ГГц, 1,5 ГГц, 1,8 ГГц, 2 ГГц, 2,3 ГГц, 2,5 ГГц, 3 ГГц. Фиксируют полученные значения (P_F).

6) Определение неравномерности АЧХ в точках 5 и 10 МГц проводят по схеме представленной на рис 14.6 в семи точках диапазона включая крайние.

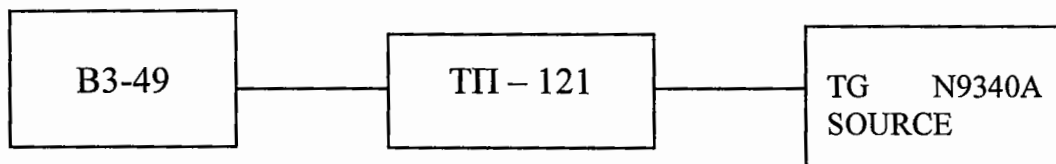


Рисунок 14.6.

В схеме рис.14.6 тройник ТП-121 из комплекта калибратора напряжений В1-16 следует подключать к анализатору через отрезок Э2-146 из комплекта нагрузок ЭК9-140 (с целью достижения жесткого соединения).

7) Изменяя уровень сигнала генератора, поддерживают показания маркера анализатора минус $(0 \pm 0,05)$ dBm определяют по вольтметру ВЗ-49 напряжение $U_{вх}$ [В] на входе поверяемого анализатора.

8) Вычисляют действительное значение мощности, падающей на вход анализатора, P_M в единицах дБм по формуле 11 и фиксируют полученные значения.

$$(P_F) = 10 \times \lg (U_{вх}^2/0,05) \quad (11)$$

Выбирают максимальное P_{Fmax} и минимальное P_{Fmin} из измеренных и вычисленных значений мощности и рассчитывают неравномерность АЧХ $\delta_{АЧХ\pm}$ по формулам 12 и 13 :

$$\delta_{АЧХ+} = 10 \times \log [(P_F)_{max} / P_{50}] \quad (12)$$

$$\delta_{АЧХ-} = 10 \times \log [(P_F)_{min} / P_{50}] \quad (13)$$

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если все значения неравномерности АЧХ: $\delta_{АЧХ+}$, $\delta_{АЧХ-}$, - не превышает ± 3 дБ в диапазоне частот 5 МГц – 3 ГГц.

14.7 Оформление результатов поверки

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

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

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