

УТВЕРЖДАЮ

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



А.Н. Щипунов

03 2020 г.

Государственная система по обеспечению единства измерений

Инструкция

Системы измерительного приемника N5531X

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
651-20-029 МП**

2020 г.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на системы измерительного приемника N5531X (далее - системы) компании «Keysight Technologies Malaysia Sdn. Bhd.», Малайзия, устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

1.2 Метрологические характеристики системы, подлежащие проверке, и операции поверки приведены в таблице 1.

1.3 Допускается, на основании письменного заявления владельца системы, периодическую поверку проводить для меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений с указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик:	7.3		
3.1 Определение относительной погрешности установки частоты	7.3.1	да	да
3.2 Определение абсолютной погрешности измерений амплитуды при переключении полос пропускания	7.3.2	да	да
3.3 Определение абсолютной погрешности измерений мощности	7.3.3	да	да
3.4 Определение допускаемой абсолютной погрешности изменения мощности на опорной частоте 50 МГц при изменении ослабления входного аттенюатора	7.3.4	да	да
3.5 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики	7.3.5	да	да
3.6 Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями	7.3.6	да	нет
3.7 Определение мощности собственных шумов	7.3.7	да	да
3.8 Определение уровня фазового шума	7.3.8	да	нет
3.9 Определение КСВН преобразователя мощности	7.3.9	да	да
3.10 Определение абсолютной погрешности измерения мощности	7.3.10	да	да
4 Проверка программного обеспечения	7.4	да	да

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

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

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

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

Таблица 2

Номер пункта методики 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
7.3.1	частотомер электронно-счетный 53132А (пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты $\pm 5 \cdot 10^{-6}$); стандарт частоты рубидиевый FS725 (пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 5 \cdot 10^{-10}$)
7.3.2	измеритель мощности N1914А с преобразователями измерительными N8482А, N8485А, N8487А, 8485D, 8487D (пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm (4 \div 6) \%$)
7.3.3, 7.3.4	генератор сигналов E8257D (пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 2 \cdot 10^{-7}$); измеритель мощности N1914А с преобразователями измерительными N8482А (пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm (6 \div 8) \%$); программируемый ступенчатый аттенюатор 8494G, 8496G; аттенюаторы с уровнем ослабления 6 дБ;
7.3.5	генератор сигналов E8257D (пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 2 \cdot 10^{-7}$); генератор сигналов произвольной формы 33250А (пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6}$); измеритель мощности N1914А с преобразователями измерительными N8482А, N8485А, N8487А, 8485D, 8487D (пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm (4 \div 6) \%$); делитель напряжения); мультиметр 3458А, диапазон измерений напряжения постоянного тока от 1 мкВ до 1000 В, пределы допускаемой относительной погрешности от $0,5 \cdot 10^{-4}$ до $2,5 \cdot 10^{-4} \%$, диапазон измерений силы постоянного тока от 0,1 нА до 1 А, пределы допускаемой относительной погрешности от $1,4 \cdot 10^{-3}$ до $4,1 \cdot 10^{-2} \%$, диапазон измерения напряжения переменного тока от 10 мкВ до 1000 В в диапазоне частот от 1 Гц до 10 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности от $7 \cdot 10^{-3}$ до $4 \cdot 10^{-2} \%$
7.3.6	генератор сигналов E8257D (пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 2 \cdot 10^{-7}$); ФНЧ
7.3.7	согласованная нагрузка 50 Ом из набора 85032F, 85052В или 85056А
7.3.8	генератор сигналов E8257D (пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 2 \cdot 10^{-7}$)
7.3.9	векторный анализатор цепей N5245В (диапазон частот от 10 МГц до 50 ГГц) Государственный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в коаксиальных трактах 1 разряда в диапазоне частот от 0 до 50 ГГц пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 2,5 \%$, наборы калибровочных мер 85054В, 85052В, 85056А (диапазон частот от 0 до 50 ГГц, погрешность измерения фазы коэффициента отражения от $\pm 0,5^0$ до $\pm 2,5^0$)
7.3.10	векторный анализатор цепей N5245В; Государственный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в коаксиальных трактах 1 разряда в

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
	диапазоне частот от 0 до 50 ГГц; наборы калибровочных мер 85054В, 85052В, 85056А.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

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

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

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

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия:

температура окружающего воздуха, °С (К)	23 ± 5;
относительная влажность воздуха, %	65 ± 15;
атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	100 ± 4 (750 ± 30).
Напряжение питания от сети переменного тока, В	от 210 до 230.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Поверитель должен изучить руководство по эксплуатации (РЭ) поверяемой системы и используемых средств поверки.

6.2 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемой системы (наличие интерфейсных, антенных кабелей, шнуров питания и пр.);
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) требуемые рабочие эталоны, средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в РЭ).

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- чистоту и исправность разъемов и гнезд,
- отсутствие внешних механических повреждений и ослабления элементов конструкции.

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются требования приведенные в п. 7.1.1. Система, имеющая дефекты (механические повреждения), бракуется и направляется в ремонт.

7.2 Опробование

7.2.1 Подключить систему к сети. На передней панели приборов входящих в модификацию системы нажать кнопку включения питания. На экране анализатора должна появиться информация о загрузке операционной системы и программного обеспечения изготовителя. При наличии блока измерительные ваттметра N1911A, N1912A, N1913A, N1914A должна появиться информация. После загрузки операционной системы и программного обеспечения анализатора на экране должно появиться меню управления анализатором. Запустить программу самотестирования. После самотестирования запустить программу внутренней настройки.

7.2.2 Результаты поверки считать удовлетворительными, если при опробовании не отображается информация об ошибках.

7.3 Определение метрологических характеристик

Перевести систему в режим анализатора спектра.

7.3.1 Определение относительной погрешности установки частоты

7.3.1.1 Соединить выход ВЧ генератора со входом RF IN передней панели анализатора.



Рисунок 1

7.3.1.2 Для определения относительной погрешности установки частоты необходимо определить относительную погрешность воспроизведения частоты опорного генератора. Для этого собрать схему согласно рисунку 1, подав сигнал с выхода 10 MHz OUT анализатора на вход частотомера.

7.3.1.3 Измерить частоту опорного генератора анализатора.

7.3.1.4 Погрешность воспроизведения частоты (δF) вычислить по формуле (1):

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

где $F_{ном}$ – установленное значение частоты, Гц;

$F_{изм}$ – измеренное значение частоты, Гц.

7.3.1.5 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора находится в пределах, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты (δ_{ref}):	
- стандартное исполнение	$\pm 1,55 \cdot 10^{-7}$
- опция EP0 (только для модели N9030B)	$\pm 6,6 \cdot 10^{-8}$

7.3.2 Определение абсолютной погрешности измерений амплитуды при переключении полос пропускания.

Для определения погрешности измерения уровня при переключении полос пропускания необходимо подать с генератора на измеритель мощности N1914A с преобразователем

8485D сигнал частотой 50 МГц и амплитудой -25 дБм. Настроить выходной сигнал генератора так, чтобы на измерителе мощности был сигнал $-25 \text{ дБм} \pm 0,1 \text{ дБм}$. Собрать схему на рисунке 11. Подать сигнал с генератора с частотой 50 МГц и амплитудой минус 25 дБм на анализатор спектра.

Выбрать центральную частоту анализатора спектра 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 (нажимая каждый раз клавишу [Peak Search]) фиксировать значения погрешности измерений уровня.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение погрешности измерений уровня при переключении полос пропускания находится в пределах, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой абсолютной погрешности амплитуды при переключении полос пропускания, относительно 30 кГц, дБ:	
от 1 Гц до 1,5 МГц	$\pm 0,03$
от 1,6 до 2,7 МГц	$\pm 0,05$
3 МГц	$\pm 0,10$
4, 5, 6, 8 МГц	$\pm 0,30$

7.3.3 Определение абсолютной погрешности измерений

7.3.3.1 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.

7.3.3.2 Подготовить к работе измеритель мощности с измерительным преобразователем N8482A согласно РЭ. На генераторе установить сигнал с частотой 50 МГц, уровень 16 дБм, уровень ослабления ступенчатых аттенюаторов 0 дБ и измерить значение погрешности сигнала с помощью измерителя мощности. На измерителе мощности должно быть показание равное 0 дБм \pm погрешность соединения. Данную погрешность необходимо учитывать в дальнейших измерениях.

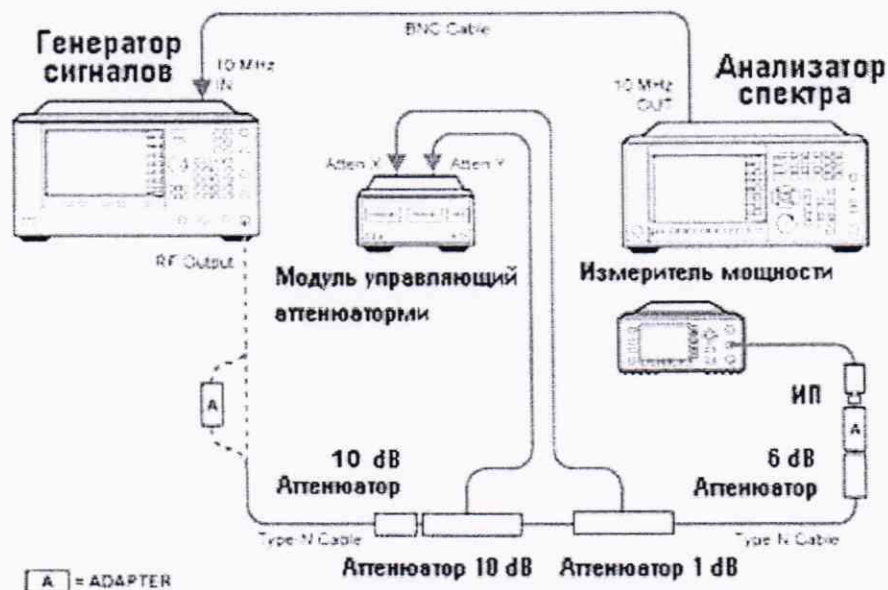


Рисунок 2

7.3.3.3 Отсоединить измеритель мощности и подключить анализатор спектра согласно рисунку 3.

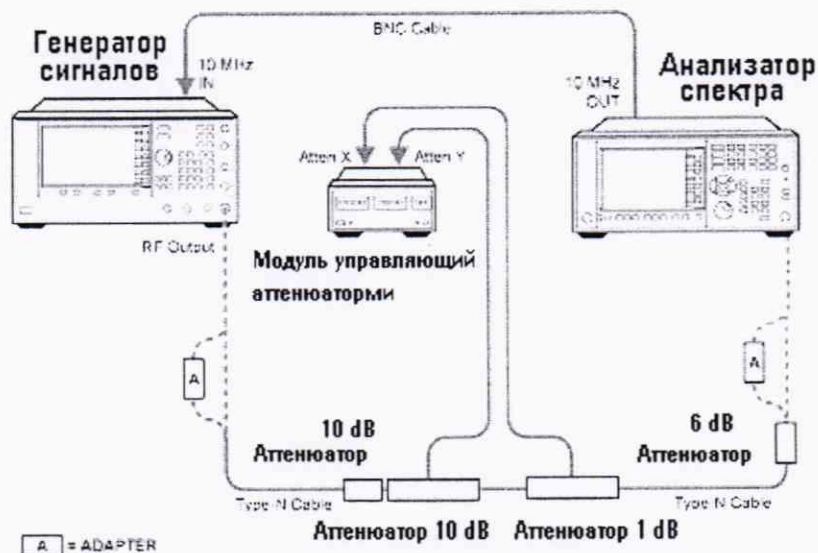


Рисунок 3

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

$$\Delta = \alpha_n - (\alpha_n + \alpha_{\text{атт}}),$$

где α_n – установленное значение ослабления

α_n – измеренное значение на анализаторе спектра

$\alpha_{\text{атт}}$ – значение погрешности ступеньки аттенюатора на 50 МГц

7.3.3.4 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, дБм
Предусилитель выключен				
-11	820,00	4990,00		
-13	360,00	4990,00		
-21	47,00	4982,00		
-26	30,00	3180,00		
-36	4,70	498,20		
-51	2,00	212,00		
Предусилитель включен				
-40	47,00	4982,00		
-60	7,50	795,00		
-80	1,00	106,00		

7.3.3.5 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение абсолютной погрешности измерений уровня не превышает значений, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения мощности (внутренний аттенюатор 10 дБ, значения входного сигнала от -10 до -50 дБм, полоса пропускания от 1 Гц од 1 МГц), дБ: -на опорной частоте 50 МГц -весь частотный диапазон -весь частотный диапазон (предусилитель включен)	$\pm 0,24$ $\pm(0,24 \text{ дБ} + \text{неравномерность АЧХ})$ $\pm(0,36 \text{ дБ} + \text{неравномерность АЧХ})$

7.3.4 Определение допускаемой абсолютной погрешности изменения мощности на опорной частоте 50 МГц при изменении ослабления входного аттенюатора

7.3.4.1 Измерения осуществляются по схеме рисунка 3.

7.3.4.2 На генераторе установить сигнал с амплитудой 16 дБ и частотой 50 МГц. На анализаторе установить центральную частоту измерения 50 МГц, полосу обзора 0 Гц, опорный уровень – 60 дБ, разрешение шкалы 1 дБ, полосу пропускания 3 кГц, ослабление внутреннего аттенюатора 6 дБ, ослабление внешнего ступенчатого аттенюатора -70 дБ.

7.3.4.3 Измерить уровень и использовать его как опорный.

7.3.4.4 Изменять ступени ослабления внешнего ступенчатого аттенюатора, опорного уровня анализатора и ослабление внутреннего аттенюатора анализатора согласно таблице 7.

Таблица 7

Значение входного уровня ослабления, дБм	Значение опорного уровня анализатора спектра, дБм	Ослабление внутреннего аттенюатора, дБ	Действительное значение уровня, дБ
-70	-60	20	+10
-60	-50	30	+20
-50	-40	40	+30
-40	-30	50	+40

$$\Delta = \alpha_n - (\alpha_d + \alpha_{\text{атт}}),$$

где α_n – установленное значение ослабления

α_n – измеренное значение

$\alpha_{\text{атт}}$ – значение погрешности ступеньки аттенюатора на 50 МГц

7.3.4.5 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение абсолютной погрешности измерений уровня не превышает значений, указанных в таблице 8.

Таблица 8

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой погрешности изменения мощности на опорной частоте 50 МГц и выключенном предусилителе, внутренний аттенюатор 10 дБ при изменении ослабления входного аттенюатора, дБ от 12 до 40 дБ от 2 до 8 дБ	$\pm 0,14$ $\pm 0,18$

7.3.5 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики

7.3.5.1 Неравномерность АЧХ в установленной полосе частот определять методом «постоянного входа».

7.3.5.2 Для определения неравномерности АЧХ в частотном диапазоне от $3 \cdot 10^5$ до $3,6 \cdot 10^9$ Гц используют генератор сигналов E8257D, двухпортовый измеритель мощности N1914A с измерительными преобразователями N8482A и делителя мощности. Подготовить измеритель мощности к работе. Собрать схему согласно рисунку 4. На генераторе установить уровень выходного сигнала -4 дБм, убедиться, что на измерителе мощности измеренный уровень сигнала равен $-10 \text{ дБм} \pm 1 \text{ дБм}$. Произвести измерения погрешности деления делителя мощности на частотах $3 \cdot 10^5$, $1 \cdot 10^6$, $5 \cdot 10^6$, $1 \cdot 10^7$, $15 \cdot 10^7$, $45 \cdot 10^7$, $95 \cdot 10^7$, $1,25 \cdot 10^9$, $1,85 \cdot 10^9$, $2,25 \cdot 10^9$, $2,95 \cdot 10^9$, $3,55 \cdot 10^9$ Гц. Зафиксировать погрешность деления и учитывать ее в дальнейших измерениях.

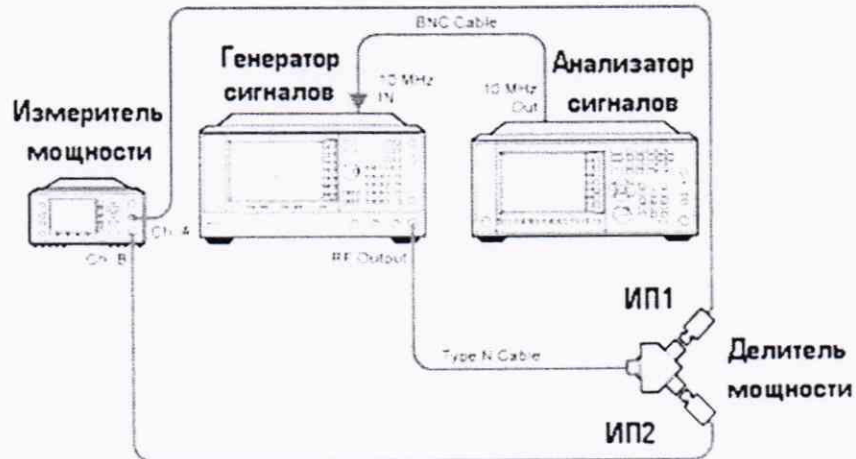


Рисунок 4

7.3.5.3 Отсоединить ИП1 от делителя. Освободившийся рукав делителя соединить с анализатором спектра (рисунок 5). На анализаторе установить DC coupled, предусилитель выключен, полоса обзора 1 МГц, ослабление аттенюатора 10 дБ. На генераторе установить уровень выходного сигнала -4 дБм, частота 50 МГц. Произвести измерения уровня сигнала уровня -10 дБм на частоте 50 МГц, установить маркер на пик, нажать маркер->дельта. Далее произвести измерения относительно 50 МГц на частотах $3 \cdot 10^5$, $1 \cdot 10^6$, $5 \cdot 10^6$, $1 \cdot 10^7$, $15 \cdot 10^7$, $45 \cdot 10^7$, $95 \cdot 10^7$, $1,25 \cdot 10^9$, $1,85 \cdot 10^9$, $2,25 \cdot 10^9$, $2,95 \cdot 10^9$, $3,55 \cdot 10^9$ Гц. Полученные значения зафиксировать, вычислить погрешность, учитывая погрешность делителя мощности.

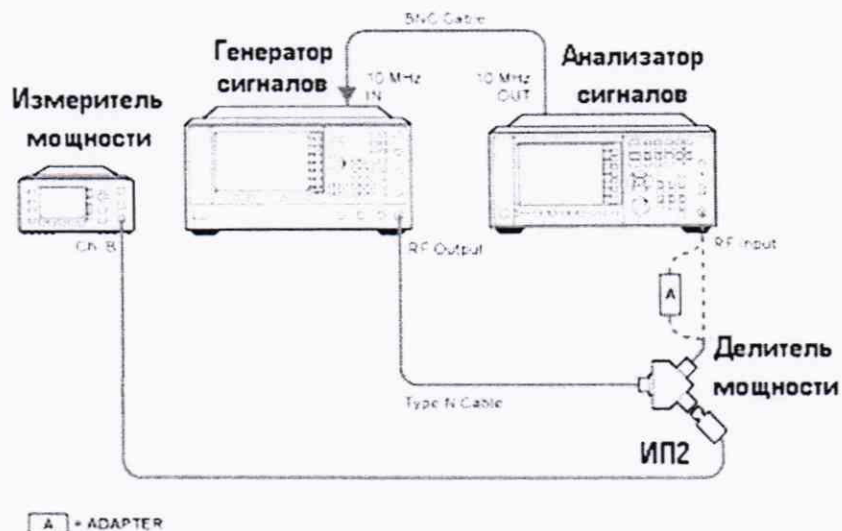


Рисунок 5

7.3.5.4 Для определения неравномерности АЧХ в частотном диапазоне от 3 до $3 \cdot 10^5$ Гц используют генератор сигналов произвольной формы 33250А и мультиметр 3458А (рисунок 6). На генераторе установить уровень выходного сигнала -10 дБм. Произвести измерения погрешности уровня выходного сигнала генератора на частотах 3, 50, 100, 500, $1 \cdot 10^3$, $5 \cdot 10^3$, $1 \cdot 10^4$, $5 \cdot 10^4$, $1 \cdot 10^5$, $3 \cdot 10^5$ Гц с помощью мультиметра. Зафиксировать погрешность измерения.



Рисунок 6

7.3.5.5 Соединить генератор с анализатором, как показано на рисунке 7. На анализаторе установить величину входного ослабления 10 дБ, полосу обзора 1 МГц. Произвести измерения неравномерности АЧХ на частотах 3, 50, 100, 500, $1 \cdot 10^3$, $5 \cdot 10^3$, $1 \cdot 10^4$, $5 \cdot 10^4$, $1 \cdot 10^5$, $3 \cdot 10^5$ Гц. Измерения проводить дельта-маркером относительно 50 МГц. Полученные значения зафиксировать, вычислить погрешность.

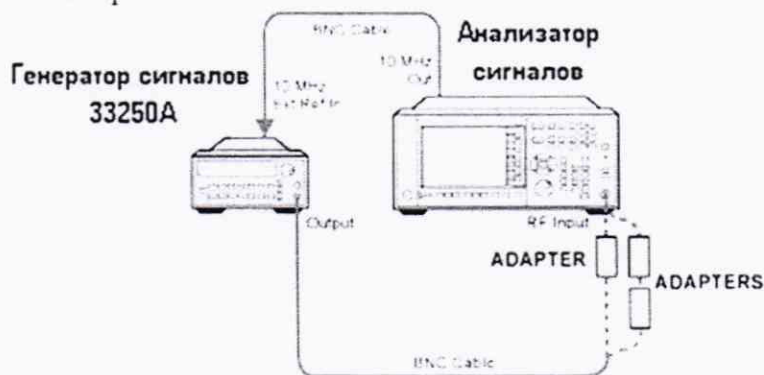


Рисунок 7.

7.3.5.5 Для определения неравномерности АЧХ с включенным предусилителем используют аттенюатор с показанием ослабления 20 дБ. Соединить приборы как указано на рисунке 8. С генератора подать сигнал амплитудой -4 дБм. Произвести измерения погрешности деления делителя мощности на частотах $3 \cdot 10^5$, $1 \cdot 10^6$, $5 \cdot 10^6$, $1 \cdot 10^7$, $15 \cdot 10^7$, $45 \cdot 10^7$, $95 \cdot 10^7$, $1,25 \cdot 10^9$, $1,85 \cdot 10^9$, $2,25 \cdot 10^9$, $2,95 \cdot 10^9$, $3,55 \cdot 10^9$ Гц. Зафиксировать погрешность деления и учитывать ее в дальнейших измерениях.

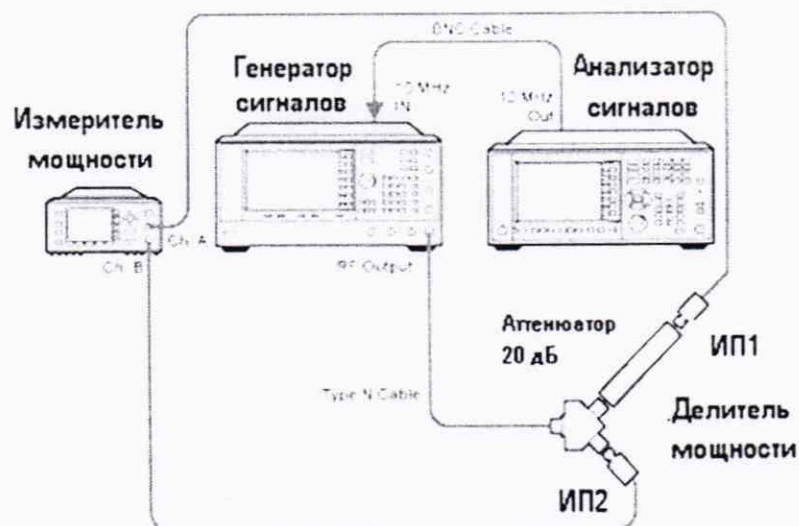


Рисунок 8

7.3.5.6 Отсоединить ИП1 от делителя. Освободившийся рукав делителя с аттенуатором соединить с анализатором спектра (рисунок 5). На анализаторе установить DC coupled, предусилитель включен, полоса обзора 1 МГц, ослабление аттенуатора 10 дБ. На генераторе установить уровень выходного сигнала -4 дБм, частота 50 МГц. Произвести измерения уровня сигнала на частоте 50 МГц, установить маркер на пик, нажать маркер->дельта. Далее произвести измерения относительно 50 МГц на частотах $3 \cdot 10^5$, $1 \cdot 10^6$, $5 \cdot 10^6$, $1 \cdot 10^7$, $15 \cdot 10^7$, $45 \cdot 10^7$, $95 \cdot 10^7$, $1,25 \cdot 10^9$, $1,85 \cdot 10^9$, $2,25 \cdot 10^9$, $2,95 \cdot 10^9$, $3,55 \cdot 10^9$ Гц. Полученные значения зафиксировать, вычислить погрешность.

7.3.5.7 Для определения неравномерности АЧХ с выключенным предусилителем в частотном диапазоне от $3,6 \cdot 10^9$ до $8 \cdot 10^9$ Гц (опция 508), $13 \cdot 10^9$ Гц (опция 513), $26,5 \cdot 10^9$ Гц (опция 526) используют генератор сигналов E8257D (опция 540 или 550), двухпортовый измеритель мощности N1914A с измерительными преобразователями N8485A и делитель мощности (с рабочим частотным диапазоном до 26,5 ГГц). Для определения неравномерности АЧХ в частотном диапазоне от $3,6 \cdot 10^9$ до $43 \cdot 10^9$ Гц (опция 543), $44 \cdot 10^9$ Гц (опция 544), $50 \cdot 10^9$ Гц (опция 550) используют генератор сигналов E8257D (с опцией 550), двухпортовый измеритель мощности N1914A с измерительными преобразователями N8487A и делитель мощности (с рабочим частотным диапазоном до 50 ГГц). Подготовить измеритель мощности к работе. Собрать схему согласно рисунку 4. На генераторе установить уровень выходного сигнала -10 дБм. Произвести измерения погрешности деления делителя мощности на частотах $3,65 \cdot 10^9$ (для опций 503, 508, 513, 526, 543, 544, 550), $5,05 \cdot 10^9$, $6,05 \cdot 10^9$, $7,05 \cdot 10^9$, $8,05 \cdot 10^9$, $8,35 \cdot 10^9$ (для опций 508, 513, 526, 543, 544, 550), $9,05 \cdot 10^9$, $10,05 \cdot 10^9$, $11,05 \cdot 10^9$, $12,05 \cdot 10^9$, $13,05 \cdot 10^9$, $13,55 \cdot 10^9$ (для опций 513, 526, 543, 544, 550), $14,05 \cdot 10^9$, $15,05 \cdot 10^9$, $16,05 \cdot 10^9$, $17,05 \cdot 10^9$, $18,05 \cdot 10^9$, $19,05 \cdot 10^9$, $20,05 \cdot 10^9$, $21,05 \cdot 10^9$, $22,05 \cdot 10^9$, $23,05 \cdot 10^9$, $24,05 \cdot 10^9$, $25,55 \cdot 10^9$, $26,05 \cdot 10^9$, $26,45 \cdot 10^9$ (для опций 526, 543, 544, 550), $30,05 \cdot 10^9$, $32,05 \cdot 10^9$, $35,05 \cdot 10^9$, $37,05 \cdot 10^9$, $40,05 \cdot 10^9$, $43 \cdot 10^9$ (для опций 543, 544, 550), $44 \cdot 10^9$ (для опций 544, 550), $45,05 \cdot 10^9$, $46,05 \cdot 10^9$, $47,05 \cdot 10^9$, $48,05 \cdot 10^9$, $49,05 \cdot 10^9$, $50 \cdot 10^9$ (для опции 550) Гц. Зафиксировать погрешность деления и учитывать ее в дальнейших измерениях.

7.3.5.8 Отсоединить ИП1 от делителя. Освободившийся рукав делителя соединить с анализатором спектра (рисунок 5). На анализаторе установить DC coupled, предусилитель выключен, полоса обзора 1 МГц, ослабление аттенуатора 10 дБ. Произвести измерения уровня сигнала уровня -10 дБм на частотах $3,65 \cdot 10^9$, $5,05 \cdot 10^9$, $6,05 \cdot 10^9$, $7,05 \cdot 10^9$ (для опций 503, 508, 513, 526, 543, 544, 550), $8,05 \cdot 10^9$, $8,35 \cdot 10^9$ (для опций 508, 513, 526, 532, 543, 544, 550), $9,05 \cdot 10^9$, $10,05 \cdot 10^9$, $11,05 \cdot 10^9$, $12,05 \cdot 10^9$, $13,05 \cdot 10^9$, $13,55 \cdot 10^9$ (для опций 513, 526, 543, 544, 550), $14,05 \cdot 10^9$, $15,05 \cdot 10^9$, $16,05 \cdot 10^9$, $17,05 \cdot 10^9$, $18,05 \cdot 10^9$, $19,05 \cdot 10^9$, $20,05 \cdot 10^9$, $21,05 \cdot 10^9$, $22,05 \cdot 10^9$, $23,05 \cdot 10^9$, $24,05 \cdot 10^9$, $25,55 \cdot 10^9$, $26,05 \cdot 10^9$, $26,45 \cdot 10^9$ (для опций 526, 543, 544, 550), $30,05 \cdot 10^9$, $32,05 \cdot 10^9$ (для опций 543, 544, 550), $35,05 \cdot 10^9$, $37,05 \cdot 10^9$, $40,05 \cdot 10^9$, $43 \cdot 10^9$ (для опций 543, 544, 550), $44 \cdot 10^9$ (для опций 544, 550), $45,05 \cdot 10^9$, $46,05 \cdot 10^9$, $47,05 \cdot 10^9$, $48,05 \cdot 10^9$, $49,05 \cdot 10^9$, $50 \cdot 10^9$ (для опции 550) Гц. Измерения проводить дельта-маркером относительно 50 МГц. Полученные значения зафиксировать, вычислить погрешность, учитывая погрешность делителя мощности.

7.3.5.9 Для определения неравномерности АЧХ с включенным предусилителем в частотном диапазоне от $3,6 \cdot 10^9$ до $7 \cdot 10^9$ Гц (опция P07), $8 \cdot 10^9$ Гц (опция P08), $13 \cdot 10^9$ Гц (опция P13), $26,5 \cdot 10^9$ Гц (опция P26) используют генератор сигналов E8257D (опция 540), двухпортовый измеритель мощности N1914A с измерительными преобразователями 8485D и делитель мощности (с рабочим частотным диапазоном до 26,5 ГГц). Для определения неравномерности АЧХ в частотном диапазоне от $3,6 \cdot 10^9$ до $43 \cdot 10^9$ Гц (опция P43), $44 \cdot 10^9$ Гц (опция P44), $50 \cdot 10^9$ Гц (опция P50) используют генератор сигналов E8257D или E8257D (опция 550), двухпортовый измеритель мощности N1914A с измерительными преобразователями 8487D и делитель мощности (с рабочим частотным диапазоном до 50 ГГц). Подготовить измеритель мощности к работе. Собрать схему согласно рисунку 4. На генераторе установить уровень выходного сигнала -24 дБм. Произвести измерения погрешности деления делителя мощности на частотах из п. 7.3.6.8. Зафиксировать погрешность деления и учитывать ее в дальнейших измерениях.

7.3.5.10 Отсоединить ИП1 от делителя. Освободившийся рукав делителя соединить с анализатором спектра (рисунок 5). На анализаторе установить DC coupled, предусилитель выключен, полоса обзора 1 МГц, ослабление аттенюатора 10 дБ. Произвести измерения уровня сигнала уровня -10 дБм на частотах из п. 7.3.6.9. Измерения проводить дельта-маркером относительно 50 МГц. Полученные значения зафиксировать, вычислить погрешность, учитывая погрешность делителя мощности.

7.3.5.11 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение неравномерности АЧХ анализатора не превышает значений, указанных в таблице 9.

Таблица 9

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ, на частотах, дБ:	
предусилитель выключен	
для опций 503, 508, 513, 526:	
от 3 Гц до 10 МГц включ.	±0,46
св. 10 МГц до 3,6 ГГц включ.	±0,35
св. 3,5 до 8,4 ГГц включ.	±1,5
св. 8,3 до 22,0 ГГц включ.	±2,0
св. 22,0 до 26,5 ГГц включ.	±2,5
для опций 543, 544, 550	
от 3 Гц до 20 МГц включ.	±0,46
св. 20 МГц до 3,6 ГГц включ.	±0,35
св. 3,5 до 5,2 ГГц включ.	±1,7
св. 5,2 до 8,4 ГГц включ.	±1,5
св. 8,3 до 22,0 ГГц включ.	±2,0
св. 22,0 до 34,5 ГГц включ.	±2,5
св. 34,4 до 50 ГГц включ.	±3,2

Продолжение таблицы 9

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
При ослаблении входного аттенюатора 0 дБ и включенном предусилителе на частотах, дБ:	
для опций 503, 508, 513, 526:	
от 100 кГц до 50 МГц включ.	±0,68
св. 50 МГц до 3,6 ГГц включ.	±0,55
св. 3,5 до 8,4 ГГц включ.	±2,0
св. 8,3 до 13,6 ГГц включ.	±2,3
св. 13,5 до 17,1 ГГц включ.	±2,5
св. 17,0 до 22,0 ГГц включ.	±3,0
св. 22,0 до 26,5 ГГц включ.	±3,5
для опций 543, 544, 550	
от 100 кГц до 50 МГц включ.	±0,68
св. 50 МГц до 3,6 ГГц включ.	±0,60
св. 3,5 до 8,4 ГГц включ.	±2,0
св. 8,3 до 13,6 ГГц включ.	±2,3
св. 13,5 до 17,1 ГГц включ.	±2,5
св. 17,0 до 22,0 ГГц включ.	±3,0
св. 22,0 до 26,5 ГГц включ.	±3,5
св. 26,4 до 34,5 ГГц включ.	±3,0
св. 34,4 до 50 ГГц включ.	±4,1

7.3.6 Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями

7.3.6.2 На анализаторе установить входное ослабление 10 дБ, нажатием [AMPTD]-> Attenuation -> Atten -> 10 dB

7.3.6.3 При измерении уровня второй гармоники необходимо использовать фильтры нижних частот соответствующие частоте несущей. Подать на вход анализатора (рисунок 9) гармонический сигнал частотой f_1 и измерить по отсчетному устройству

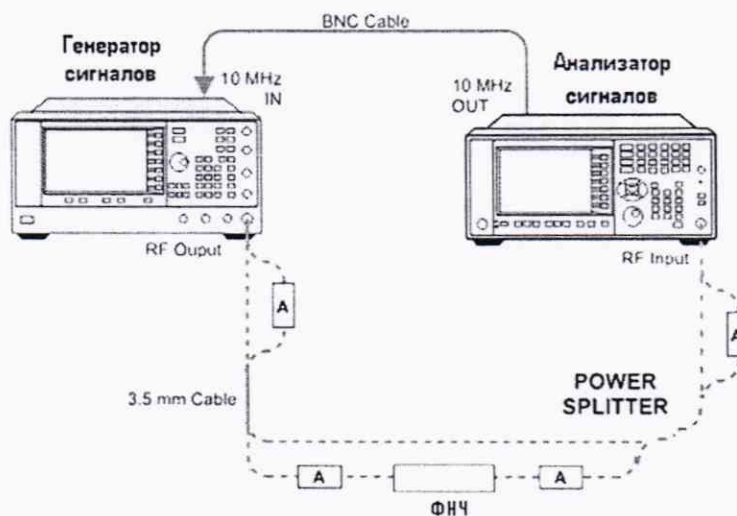


Рисунок 9

7.3.6.2 Измерения проводить в полосе частот от 10 МГц до 13,25 ГГц

7.3.6.3 Результаты поверки считать удовлетворительными, если уровень помех не превысит значений, указанных в таблице 10.

Таблица 10

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
Гармонические искажения, при уровне на смесителе минус 15 дБм, дБн ¹⁴⁾ , не более	Стандартный режим / режим низких шумов
для опций 503, 508, 513, 526	
от 10 до 100 МГц включ.	-57/ -
св. 0,1 до 1,8 ГГц включ.	-60/ -
св. 1,8 до 2,5 ГГц включ.	-77/ -95
св. 2,5 до 4,0 ГГц включ.	-77/ -101
св. 4,0 до 6,5 ГГц включ.	-77/ -105
св. 6,5 до 10,0 ГГц включ.	-70/ -105
св. 10,0 до 13,25 ГГц включ.	-62/ -105
для опций 543, 544, 550	
от 10 до 100 МГц включ.	-57/ -
св. 0,1 до 1,8 ГГц включ.	-60/ -
св. 1,8 до 2,5 ГГц включ.	-72/ -95
св. 2,5 до 3,0 ГГц включ.	-72/ -99
св. 3,0 до 5,0 ГГц включ.	-77/ -99
св. 5,0 до 6,5 ГГц включ.	-77/ -105
св. 6,5 до 10,0 ГГц включ.	-70/ -105
св. 10,0 до 13,25 ГГц включ.	-62/ -105
св. 13,25 до 25 ГГц включ.	-65/ -

7.3.7 Определение мощности собственных шумов

7.3.7.1 Мощность собственных шумов определить измерением уровня с усреднением показаний отсчетных устройств анализатора при отсутствии сигнала и подключении на вход анализатора согласованной нагрузки с соответствующим диапазоном рабочих частот (Рисунок 10). На анализаторе установить ослабление 0 дБ. Измерения проводить на ПЧ 1 кГц. Мощность шума вычисляется по формуле:

$$A_{\text{шума}} \text{ 1 кГц} - 30 \text{ дБм}$$

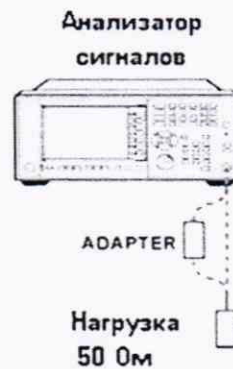


Рисунок 10

7.3.7.2 Результаты поверки считать удовлетворительными, если мощность собственных шумов анализатора не превысит значений, указанных в таблице 11.

7.3.7.3 Повторить измерения с включенным предусилителем. Результаты поверки считать удовлетворительными, если мощность собственных шумов анализатора не превысит значений, указанных в таблице 11.

Таблица 11

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
<p>Мощность собственных шумов при ослаблении входного аттенюатора 0 дБ, RBW = 1 Гц, на входе согласованная нагрузка, дБм для опций 503, 508, 513, 526 (предусилитель выключен):</p> <p>от 9 до 100 кГц включ. св. 100 кГц до 1 МГц включ. св. 1 МГц до 10 МГц включ. св. 10 МГц до 1,2 ГГц включ. св. 1,2 до 2,1 ГГц включ. св. 2,1 до 3,0 ГГц включ. св. 3,0 до 3,6 ГГц включ. св. 3,5 до 4,2 ГГц включ. св. 4,2 до 8,4 ГГц включ. св. 8,3 до 13,6 ГГц включ. св. 13,5 до 16,9 ГГц включ. св. 16,9 до 20 ГГц включ. св. 20,0 до 26,5 ГГц включ.</p>	<p>Стандартный режим / режим низких шумов</p> <p>-146/ - -150/ - -155/ - -154/- -153/ - -151/ - -151/ - -147/-153 -150/-155 -149/-155 -145/-152 -143/-151 -137/-150</p>
<p>для опций 503, 508, 513, 526 (предусилитель включен*)</p> <p>от 100 до 200 кГц включ. св. 200 до 500 кГц включ. св. 500 кГц до 1 МГц включ. св. 1 до 10 МГц включ. св. 10 МГц до 2,1 ГГц включ. св. 2,1 до 3,6 ГГц включ. св. 3,5 до 8,4 ГГц включ. св. 8,3 до 13,6 ГГц включ. св. 13,5 до 16,9 ГГц включ. св. 16,9 до 20 ГГц включ. св. 20,0 до 26,5 ГГц включ.</p> <p>для опций 543, 544, 550 (предусилитель выключен)</p> <p>от 9 до 100 кГц включ. св. 100 кГц до 1 МГц включ. св. 1 до 10 МГц включ. св. 10 МГц до 1,2 ГГц включ. св. 1,2 до 2,1 ГГц включ. св. 2,1 до 3,0 ГГц включ. св. 3,0 до 3,6 ГГц включ. св. 3,5 до 4,2 ГГц включ. св. 4,2 до 6,6 ГГц включ. св. 6,6 до 8,4 ГГц включ. св. 8,3 до 13,6 ГГц включ. св. 13,5 до 14,0 ГГц включ. св. 14,0 до 17,0 ГГц включ. св. 17,0 до 22,5 ГГц включ. св. 22,5 до 26,5 ГГц включ. св. 26,4 до 34,0 ГГц включ. св. 33,9 до 37,0 ГГц включ. св. 37,0 до 40,0 ГГц включ. св. 40,0 до 46,0 ГГц включ. св. 46,0 до 49,0 ГГц включ. св. 49,0 до 50,0 ГГц включ.</p>	<p>-152/ - -155/ - -157/ - -161/ - -165/ - -163/ - -164/ - -163/ - -161/ - -159/ - -155/ - -146/ - -150/ - -155/ - -154/- -153/ - -151/ - -151/ - -143/-150 -144/-152 -147/-154 -147/-153 -143/-150 -145/-151 -141/-149 -139/-146 -138/-146 -134/-141 -132/-140 -130/-140 -130/-138 -128/-138</p>

Продолжение таблицы 11

для опций 543, 544, 550 (предусилитель включен*)	
св. 100 до 200 кГц включ.	-152/ -
св. 200 до 500 кГц включ.	-155/ -
св. 0,5 до 1 МГц включ.	-157/-
св. 1 до 10 МГц включ.	-161/-
св. 10 МГц до 2,1 ГГц включ.	-164/ -
св. 2,1 до 3,6 ГГц включ.	-163/ -
св. 3,5 до 17,1 ГГц включ.	-161/-
св. 17,0 до 20,0 ГГц включ.	-160/-
св. 20,0 до 26,5 ГГц включ.	-158/-
св. 26,4 до 30,0 ГГц включ.	-157/-
св. 30,0 до 34,0 ГГц включ.	-155/-
св. 33,9 до 37,0 ГГц включ.	-153/-
св. 37,0 до 40,0 ГГц включ.	-152/-
св. 40,0 до 46,0 ГГц включ.	-149/-
св. 46,0 до 50,0 ГГц включ.	-146/-
*- на частотах выше 3,6 ГГц при включении предусилителя отключается функция снижения собственных шумов	

7.3.8 Определение уровня фазового шума

7.3.8.1 Измерение уровня фазового шума проводят с помощью генератора E8257D (с опцией UNY и включенным пониженным уровнем фазовых шумов) (рисунок 11).

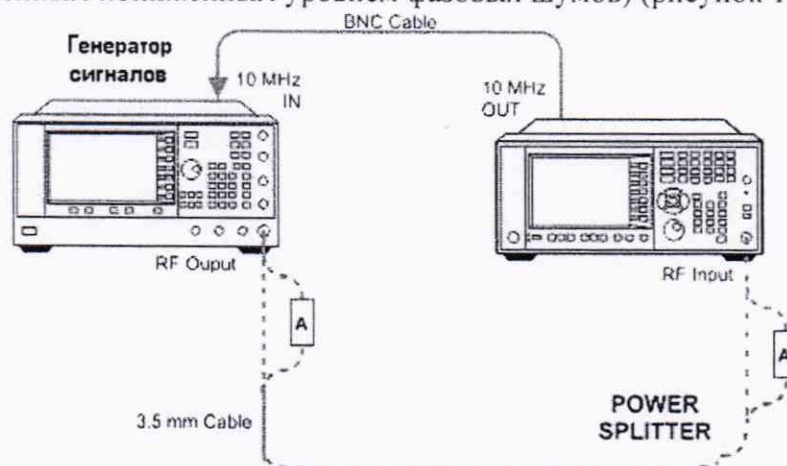


Рисунок 11

7.3.8.2 Установить на анализаторе на центральную частоту 1 ГГц.

7.3.8.3 На ВЧ генераторе установить частоту 1000 МГц и амплитуду 13 дБм.

7.3.8.4 Подстроить амплитуду выходного сигнала ВЧ генератора так, чтобы пик сигнала находился в пределах 1 дБ от верхнего края экрана.

7.3.8.5 Установить на анализаторе значения полосы обзора 3 кГц, 30 кГц, 300 кГц и 3 МГц для каждой отстройки от центральной частоты соответственно.

7.3.8.6 Повторить следующие шаги для каждой установки полосы обзора:

а) Установить маркер M1 на смещенную частоту, указанную в таблице 7.

б) Зафиксировать значения уровня фазового шума по показаниям дельта-маркера.

7.3.8.7 Результаты проверки считать удовлетворительными, если измеренные значения уровня фазового шума ниже значений, указанных в таблице 12.

Таблица 12

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
Уровень фазового шума для центральной частоты 1 ГГц (при отстройке от несущей), дБн/Гц: при стандартном опорном генераторе	
100 Гц	-94
1 кГц	-121
10 кГц	-129
30 кГц	-130
100 кГц	-129
1 МГц	-145
10 МГц	-155
с опцией EPO	
10 Гц	-90
100 Гц	-107
1 кГц	-125
10 кГц	-134
100 кГц	-139
1 МГц	-145
10 МГц	-155

7.3.9 Определение значения КСВН для преобразователя мощности.

7.3.9.1 Подготовить измерительную систему Векторного анализатора цепей к работе. Для этого:

1. Нажать на ВАЦ Preset
2. Подключить ВАЦ (controller) и N1914A через GPIB интерфейс
3. Подключить N8481A (N8485A, N8487A) из состава Государственный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в коаксиальных трактах 1 разряда (в зависимости от опции поверяемого преобразователя) к первому порту ВАЦ и подать сигнал уровнем мощности 0 дБм и прогреть таким образом ИП минимум 30 минут
4. Нажать на ВАЦ System->Configure->Power Meter Settings
5. Ввести данные в соответствии с рисунком 12



Рисунок 12

6. Нажать кнопку Sensor, Load Cal Factors и выбрать новый файл с обновленными калибровочными коэффициентами или ввести новые в соответствии с данными калибровки эталонных преобразователей, нажать ОК.
7. Далее нажать System->Configure->More->Preference и установить галочки в соответствии с рисунком 13 и нажать ОК

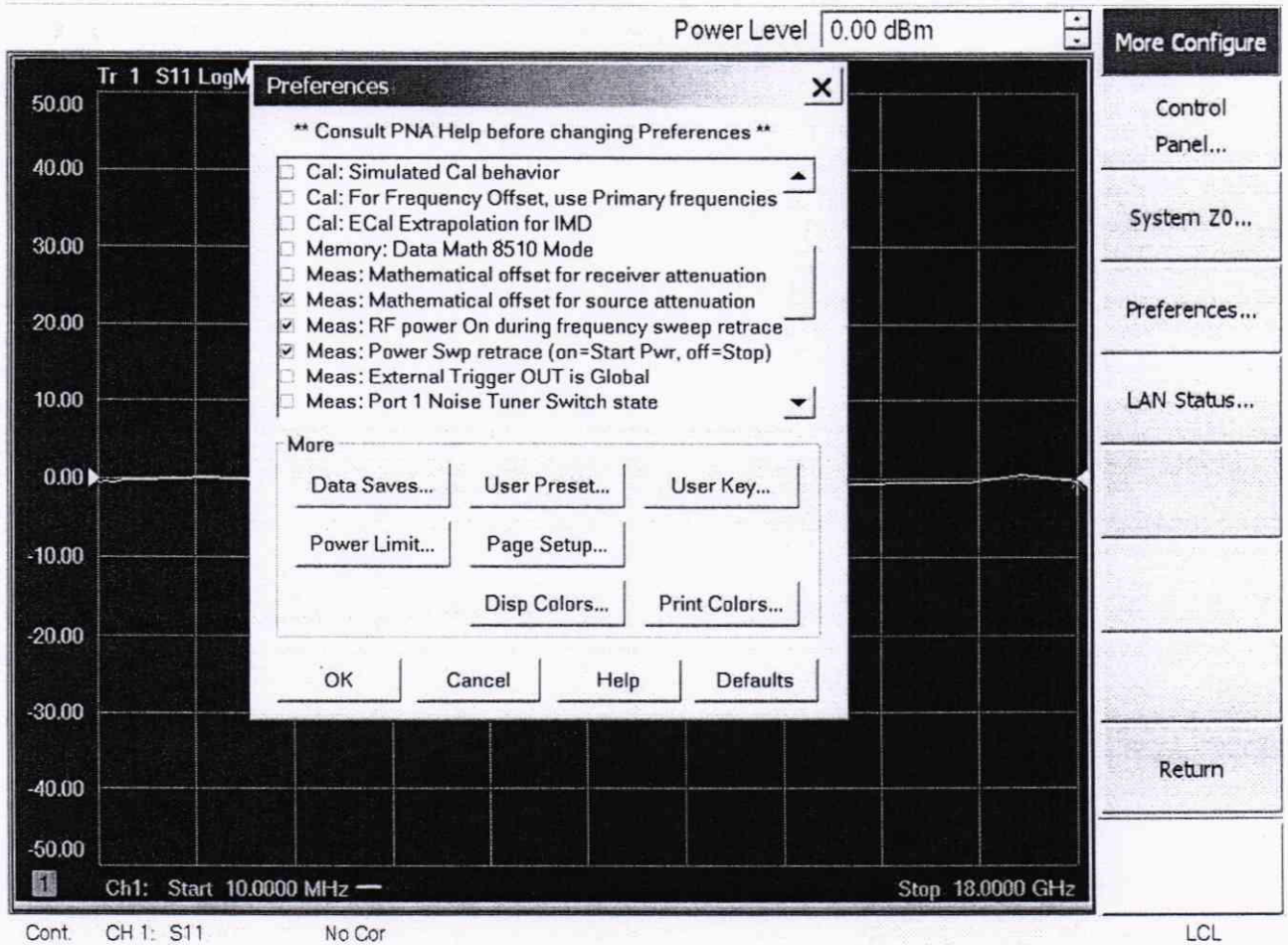


Рисунок 13

8. Нажать на кнопку Power->Power and Attenuators и установить значения в соответствии с рисунком 14



Рисунок 14

9. В этом же окне нажать Receiver Leveling Setup и установить значения в соответствии с рисунком 15

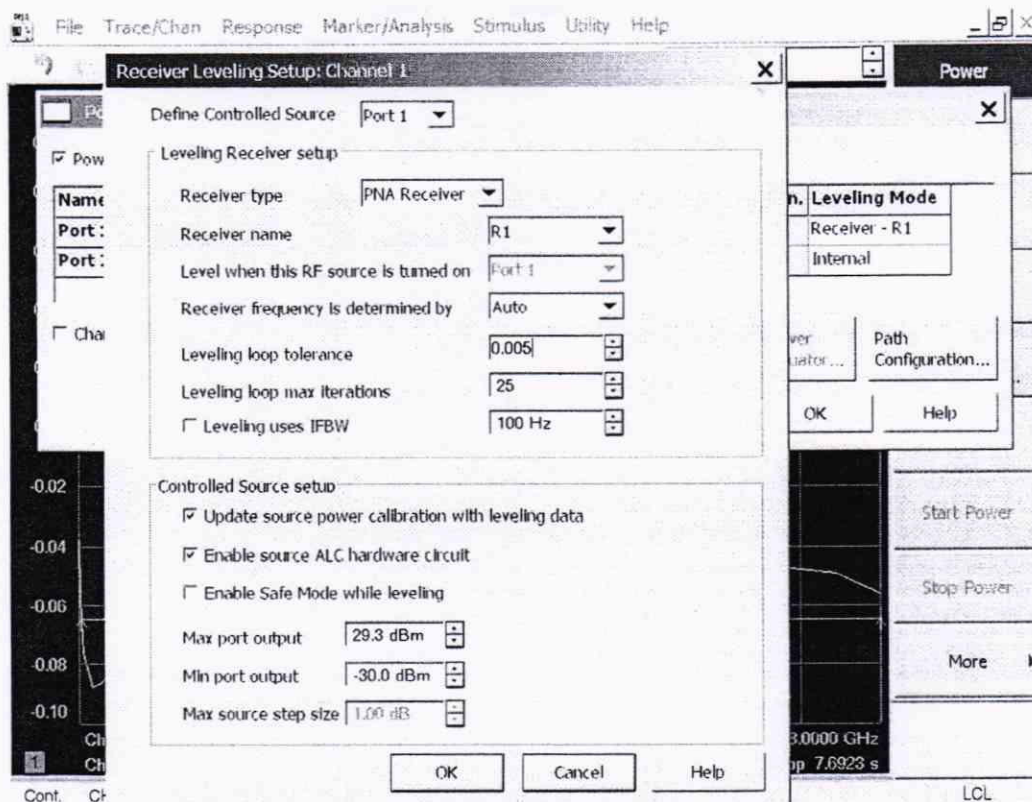


Рисунок 15

10. Нажать кнопку Sweep-Sweep Type->Segment sweep, далее Return->Segment Table
11. Составить сегментированную таблицу в соответствии с точками калибровки N8481A (N8485A, N8487A) из состава Государственный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в коаксиальных трактах 1 разряда (в зависимости от опции поверяемого преобразователя)
12. Убедиться, что в сегментированной таблицы стоит статус ON для всех сегментов
13. Установить Sweep Time 10 секунд
14. Нажать кнопку Cal->Start Cal-> Cal Wizard. Выбрать SmartCal->1 Port калибровку, установить галочку на Calibrate source and receiver power, выбрать Type N (50) male, набор 85054B (85052B, 85056A в зависимости от поверяемой опции преобразователя), выбрать Accuracy Tolerance 0.001 dBm и следовать командам ВАЦ.
15. В качестве адаптеров необходимо использовать переходы, идущие в комплекте с системой. Затягивать необходимо только динамометрическими ключами
16. Сохранить User Cal Status под любым именем
17. Нажать кнопку Cal->Manage Cal->Correction Methods и убедиться, что стоит галочка Perform match correction on Power measurements
18. После калибровки необходимо перейти в режим Sweep->Sweep Type->CW Time

7.3.9.2 Подключить поверяемый преобразователи к эталонному ВАЦ как показано на рисунке 16.

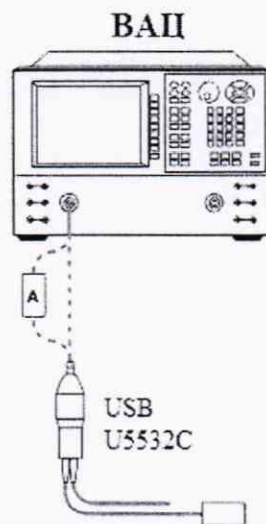


Рисунок 16

7.3.9.3 Провести измерения значений КСВН при помощи ВАЦ в соответствии с таблицей 13. Результаты поверки считать удовлетворительными, если измеренные значения уровня фазового шума ниже значений, указанных в таблице 13.

Таблица 13.

Наименование характеристики	Значение			
КСВН входа преобразователей мощности				
КСВН входа, не более в диапазоне частот	Преобразователь мощности			
	опция 504	опция 518	опция 526	опция 550
от 100 кГц до 2 ГГц включ.	1,10	-	-	-
св. 2,0 до 4,2 ГГц включ.	1,28	-	-	-
св. 10 МГц до 2 ГГц включ.	-	1,10	-	-
св. 10 до 30 МГц включ.	-	-	1,10	-
св. 30 МГц до 2 ГГц включ.	-	-	1,10	1,10
св. 2 до 18 ГГц включ.	-	1,28	1,28	1,28
св. 18,0 до 26,5 ГГц включ.	-	-	1,40	1,40
св. 26,5 до 33,0 ГГц включ.	-	-	-	1,55
св. 33 до 40 ГГц включ.	-	-	-	1,70
св. 40 до 50 ГГц включ.	-	-	-	1,75

7.3.10 Определение абсолютной погрешности измерения мощности.

7.3.10.1 Подключить поверяемый преобразователь в соответствии с рисунком 16.

7.3.10.2 На ВАЦ установить минимальную начальную частоту для поверяемого преобразователя мощности и уровень мощности 0 дБм.

7.3.10.3 Провести измерения уровня мощности поверяемого преобразователя и вычислить погрешность по формуле:

$$P_{\text{мощ}} = P_{\text{изм}} - P_{\text{вац}}$$

7.3.10.4 Провести измерения для всех частот из таблицы 14.

7.3.10.5 Повторить измерения для уровней мощности -10 и +10 дБм

7.3.10.6 Результаты поверки считать удовлетворительными, если измеренные значения уровня фазового шума ниже значений, указанных в таблице 14.

Таблица 14.

Наименование характеристики	Значение			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений мощности (без учета погрешности рассогласования), дБ - в диапазоне измеряемой мощности св. 0 до 20 дБм включ. (δ_2) от 100 кГц до 10 МГц включ. св. 10 до 30 МГц включ. св. 30 МГц до 2 ГГц включ. св. 2,0 до 4,2 ГГц включ. св. 4,2 до 18,0 ГГц включ. св. 18,0 до 26,5 ГГц включ. св. 26,5 до 50,0 ГГц включ.	Преобразователь мощности			
	опция 504	опция 518	опция 526	опция 550
	±0,222	-	-	-
	±0,222	±0,200	-	-
	±0,222	±0,200	±0,200	±0,200
	±0,242	±0,255	±0,301	±0,212
	-	±0,267	±0,301	±0,212
	-	-	±0,380	±0,247
	-	-	-	±0,297
	- в диапазоне измеряемой мощности св. -5 до 0 дБм включ. (δ_2) от 100 кГц до 10 МГц включ. св. 10 до 30 МГц включ. св. 30 МГц до 2 ГГц включ. св. 2,0 до 4,2 ГГц включ. св. 4,2 до 18,0 ГГц включ. св. 18,0 до 26,5 ГГц включ. св. 26,5 до 50,0 ГГц включ.	Преобразователь мощности		
опция 504		опция 518	опция 526	опция 550
±0,220		-	-	-
±0,220		±0,219	-	-
±0,220		±0,219	±0,220	±0,189
±0,240		±0,240	±0,240	±0,209
-		±0,430	±0,432	±0,289
-		-	±0,341	±0,277
-		-	-	±0,315
- в диапазоне измеряемой мощности от -10 до -5 дБм включ. (δ_2) от 100 кГц до 10 МГц включ. св. 10 до 30 МГц включ. св. 30 МГц до 2 ГГц включ. св. 2,0 до 4,2 ГГц включ. св. 4,2 до 18,0 ГГц включ. св. 18,0 до 26,5 ГГц включ. св. 26,5 до 50,0 ГГц включ.		Преобразователь мощности		
	опция 504	опция 518	опция 526	опция 550
	±0,229	-	-	-
	±0,229	±0,229	-	-
	±0,229	±0,229	±0,229	±0,200
	±0,249	±0,249	±0,249	±0,219
	-	±0,435	±0,437	±0,296
	-	-	±0,347	±0,285
	-	-	-	±0,321

7.4 Проверка программного обеспечения

7.4.1 Для выполнения операции необходимо включить анализатор и ознакомиться с информацией на дисплее.

Результат проверки считать положительным, если идентификационные данные ПО проверяемого анализатора соответствуют данным, приведенным в таблице 13.

Таблица 13

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Signal Analyzer Instrument Software
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже A.25.25

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При положительных результатах поверки системы выдается свидетельство установленной формы.

8.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

8.3 Параметры, определенные при поверке, заносят в формуляр на систему.

8.4 В случае отрицательных результатов поверки, поверяемая система к дальнейшему применению не допускается. На него выдается извещение об его непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин, а в формуляре делаются соответствующие записи.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский

