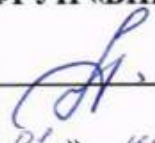


СОГЛАСОВАНО

**Первый заместитель генерального
директора—заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»**



 **А.Н. Щипунов**
« 01 » июля 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Анализатор фазового шума FSWP26

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 651-25-030

2025 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на анализатор фазового шума FSWP26 (далее по тексту – анализатор, FSWP26, изделие), заводской номер 101430, изготовленный компанией «Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.», Германия, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок данного изделия.

1.2 Первичной поверке подлежит анализатор, выпускаемый из производства. Периодической поверке подлежит изделие, находящееся в эксплуатации или на хранении, а также выходящие из ремонта.

Обеспечена прослеживаемость поверяемого анализатора к государственным первичным эталонам единиц величин посредством использования аттестованных (поверенных) в установленном порядке средств поверки. При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемого анализатора к государственным первичным эталонам единиц величин в соответствии с:

- государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360, к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022;

- государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3461, к государственному первичному эталону единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц ГЭТ 26-2010;

- государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01.02.2022 г. № 233, к государственному первичному эталону единицы девиации частоты ГЭТ 166-2020;

- государственной поверочной схемой, введенной в действие с 01.01.2012 г. национальным стандартом ГОСТ Р 8.717-2010, к государственному первичному эталону единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний ГЭТ 180-2010.

Поверка анализатора в соответствии с государственными поверочными схемами реализуется посредством методов прямых измерений.

1.3 В результате поверки анализатора должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблицах 1 – 8.

Таблица 1 – Режим измерений фазовых и амплитудных шумов

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот при измерениях фазового и амплитудного шумов, Гц	от 10^6 до $2,65 \cdot 10^{10}$ включ.
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня сигнала, дБ:	
– в диапазоне частот от $1 \cdot 10^6$ до $8 \cdot 10^9$ Гц включ.	± 1
– в диапазоне частот св. $8,0 \cdot 10^9$ до $1,8 \cdot 10^{10}$ Гц включ.	± 2
– в диапазоне частот св. $1,80 \cdot 10^{10}$ до $2,65 \cdot 10^{10}$ Гц включ	± 3
Номинальное значение частоты опорного кварцевого генератора, МГц	10
Пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного кварцевого генератора, $\delta_{оп}$	$\pm 1 \cdot 10^{-7}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазового шума, дБ	
– в диапазоне отстроек ΔF^1 от 0,01 до 1 МГц включ.	$\pm 1,5$
– в диапазоне отстроек ΔF св. 1 до 30 МГц включ.	$\pm 2,0$
– в диапазоне отстроек ΔF св. 30 МГц	$\pm 3,0$

Продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудного шума, дБ	
– в диапазоне отстроек ΔF от 0,01 до 1 МГц включ.	$\pm 2,0$
– в диапазоне отстроек ΔF св. 1 до 30 МГц включ.	$\pm 2,5$
Уменьшение уровня собственных фазовых и амплитудных шумов кросскорреляционной обработкой с опцией FSWP-B60, в зависимости от количества корреляций, дБ, не менее:	
– при количестве корреляций 10	5
– при количестве корреляций 100	10
– при количестве корреляций 1000	15
– при количестве корреляций 10000	20
КСВН входа, в диапазоне частот 10 МГц – 26,5 ГГц, не более	2
¹ – Здесь: ΔF - отстройка от несущей частоты F	

Таблица 2 – Опция измерений вносимых фазовых шумов FSWP-B64

Наименование характеристики	Значение
Диапазон частот источника сигнала, Гц	от 10^6 до $1,8 \cdot 10^{10}$ включ.
Диапазон установки выходного уровня, дБ (1 мВт)	от -50 до +10 включ.
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки выходного уровня, дБ:	
– в диапазоне частот от 10 МГц до 16 ГГц включ.	± 2
– в диапазоне частот св. 16 до 18 ГГц включ.	± 5
Уровень собственных вносимых фазовых шумов, не более	см. таблицу 3

Таблица 3 – Уровень собственных вносимых фазовых шумов при уровне сигнала ≥ 10 дБ (1 мВт), дБн/Гц, не более

Частота несущей F	Частота отстройки ΔF							
	1 Гц	10 Гц	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	3 МГц
10 МГц	-106	-115	-128	-140	-148	-148	-148	-148
100 МГц	-118	-132	-143	-152	-155	-155	-155	-153
1 ГГц	-115	-123	-137	-147	-160	-165	-165	-161

Таблица 4 – Опция анализатора спектра FSWP-B1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон частот, Гц	от 10 до $2,65 \cdot 10^{10}$ включ.
Пределы допускаемой относительной погрешности установки ширины полос пропускания ПЧ по уровню минус 3 дБ, %	± 3
Коэффициент прямоугольности фильтров полосы пропускания (по уровням минус 60 дБ и минус 3 дБ), не более	5:1
Средний уровень собственных шумов, приведённый к полосе пропускания 1 Гц, в диапазонах частот, дБ (1 мВт), не более	
– от 10 до 100 Гц включ.	-110
– св. 100 Гц до 1 кГц включ.	-120
– св. 1 до 9 кГц включ.	-135

Продолжение таблицы 4

Наименование характеристики	Значение
– св. 9 кГц до 1 МГц включ.	-145
– от 1 МГц до 1 ГГц включ.	-149
– св. 1 до 3 ГГц включ.	-150
– св. 3 до 8 ГГц включ.	-150
– св. 8 до 13,6 ГГц включ.	-148
– св. 13,6 до 18 ГГц включ.	-147
– св. 18 до 25 ГГц включ.	-145
– св. 25 до 26,5 ГГц включ.	-140
с опцией FSWP-B24 и установленном усилении предусилителя 30 дБ:	
– от 10 до 60 МГц включ.	-150
– св. 60 МГц до 3 ГГц включ.	-165
– св. 3 до 8 ГГц включ.	-162
– св. 8 до 18 ГГц включ.	-162
– св. 18 до 26,5 ГГц включ.	-160
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц (опорный уровень минус 10 дБ (1 мВт), ослабление входного аттенюатора 10 дБ, RBW = 10 кГц), дБ	±0,2
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно частоты 64 МГц, в зависимости от состояния ЖИГ-фильтра, аттенюатора СВЧ и предусилителя, в диапазоне частот, дБ, не более с включённым ЖИГ-фильтром:	
ослабление 10 дБ, 20 дБ, 30 дБ или 40 дБ, предусилитель отключён	±1,00
от 10 Гц до 9 кГц включ.	±0,45
– св. 9 кГц до 10 МГц включ.	±0,30
– св. 10 МГц до 3,6 ГГц включ.	±0,50
– св. 3,6 до 8 ГГц включ.	±1,50
– св. 8 до 22 ГГц включ.	±2,00
– св. 22 до 26,5 ГГц включ.	
любое ослабление	±1,0
– от 10 Гц до 9 кГц включ.	±0,6
– св. 9 кГц до 3,6 ГГц включ.	±0,8
– св. 3,6 до 8 ГГц включ.	±2,0
– св. 8 до 22 ГГц включ.	±2,5
– св. 22 до 26,5 ГГц включ.	
ослабление ≤ 20 дБ, предусилитель включён	±0,6
– от 10 МГц до 3,6 ГГц включ.	±0,8
– св. 3,6 до 8 ГГц включ.	±2,0
– св. 8 до 22 ГГц включ.	±2,5
– св. 22 до 26,5 ГГц включ.	
с выключенным ЖИГ-фильтром:	
ослабление 10 дБ, 20 дБ, 30 дБ и 40 дБ, предусилитель отключён	±1,5
– от 8 до 22 ГГц включ.	±2,0
– св. 22 до 26,5 ГГц включ.	
любое ослабление	±2,0
– от 8 до 22 ГГц включ.	±2,5
– св. 22 до 26,5 ГГц включ.	

Продолжение таблицы 4

Наименование характеристики	Значение
ослабление ≤ 20 дБ, предусилитель включён – от 8 до 22 ГГц включ. – св 22 до 26,5 ГГц включ.	$\pm 2,0$ $\pm 2,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора на частоте 64 МГц относительно ослабления 10 дБ, дБ	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня из-за переключения полосы пропускания относительно RBW = 10 кГц, дБ	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня из-за нелинейности шкалы (при отношении сигнал/шум не менее 16 дБ), дБ: – в диапазоне от 0 до -70 дБ включ. – в диапазоне св. -70 до -90 дБ включ	$\pm 0,1$ $\pm 0,2$
Пределы допускаемой погрешности измерений уровня в диапазоне от минус 70 дБ до 0 дБ относительно опорного уровня, при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ, ВЧ ослаблении 10 дБ, 20 дБ, 30 дБ, 40 дБ, выключенном предусилителе и включенном ЖИГ-фильтре, в диапазоне частот, дБ	
– от 9 кГц до 10 МГц включ.	$\pm 0,37$
– св. 10 МГц до 3,6 ГГц включ.	$\pm 0,27$
– св. 3,6 до 8,0 ГГц включ.	$\pm 0,37$
– св. 8 до 22 ГГц включ.	$\pm 1,40$
– св. 22 до 26,5 ГГц включ.	$\pm 1,70$
Относительный уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка $L_{имз}$, выраженный в виде точки пересечения 3-го порядка $(TOI)^2$, при сдвиге по частоте не менее $5 \times RBW$, в зависимости от состояния предусилителя и входного сигнала на смесителе $L_{смес}$, в диапазоне частот, дБ, не менее предусилитель выключен, $L_{смес}$ = минус 15 дБ (1мВт)	
– до 10 МГц включ.	28
– св. 10 МГц до 1 ГГц включ.	25
– св. 1 до 3 ГГц включ.	20
– св. 3 до 8 ГГц включ.	17
– св. 8 до 10 ГГц включ.	8
– св. 10,0 до 26,5 ГГц включ.	10
предусилитель включен, $L_{смес}$ = минус 50 дБ (1мВт)	
– от 10 МГц до 1 ГГц включ.	-10
– св. 1 до 3 ГГц включ.	-13
– св. 3 до 8 ГГц включ.	-20
– св. 8 до 10 ГГц включ.	-20
– св. 10,0 до 26,5 ГГц включ.	-20
² – Здесь: $TOI = (2 \cdot L_{смес} - L_{имз})/2$, где: $L_{смес}$ - уровень входного сигнала на смесителе	

Окончание таблицы 4

Наименование характеристики	Значение
Относительный уровень гармонических искажений 2-го порядка L_{k2} , выраженный в виде точки пересечения 2-го порядка $(SHI)^3$, в зависимости от состояния предусилителя и входного сигнала на смесителе $L_{смес.}$, в диапазоне частот, дБн ⁴ , не менее	
предусилитель выключен, $L_{смес.}$ = минус 5 дБмВт	
– от 1 до 500 МГц включ.	45
– св. 500 МГц до 1,5 ГГц включ.	47
– св. 1,5 до 4,0 ГГц включ.	62
– св. 4 до 25 ГГц включ.	65
предусилитель включен, $L_{смес.}$ = минус 50 дБмВт	
– от 50 до 500 МГц включ.	10
– св. 500 МГц до 1,5 ГГц включ.	10
– св. 1,5 до 4,0 ГГц включ.	10
– св. 4 до 25 ГГц включ.	10
Уровень остаточных сигналов комбинационных частот при ВЧ аттенуаторе 0 дБ, в диапазоне частот, дБ(1 мВт), не более	
– до 1 МГц включ.	-90
– св. 1 до 8900 МГц включ.	-110
– св. 8900 МГц до 26,5 ГГц включ.	-100
Здесь и далее: ³ $SHI = L_{смес.} - L_{k2}$, где: $L_{смес.}$ - уровень входного сигнала смесителя ⁴ дБн - дБ относительно уровня несущей	

Таблица 5 – Опция анализа сигналов с аналоговой модуляцией FSWP-K7

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений пикового значения коэффициента амплитудной модуляции (АМ), %	от 0,1 до 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента АМ ($K_{ам}$) при частоте модулирующего сигнала не более 1 МГц, уровне паразитной АМ (0,03% с.к.з.) до несущей частоты 8 ГГц, уровне мощности не менее минус 30 дБ (1 мВт), %	$\pm (0,2 + 0,001 \cdot K_{ам})$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений девиации частоты (при полосе анализа от $3,3 \cdot (F_{мод} + F_{дев})$ до $10 \cdot (F_{мод} + F_{дев})$ до несущей частоты 8 ГГц, уровне мощности не менее минус 30 дБм, где $F_{мод}$ – модулирующая частота, $F_{дев}$ – девиация частоты), Гц	$\pm (0,003 \cdot (F_{мод} + F_{дев}) + 2)$

Таблица 6 – Опция измерений коэффициента шума и коэффициента усиления FSWP-K30

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента шума от 10 МГц до 26,5 ГГц включ.	$\pm 0,05$ дБ
Диапазон измерений коэффициента усиления, дБ	от -20 до +60
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента усиления от 10 МГц до 26,5 ГГц включ., дБ	$\pm 0,15$

Таблица 7 – Опция измерений фазовых шумов в импульсном режиме FSWP-K4

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазового шума в импульсном режиме, дБ	$\pm 2,5$

Таблица 8 – Опции FSWP-K6, FSWP-K6S «Измерение импульсных сигналов» и «Измерение параметров боковых лепестков».

Наименование характеристики	Значение
Полоса анализа сигнала, МГц	250
Время нарастания переходной характеристики, нс, не более	3,5

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При поверке выполнять операции, представленные в таблице 9.

Таблица 9

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
1 Внешний осмотр.	да	да	7.1
2 Опробование.	да	да	8.2
3 Проверка программного обеспечения средства измерений.	да	да	9
4 Определение номинального значения частоты опорного кварцевого генератора и относительной погрешности частоты опорного кварцевого генератора.	да	да	10.1
5 Определение диапазона рабочих частот при измерениях фазового и амплитудного шумов и абсолютной погрешности измерений уровня сигнала.	да	да	10.2
6 Определение абсолютной погрешности измерений фазового шума.	да	да	10.3
7 Определение абсолютной погрешности измерений амплитудного шума.	да	да	10.4
8 Определение уменьшения уровня собственных фазовых и амплитудных шумов кросскорреляционной обработкой с опцией FSWP-B60, в зависимости от количества корреляций.	да	да	10.5
9 Определение диапазона частот источника сигнала, диапазона установки выходного уровня и абсолютной погрешности установки выходного уровня (Опция FSWP-B64).	да	да	10.6
10 Определение уровня собственных вносимых фазовых шумов.	да	да	10.7
11 Определение КСВН входа в диапазоне частот 10 МГц – 26,5 ГГц.	да	да	10.8

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4
12 Определение относительного уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка $L_{имз}$, выраженного в виде точки пересечения 3-го порядка TOI , при сдвиге по частоте не менее $5 \times RBW$, в зависимости от состояния предусилителя и входного сигнала на смесителе $L_{смес}$.	да	да	10.9
13 Определение относительного уровня гармонических искажений 2-го порядка $L_{к2}$, выраженного в виде точки пересечения 2-го порядка SHI , в зависимости от состояния предусилителя и входного сигнала на смесителе $L_{смес}$.	да	да	10.10
14 Определение абсолютной погрешности измерений уровня из-за переключения полосы пропускания относительно $RBW = 10$ кГц.	да	да	10.11
15 Определение относительной погрешности установки ширины полос пропускания ПЧ по уровню минус 3 дБ и коэффициента прямоугольности фильтров полосы пропускания (по уровням минус 60 дБ и минус 3 дБ).	да	да	10.12
16 Определение уровня остаточных сигналов комбинационных частот при ВЧ аттенюаторе 0 дБ.	да	да	10.13
17 Определение среднего уровня собственных шумов, приведённого к полосе пропускания 1 Гц.	да	да	10.14
18 Определение абсолютной погрешности измерений уровня сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц (опорный уровень минус 10 дБ (1 мВт), ослабление входного аттенюатора 10 дБ, $RBW = 10$ кГц).	да	да	10.15
19 Определение диапазона частот и неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно частоты 64 МГц, в зависимости от состояния ЖИГ-фильтра, аттенюатора СВЧ и предусилителя.	да	да	10.16
20 Определение абсолютной погрешности измерений уровня из-за нелинейности шкалы (при отношении сигнал/шум не менее 16 дБ).	да	да	10.17
21 Определение абсолютной погрешности измерений уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора на частоте 64 МГц относительно ослабления 10 дБ и допускаемой погрешности измерений уровня в диапазоне от минус 70 дБ до 0 дБ относительно опорного уровня, при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ, ВЧ ослаблении 10 дБ, 20 дБ, 30 дБ, 40 дБ, выключенном предусилителе и включенном ЖИГ-фильтре.	да	да	10.18

Окончание таблицы 9

1	2	3	4
22 Определение диапазона измерений пикового значения коэффициента амплитудной модуляции (АМ) и абсолютной погрешности измерений коэффициента АМ ($K_{ам}$) при частоте модулирующего сигнала не более 1 МГц, уровне паразитной АМ (0,03% с.к.з.) до несущей частоты 8 ГГц, уровне мощности не менее минус 30 дБ (1 мВт) (опция FSWP-K7).	да	да	10.19
23 Определение абсолютной погрешности измерений девиации частоты (при полосе анализа от $3,3 \cdot (F_{мод} + F_{лев})$ до $10 \cdot (F_{мод} + F_{лев})$ до несущей частоты 8 ГГц, уровне мощности не менее минус 30 дБм, где $F_{мод}$ – модулирующая частота, $F_{лев}$ – девиация частоты) (опция FSWP-K7).	да	да	10.20
24 Определение абсолютной погрешности измерений фазового шума в импульсном режиме (опция FSWP-K4).	да	да	10.21
25 Определение полосы анализа сигнала и времени нарастания переходной характеристики (опции FSWP-K6, FSWP-K6S).	да	да	10.22
26 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента шума от 10 МГц до 26,5 ГГц включ., диапазона измерений коэффициента усиления и абсолютной погрешности измерений коэффициента усиления от 10 МГц до 26,5 ГГц включ. (опция FSWP-K30).	да	да	10.23
27 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.	да	да	11

2.2 Допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин и(или) на части диапазона измерений, которые используются при эксплуатации, по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатирующей организации.

3 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

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

4 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые действующими правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, действующими санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами, а также требованиями безопасности, приведёнными в эксплуатационной документации анализатор фазового шума FSWP26.

4.2 Средства поверки должны быть надежно заземлены в одной точке в соответствии с документацией.

4.3 Размещение и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

5 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С от +20 до +30;
- относительная влажность окружающего воздуха при 25 °С, % до 80;
- атмосферное давление, кПа, % от 84 до 106

6 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

6.1 Поверка анализатор фазового шума FSWP26 должна производиться с помощью средств поверки, перечисленных в таблице 10.

Таблица 10

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1 Определение номинального значения частоты опорного кварцевого генератора и относительной погрешности частоты опорного кварцевого генератора.	Измеритель частоты (пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты $\pm 5 \cdot 10^{-8}$). Эталон 4-го разряда ГПС для средств измерений времени и частоты по Приказу Росстандарта № 2360 от 26.09.2022 г.	Частотомер электронно-счётный 53230А, рег. № 51077-12 в ФИФ
	Источник высокостабильных сигналов (пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты 5, 10 МГц $\pm 5 \cdot 10^{-10}$). Эталон 3-го разряда ГПС для средств измерений времени и частоты по Приказу Росстандарта № 2360 от 26.09.2022 г.	Стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-92 рег. № 62740-21 в ФИФ
10.2 Определение диапазона рабочих частот при измерениях фазового и амплитудного шумов и абсолютной погрешности измерений уровня сигнала.	Генератор сигналов СВЧ (диапазон частот от 250 кГц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой основной погрешности установки уровня выходного сигнала в диапазоне частот $\pm(0,8 - 1,3)$ дБ)	Генератор сигналов E8257D, рег. № 74333-19 в ФИФ
	Измеритель мощности СВЧ (диапазон частот от 0 до 26,5 ГГц, диапазон измерений мощности от минус 35 дБм до плюс 20 дБм; пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня мощности (3,0 - 8,0) %). Рабочий эталон 3-го разряда ГПС для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц по Приказу Росстандарта № 3461 от 30.12.2019 г.	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP50T рег. № 69958-17 в ФИФ
10.3 Определение абсолютной погрешности измерений фазового шума.	Генератор сигналов СВЧ (диапазон частот от 250 кГц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой основной погрешности установки уровня выходного сигнала в диапазоне частот $\pm(0,8 - 1,3)$ дБ, опция аналоговой модуляции)	Генератор сигналов E8257D, рег. № 74333-19 в ФИФ 2 шт.

Продолжение таблицы 10

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.4 Определение абсолютной погрешности измерений амплитудного шума.	Генератор сигналов СВЧ (диапазон частот от 250 кГц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой основной погрешности установки уровня выходного сигнала в диапазоне частот $\pm(0,8 - 1,3)$ дБ, опция аналоговой модуляции)	Генератор сигналов E8257D, рег. № 74333-19 в ФИФ 2 шт.
10.5 Определение уменьшения уровня собственных фазовых и амплитудных шумов кросс-корреляционной обработкой с опцией FSWP-B60, в зависимости от количества корреляций.	Анализатор фазового шума (диапазон частот от 10 МГц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения фазового шума при уровне измеряемого фазового шума на 15 дБ выше уровня собственных фазовых шумов $\pm(1,5 - 3)$ дБ)	Анализатор фазового шума FSWP50, рег. № 63528-16 в ФИФ
10.6 Определение диапазона частот источника сигнала, диапазона установки выходного уровня и абсолютной погрешности установки выходного уровня (Опция FSWP-B64).	Измеритель мощности СВЧ (диапазон частот от 0 до 26,5 ГГц, диапазон измерений мощности от минус 35 дБм до плюс 20 дБм; пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня мощности (3,0 - 8,0) %). Рабочий эталон 3-го разряда ГПС для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц по Приказу Росстандарта № 3461 от 30.12.2019 г.	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP50T рег. № 69958-17 в ФИФ
10.7 Определение уровня собственных вносимых фазовых шумов.	Не требуется	
10.8 Определение КСВН входа в диапазоне частот 10 МГц – 26,5 ГГц.	Анализатор электрических цепей векторный (диапазон частот от 10 МГц до 26,5 ГГц, допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения $\pm (1 - 3)$ дБ)	Анализатор электрических цепей векторный ZVA50, рег. № 48355-11 в ФИФ

Продолжение таблицы 10

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.9 Определение относительного уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка $L_{имз}$, выраженного в виде точки пересечения 3-го порядка TOI , при сдвиге по частоте не менее $5 \times RBW$, в зависимости от состояния предусилителя и входного сигнала на смесителе $L_{смес}$.	Генераторы сигналов СВЧ (диапазон частот от 250 кГц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой основной погрешности установки уровня выходного сигнала в диапазоне частот $\pm (0,8 - 1,3)$ дБ) Источник высокостабильных сигналов (пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты 5, 10 МГц $\pm 5 \cdot 10^{-10}$). Эталон 3-го разряда ГПС для средств измерений времени и частоты по Приказу Росстандарта № 2360 от 26.09.2022 г.	Генератор сигналов E8257D, рег. № 74333-19 в ФИФ 2 шт. Стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-92 рег. № 62740-21 в ФИФ
10.10 Определение относительного уровня гармонических искажений 2-го порядка $L_{к2}$, выраженного в виде точки пересечения 2-го порядка SHI , в зависимости от состояния предусилителя и входного сигнала на смесителе $L_{смес}$.	Генератор сигналов СВЧ (диапазон частот от 250 кГц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой основной погрешности установки уровня выходного сигнала в диапазоне частот $\pm (0,8 - 1,3)$ дБ) Источник высокостабильных сигналов (пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты 5, 10 МГц $\pm 5 \cdot 10^{-10}$). Эталон 3-го разряда ГПС для средств измерений времени и частоты по Приказу Росстандарта № 2360 от 26.09.2022 г.	Генератор сигналов E8257D, рег. № 74333-19 в ФИФ Стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-92 рег. № 62740-21 в ФИФ
10.11 Определение абсолютной погрешности измерений уровня из-за переключения полосы пропускания относительно $RBW = 10$ кГц.	Генератор сигналов СВЧ (диапазон частот от 250 кГц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой основной погрешности установки уровня выходного сигнала в диапазоне частот $\pm (0,8 - 1,3)$ дБ)	Генератор сигналов E8257D, рег. № 74333-19 в ФИФ

Продолжение таблицы 10

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.12 Определение относительной погрешности установки ширины полос пропускания ПЧ по уровню минус 3 дБ и коэффициента прямоугольности фильтров полосы пропускания (по уровням минус 60 дБ и минус 3 дБ).	Генераторы сигналов СВЧ (диапазон частот от 250 кГц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой основной погрешности установки уровня выходного сигнала в диапазоне частот $\pm (0,8 - 1,3)$ дБ)	Генератор сигналов E8257D, рег. № 74333-19 в ФИФ
10.13 Определение уровня остаточных сигналов комбинационных частот при ВЧ аттенюаторе 0 дБ.	Нагрузка согласованная 50 Ом	
10.14 Определение среднего уровня собственных шумов, приведённого к полосе пропускания 1 Гц.	Нагрузка согласованная 50 Ом	

Продолжение таблицы 10

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.15 Определение абсолютной погрешности измерений уровня сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц (опорный уровень минус 10 дБ (1 мВт), ослабление входного аттенюатора 10 дБ, RBW = 10 кГц).	Генератор сигналов СВЧ (диапазон частот от 250 кГц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой основной погрешности установки уровня выходного сигнала в диапазоне частот $\pm (0,8 - 1,3)$ дБ)	Генератор сигналов E8257D, рег. № 74333-19 в ФИФ
	Измеритель мощности СВЧ (диапазон частот от 0 до 26,5 ГГц, диапазон измерений мощности от минус 35 дБм до плюс 20 дБм; пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня мощности (3,0 - 8,0) %). Рабочий эталон 3-го разряда ГПС для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц по Приказу Росстандарта № 3461 от 30.12.2019 г.	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP50T рег. № 69958-17 в ФИФ
10.16 Определение диапазона частот и неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно частоты 64 МГц, в зависимости от состояния ЖИГ-фильтра, аттенюатора СВЧ и предусилителя.	Генератор сигналов СВЧ (диапазон частот от 250 кГц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой основной погрешности установки уровня выходного сигнала в диапазоне частот $\pm (0,8 - 1,3)$ дБ)	Генератор сигналов E8257D, рег. № 74333-19 в ФИФ
	Измеритель мощности СВЧ (диапазон частот от 0 до 26,5 ГГц, диапазон измерений мощности от минус 35 дБм до плюс 20 дБм; пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня мощности (3,0 - 8,0) %). Рабочий эталон 3-го разряда ГПС для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц по Приказу Росстандарта № 3461 от 30.12.2019 г.	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP50T рег. № 69958-17 в ФИФ
	Генератор сигналов сложной/произвольной формы (диапазон частот от 1 мГц до 330 МГц)	Генератор сигналов сложной/произвольной формы 81160A рег. № 56005-13 в ФИФ
10.17 Определение абсолютной погрешности измерений уровня из-за нелинейности шкалы (при отношении сигнал/шум не менее 16 дБ).	Генератор сигналов СВЧ (диапазон частот от 250 кГц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой основной погрешности установки уровня выходного сигнала в диапазоне частот $\pm (0,8 - 1,3)$ дБ)	Генератор сигналов E8257D, рег. № 74333-19 в ФИФ

Продолжение таблицы 10

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.18 Определение абсолютной погрешности измерений уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора на частоте 64 МГц относительно ослабления 10 дБ и допускаемой погрешности измерений уровня в диапазоне от минус 70 дБ до 0 дБ относительно опорного уровня, при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ, ВЧ ослаблении 10 дБ, 20 дБ, 30 дБ, 40 дБ, выключенном предусилителе и включенном ЖИГ-фильтре.	Генератор сигналов СВЧ (диапазон частот от 250 кГц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой основной погрешности установки уровня выходного сигнала в диапазоне частот $\pm (0,8 - 1,3)$ дБ) Аттенюатор ступенчатый, диапазон частот от 0 до 18 ГГц, диапазон ослабления от 0 до 80 дБ, шаг ослабления 10 дБ	Генератор сигналов E8257D, рег. № 74333-19 в ФИФ Аттенюатор ступенчатый ручной 8496B рег. № 60237-15 в ФИФ
10.19 Определение диапазона измерений пикового значения коэффициента амплитудной модуляции (АМ) и абсолютной погрешности измерений коэффициента АМ ($K_{ам}$) при частоте модулирующего сигнала не более 1 МГц, уровне паразитной АМ (0,03% с.к.з.) до несущей частоты 8 ГГц, уровне мощности не менее минус 30 дБ (1 мВт) (опция FSWP-K7).	Установка поверочная для средств измерений коэффициента амплитудной модуляции (Номинальные значения несущих частот f_n 0,01; 0,035; 0,1; 0,35; 1; 4; 25 МГц; Диапазон воспроизводимых значений КАМ от 0,01 до 100 %; Диапазон модулирующих частот в режиме работы от встроенного генератора калибратора КАМ от 0,02 до 200 МГц; Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения пиковых (ΔM) и средних квадратических ($\Delta M_{скз}$) значений КАМ, %, $\Delta M = \pm (A_0 \cdot M + 3 \cdot \Delta M_{ш})$, $\Delta M_{скз} = \pm (A_0 \cdot M + \Delta M_{ш})$, где A_0 - множитель в относительных единицах, M - значение КАМ, воспроизводимое установкой; $\Delta M_{ш}$ - составляющая погрешности за счет амплитудного шума.). Рабочий эталон 0 разряда по ГОСТ Р 8.717-2010	Установка поверочная для средств измерений коэффициента амплитудной модуляции РЭКАМ-2 рег. № 65572-16 в ФИФ

Окончание таблицы 10

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.20 Определение абсолютной погрешности измерений девиации частоты (при полосе анализа от $3,3 \cdot (F_{\text{мод}} + F_{\text{дев}})$ до $10 \cdot (F_{\text{мод}} + F_{\text{дев}})$ до несущей частоты 8 ГГц, уровне мощности не менее минус 30 дБм, где $F_{\text{мод}}$ – модулирующая частота, $F_{\text{дев}}$ – девиация частоты) (опция FSWP-K7)	Установка поверочная для средств измерений девиации частоты (Значения несущих частот 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 4; 5; 50 МГц; Диапазон модулирующих частот в режиме работы от встроенного генератора от 0,02 до 200 кГц; Диапазоны девиации частоты от 0,1 до 1000 кГц; Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения пиковых $\Delta(\Delta f_{\text{п}})$ и средних квадратических $\Delta(\Delta f_{\text{скз}})$ значений девиации частоты, Гц, $\Delta(\Delta f_{\text{п}}) = \pm (A_0 \cdot \Delta f + 3 \cdot \Delta f_{\text{ш}})$, $\Delta(\Delta f_{\text{скз}}) = \pm (A_0 \cdot \Delta f + \Delta f_{\text{ш}})$, где A_0 – множитель в относительных единицах; Δf – значение девиации частоты, воспроизводимое калибратором; $\Delta f_{\text{ш}}$ – составляющая погрешности за счет остаточного частотного шума и фона ЧМ сигналов). Рабочий эталон 0 разряда по приказу ФАТРИМ № 233 от 01. февраля 2022 г.	Установки поверочные для средств измерений девиации частоты РЭЕДЧ-2 рег. № 65571-16 в ФИФ
10.21 Определение абсолютной погрешности измерений фазового шума в импульсном режиме (опция FSWP-K4)	Генераторы сигналов СВЧ (диапазон частот от 250 кГц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой основной погрешности установки уровня выходного сигнала в диапазоне частот $\pm (0,8 - 1,3)$ дБ, опция аналоговой модуляции, опция импульсной модуляции)	Генератор сигналов E8257D, рег. № 74333-19 в ФИФ
10.22 Определение полосы анализа сигнала и времени нарастания переходной характеристики (опции FSWP-K6, FSWP-K6S).	Генератор сигналов сложной/произвольной формы (диапазон частот от 1 мГц до 330 МГц; минимальная длительность импульса от 1,5 нс)	Генератор сигналов сложной/произвольной формы 81160A рег. № 56005-13 в ФИФ
10.23 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента шума от 10 МГц до 26,5 ГГц включ., диапазона измерений коэффициента усиления и абсолютной погрешности измерений коэффициента усиления от 10 МГц до 26,5 ГГц включ. (опция FSWP-K30).	Генератор сигналов СВЧ (диапазон частот от 250 кГц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой основной погрешности установки уровня выходного сигнала в диапазоне частот $\pm (0,8 - 1,3)$ дБ)	Генератор сигналов E8257D, рег. № 74333-19 в ФИФ
	Генератор шума (диапазон частот от 0,01 до 16,5 ГГц, уровень СПМШ, от 12 до 17 дБ)	Генератор шума 346С, рег. № 73632-18 в ФИФ
	Аттенюатор ступенчатый (диапазон частот от 0 до 18 ГГц, диапазон ослабления от 0 до 80 дБ, шаг ослабления 10 дБ)	Аттенюатор ступенчатый ручной 8496В, рег. № 60237-15 в ФИФ
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6.2 Средства поверки должны быть исправны, поверены, иметь свидетельства о поверке. Сведения о средствах поверки должны быть внесены в ФИФ «Аршин».

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- отсутствие механических повреждений и чистоту соединительных разъемов;
- наличие и целостность наружных деталей и пломб (наклейки);
- полноту маркировки и её сохранность, все надписи должны быть читаемы.

7.2 Проверку комплектности проводить путем сличения с данными паспорта.

7.3 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются требования, перечисленные в пунктах 7.1 и 7.2.

7.4 Анализатор, не удовлетворяющий положительным критериям внешнего осмотра, признается непригодным к применению.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Поверитель должен изучить РЭ поверяемого анализатора фазового шума FSWP26 и используемых средств поверки.

Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемого анализатора;
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) рабочие эталоны и средства измерений, включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в РЭ).

8.2 Опробование.

8.2.1 Подключить анализатор к сети питания согласно РЭ, включить анализатор. При включении прибор либо автоматически принимает исходное состояние. Если этого не происходит автоматически, следует установить определенное состояние по умолчанию, нажав клавишу **PRESET**.

8.2.2 При включении прибора и постоянно в процессе работы осуществляется контроль основных функций. Наиболее важные функции прибора автоматически контролируются во время работы. В случае обнаружения ошибки в нижнем левом углу экрана прибора отображается сообщение о текущей ошибке **красным цветом**.

8.2.3 Результаты опробования считать положительными, если при включении и нажатии клавиши **PRESET** производится установка прибора в состояние со стандартными настройками, отсутствуют сообщения о неисправности, органы управления позволяют менять настройки параметров и режимы работы, индикаторы на экране указывают на нормальный режим работы анализатора. В противном случае анализатор бракуется.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (ПО)

9.1 Проверку соответствия заявленных идентификационных данных ПО анализатора проводить в следующей последовательности:

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

Для этого вызвать меню информации об анализаторе и программном обеспечении путем формирования команд: **SETUP/ System Config/ Versions + Option**.

При этом на экране отобразятся:

- модель анализатора фазового шума FSWP26;
- серийный номер прибора;
- версия ПО.

9.2 Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют идентификационным данным, приведённым в таблице 11. В противном случае анализатор бракуется.

Таблица 11

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	R&S FSWP firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 3.01
Цифровой идентификатор ПО	-

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение номинального значения частоты опорного кварцевого генератора и относительной погрешности частоты опорного кварцевого генератора.

10.1.1 Подключить выход 10 MHz REF Out на задней панели анализатора ко входу частотомера, синхронизированного по внешнему стандарту частоты.

10.1.2 Провести измерение частоты опорного генератора по частотомеру. Относительную погрешность измерений частоты вычислить по формуле (1):

$$\delta_{\text{оп}} = \frac{(f_{\text{изм}} - f_{\text{уст}})}{f_{\text{изм}}}, \quad (1)$$

где $f_{\text{уст}}$ — установленное значение частоты 10 МГц,

$f_{\text{изм}}$ — значение частоты, измеренное частотомером.

10.1.3 Результаты поверки считать положительными, если номинальное значение частоты опорного генератора составило 10 МГц с относительной погрешностью установки в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-7}$.

10.2 Определение диапазона рабочих частот при измерениях фазового и амплитудного шумов и абсолютной погрешности измерений уровня сигнала.

10.2.1 Для определения погрешности измерений уровня сигнала соединить средства измерений в соответствии с рисунком 1.

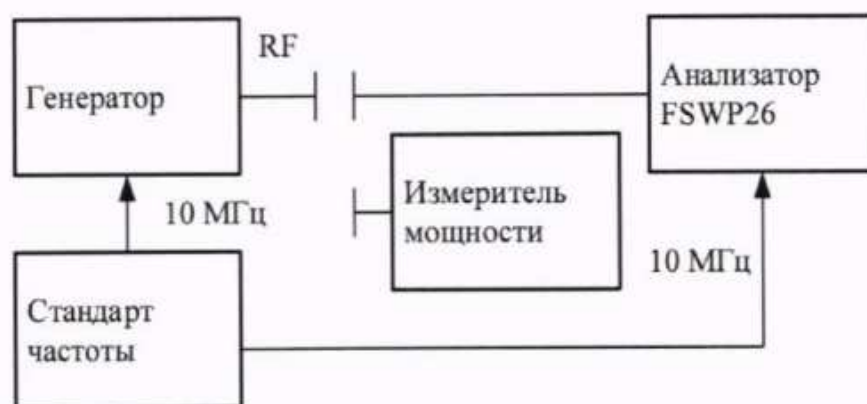


Рисунок 1

10.2.2 Настроить генератор E8257D и испытуемый анализатор на работу от внешнего источника опорной частоты. Затем с помощью измерителя мощности провести калибровку АЧХ выходного сигнала генератора на конце кабеля во всем диапазоне частот генератора для уровня сигнала 0 дБмВт.

10.2.3 Подключить выход генератора ко входу анализатора фазового шума FSWP26. На анализаторе выбрать режим анализа фазового и амплитудного шумов («Phase Noise Measurement»), установить в настройках автопоиска частоты входного сигнала начальную частоту 1 МГц и конечную 26,5 ГГц.

10.2.4 На генераторе установить уровень 0 дБмВт и частоту 1 МГц, анализатор должен автоматически определить частоту и уровень входного сигнала $P_{изм}$, измеряемого в дБмВт и отобразить их в левом верхнем углу экрана.

10.2.5 Определить погрешность измерений уровня сигнала по формуле:

$$\Delta P = P_{изм} - 0 \text{ дБмВт} \quad (2)$$

10.2.6 Повторить измерения по п. 10.2.4 для частот в диапазоне от 10 до 100 МГц с шагом 10 МГц, в диапазоне от 100 МГц до 1 ГГц с шагом 100 МГц, в диапазоне от 1 ГГц до 8 ГГц с шагом 500 МГц, в диапазоне от 8 ГГц до 26 ГГц с шагом 1 ГГц.

10.2.7 Результаты поверки считать положительными, если диапазон рабочих частот при измерениях фазового и амплитудного шумов составил от 10 МГц до 26,5 ГГц, а значение погрешности измерений уровня сигнала находится в пределах ± 1 дБ в диапазоне частот от 1 МГц до 8 ГГц включ., ± 2 дБ св. 8 ГГц до 18 ГГц включ. и ± 3 дБ св. 18 ГГц до 26,5 ГГц включ.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений фазового шума.

10.3.1 Для определения абсолютной погрешности измерений фазового шума использовать схему на рисунке 1.

10.3.2 На генераторе E8257D установить частоту 1 ГГц, выходной уровень 0 дБмВт, фазовую модуляцию с девиацией фазы 0,001 рад и частотой модулирующего колебания 10 кГц, при необходимости проконтролировать точность установки девиации фазы в режиме аналоговой демодуляции ФМ. На анализаторе FSWP26 выбрать режим измерений фазового шума при отстройках от 1 кГц до 100 кГц с количеством корреляций 1, в настройках трассы включить отображение дискретных составляющих

10.3.3 С помощью маркера провести измерение уровня дискретной составляющей фазового шума $S_{изм}$, измеряемого в дБн, на графике фазового шума при отстройке 10 кГц.

10.3.4 Определить погрешность измерений фазового шума ΔS по формуле:

$$\Delta S = S_{изм} + 66 \text{ дБн}. \quad (3)$$

10.3.5 Повторить измерения при частоте модулирующего колебания 100 кГц (отстройка 100 кГц), а также для несущих частот 1 МГц, 10 ГГц и 26,5 ГГц.

10.3.6 Для определения погрешности измерений фазового шума на частотах отстройки более 100 кГц собрать схему в соответствии с рисунком 2.

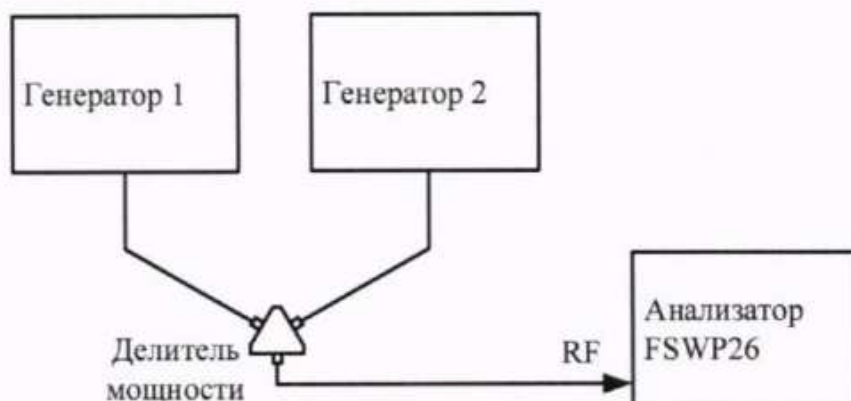


Рисунок 2

10.3.7 На генераторе 1 (E8257D) установить частоту F равную 1 ГГц, выходной уровень 0 дБмВт, на генераторе 2 (E8257D) установить частоту равную сумме частоты F генератора 1 и частоты отстройки ΔF 1 МГц, выходной уровень установить минус 50 дБмВт.

10.3.8 С помощью маркера на анализаторе провести измерение уровня дискретной составляющей $S_{изм}$ на графике фазового шума при отстройке Δf 1 МГц.

10.3.9 Определить погрешность измерений фазового шума по формуле:

$$\Delta S = S_{изм} + 6 \text{ дБн} + 50 \text{ дБн.} \quad (4)$$

10.3.10 Повторить измерения при отстройках ΔF 30 и 35 МГц, а также для несущих частот F 10 ГГц и 26,5 ГГц.

10.3.11 Результаты поверки считать положительными, если значение погрешности измерений фазового шума в диапазоне частот от 1 МГц до 26,5 ГГц находится в пределах $\pm 1,5$ дБ для отстроек до 1 МГц включ., $\pm 2,0$ дБ для отстроек св. 1 до 30 МГц включ., и $\pm 3,0$ дБ для отстроек св. 30 МГц.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений амплитудного шума.

10.4.1 Для определения погрешности измерений амплитудного шума использовать схему на рисунке 1.

10.4.2 На генераторе E8257D установить частоту 1 ГГц, выходной уровень 0 дБмВт, амплитудную модуляцию с $K_{ам} = 0,1$ % и частотой модулирующего колебания 10 кГц, при необходимости проконтролировать точность установки $K_{ам}$ в режиме аналоговой демодуляции АМ. На анализаторе FSWP26 выбрать режим измерений амплитудного шума при отстройках от 1 кГц до 100 кГц с количеством корреляций 1, в настройках трассы включить отображение дискретных составляющих.

10.4.3 С помощью маркера провести измерение уровня дискретной составляющей $A_{изм}$, измеряемой в дБн, на графике амплитудного шума при отстройке 10 кГц.

10.4.4 Определить погрешность измерений амплитудного шума ΔA по формуле:

$$\Delta A = A_{изм} + 66 \text{ дБн.} \quad (5)$$

10.4.5 Повторить измерения при частоте модулирующего колебания и отстройке в 100 кГц, а также для несущих частот 1 МГц, 10 ГГц и 26,5 ГГц.

10.4.6 Для определения погрешности измерений амплитудного шума на частотах отстройки более 100 кГц собрать схему в соответствии с рисунком 2.

10.4.7 На генераторе 1 (E8257D) установить частоту F равную 1 ГГц, выходной уровень 0 дБмВт, на генераторе 2 (E8257D) установить частоту равную сумме частоты F генератора 1 и частоты отстройки Δf 1 МГц, выходной уровень установить минус 50 дБмВт.

10.4.8 С помощью маркера на анализаторе провести измерение уровня дискретной составляющей $S_{изм}$ на графике амплитудного шума при отстройке Δf 1 МГц.

10.4.9 Определить погрешность измерений фазового шума по формуле:

$$\Delta S = S_{изм} - 6 \text{ дБ} + 50 \text{ дБ.} \quad (6)$$

10.4.10 Повторить измерения при отстройке Δf 30 МГц, а также для несущих частот F 10 ГГц и 26,5 ГГц.

10.4.11 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений амплитудного шума в диапазоне частот от 1 МГц до 26,5 ГГц находятся в пределах $\pm 2,0$ дБ для отстроек до 1 МГц включ., $\pm 2,5$ дБ для отстроек св. 1 до 30 МГц включ.

10.5 Определение уменьшения уровня собственных фазовых и амплитудных шумов кросскорреляционной обработкой с опцией FSWP-B60, в зависимости от количества корреляций.

10.5.1 Для определения уровня собственных фазовых шумов собрать схему по рисунку 3.

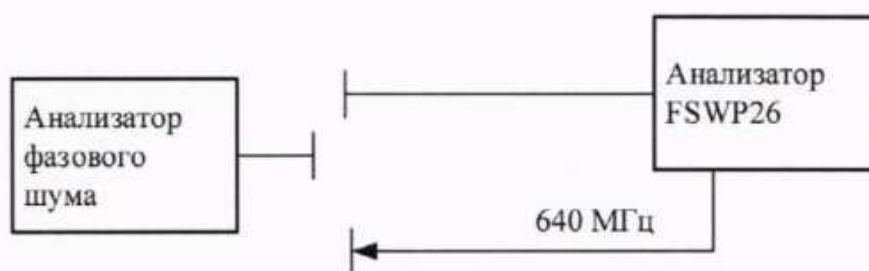


Рисунок 3

10.5.2 На испытуемом анализаторе FSWP26 активировать выход 640 МГц на задней панели прибора, подключить его к измерителю фазового шума FSWP50.

10.5.3 На FSWP50 установить режим измерений фазового шума для частоты 640 МГц при отстройках от 3 кГц до 30 кГц, для отстройки 10 кГц установить количество кросс-корреляций 10000.

10.5.4 Провести измерения фазового шума при отстройке 10 кГц. Убедиться, что измеренное значение не превышает минус 158 дБн/Гц.

10.5.5 Для определения уровня собственных амплитудных шумов собрать схему по рисунку 3.

10.5.6 На анализаторе FSWP активировать выход 640 МГц на задней панели прибора, подключить его ко входу прибора.

10.5.7 На FSWP установить режим измерений амплитудного шума при отстройках от 1 Гц до 30 кГц для несущей 640 МГц, включить режим усреднения.

10.5.8 Провести измерения амплитудного шума при отстройке 10 кГц.

Примечание. Для кварцевых генераторов на отстройке 10 кГц амплитудный шум не превышает фазовый шум. Поэтому амплитудный шум сигнала 640 МГц также не более минус 158 дБн/Гц (см. п. 10.5.4).

10.5.9 Результаты считать положительными, если значение уровня собственных амплитудных шумов не более минус 158 дБн/Гц.

10.5.10 Подключить сигнал с выхода 640 МГц FSWP26 на вход испытуемого прибора. На FSWP26 установить режим измерений фазового шума при отстройках от 3 кГц до 30 кГц и количестве кросс-корреляций 1, включить режим усреднения. Провести измерения фазового шума при отстройке 10 кГц.

10.5.11 Результаты считать положительными, если значение уровня собственных фазовых шумов не более минус 147 дБн/Гц.

10.5.12 Последовательно установить количество кросс-корреляций равным 10, 100, 1000, 10000 и измерить значение уровня фазовых шумов для отстройки 10 кГц.

10.5.13 Вычесть из измеренных значений значение уровня собственных фазовых шумов, измеренных при 1 корреляции, зафиксировать полученные значения (в дБ).

10.5.14 Результаты поверки по пункту проверки уменьшения уровня собственных фазовых и амплитудных шумов кросс-корреляционной обработкой с опцией FSWP-B60, в зависимости от количества корреляций считать положительным если полученные значения не менее:

- 5 дБ при 10 корреляциях;
- 10 дБ при 100 корреляциях;
- 15 дБ при 1000 корреляциях;
- 20 дБ при 10000 корреляциях.

10.6 Определение диапазона частот источника сигнала, диапазона установки выходного уровня и абсолютной погрешности установки выходного уровня (Опция FSWP-B64).

10.6.1 Для определения диапазона частот и диапазона установки выходного уровня источника сигнала подключить выход источника «Signal Source Output» на вход анализатора FSWP26.

10.6.2 Установить номинальный уровень мощности источника 10 дБм, частоту 10 МГц, перевести анализатор в режим анализатора спектра и установить центральную частоту 10 МГц, полосу обзора 100 кГц, полосу анализа 1 кГц, опорный уровень 10 дБм.

10.6.3 С помощью маркера провести измерение уровня. Повторить измерения для частот источника 100 МГц, 500 МГц, 1 ГГц, 2 ГГц и далее до 18 ГГц с шагом 2 ГГц.

10.6.4 Повторить п 10.6.3 для номинального выходного уровня минус 50 дБм.

10.6.5 Диапазон установки выходного уровня считать от минус 50 дБм до 10 дБм, если измеренные уровни составляют минус 50 ± 2 дБм и 10 ± 2 дБм.

10.6.6 Для измерений абсолютной погрешности установки выходного сигнала подключить к выходу источника сигнала ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP50T. Установить номинальный уровень мощности источника 0 дБм, частоту 10 МГц. Провести измерение уровня мощности с помощью ваттметра.

10.6.7 Повторить измерения для частот источника 100 МГц, 500 МГц, 1 ГГц, 2 ГГц и далее до 18 ГГц с шагом 2 ГГц.

10.6.8 Рассчитать погрешность измерений уровня мощности. Зафиксировать полученные значения (в дБ).

10.6.9 Результаты поверки считать положительными если:

диапазон частот источника сигнала составил от 10 МГц до 18 ГГц включ.;

диапазон установки выходного уровня от -50 до +10 дБ (1 мВт) включ;

абсолютная погрешность установки уровня выходного сигнала в диапазоне частот от 10 МГц до 16 ГГц включ. не превышает ± 2 дБ и в диапазоне частот от 16 ГГц до 18 ГГц включ. не превышает ± 5 дБ.

10.7 Определение уровня собственных вносимых фазовых шумов.

10.7.1 Соединить кабелем выход генератора со входом испытуемого анализатора.

10.7.2 На анализаторе FSWP26 включить режим измерений вносимых фазовых шумов, установить частоту измерений 1 ГГц, включить выход генератора с установленным номинальным значением уровня выходного сигнала 10 дБмВт. Установить диапазон измеряемых отстроек от 1 кГц до 3 МГц, количество корреляций 1000, включить режим усреднения.

10.7.3 Провести измерения вносимого фазового шума на отстройках 1; 10; 100 Гц; 1; 10; 100 кГц; 1; 3 МГц.

10.7.4 Повторить измерения для несущих частот 10 МГц и 100 МГц.

10.7.5 Результаты поверки считать положительными, если значение уровня собственных вносимых фазовых шумов не превышает значений, представленных в таблице 12.

Таблица 12

Частота несущей F	Частота отстройки ΔF							
	1 Гц	10 Гц	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	3 МГц
10 МГц	-106	-115	-128	-140	-148	-148	-148	-148
100 МГц	-118	-132	-143	-152	-155	-155	-155	-153
1 ГГц	-115	-123	-137	-147	-160	-165	-165	-161

10.8 Определение КСВН входа в диапазоне частот 10 МГц – 26,5 ГГц.

10.8.1 КСВН входа анализатора в диапазоне частот от 10 МГц до 26,5 ГГц измерить с помощью анализатора электрических цепей векторного ZVA50.

10.8.2 Откалибровать прибор ZVA50 в диапазоне частот от 10 МГц до 26,5 ГГц согласно РЭ на него используя следующие типы мер: мера типа «холостой ход», мера типа «короткого замыкания», мера типа «согласованная нагрузка». Плоскость калибровки – конец измерительного кабеля на входе испытуемого анализатора.

10.8.3 Выполнить сброс настроек испытуемого анализатора нажатием кнопки «Mode Preset».

10.8.4 Установить на испытуемом анализаторе следующие параметры:

режим измерений «Spectrum Analysis»

полоса обзора «Span» 1 МГц;

центральная частота «Start Frequency» 20 МГц;

полоса пропускания «RBW» 100 Гц;

входной аттенюатор «MechAtten» 10 дБ;

предусилитель – выключен.

10.8.5 Прибором ZVA50 измерить значение КСВН входа на частоте, совпадающей с центральной частотой анализатора. Для этого перевести прибор в режим отображения зависимости КСВН от частоты в диапазоне калибровки согласно его РЭ. После этого нажать кнопку «Marker» и выставить частоту, совпадающую с центральной частотой анализатора. Значение КСВН выводится в правом верхнем углу экрана.

10.8.6 Повторить операции пп. 10.8.4 и 10.8.5 для следующих значений центральных частот изделия: 10 МГц; 1; 3,6; 8,4; 10,0; 13,6; 18,0; 26,5 ГГц.

10.8.7 Результаты поверки считать положительными, если КСВН входа в диапазоне частот 10 МГц – 26,5 ГГц не более 2.

10.9 Определение относительного уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка $L_{имз}$, выраженного в виде точки пересечения 3-го порядка TOI , при сдвиге по частоте не менее $5 \times RBW$, в зависимости от состояния предусилителя и входного сигнала на смесителе $L_{смес}$.

10.9.1 Для определения уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями 3-го порядка подключить ВЧ выходы двух генераторов сигналов E8257D ко входам сумматора. Генераторы синхронизировать от внешнего источника - стандарта частоты рубидиевого Ч1-92. Выход сумматора подключить к входу анализатора FSWP26.

10.9.2 На генераторах установить сигналы с параметрами:

частота $fg1 = fin - 500$ кГц

$fg2 = fin + 500$ кГц;

уровень – минус 15 дБмВт.

10.9.3 На FSWP выбрать режим анализатора спектра и установить следующие настройки:

[AMPT: RF ATTEN MANUAL: 0 dB]

[AMPT: -5 dBm]

[SPAN : 4 MHz]

[BW: RES BW MANUAL: 2 kHz]

[FREQ: CENTER: fin],

где $fin = 11, 20, 50, 100$ МГц;

от 190 МГц до 990 МГц с шагом 200 МГц; 1010 МГц;

от 1190 МГц до 2990 МГц с шагом 200 МГц; 3010 МГц;

от 3490 МГц до 7990 МГц с шагом 500 МГц; от 8,1 ГГц

до 26,5 ГГц с шагом 1 ГГц.

10.9.4 Установить маркеры анализатора на частоты $fg1$ и $fg2$. Регулируя уровни генераторов установить показания маркеров на значения минус 15 дБм. Установить дельта-маркер на частоту $fg1 - 1$ МГц. Измерить относительный уровень интермодуляционной помехи.

10.9.5 Повторить измерения при включенном предусилителе и ослаблении встроенного аттенюатора 35 дБ.

10.9.6 Результаты поверки считать положительными, если относительный уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка $L_{имз}$, выраженный в виде точки пересечения 3-го порядка TOI, при сдвиге по частоте не менее $5 \times RBW$, в зависимости от состояния предусилителя и входного сигнала на смесителе $L_{смес}$, не превышает значений, указанных в таблице 13.

Таблица 13

Диапазоны частот	Относительный уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка $L_{имз}$, выраженный в виде точки пересечения 3-го порядка (TOI) ¹ , при сдвиге по частоте не менее $5 \times RBW$, дБ, не менее:	
	предусилитель выключен, $L_{смес} = \text{минус } 15 \text{ дБмВт}$	предусилитель включен, $L_{смес} = \text{минус } 50 \text{ дБмВт}$
до 10 МГц включ.	28	-
от 10 МГц до 1 ГГц включ.	-	минус 10
св. 10 МГц до 1 ГГц включ.	25	-
св. 1 до 3 ГГц включ.	20	минус 13
св. 3 до 8 ГГц включ.	17	минус 20
св. 8 до 10 ГГц включ.	8	минус 20
св. 10 до 26,5 ГГц включ.	10	минус 20
¹ TOI = $(2 * L_{смес} - L_{имз})/2$, где $L_{смес}$ – уровень входного сигнала смесителя		

10.10 Определение относительного уровня гармонических искажений 2-го порядка $L_{к2}$, выраженного в виде точки пересечения 2-го порядка SHI, в зависимости от состояния предусилителя и входного сигнала на смесителе $L_{смес}$.

10.10.1 Подключить ВЧ выход генератора сигналов E8257D к ВЧ входу анализатора FSWP26 через соответствующий фильтр, подавляющий уровень собственных гармоник генератора. Генератор синхронизировать от внешнего источника - стандарта частоты рубидиевого Ч1-92.

10.10.2 На генераторе установить сигнал с параметрами:

частота - f_{in} ;

уровень-минус 5 дБмВт.

10.10.3 Настройки FSWP в режиме анализатора спектра:

[AMPT: RF ATTEN MANUAL: 0 dB]

[AMPT : -5 dBm]

[SPAN : 10 kHz]

[BW : RES BW MANUAL : 30 Hz]

[BW: VIDEO BW MANUAL: 10 Hz]

[FREQ: CENTER: $\{f_{in}\}$].

$f_{in} = 1, 9; 21; 106; 274; 449,9; 699,9; 999,9; 1499,9; 1749,9; 2699,9; 3449,9$ МГц; 5 ГГц;

10 ГГц.

10.10.4 Установить маркер на пик сигнала: [MKR=> : PEAK].

10.10.5 По маркеру определить уровень сигнала L_{in} . Регулируя уровень генератора установить показания маркера на значение -5 дБм.

10.10.6 Установить центральную частоту на 2-ую гармонику:

[FREQ: CENTER: {2x f_{in} }].

Установить маркер на пик 2-ой гармоники:

[MKR=> : PEAK].

10.10.7 По маркеру определить уровень сигнала L_{k2} .

10.10.8 Уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями 2-го порядка, определить по формуле $L_{in} - L_{k2}$.

10.10.9 Повторить измерения при включенном предусилителе и ослаблении встроенного аттенюатора 35 дБ.

10.10.10 Результаты поверки считать положительными, если относительный уровень гармонических искажений 2-го порядка L_{k2} , выраженный в виде точки пересечения 2-го порядка SHI, в зависимости от состояния предусилителя и входного сигнала на смесителе $L_{смес}$, не превышает значений, указанных в таблице 14.

Таблица 14

Диапазоны частот	Относительный уровень гармонических искажений 2-го порядка L_{k2} , выраженный в виде точки пересечения 2-го порядка (SHI) ¹ , дБн ² , не менее:	
	предусилитель выключен, $L_{смес}$ = минус 5 дБмВт	предусилитель включен, $L_{смес}$ = минус 50 дБмВт
от 1 МГц до 500 МГц включ.	45	-
от 50 до 500 МГц включ.	-	10
св. 500 МГц до 1,5 ГГц включ.	47	10
св. 1,5 до 4,0 ГГц включ.	62	10
св. 4 до 25 ГГц включ.	65	10

¹ SHI = $L_{смес} - L_{k2}$, где $L_{смес}$ – уровень входного сигнала смесителя
² дБн - дБ относительно уровня несущей

10.11 Определение абсолютной погрешности измерений уровня из-за переключения полосы пропускания относительно RBW = 10 кГц

10.11.1 Подключить ВЧ выход генератора сигналов E8257D к ВЧ входу анализатора. На генераторе установить сигнал с параметрами:

частота - 64 МГц;

уровень - минус 20 дБмВт.

10.11.2 Установить настройки FSWP в режиме анализатора спектра:

[AMPT : -10 dBm]

[AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 dB]

[FREQ: CENTER : 64 MHz]

[SPAN : 100 kHz]

[BW: RBW MANUAL: 10 kHz]

[BW: VBW MANUAL: 100 Hz]

10.11.3 Установить маркер на пик сигнала и зафиксировать значение:

[MKR=>: PEAK]

[MKR : REFERENCE FIXED].

10.11.4 Изменить настройки анализатора:

[SPAN: {10 x RBW}] для RBW 10 МГц или

[SPAN: ZERO] для RBW > 10 МГц

[BW : RBW MANUAL : {RBW} : ENTER]

[BW : VBW MANUAL : {0.01 x RBW} : ENTER]

Если RBW < 100 Гц, то использовать ширину полосы видеофильтра VBW = 1 Гц.

10.11.5 Установить маркер на пик сигнала и зафиксировать значение:

[MKR => : PEAK].

10.11.6 Провести измерения для значений полосы пропускания RBW = 100 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц, 1 МГц и 10 МГц, а также 20, 50 и 80 МГц. Разница уровней отображается в поле «Delta [T1 FXD] {xxx} dB».

10.11.7 Повторить измерения для режима БПФ-фильтра. Для этого изменить настройки анализатора:

[SWEEP : SWEEP MODE : FFT].

10.11.8 Результаты поверки считать положительными, если погрешности измерений уровня из-за переключения полосы пропускания относительно RBW 10 кГц не превышает $\pm 0,2$ дБ.

10.12 Определение относительной погрешности установки ширины полос пропускания ПЧ по уровню минус 3 дБ и коэффициента прямоугольности фильтров полосы пропускания (по уровням минус 60 дБ и минус 3 дБ).

10.12.1 Подключить выход генератора сигналов E8257D к входу анализатора FSWP26. На генераторе установить сигнал с параметрами:

частота - 64 МГц;

уровень - 0 дБмВт.

10.12.2 Настройки FSWP в режиме анализатора спектра:

[AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 dB]

[AMPT : 0 dBm]

[FREQ : CENTER : 64 MHz]

[BW : COUPLING RATIO : SPAN/RBW MANUAL : 3 : ENTER]

10.12.3 Определить погрешность установки ширины полосы пропускания ПЧ по уровню минус 3дБ:

[MKR FCTN : N DB DOWN : 3 dB]

[SPAN : {3 x RBW}].

10.12.4 Провести измерения для значений полосы пропускания RBW = 100 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц, 1 МГц и 10 МГц с помощью функции:

[MKR => : PEAK].

10.12.5 Действительное значение полосы пропускания ПЧ по уровню минус 3 дБ отображается в поле «BW {полоса пропускания}»

10.12.6 Для тех же полос пропускания установить

[MKR FCTN : N DB DOWN : 60 dB]

[SPAN: {6 x RBW}].

10.12.7 Действительное значение полосы пропускания ПЧ по уровню минус 60 дБ отображается в поле «BW {полоса пропускания}».

10.12.8 Определить коэффициенты прямоугольности по формуле $BW_{60дБ}/BW_{3дБ}$

10.12.9 Результаты поверки считать положительными, если:

- относительная погрешность установки ширины полосы пропускания ПЧ по уровню минус 3 дБ не превышает ± 3 %;

- значения коэффициентов прямоугольности фильтров полосы пропускания (по уровням минус 60 дБ и минус 3 дБ) не превышают 5:1.

10.13 Определение уровня остаточных сигналов комбинационных частот при ВЧ аттенуаторе 0 дБ.

10.13.1 Замкнуть ВЧ вход анализатора на нагрузку 50 Ом.

10.13.2 Для определения уровня остаточных сигналов комбинационных частот выключить ЖИГ-фильтр. Установить настройки FSWP в режиме анализатора спектра:

[AMPT : RF ATTEN MANUAL : 0 dB]

[AMPT : -50 dBm]

[BW : RES BW MANUAL : 200 Hz].

10.13.3 Измерить уровень с помощью функции:

[MKR=>: PEAK].

10.13.4 Провести измерения во всём диапазоне частот.

10.13.5 Результаты поверки считать положительными, если уровень остаточных сигналов комбинационных частот при ВЧ аттенуаторе 0 дБ не превышает:

до 1 МГц включ. минус 90 дБмВт;

свыше 1 до 8900 МГц включ. минус 110 дБмВт;

свыше 8900 МГц до 26,5 ГГц включ. минус 100 дБмВт.

10.14 Определение среднего уровня собственных шумов, приведённого к полосе пропускания 1 Гц.

10.14.1 Замкнуть ВЧ вход анализатора на нагрузку 50 Ом.

10.14.2 Настройки FSWP в режиме анализатора спектра:

[AMPT : RF ATTEN MANUAL : 0 dB]

[AMPT : -60 dBm]

[SPAN : 0 Hz]

[TRACE 1 : AVERAGE]

[TRACE 1 : SWEEP COUNT : {SWPCNT} ENTER]

[MEAS : TIME DOMAIN POWER : MEAN]

[FREQ: CENTER: {fn}]

[BW : RBW MANUAL : {RBW}]

[BW : VBW MANUAL : {VBW}].

10.14.3 Считать среднее значение маркера и скорректировать значение измерений на минус $10 \cdot \lg(\text{RBW}/1 \text{ Гц})$:

- RBW = 1 Гц соответствует коррекции 0 дБ;

- RBW = 10 Гц соответствует коррекции минус 10 дБ;

- RBW = 100 Гц соответствует коррекции минус 20 дБ;

- RBW = 1 кГц соответствует коррекции минус 30 дБ.

10.14.4 Измерения провести при следующих настройках анализатора:

- RBW = 1 Гц; SWPCNT = 20; f_n = 2 Гц, 10 Гц;

- RBW ;,; 10 Гц; SWPCNT ;,; 5; f_n = 30 Гц, 90 Гц;

- RBW = 100 Гц; SWPCNT = 5; f_n = 300 Гц, 980 Гц;

- RBW = 1 кГц; SWPCNT = 1; f_n = 9,8 кГц; 98 кГц; 998 кГц;

9,8 МГц; 30 МГц; от 99 МГц до 7999 МГц с шагом 100 МГц; от 8,5 ГГц до 26,5 ГГц с шагом 500 МГц.

10.14.5 Провести дополнительные измерения на частотах

f_n = 100 кГц, 1 МГц, 99 МГц, от 1 ГГц до 26,5 ГГц с шагом 1 ГГц. Для измерений установить: предусилитель включен; RBW = 1 кГц; SWPCNT = 1.

10.14.6 Результаты поверки считать положительными, если средний уровень собственных шумов [дБмВт], приведённый к полосе пропускания 1 Гц не превышает значений, указанных в таблице 15.

Таблица 15

Наименование характеристики	Значение
Средний уровень собственных шумов, приведенный к полосе пропускания 1 Гц, в диапазоне частот, не более:	
от 10 до 100 Гц включ.	110
св. 100 Гц до 1 кГц включ.	120
св. 1 до 9 кГц включ.	135
св. 9 кГц до 1 МГц включ.	145

Окончание таблицы 15

Наименование характеристики	Значение
св. 1 МГц до 1 ГГц включ.	-149
св. 1 до 3 ГГц включ.	-150
св. 3 до 8 ГГц включ.	-150
св. 8 до 13,6 ГГц включ.	-148
св. 13,6 до 18 ГГц включ.	-147
св. 18 до 25 ГГц включ.	-145
св. 25 до 26,5 ГГц включ.	-140
с опцией FSWP-B24 и установленном усилении предусилителя 30 дБ	
от 10 до 60 МГц включ.	-150
св. 60 МГц до 3 ГГц включ.	-165
св. 3 до 8 ГГц включ.	-162
св. 8 до 18 ГГц включ.	-162
св. 18 до 26,5 ГГц включ.	-160

10.15 Определение абсолютной погрешности измерений уровня сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц (опорный уровень минус 10 дБ (1мВт), ослабление входного аттенюатора 10 дБ, RBW = 10 кГц).

10.15.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 4: подключить вход преобразователя, вход анализатора и выход генератора сигналов к сумматору.

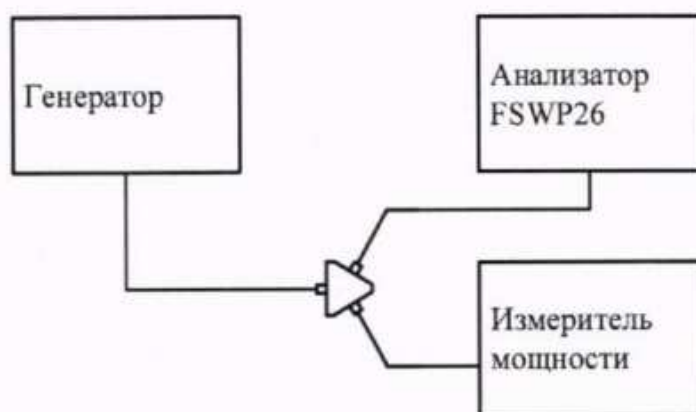


Рисунок 4

10.15.2 На генераторе установить сигнал с параметрами:

частота - 64 МГц;

уровень - минус 4 дБмВт.

10.15.3 Изменяя уровень генератора, установить показания ваттметра NRP50T L_{NRP} = минус $10 \pm 0,05$ дБмВт

10.15.4 Установить следующие настройки FSWP26 в режиме анализатора спектра:

[AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10dB]

[AMPT : -10 dBm]

[SWEEP : SWEEP TIME : 10 ms]

[SPAN: 30 kHz]

[BW: RES BW MANUAL: 10 kHz]

[TRACE : DETECTOR : RMS]

[FREQ : CENTER : 64 MHz].

10.15.5 Измерить уровень сигнала L_{FSWP} [дБмВт] с помощью функции:

[MKR => : PEAK].

10.15.6 Погрешность измерений уровня сигнала минус 10 дБмВт на частоте 64 МГц рассчитать по формуле:

$$\Delta L_{64} = L_{FSWP} - L_{NRP} \quad (7)$$

10.15.7 Результаты поверки считать положительными, если погрешность измерений уровня сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц (опорный уровень минус 10 дБ (1 мВт), ослабление входного аттенюатора 10 дБ, RBW = 10 кГц) не превышает $\pm 0,2$ дБ.

10.16 Определение диапазона частот и неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно частоты 64 МГц, в зависимости от состояния ЖИГ-фильтра, аттенюатора СВЧ и предусилителя.

10.16.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 4, для частот менее 250 кГц вместо генератор сигналов E8257D генератор сложной произвольной формы 81160A.

10.16.2 На генераторе установить сигнал с параметрами:

частота - 10 МГц;

уровень - минус 4 дБмВт.

10.16.3 Изменяя уровень генератора, установить показания ваттметра NRP50T L_{NRP} = минус $10 \pm 0,05$ дБмВт

10.16.4 Установить следующие настройки FSWP в режиме анализатора спектра:

[AMPT: RF INPUT {coupling} DC]

[AMPT: RF ATTEN MANUAL: {aFsw} 10 dB]

[AMPT : 0 dBm]

[SPAN : 100 kHz]

[BW: RES BW MANUAL: 10 kHz]

[FREQ : CENTER : 64 MHz]

[MKR => : MORE : EXCLUDE LO].

10.16.5 Измерить уровень сигнала L_{FSW} с помощью функции:

[MKR=>: PEAK].

10.16.6 Погрешность измерений уровня сигнала ΔL_{REF} [дБ] = $L_{FSW} - L_{NRP}$ занести в протокол. Неравномерность АЧХ относительно частоты 64 МГц рассчитать для следующих частот f_{in} = 10 Гц, 1 кГц, 9 кГц, 10 кГц, 30 кГц, 100 кГц, 300 кГц, 1 МГц, 3 МГц, 10 МГц, 50 МГц, 100 МГц, 200 МГц, от 500 МГц до 8 ГГц с шагом 500 МГц, от 8 ГГц и до 26,5 ГГц с шагом 1 ГГц.

10.16.7 Установить следующие настройки FSWP:

[SPAN : 100 kHz]

[FREQ: CENTER: {fin.}]

[BW: RES BW MANUAL: {RBW}]

10.16.8 В диапазоне частот F_{in} до 100 кГц использовать $RBW = F_{in}/10$, в остальных случаях использовать $RBW::10$ кГц.

10.16.9 Измерить уровень сигнала L_{FSW} с помощью функции:

[MKR =>: PEAK].

10.16.10 Зафиксировать показания ваттметра NRP50T [дБмВт].

10.16.11 Неравномерность АЧХ относительно частоты 64 МГц $\delta AЧХ$ [дБ] рассчитать по формуле:

$$\delta AЧХ [дБ] = L_{FSW} - L_{NRP} - \Delta L_{REF} \quad (8)$$

10.16.12 Дополнительно для частот f_{in} = 1 кГц, 1 МГц, 1 ГГц, 5 ГГц, 10 ГГц, 25 ГГц провести измерения неравномерности при АЧХ при значениях входного аттенюатора анализатора aFsw = 20, 30 и 40 дБ, установив соответствующую настройку FSWP:

[AMPT: RF ATTEN MANUAL: {aFsw} dB]

10.16.13 Установить максимальное значение входного аттенюатора анализатора aFsw = 79 дБ, установив соответствующую настройку FSWP:

[AMPT: RF ATTEN MANUAL: {aFsw} dB]

10.16.14 Провести измерения неравномерности АЧХ для следующих частот $f_{in} = 10 \text{ Гц}, 9 \text{ кГц}, 10 \text{ кГц}, 10 \text{ МГц}, 11 \text{ МГц}, 3,6 \text{ ГГц}, 3,7 \text{ ГГц}, 8 \text{ ГГц}, 8,1 \text{ ГГц}, 22 \text{ ГГц}, 22,1 \text{ ГГц}, 26,5 \text{ ГГц}$.

10.16.15 Установить значение входного аттенюатора анализатора $a_{Fsw} = 20 \text{ дБ}$, включить предусилитель, установив соответствующие настройки FSWP:

[AMPT: RF ATTEN MANUAL: {aFsw} dB]

[AMPT : PREAMP ON]

10.16.16 Провести измерения неравномерности АЧХ для следующих частот $f_{in} = 10 \text{ МГц}, 3,6 \text{ ГГц}, 3,7 \text{ ГГц}, 8 \text{ ГГц}, 8,1 \text{ ГГц}, 22 \text{ ГГц}, 22,1 \text{ ГГц}, 26,5 \text{ ГГц}$.

10.16.17 Установить значение входного аттенюатора $a_{Fsw} = 10 \text{ дБ}$, выключить ЖИГ-фильтр, установив соответствующие настройки FSWP:

[INPUT/OUTPUT: Input Source Config]

[YIG-Preselector => OFF]

[AMPT: RF ATTEN MANUAL: {aFsw} dB]

10.16.18 Провести измерения неравномерности АЧХ для следующих частот $f_{in} = 8 \text{ ГГц}, 10 \text{ ГГц}, 12 \text{ ГГц}, 15 \text{ ГГц}, 18 \text{ ГГц}, 20 \text{ ГГц}, 22 \text{ ГГц}, 25 \text{ ГГц}, 26,5 \text{ ГГц}$.

10.16.19 Дополнительно для частот $f_{in} = 8 \text{ ГГц}, 15 \text{ ГГц}, 25 \text{ ГГц}$ провести измерения неравномерности при АЧХ при значениях входного аттенюатора анализатора $a_{Fsw} = 20, 30$ и 40 дБ , установив соответствующую настройку FSWP:

[AMPT: RF ATTEN MANUAL: {aFsw} dB]

10.16.20 Установить максимальное значение входного аттенюатора анализатора $a_{Fsw} = 79 \text{ дБ}$, установив соответствующую настройку FSWP:

[AMPT: RF ATTEN MANUAL: {aFsw} dB]

10.16.21 Провести измерения неравномерности АЧХ для следующих частот $f_{in} = 8 \text{ ГГц}, 10 \text{ ГГц}, 15 \text{ ГГц}, 22 \text{ ГГц}, 25 \text{ ГГц}, 26,5 \text{ ГГц}$.

10.16.22 Установить значение входного аттенюатора анализатора $a_{Fsw} = 20 \text{ дБ}$, включить предусилитель, установив соответствующие настройки FSWP:

[AMPT: RF ATTEN MANUAL: {aFsw} dB]

[AMPT : PREAMP ON]

10.16.23 Провести измерения неравномерности АЧХ для следующих частот $f_{in} = 8 \text{ ГГц}, 10 \text{ ГГц}, 15 \text{ ГГц}, 22 \text{ ГГц}, 25 \text{ ГГц}, 26,5 \text{ ГГц}$.

10.16.24 Результаты поверки считать положительными, если диапазон частот анализатора составил от 10 Гц до $26,5 \text{ ГГц}$, а значение неравномерности амплитудно-частотной характеристики не превышает значений, указанных в таблице 16.

Примечание. Неравномерность АЧХ в таблице при «любом» значении аттенюатора не превышает значений при максимальном значении аттенюатора, при котором проводились измерения, так как максимальная погрешность при переключении аттенюатора достигается на его максимальном значении 79 дБ .

Таблица 16

Наименование характеристики	Значение, дБ
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно частоты 64 МГц , в зависимости от состояния ЖИГ-фильтра, аттенюатора СВЧ и предусилителя, в диапазоне частот, дБ, не более	
с включённым ЖИГ-фильтром:	
ослабление 10, 20, 30 или 40 дБ, предусилитель отключен	
от 10 Гц до 9 кГц включ.	$\pm 1,00$
св. 9 кГц до 10 МГц включ.	$\pm 0,45$
св. 10 МГц до $3,6 \text{ ГГц}$ включ.	$\pm 0,30$
св. $3,6$ до 8 ГГц включ.	$\pm 0,50$
св. 8 до 22 ГГц включ.	$\pm 1,50$
св. 22 до $26,5 \text{ ГГц}$ включ.	$\pm 2,00$

любое ослабление	
от 10 Гц до 9 кГц включ.	$\pm 1,0$
св. 9 кГц до 3,6 ГГц включ.	$\pm 0,6$
св. 3,6 до 8 ГГц включ.	$\pm 0,8$
св. 8 до 22 ГГц включ.	$\pm 2,0$
св. 22 до 26,5 ГГц включ.	$\pm 2,5$
ослабление ≤ 20 дБ, предусилитель включён	
от 10 МГц до 3,6 ГГц включ.	$\pm 0,6$
св. 3,6 до 8 ГГц включ.	$\pm 0,8$
св. 8 до 22 ГГц включ.	$\pm 2,0$
св. 22 до 26,5 ГГц включ.	$\pm 2,5$
с выключенным ЖИГ-фильтром:	
ослабление 10, 20, 30 и 40 дБ, предусилитель отключен	
от 8 до 22 ГГц включ.	$\pm 1,5$
св. 22 до 26,5 ГГц включ.	$\pm 2,0$
любое ослабление	
от 8 до 22 ГГц включ.	$\pm 2,0$
св. 22 до 26,5 ГГц включ.	$\pm 2,5$
ослабление ≤ 20 дБ, предусилитель включён	
от 8 до 22 ГГц включ.	$\pm 2,0$
св. 22 до 26,5 ГГц включ.	$\pm 2,5$

10.17 Определение абсолютной погрешности измерений уровня из-за нелинейности шкалы (при отношении сигнал/шум не менее 16 дБ)

10.17.1 Подключить ВЧ выход генератора сигналов к входу аттенюатора ступенчатого, выход аттенюатора – к ВЧ входу анализатора. Генератор синхронизировать от внешнего источника.

10.17.2 На генераторе установить сигнал с параметрами:

- частота - 128,1 МГц;

- уровень - 10 дБмВт.

10.17.3 Значение ослабления на аттенюаторе установить 0 дБ.

10.17.4 Установить следующие настройки FSWP в режиме анализатора спектра:

[AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 dB]

[AMPT : 10 dBm]

[FREQ : CENTER : 128.1 MHz]

[SPAN : 0 Hz]

[TRACE:DETECTOR:AV]

[BW : RES BW MANUAL : 1 kHz]

[SWEEP: SWEEP TIME MANUAL: {sweep time}]

[MEAS : TIME DOMAIN POWER : MEAN]

10.17.5 Измерить уровень сигнала L_{Ref} с помощью маркера.

10.17.6 Изменять ослабление аттенюатора до 90 дБ с шагом 10 дБ.

В таблице 17 приведена зависимость установки значений времени развертки и ослабления аттенюатора.

Таблица 17

a_{ATT} , дБ	от 10 до 50	от 50 до 80	от 80 до 100
Время развертки, мс	200	600	1000

10.17.7 На каждом шаге изменений значения ослабления измерить уровень сигнала L_{FSW} с помощью маркера.

10.17.8 Погрешность измерений уровня рассчитать по формуле:

$$\Delta L = L_{FSW} - L_{ref} + A, \quad (9)$$

где A - действительное значение ослабления аттенюатора на частоте измерения

10.17.9 Результаты поверки по данной операции считать положительными, если погрешности измерений уровня из-за нелинейности шкалы (при отношении сигнал/шум не менее 16 дБ) не превышает:

в диапазоне от 0 до минус 70 дБ включ. $\pm 0,1$ дБ;
в диапазоне св. минус 70 дБ до минус 90 дБ включ. $\pm 0,2$ дБ.

10.18 Определение абсолютной погрешности измерений уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора на частоте 64 МГц относительно ослабления 10 дБ и допускаемой погрешности измерений уровня в диапазоне от минус 70 дБ до 0 дБ относительно опорного уровня, при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ, ВЧ ослаблении 10 дБ, 20 дБ, 30 дБ, 40 дБ, выключенном предусилителе и включенном ЖИГ-фильтре

10.18.1 Подключить ВЧ выход генератора E8257D сигналов к входу аттенюатора ступенчатого, выход аттенюатора - к ВЧ входу анализатора. Генератор синхронизировать от внешнего источника - стандарта частоты.

10.18.2 На генераторе установить сигнал с параметрами:

частота - 64 МГц;

уровень - 10 дБмВт.

10.18.3 Значение ослабления на аттенюаторе установить 70 дБ.

10.18.4 Установить следующие настройки FSWP в режиме анализатора спектра:

[FREQ : CENTER : 64 MHz]

[SPAN : 500 Hz]

[BW: RES BWMANUAL: 1 kHz]

[TRACE : DETECTOR : RMS]

[BW : VIDEO BW MANUAL : 100 Hz]

[AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 dB]

[AMPT : -35 dBm]

Установить маркер на пик сигнала:

[MKR => : PEAK].

10.18.5 Задать фиксированный опорный маркер:

[MKR: REFERENCE FIXED].

10.18.6 Параметры измерительной цепи (ослабление на аттенюаторе a_{ATT} , ослабление анализатора a_{FSW} и опорный уровень анализатора) изменять согласно таблице 18, используя следующие настройки анализатора:

[AMPT: RF ATTEN MANUAL: { a_{FSW} }]

[AMPT: { -45 dBm + a_{FSW} } dBm]

[MKR=>: PEAK].

Таблица 18

a_{ATT} , дБ	70	80	75	65	60	55	50	40	30	20	10
a_{FSW} , дБ	10	0	5	15	20	25	30	40	50	60	70
Опорный уровень, дБмВт	-35	-45	-40	-30	-25	-20	-15	-5	5	15	25

10.18.7 Считать показание маркера Delta [T1 FXD] { Δ_m } dB в верхнем правом углу.

10.18.8 Для каждого из значений ослабления входного аттенюатора анализатора вычислить погрешность измерений уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора по формуле:

$$\Delta_{\text{атт}} = \Delta_m + (A_d - A_{d70} \text{ дБ}), \quad (10)$$

где: Δ_m - отсчет маркера Delta [T1 FXD] { Δ_m } дБ,

A_d - действительное значение ослабления внешнего аттенюатора на частоте 64 МГц (в соответствии с результатами поверки аттенюатора),

A_{d70} дБ - действительное значение ослабления аттенюатора при установке номинального значения 70 дБ на частоте 64 МГц.

10.18.9 Для определения погрешности измерений уровня в диапазоне от минус 70 дБ до 0 дБ относительно опорного уровня, ВЧ ослаблении 10 дБ, 20 дБ, 30 дБ, 40 дБ, выключенном предусилителе и включенном ЖИГ-фильтре, установить значение генератора и центральной частоты анализатора 10 МГц, уровень мощности генератора 0 дБмВт, ослабление анализатора afsw 10 дБ, опорный уровень анализатора 0 дБмВт, ослабление внешнего аттенюатора 0 дБ. Выключить предусилитель. Установить маркер на максимальное значение и включить режим дельта-маркера.

10.18.10 Последовательно устанавливать ослабление анализатора afsw 20, 30, 40 дБ, фиксируя показания маркера Delta [T1 FXD] { Δ_m } дБ в верхнем правом углу экрана анализатора как значение погрешности измерений.

10.18.11 Установить значение ослабления анализатора afsw 10 дБ. Уровень выходной мощности генератора -70 дБмВт, опорный уровень анализатора -40 дБмВт, зафиксировать показания маркера Delta [T1 FXD] { Δ_m } дБ в верхнем правом углу экрана анализатора как значение погрешности измерений.

10.18.12 Повторить пп. 10.18.9 – 10.18.11 для частот генератора и центральной частоты анализатора 500 МГц; 3,6; 5; 8; 15; 22; 25; 26,5 ГГц

10.18.13 Результаты поверки по пункту определения абсолютной погрешности измерений уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора на частоте 64 МГц относительно ослабления 10 дБ считать положительными, если ее величина не превышает $\pm 0,2$ дБ.

10.18.14 Результаты поверки погрешности измерений уровня в диапазоне от минус 70 дБ до 0 дБ относительно опорного уровня при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ, ВЧ ослаблении 10 дБ, 20 дБ, 30 дБ, 40 дБ, выключенном предусилителе и включенном ЖИГ-фильтре считать положительными, если погрешности измерений уровня от минус 70 дБ до 0 дБ относительно опорного уровня и значения ослабления 10, 20, 30, 40 дБ на частотах до 10 МГц включ. не превышает $\pm 0,37$ дБ, на частотах св. 10 МГц до 3,6 ГГц включ. не превышает $\pm 0,27$ дБ, на частотах св. 3,6 до 8 ГГц включ. не превышает $\pm 0,37$ дБ, на частотах св. 8 до 22 ГГц включ. не превышает $\pm 1,40$ дБ, на частотах св. 22 до 26,5 ГГц включ. не превышает $\pm 1,70$ дБ.

10.19 Определение диапазона измерений пикового значения коэффициента амплитудной модуляции (АМ) и абсолютной погрешности измерений коэффициента АМ (Кам) при частоте модулирующего сигнала не более 1 МГц, уровне паразитной АМ (0,03% с.к.з.) до несущей частоты 8 ГГц, уровне мощности не менее минус 30 дБ (1 мВт) (опция FSWP-K7).

10.19.1 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции проводят методом прямых измерений с помощью установки поверочной для средств измерений коэффициента амплитудной модуляции РЭКАМ-2, при подаче на вход анализатора синусоидального сигнала с амплитудной модуляцией по схеме, представленной на рисунке 5.

10.19.2 Подключить выход калибратора установки РЭКАМ-2 к входу анализатора спектра.

10.19.3 На калибраторе установить режим АМ, несущую частоту $F_{\text{НЕС}} = 4 \text{ МГц}$, коэффициент амплитудной модуляции $K_{\text{АМ}} = 100\%$, частоту модулирующего колебания $F_{\text{МОД}} = 1 \text{ кГц}$.

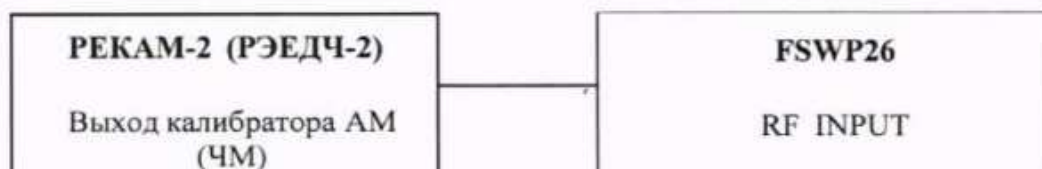


Рисунок 5

10.19.4 На анализаторе спектра включить режим Analog Demod установить настройки для измерений коэффициента амплитудной модуляции на частоте 4 МГц согласно Руководству по эксплуатации (при этом ширина полосы анализа должна быть примерно $6 \cdot F_{\text{МОД}}$).

10.19.5 Провести измерения $K_{\text{АМизм}}$ и рассчитать погрешность по формуле (11):

$$\Delta K_{\text{АМ}} = K_{\text{АМизм}} - K_{\text{АМ}}. \quad (11)$$

10.19.6 Повторить измерения устанавливая несущую частоту $F_{\text{НЕС}}$ модулирующую частоту $F_{\text{МОД}}$ и коэффициент амплитудной модуляции $K_{\text{АМ}}$ в соответствии с таблицей 19.

Таблица 19

F _{МОД} ,кГц	K _{АМ} ,%	F _{НЕС} , МГц		F _{МОД} , кГц	K _{АМ} ,%	F _{НЕС} , МГц	
		25	4			25	4
0,02	100	+	+	60	100	+	+
	50	+	+		50	+	+
	5	+	+		10	+	+
	0,1	+	+		1	+	+
1,0	100	+	+	200	100	+	
	95	+	+		50	+	
	50	+	+		10	+	
	5	+	+		1	+	
	1	+	+				
	0,1	+	+				
20	100	+	+				
	50	+	+				
	5	+	+				
	1	+	+				
+ провести измерения							

10.19.7 Результаты поверки считать положительными, если диапазон измерений пикового значения коэффициента амплитудной модуляции составил от 0,1 до 100 %, а действительные значения абсолютной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции в диапазоне значений от 0,1 до 100 % не превышают: $\pm (0,2 + 0,001 \cdot K_{\text{АМ}}) \%$.

10.20 Определение абсолютной погрешности измерений девиации частоты (при полосе анализа от $3,3 \cdot (F_{\text{МОД}} + F_{\text{ДЕВ}})$ до $10 \cdot (F_{\text{МОД}} + F_{\text{ДЕВ}})$ до несущей частоты 8 ГГц, уровне мощности не менее минус 30 дБм, где $F_{\text{МОД}}$ – модулирующая частота, $F_{\text{ДЕВ}}$ – девиация частоты) (опция FSWP-K7).

10.20.1 Определение абсолютной погрешности измерений девиации частоты проводят методом прямых измерений с помощью установки поверочной для средств измерений

девиации частоты РЭДЧ-2 при подаче на вход анализатора синусоидального сигнала с частотной модуляцией по схеме, представленной на рисунке 5.

10.20.2 Подключить выход калибратора установки РЭДЧ-2 к входу анализатора спектра.

10.20.3 На калибраторе установить режим ЧМ, несущую частоту $F_{\text{НЕС}} = 5 \text{ МГц}$, модулирующую частоту $F_{\text{МОД}} = 1 \text{ кГц}$ и девиацию $F_{\text{ДЕВ}} = 100 \text{ кГц}$.

10.20.4 На анализаторе спектра установить настройки для измерений девиации частоты на частоте 50 МГц согласно Руководству по эксплуатации (при этом ширина полосы анализа должна быть примерно $6 \cdot (F_{\text{МОД}} + F_{\text{ДЕВ}})$).

10.20.5 Провести измерения $F_{\text{ДЕВИЗМ}}$ и рассчитать погрешность по формуле 12:

$$\Delta F_{\text{ДЕВ}} = F_{\text{ДЕВИЗМ}} - F_{\text{ДЕВ}}. \quad (12)$$

10.20.6 Повторить измерения устанавливая несущую частоту $F_{\text{НЕС}}$, девиацию частоты $F_{\text{ДЕВ}}$ и модулирующую частоту $F_{\text{МОД}}$ в соответствии с таблицей 20.

Таблица 20

$F_{\text{МОД}}, \text{кГц}$	$F_{\text{НЕС}} = 5 \text{ МГц и } 50 \text{ МГц}$				
	$F_{\text{ДЕВ}}, \text{кГц}$				
	1000	500	100	10	1
0,02	+	+	+	+	+
0.03	+	+	+	+	
0,09	+	+	+	+	
0,4	+	+	+	+	
1	+	+	+	+	+
6	+	+	+	+	
20	+	+	+	+	
30	+	+	+	+	+
60	+	+	+	+	
100	+	+	+	+	
200	+	+	+	+	
+ провести измерения					

10.20.7 Результаты поверки считать положительными, если действительные значения абсолютной погрешности измерений девиации частоты не превышают: $\pm (0,003 (F_{\text{МОД}} + F_{\text{ДЕВ}}) + 2) \text{ Гц}$.

10.21 Определение абсолютной погрешности измерений фазового шума в импульсном режиме (опция FSWP-K4).

10.21.1 Для определения погрешности измерений фазового шума использовать схему на рисунке 1.

10.21.2 На генераторе установить частоту 1 ГГц, выходной уровень 0 дБмВт, фазовую модуляцию с девиацией фазы 0,001 рад и частотой модулирующего колебания 10 кГц, при необходимости проконтролировать точность установки девиации в режиме аналоговой демодуляции ФМ. На анализаторе FSWP выбрать режим измерений фазового шума в импульсном режиме при отстройках с количеством корреляций 1, в настройках трассы включить отображение дискретных составляющих.

10.21.3 На генераторе установить импульсную модуляцию с периодом импульса 2 мкс и шириной импульса 1 мкс.

10.21.4 С помощью маркера убедиться, что предел отстройки при измерениях фазовых шумов в импульсном режиме составляет 350 кГц.

10.21.5 С помощью маркера провести измерение уровня дискретной составляющей $\Phi_{\text{изм}}$ на графике фазового шума при отстройке 10 кГц.

10.21.5 Определить погрешность измерений фазового шума ΔS по формуле:

$$\Delta S = S_{\text{изм}} + 66 \text{ дБн.} \quad (13)$$

10.21.6 Повторить измерения при частоте модулирующего колебания и соответствующих отстройках в 10 Гц, 1 кГц и 100 кГц, а также для несущих частот 1 МГц, 10 ГГц и 26,5 ГГц.

10.21.7 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений фазового шума находится в пределах $\pm 2,5$ дБ.

10.22 Определение полосы анализа сигнала и времени нарастания переходной характеристики (опции FSWP-K6, FSWP-K6S).

10.22.1 Для определения погрешности измерений фазового шума использовать схему на рисунке 1.

10.22.2 На генераторе 81160A установить частоту 250 МГц, амплитуду $2 V_{\text{pp}}$, форму сигнала – «синус». Установить амплитудную модуляцию с коэффициентом 100%, модулирующим сигналом «меандр» (square) частотой 1 МГц. На анализаторе FSWP выбрать режим измерений импульсных сигналов. Установить значение центральной частоты 250 МГц, полосу анализа 250 МГц, опорный уровень 20 дБмВт. Синхронизировать анализатор с генератором по выходу Sync Out A и входу Trigger Input/Output.

10.22.3 В таблице результатов измерений параметров сигнала (Pulse Statistic) определить среднее время нарастания (Average Rise Time (ms)) и записать измеренное значение.

10.22.4 Результаты поверки считать положительными, если значение времени нарастания переходной характеристики не превышает 3,5 нс, что соответствует значению полосы анализа 250 МГц.

10.23 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента шума от 10 МГц до 26,5 ГГц включ., диапазона измерений коэффициента усиления и абсолютной погрешности измерений коэффициента усиления от 10 МГц до 26,5 ГГц включ. (опция FSWP-K30).

10.23.1 Подключить ГШ 346С непосредственно ко входу анализатора FSWP26, разъём питания к выходу Noise Source Control. Включить режим измерений коэффициента шума (Noise Figure). Установить начальную частоту 50 МГц, конечную 1950 МГц, количество точек отсчёта 3. Провести калибровку по генератору шума. Измерить уровень мощности сигнала ГШ, пользуясь трассой Phot, и зафиксировать показание $P_{\text{ГШ}}$ на частоте 1 ГГц.

10.23.2 Подключить генератор E8257D через переключаемый аттенюатор 8496В.

10.23.3 Установить уровень мощности по показаниям анализатора FSWP26 равным $P_{\text{ВХ}} = (P_{\text{ГШ}} + 90)$ дБмВт. Зафиксировать измерения $P_{\text{ВХ}}$ с помощью анализатора FSWP26.

10.23.4 Изменяя уровень выходной мощности с помощью аттенюатора с шагом 10 дБ, провести измерения модуля коэффициента усиления в диапазоне усиления от -20 до 60 дБ относительно значения $P_{\text{ВХ}}$ в соответствии с таблицей 21.

Таблица 21

i	Уровень входной мощности, дБмВт	Имитация КУ, ΔКУ, дБ	Измеренная мощность при включённой $P_{\text{А вкл}}$ и выключенной $P_{\text{А выкл}}$ ступени аттенюатора	
1	$P_{\text{ВХ}}$	60	(Опорный)	
2	$P_{\text{ВХ}} - 10$	50		
3	$P_{\text{ВХ}} - 20$	40		
4	$P_{\text{ВХ}} - 30$	30		
5	$P_{\text{ВХ}} - 40$	20		
6	$P_{\text{ВХ}} - 50$	10		
7	$P_{\text{ВХ}} - 60$	0		
8	$P_{\text{ВХ}} - 70$	-10		
9	$P_{\text{ВХ}} - 80$	-20		

10.23.5 Рассчитать среднее значение Y_0 , дБ, ослабления используемой ступени 10 дБ по формуле:

$$Y_0 = \frac{1}{8} \cdot [Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 + Y_9], \quad (14)$$

где $Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8, Y_9$ – перепады, полученные соответственно при $P_{\text{ВХ}} - 10, P_{\text{ВХ}} - 20, P_{\text{ВХ}} - 30, P_{\text{ВХ}} - 40, P_{\text{ВХ}} - 50, P_{\text{ВХ}} - 60, P_{\text{ВХ}} - 70, P_{\text{ВХ}} - 80$.

10.23.6 Рассчитать погрешность измерений коэффициента усиления из-за нелинейности измерительного тракта $\delta KY_{\text{нел}}$ по формуле:

$$\delta KY_{\text{нел}} = \sum_{i=1}^8 (Y_i - Y_0), \quad (15)$$

где i – номер измерения перепада Y .

10.23.7 Вычислить погрешность измерений коэффициента шума по формуле:

$$\Delta NF = 10 \log \left(\frac{9}{10^{\frac{Y_0}{10}} - 1} \right). \quad (16)$$

10.23.8 Результат поверки по пункту определения диапазона измерений коэффициента усиления и абсолютной погрешности измерений коэффициента усиления от 10 МГц до 26,5 ГГц включ. считать положительным, если значение абсолютной погрешности измерений коэффициента усиления $\delta KY_{\text{нел}} \pm 0,15$ дБ для значений уровня входной мощности имитирующих коэффициент усиления от -20 до +60 дБ.

10.23.9 Результат поверки по пункту определения абсолютной погрешности измерений коэффициента шума от 10 МГц до 26,5 ГГц включ. считать положительным, если значение абсолютной погрешности измерений коэффициента шума $\Delta NF \pm 0,05$ дБ.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Результаты поверки считать положительными, если номинальное значение частоты опорного генератора составило 10 МГц с относительной погрешностью установки в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-7}$.

11.2 Результаты поверки считать положительными, если диапазон рабочих частот при измерениях фазового и амплитудного шумов составил от 10 МГц до 26,5 ГГц, а значение погрешности измерений уровня сигнала находится в пределах ± 1 дБ в диапазоне частот от 1 МГц до 8 ГГц включ., ± 2 дБ св. 8 ГГц до 18 ГГц включ. и ± 3 дБ св 18 ГГц до 26,5 ГГц включ.

11.3 Результаты поверки считать положительными, если значение погрешности измерений фазового шума в диапазоне частот от 1 МГц до 26,5 ГГц находится в пределах $\pm 1,5$ дБ для отстроек до 1 МГц включ., $\pm 2,0$ дБ для отстроек св. 1 до 30 МГц включ. и $\pm 3,0$ дБ для отстроек св. 30 МГц.

11.4 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений амплитудного шума в диапазоне частот от 1 МГц до 26,5 ГГц находятся в пределах $\pm 2,0$ дБ для отстроек до 1 МГц включ., $\pm 2,5$ дБ для отстроек св. 1 до 30 МГц включ.

11.5 Результаты поверки по пункту проверки уменьшения уровня собственных фазовых и амплитудных шумов кросскорреляционной обработкой с опцией FSWP-B60, в зависимости от количества корреляций считать положительным если полученные значения не менее:

- 5 дБ при 10 корреляциях;
- 10 дБ при 100 корреляциях;
- 15 дБ при 1000 корреляциях;
- 20 дБ при 10000 корреляциях.

11.6 Результаты поверки считать положительными, если:

диапазон частот источника сигнала составил от 10 МГц до 18 ГГц включ.;

диапазон установки выходного уровня от -50 до +10 дБ (1 мВт) включ.;

абсолютная погрешность установки уровня выходного сигнала в диапазоне частот от 10 МГц до 16 ГГц включ. не превышает ± 2 дБ и в диапазоне частот от 16 ГГц до 18 ГГц включ. не превышает ± 5 дБ.

11.7 Результаты поверки считать положительными, если значение уровня собственных вносимых фазовых шумов не превышает значений, представленных в таблице 12.

11.8 Результаты поверки считать положительными, если КСВН входа в диапазоне частот 10 МГц – 26,5 ГГц не более 2.

11.9 Результаты поверки считать положительными, если относительный уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка L_{IM3} , выраженный в виде точки пересечения 3-го порядка TOI, при сдвиге по частоте не менее $5 \times RBW$, в зависимости от состояния предусилителя и входного сигнала на смесителе $L_{смес}$, не превышает значений, указанных в таблице 13.

11.10 Результаты поверки считать положительными, если относительный уровень гармонических искажений 2-го порядка L_{k2} , выраженный в виде точки пересечения 2-го порядка SHI, в зависимости от состояния предусилителя и входного сигнала на смесителе $L_{смес}$, не превышает значений, указанных в таблице 14.

11.11 Результаты поверки считать положительными, если:

относительная погрешность установки ширины полосы пропускания ПЧ по уровню минус 3 дБ не превышает ± 3 %;

значения коэффициентов прямоугольности фильтров полосы пропускания (по уровням минус 60 дБ и минус 3 дБ) не превышают 5:1.

11.13 Результаты поверки считать положительными, если уровень остаточных сигналов комбинационных частот не превышает:

- до 1 МГц включ. минус 90 дБмВт;
- от 1 МГц до 8900 МГц включ. минус 110 дБмВт;
- свыше 8900 МГц до 26,5 ГГц минус 100 дБмВт.

11.14 Результаты поверки считать положительными, если средний уровень собственных шумов [дБмВт], приведённый к полосе пропускания 1 Гц не превышает значений, указанных в таблице 15.

11.15 Результаты поверки считать положительными, если погрешность измерений уровня сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц не превышает $\pm 0,2$ дБ.

11.16 Результаты поверки считать положительными, если средний уровень собственных шумов [дБмВт], приведённый к полосе пропускания 1 Гц не превышает значений, указанных в таблице 15.

11.17 Результаты поверки считать положительными, если погрешность измерений уровня сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц (опорный уровень минус 10 дБ (1 мВт), ослабление входного аттенюатора 10 дБ, RBW = 10 кГц) не превышает $\pm 0,2$ дБ.

11.18 Результаты поверки считать положительными, если диапазон частот анализатора составил от 10 Гц до 26,5 ГГц, а значение неравномерности амплитудно-частотной характеристики не превышает значений, указанных в таблице 16.

11.19 Результаты поверки по данной операции считать положительными, если погрешности измерений уровня из-за нелинейности шкалы (при отношении сигнал/шум не менее 16 дБ) не превышает:

в диапазоне от 0 до минус 70 дБ включ. $\pm 0,1$ дБ;

в диапазоне св. минус 70 дБ до минус 90 дБ включ. $\pm 0,2$ дБ.

11.20 Результаты поверки погрешности измерений уровня в диапазоне от минус 70 дБ до 0 дБ относительно опорного уровня при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ, ВЧ ослаблении 10 дБ, 20 дБ, 30 дБ, 40 дБ, выключенном предусилителе и включенном ЖИГ-фильтре считать положительными, если погрешности измерений уровня от минус 70 дБ до 0 дБ относительно опорного уровня и значении ослабления 10, 20, 30, 40 дБ на частотах до 10 МГц включ. не превышает $\pm 0,37$ дБ, на частотах св. 10 МГц до 3,6 ГГц включ. не превышает $\pm 0,27$ дБ, на частотах св. 3,6 до 8 ГГц включ. не превышает $\pm 0,37$ дБ, на частотах св. 8 до 22 ГГц включ. не превышает $\pm 1,40$ дБ, на частотах св. 22 до 26,5 ГГц включ. не превышает $\pm 1,70$ дБ.

11.19 Результаты поверки считать положительными, если диапазон измерений пикового значения коэффициента амплитудной модуляции составил от 0,1 до 100 %, а действительные значения абсолютной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции в диапазоне значений от 0,1 до 100 % не превышают: $\pm (0,2 + 0,001 \cdot K_{AM})$ %.

11.20 Результаты поверки считать положительными, если действительные значения абсолютной погрешности измерений девиации частоты не превышают: $\pm (0,003 (F_{\text{мод}} + F_{\text{дев}}) + 2)$ Гц.

11.21 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений фазового шума находится в пределах $\pm 2,5$ дБ.

11.22 Результаты поверки считать положительными, если значение времени нарастания переходной характеристики не превышает 3,5 нс, что соответствует значению полосы анализа 250 МГц.

11.23 Результат поверки по пункту определения диапазона измерений коэффициента усиления и абсолютной погрешности измерений коэффициента усиления от 10 МГц до 26,5 ГГц включ. считать положительным, если значение абсолютной погрешности измерений коэффициента усиления $\delta K V_{\text{изл}} \pm 0,15$ дБ для значений уровня входной мощности имитирующих коэффициент усиления от -20 до +60 дБ.

Результат поверки по пункту определения абсолютной погрешности измерений коэффициента шума от 10 МГц до 26,5 ГГц включ. считать положительным, если значение абсолютной погрешности измерений коэффициента шума $\Delta NF \pm 0,05$ дБ.

11.24 При положительных результатах поверок соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, поверяемого анализатора фазового шума FSWP26 подтверждено.

11.25 При отрицательных результатах поверок соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, поверяемого анализатора фазового шума FSWP26 не подтверждено и поверяемый анализатор признаётся непригодным к применению.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Анализатор фазового шума FSWP26 признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

12.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца прибора или лица, предъявившего его на поверку, на средство измерений наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке, и (или) в паспорт прибора вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

Знак поверки в виде наклейки наносится на переднюю панель генератора.

12.4 При выполнении сокращенной поверки (на основании решения или заявки на проведение поверки, эксплуатирующей организации) в свидетельстве о поверке указывать диапазон измеряемых величин и/или значения (диапазон) частот, на которых выполнена поверка.

12.5 Прибор анализатор фазового шума FSWP26, имеющий отрицательные результаты поверки, в обращение не допускается. На него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования по установленной форме.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник лаборатории № 121
ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский

А.В. Мыльников