



СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ООО «РАВНОВЕСИЕ»

А. В. Копытов

2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Анализаторы сигналов и спектра СК4-MAX4

Методика поверки

РВНЕ.0002-2025 МП

г. Москва
2025 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы сигналов и спектра СК4-MAX4 (далее также – анализаторы сигналов), изготавливаемые Федеральным государственным унитарным предприятием «Научно-производственное предприятие «Гамма» (ФГУП «НПП «Гамма») и устанавливает процедуры, проводимые при первичной и периодической поверке анализаторов сигналов, по подтверждению соответствия анализаторов сигналов метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

1.2 При поверке анализаторов сигналов должны быть подтверждены метрологические требования (характеристики), установленные при утверждении типа анализаторов сигналов.

1.3 В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого анализатора сигналов к государственным первичным эталонам единиц величин поверку необходимо проводить в соответствии с процедурами и требованиями, установленными в настоящей методике поверки.

1.4 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемых анализаторов сигналов к следующим государственным эталонам:

- ГЭТ 26-2010 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 года № 3461 (далее также – Приказ № 3461);

- ГЭТ 1-2022 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 года № 2360 (далее также – Приказ № 2360).

1.5 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – прямой метод измерений.

1.6 Допускается проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений в соответствии с заявлением владельца средства измерений, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первой поверке	периодической поверке	
Определение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора	да	да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала	да	да	10.2
Определение среднего отображаемого уровня собственных шумов в полосе 1 Гц	да	да	10.3
Определение относительной погрешности установки номинальных значений полос пропускания по уровню минус 3 дБ	да	да	10.4
Определение абсолютной погрешности измерений мощности при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ	да	да	10.5
Определение абсолютной погрешности измерений мощности из-за изменения ослабления входного аттенюатора	да	да	10.6
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно опорной частоты 100 МГц при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ	да	да	10.7
Определение относительной спектральной плотности мощности фазовых шумов	да	да	10.8
Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ	да	да	10.9
Оформление результатов поверки	да	да	11

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура окружающей среды от +15 до +25 °C;
- относительная влажность окружающей среды от 30 до 80 %;

– атмосферное давление окружающей среды

от 84 до 106 кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие настоящую методику поверки;
- изучившие эксплуатационную документацию (далее также – ЭД) на поверяемые анализаторы сигналов и средства поверки;
- имеющие необходимую квалификацию и опыт в соответствии с требованиями, изложенными в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 до +25 °C с абсолютной погрешностью измерений не более ±1 °C;</p> <p>Средство измерений относительной влажности окружающей среды в диапазоне измерений от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью измерений не более ±3 %;</p> <p>Средство измерений атмосферного давления от 84 до 106 кПа с абсолютной погрешностью измерений не более ±0,5 кПа.</p>	Прибор комбинированный Testo 622, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее также – рег. №) 53505-13.
р. 10 Определение метрологических характеристик	<p>Рабочий эталон 3-го разряда и выше согласно Приказу № 2360</p> <p>Рабочий эталон 2-го разряда и выше согласно Приказу № 3461 в диапазоне измерений от 9 кГц до 26,5 МГц, диапазон измерений уровня мощности сигнала от минус 35 дБ (1 мВт) до плюс 20 дБ (1 мВт)</p> <p>Рабочий эталон 2-го разряда и выше согласно Приказу № 3461 в диапазоне измерений от 9 кГц до 26,5 МГц, диапазон измерений уровня мощности сигнала от минус 70 дБ (1 мВт) до плюс 20 дБ (1 мВт)</p> <p>Средство измерений значения опорной частоты анализатора спектра 10 МГц</p>	<p>Стандарт частоты рубидиевый FS725, рег.№ 31222-06 (далее также – стандарт частоты);</p> <p>Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP50T, рег. № 69958-17 (далее также – преобразователь измерительный PW1);</p> <p>Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP50SN, рег. № 64926-16 (далее также – преобразователь измерительный PW2);</p> <p>Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85, рег. №56478-14 (далее также – частотомер);</p>

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	<p>Средство воспроизведения синусоидального сигнала частотой от 1 МГц до 26,5 ГГц. Задаваемые уровни сигнала: минус 20 дБ (1 мВт), минус 11 дБ (1 мВт), минус 3 дБ (1 мВт)</p> <p>Средство воспроизведения синусоидального сигнала частотой от 3 Гц до 100 МГц. Задаваемый уровень сигнала минус 11 дБ (1 мВт), минус 20 дБ (1 мВт)</p> <p>Средство воспроизведения синусоидального сигнала частотой от 10 кГц до 2 ГГц. Задаваемый уровень сигнала минус 25 дБ (1 мВт), минус 10 дБ (1 мВт)</p>	<p>Генератор сигналов SMF-100A, рег.№ 39089-08 (далее также – генератор сигналов G2);</p> <p>Генератор импульсов Agilent 81150A, рег.№ 41402-09 (далее также – генератор импульсов);</p> <p>Генератор сигналов SMA-100B, рег.№ 68980-17 (далее также – генератор сигналов G4).</p>
	Вспомогательное оборудование	
	Диапазон частот от 0 до 26,5 ГГц	Делитель мощности коаксиальный, тип 3,5 мм (f) – тип 3,5 мм (f) – тип 3,5 мм (f)
	Диапазон частот от 100 Гц до 26,5 ГГц; значение КСВН – не более 1,2	Нагрузка согласованная 50 Ом (коаксиальная, тип 2,92 мм (f))
Примечания – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, аттестованное испытательное оборудование, исправное вспомогательное оборудование, удовлетворяющие метрологическим и (или) техническим требованиям, указанным в таблице.		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, изложенные в ЭД на поверяемые анализаторы сигналов и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Анализатор сигналов допускается к дальнейшей поверке, если:

- отсутствуют механические повреждения и внешние дефекты корпуса и разъемов;
- присутствуют формуляр и руководство по эксплуатации в комплектности анализаторов сигналов;
- имеется наличие и целостность маркировки с указанием модификации анализаторов сигналов, его заводского номера, данных об изготовителе.

Примечание – При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и анализатор сигналов допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, анализатор сигналов к дальнейшей поверке не допускается.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить ЭД на поверяемый анализатор сигналов и на применяемые средства поверки;
- выдержать анализатор сигналов в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготовить его к работе в соответствии с ЭД;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с ЭД;
- провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью средств измерений, указанных в таблице 2.

8.2 Опробование анализатора сигналов проводить в следующей последовательности:

8.2.1 Подключить анализатор сигналов к сети питания согласно ЭД.

8.2.2 Дождаться появления диагностических сообщений на дисплее. При успешной загрузке данных на дисплее отображается консольное окно с зеленой надписью «Проверка целостности ПО пройдена успешно» в соответствии с рисунком 1. При нарушении целостности встроенного программного обеспечения (далее также – ПО) отображается консольное окно с красной надписью «Нарушена целостность ПО» в соответствии с рисунком 2.

```
Level
2025-03-25 16:27:22.2696|INFO|SwValidator|Проверка целостности ПО...
Проверка целостности ПО пройдена успешно.
2025-03-25 16:27:47.7456|INFO|SwValidator|Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода):
56EF743569199951C8BCF405F2A5932083AE12D8A389528EFC
2025-03-25 16:27:47.7456|INFO|SwValidator|Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения: Стрибог ГОСТ 34.11-2018
2025-03-25 16:27:47.8157|INFO|Ark.Ark|Наименование программного обеспечения: Level
2025-03-25 16:27:47.8177|INFO|Ark.Ark|Идентификационное наименование программного обеспечения: Встроенное программное обеспечение СК4-MAX4 БЮЛИ.00140-01
2025-03-25 16:27:47.8177|INFO|Ark.Ark|Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения: 1.2.1.30
2025-03-25 16:27:49.4340|INFO|GUK.SoftwareManager.PhaseManager.GUIBuilder|Построение интерфейса пользователя
2025-03-25 16:27:50.7828|INFO|Ark.Ark|Ark has sailed
```

Рисунок 1 – Консольное окно при успешной загрузке

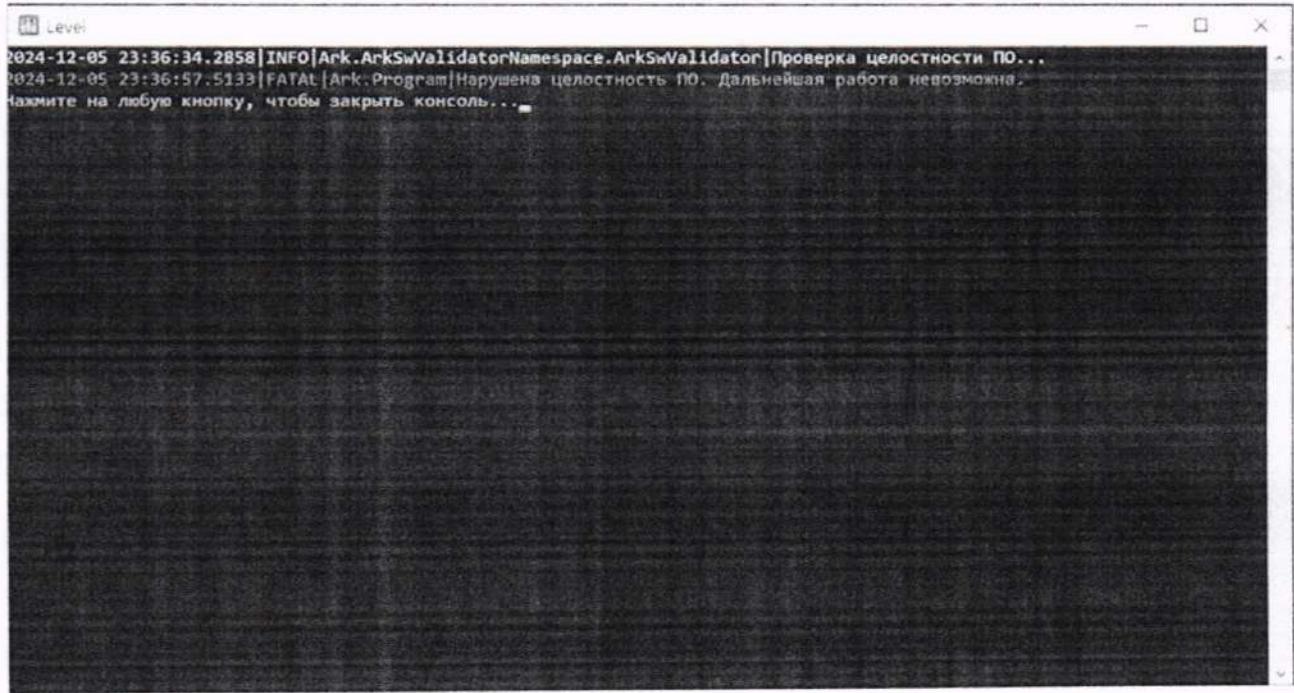


Рисунок 2 – Консольное окно при нарушении целостности ПО

8.2.3 Убедиться, что вид консольного окна диагностических сообщений соответствует рисунку 1.

8.2.4 При успешной загрузке ПО на дисплее появляется главное рабочее окно программы в соответствии с рисунком 3.

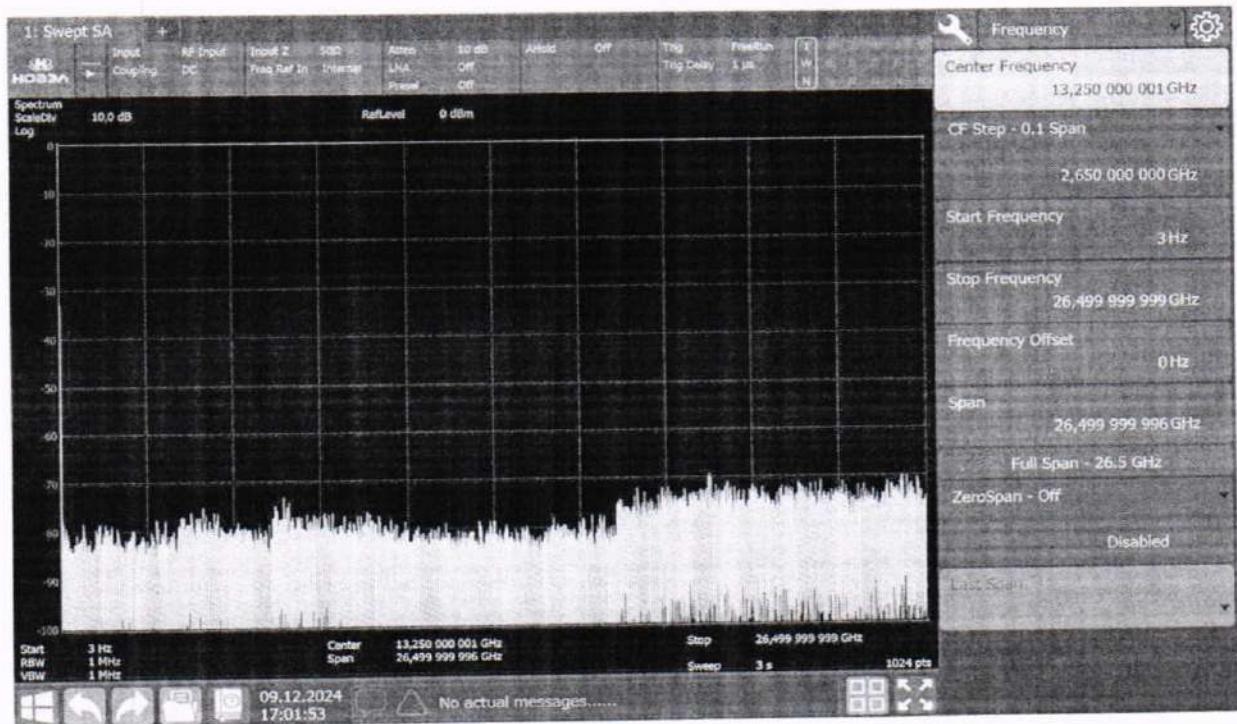


Рисунок 3 – Главное рабочее окно программы

8.2.5 Убедиться, что все органы управления функционируют в соответствии с ЭД.

Анализатор сигналов допускается к дальнейшей поверке, если при опробовании на дисплее анализатора сигналов появляется рабочее окно программы и все органы управления функционируют.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверку ПО анализатора сигналов проводить в следующей последовательности:

9.1.1 Включить анализатор сигналов в соответствии с ЭД.

9.1.2 Нажать программную кнопку «» на панели управления главного рабочего окна программы для вывода на экран системного меню. Нажать последовательно программные кнопки:

System → Show System Info.

Анализатор сигналов допускается к дальнейшей поверке, если ПО соответствует требованиям, указанным в описании типа.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора

Определение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора проводить в следующей последовательности:

10.1.1 Собрать схему подключения в соответствии с рисунком 4.

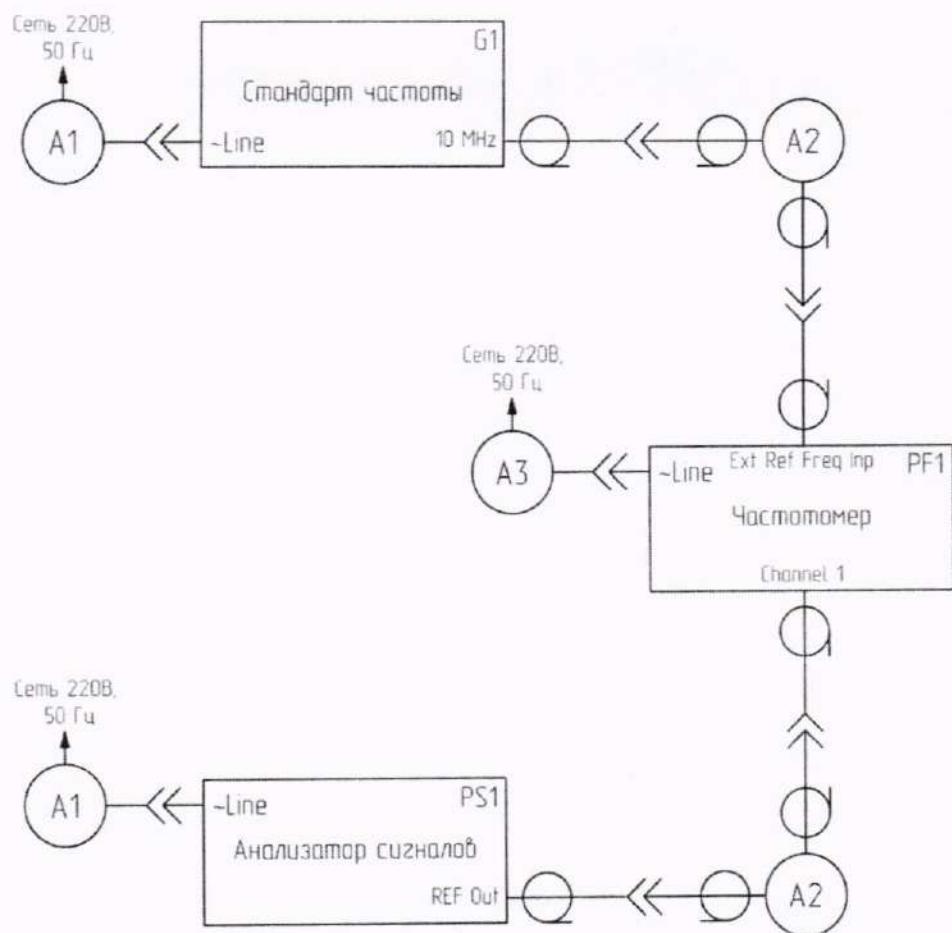


Рисунок 4 – Схема подключения для определения относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора

10.1.2 Выполнить сброс настроек анализатора сигналов нажатием кнопки **Mode Preset**.

10.1.3 Активировать на анализаторе сигналов выход сигнала опорного генератора «REF Out». Для этого нажать кнопку **Input/Output** на передней панели анализатора сигналов, в появившемся меню установить переключатель RefOut в положение 10 MHz.

10.1.4 Установить следующие параметры работы частотомера:

- синхронизация – внешняя;
- режим работы по переменному току;
- сопротивление входа – 50 Ом;
- время усреднения – не менее 10 с.

10.1.5 Измерить частотометром частоту опорного генератора.

10.1.6 Задокументировать измеренное значение частоты опорного генератора.

10.1.7 Вычислить значение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора δ_{REFout} по формуле:

$$\delta_{REFout} = \frac{f_{изм} - f_{ном}}{f_{ном}}, \quad (1)$$

где $f_{ном}$ – номинальное значение частоты опорного генератора, Гц;

$f_{изм}$ – измеренное частотометром значение частоты, Гц.

Анализатор сигналов подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.1, установленным при утверждении типа, если полученное значение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора не превышает пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.1 (когда анализатор сигналов не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.1), поверку анализатора сигналов прекращают, результаты поверки по п. 10.1 признают отрицательными.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала

Определение абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала проводить в следующей последовательности:

10.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала в диапазоне от 3 Гц до 100 Гц

10.2.1.1 Собрать схему подключения в соответствии с рисунком 5 исключив подключение генератора сигналов G2 (согласно пунктирной линии).

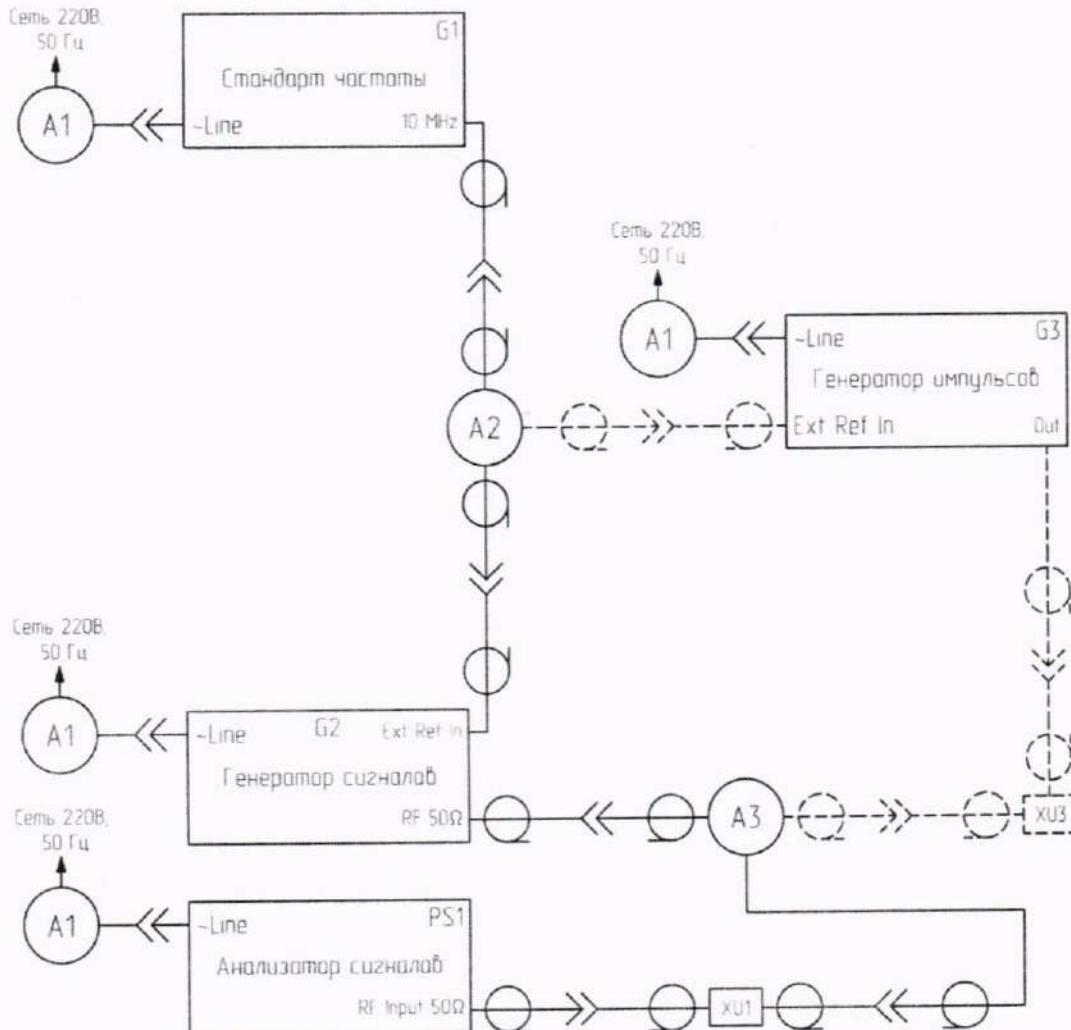


Рисунок 5 – Схема подключений для определения абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала

10.2.1.2 Установить следующие параметры работы генератора импульсов:

- форма выходного сигнала – синусоидальная;
- значение частоты выходного сигнала – 3 Гц;

– значение уровня мощности выходного сигнала – минус 11 дБ (1 мВт).

10.2.1.3 Установить следующие параметры работы анализатора сигналов:

Frequency → Start Frequency – 3 Hz, Stop Frequency – 203 Hz;

BW → RBW – 1 Hz;

Amp/Scale → Ref level – (-10) dBm;

Peak Search → Continuous Peak Search On;

Marker → Marker Mode → Freq Counter.

10.2.1.4 На генераторе импульсов включить генерацию сигнала.

10.2.1.5 Анализатором сигналов измерить частоту входного синусоидального сигнала (результат измерений отображается в правом верхнем углу дисплея – «Cnt [1]»).

10.2.1.6 Зафиксировать измеренное значение частоты входного синусоидального сигнала в таблице 3.

10.2.1.7 Вычислить значение абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала $\Delta F_{\text{вх}}$ по формуле:

$$\Delta F_{\text{вх}} = F_{\text{изм}} - F_{\text{вх}}, \quad (2)$$

где $F_{\text{вх}}$ – частота сигнала, установленная на генераторе импульсов, генераторе сигналов, Гц;

$F_{\text{изм}}$ – измеренное анализатором сигналов значение частоты, Гц.

10.2.1.8 Зафиксировать вычисленное значение абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала в таблице 3.

10.2.1.9 Повторить операции по пунктам 10.2.1.2 – 10.2.1.8, изменяя значение частоты выходного сигнала генератора импульсов.

10.2.2 Определение погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала в диапазоне от 300 Гц до 250 кГц.

10.2.2.1 Установить следующие параметры работы генератора импульсов:

– форма выходного сигнала – синусоидальная;

– значение частоты выходного сигнала – 300 Гц;

– значение уровня мощности выходного сигнала – минус 11 дБ (1 мВт).

10.2.2.2 Установить следующие параметры работы анализатора сигналов:

Frequency → Center Frequency – 300 Hz;

BW → RBW – 1 Hz;

Frequency → Span – 200 Hz.

10.2.2.3 На генераторе импульсов включить генерацию сигнала.

10.2.2.4 Анализатором сигналов измерить частоту входного синусоидального сигнала.

10.2.2.5 Зафиксировать измеренное значение частоты входного синусоидального сигнала в таблице 3.

10.2.2.6 Вычислить значение абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала $\Delta F_{\text{вх}}$ по формуле (2).

10.2.2.7 Зафиксировать измеренное значение абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала в таблице 3.

10.2.2.8 Повторить операции по пунктам 10.2.2.1 – 10.2.2.7, изменения значения частоты сигнала генератора импульсов, центральную частоту и полосу обзора (Span) анализатора сигналов согласно таблице 3.

10.2.3 Определение абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала в диапазоне от 1 МГц до 26,5 ГГц

10.2.3.1 Собрать схему подключения в соответствии с рисунком 5, исключив генератор импульсов (согласно сплошной линии).

10.2.3.2 Установить следующие параметры работы генератора сигналов G2:

– значение частоты выходного сигнала – 1 МГц;

– значение уровня мощности выходного сигнала – минус 11 дБ (1 мВт).

10.2.3.3 Установить следующие параметры работы анализатора сигналов:

Frequency → Center Frequency – 1 MHz;

BW → RBW – 1 Hz;

Frequency → Span – 1 kHz;

Amp/Scale → Ref level – (-10) dBm.

10.2.3.4 На генераторе сигналов G2 включить генерацию сигналов.

10.2.3.5 Анализатором сигналов измерить частоту входного синусоидального сигнала.

10.2.3.6 Зафиксировать измеренное значение частоты входного синусоидального сигнала в таблице 3.

10.2.3.7 Вычислить значение абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала $\Delta f_{\text{вх}}$ по формуле (2).

10.2.3.8 Зафиксировать вычисленное значение абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала в таблице 3.

10.2.3.9 Повторить операции по пунктам 10.2.3.2 – 10.2.3.8, изменяя значение частоты выходного сигнала генератора сигналов G2, центральную частоту и полосу обзора (Span) анализатора сигналов согласно таблице 3.

Таблица 3 – Определение значение абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала

Устанавливаемое значение частоты	Полоса обзора (Span)	Измеренное анализатором сигналов значение частоты	Вычисленное значение абсолютной погрешности измерений частоты, Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты, Гц
3,0 Гц	200 Гц			$\pm 1,3$
10,0 Гц				
30,0 Гц				
100,0 Гц				
300,0 Гц				
1,0 кГц				
10,0 кГц	1 кГц			$\pm 2,5$
100,0 кГц				
250,0 кГц				
1,0 МГц				
10,0 МГц				
100,0 МГц				
1,0 ГГц	5 кГц			$\pm 2,6$
3,6 ГГц				
8,4 ГГц				
10,0 ГГц				
13,6 ГГц				
18,0 ГГц				
26,4 ГГц	10 кГц			$\pm 1327,5$

Анализатор сигналов подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.2, установленным при утверждении типа, если полученное значение абсолютной

погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала не превышает пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.2 (когда анализатор сигналов не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.2), поверку анализатора сигналов прекращают, результаты поверки по п. 10.2 признают отрицательными.

10.3 Определение среднего отображаемого уровня собственных шумов в полосе 1 Гц

Определение среднего отображаемого уровня собственных шумов в полосе 1 Гц проводить в следующей последовательности:

10.3.1 Собрать схему подключения в соответствии с рисунком 7.

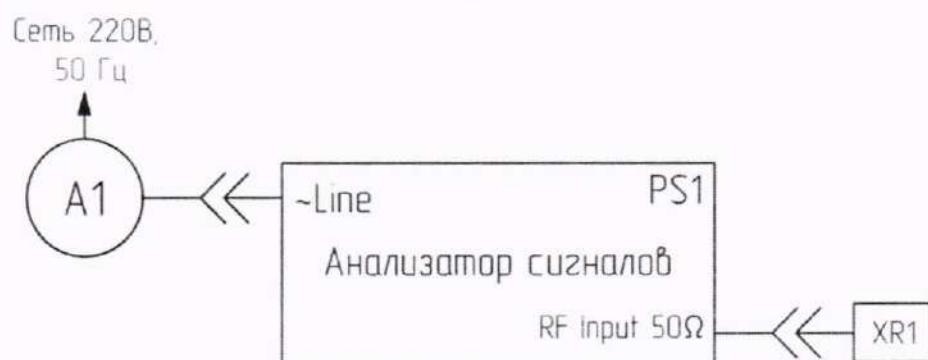


Рисунок 7 – Схема подключения для определения среднего отображаемого уровня собственных шумов в полосе 1 Гц

10.3.2 Выполнить сброс настроек анализатора сигналов нажатием кнопки **Mode Preset**.

10.3.3 Установить следующие параметры работы анализатора сигналов:

Amp/Scale → Ref level – (-80) dBm;

Frequency → Span – 300 Hz;

Frequency → Center Frequency – 300 Hz;

BW → RBW – 1 Hz;

Amp/Scale → Attenuator → Manual – 0 dB;

Trace → Detector Type → Log Power Averaging, Trace Type → Average, Average number – 20.

10.3.4 Дождаться, когда значение параметра «AHold» станет равным 20/20.

10.3.5 Установить следующие параметры работы анализатора сигналов:

Marker → Marker Selected 1;

Marker Mode → Normal.

10.3.6 Установить маркер на любую частоту в пределах области обзора, свободную от выбросов спектральных составляющих.

10.3.7 Зафиксировать измеренное анализатором сигналов значение в таблице 4.

10.3.8 На анализаторе сигналов изменить полосу обзора (Span) на 1 кГц.

10.3.9 Изменяя значения центральной частоты (Center Frequency) согласно таблице 4, повторить операции по пунктам 10.3.4 – 10.3.7 для всех возможных комбинаций предусилителя и преселектора.

1) для включения/выключения предусилителя нажать: **Amp/Scale** → LNA.

2) для включения/выключения обхода преселектора нажать: **Amp/Scale** → Presel Bypass.

Таблица 4 – Определение среднего отображаемого уровня собственных шумов в полосе 1 Гц

Диапазон частот	Центральная частота анализатора сигналов	Измеренный уровень собственных шумов анализатора сигналов	Допускаемый уровень собственных шумов анализатора сигналов	
выключенный предусилитель («LNA» – Off)				
выключенный обход преселектора («Presel Bypass» – Off)				
от 100 Гц до 9 кГц включ.	300 Гц		-141	
	3 кГц			
	9 кГц			
св. 9 кГц до 100 кГц включ.	10 кГц		-143	
	30 кГц			
	100 кГц			
св. 100 кГц до 80 МГц включ.	300 кГц		-151	
	3 МГц			
	80 МГц			
св. 80 МГц до 1 ГГц включ.	100 МГц		-149	
	300 МГц			
	1 ГГц			
св. 1 ГГц до 3,6 ГГц включ.	2 ГГц		-146	
	2,8 ГГц			
	3,6 ГГц			
св. 3,6 до 8,4 ГГц включ.	4 ГГц		-150	
	5 ГГц			
	8,4 ГГц			
св. 8,4 до 13,6 ГГц включ.	10 ГГц		-146	
	11 ГГц			
	13,6 ГГц			
св. 13,6 до 26,5 ГГц включ.	15 ГГц		-143	
	20 ГГц			
	26,4 ГГц			
выключенный предусилитель («LNA» – Off)				
включенный обход преселектора («Presel Bypass» – On)				
от 80 МГц до 1 ГГц включ.	100 МГц		-152	
	300 МГц			
	1 ГГц			
св. 1 ГГц до 3,6 ГГц включ.	2 ГГц		-155	
	2,8 ГГц			
	3,6 ГГц			
св. 3,6 до 8,4 ГГц включ.	4 ГГц		-156	
	5 ГГц			
	8,4 ГГц			
св. 8,4 до 13,6 ГГц включ.	10 ГГц		-153	
	11 ГГц			
	13,6 ГГц			
св. 13,6 до 26,5 ГГц включ.	15 ГГц		-147	
	20 ГГц			
	26,4 ГГц			

Диапазон частот	Центральная частота анализатора сигналов	Измеренный уровень собственных шумов анализатора сигналов	Допускаемый уровень собственных шумов анализатора сигналов	
включенный предусилитель («LNA» – On)				
выключенный обход преселектора («Presel Bypass» – Off)				
от 9 кГц до 100 кГц включ.	10 кГц		-150	
	30 кГц			
	100 кГц			
св. 100 кГц до 80 МГц включ.	300 кГц		-140	
	3 МГц			
	80 МГц			
св. 80 МГц до 1 ГГц включ.	100 МГц		-168	
	300 МГц			
	1 ГГц			
св. 1 ГГц до 3,6 ГГц включ.	2 ГГц		-168	
	2,8 ГГц			
	3,6 ГГц			
св. 3,6 до 8,4 ГГц включ.	4 ГГц		-168	
	5 ГГц			
	8,4 ГГц			
св. 8,4 до 13,6 ГГц включ.	10 ГГц		-168	
	11 ГГц			
	13,6 ГГц			
св. 13,6 до 26,5 ГГц включ.	15 ГГц		-164	
	20 ГГц			
	26,4 ГГц			
включенный предусилитель («LNA» – On)				
включенный обход преселектора («Presel Bypass» – On)				
от 80 МГц до 1 ГГц включ.	100 МГц		-165	
	300 МГц			
	1 ГГц			
св. 1 ГГц до 3,6 ГГц включ.	2 ГГц		-168	
	2,8 ГГц			
	3,6 ГГц			
св. 3,6 до 8,4 ГГц включ.	4 ГГц		-167	
	5 ГГц			
	8,4 ГГц			
св. 8,4 до 13,6 ГГц включ.	10 ГГц		-168	
	11 ГГц			
	13,6 ГГц			
св. 13,6 до 26,5 ГГц включ.	15 ГГц		-160	
	20 ГГц			
	26,4 ГГц			

Анализатор сигналов подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.3, установленным при утверждении типа, если полученное значения среднего

отображаемого уровня собственных шумов в полосе 1 Гц не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.3 (когда анализатор сигналов не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.3), поверку анализатора сигналов прекращают, результаты поверки по п. 10.3 признают отрицательными.

10.4 Определение допускаемой погрешности установки номинальных значений полос пропускания по уровню минус 3 дБ

Определение допускаемой погрешности установки номинальных значений полос пропускания по уровню минус 3 дБ в следующей последовательности:

10.4.1 Собрать схему подключения в соответствии с рисунком 8.

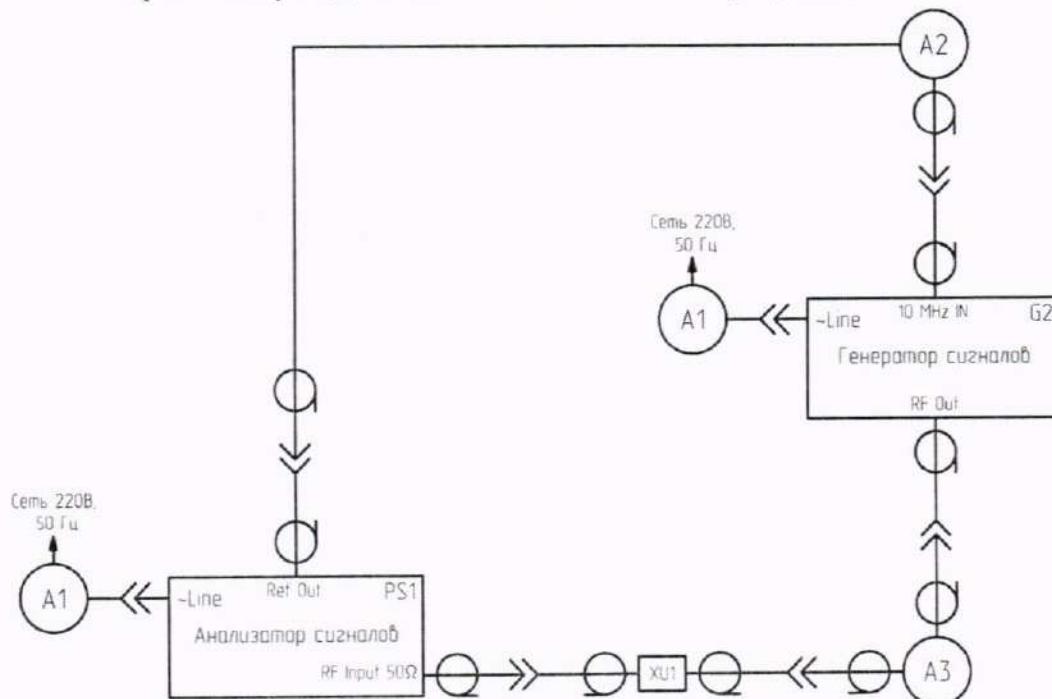


Рисунок 8 – Схема подключения для определения допускаемой погрешности установки номинальных значений полос пропускания по уровню минус 3 дБ

10.4.2 Установить следующие параметры работы генератора сигналов G2:

- значение частоты выходного сигнала – 500 МГц;
- значение уровня мощности выходного сигнала – минус 3 дБ (1 мВт).

10.4.3 Выполнить сброс настроек анализатора сигналов нажатием кнопки **Mode Preset**.

10.4.4 Активировать на анализаторе сигналов выход сигнала опорного генератора «REF Out». Для этого нажать кнопку **Input/Output** на передней панели анализатора сигналов, в появившемся меню установить переключатель RefOut в положение 10 MHz.

10.4.5 Установить следующие параметры работы анализатора сигналов:

- Frequency** → Span – 40 MHz;
Frequency → Center Frequency – 500 MHz;
BW → RBW – 10 MHz;
Amp/Scale → Ref level – 0 dBm;
Amp/Scale → Scale/Div → 1 dB.

10.4.6 На генераторе сигналов G2 включить генерацию сигнала.

10.4.7 Установить параметр маркера анализатора сигналов:

Peak Search → Continuous Peak Search On.

При этом Marker 1 установится на пик отображаемой спектрограммы. Далее установить следующие параметры маркера анализатора сигналов:

Marker → **Marker Selected** → **Marker 2**;

Marker Mode → **Delta**.

При этом включится «относительный» режим измерения Marker 2 относительно Marker 1.

10.4.8 Переместить Marker 2 анализатора сигналов в точку спектрограммы, где его уровень будет на $(3,00 \pm 0,05)$ дБ меньше уровня Marker 1. Значение отношения амплитуд маркеров контролировать по показаниям в поле над верхней правой границей спектрограммы.

10.4.9 Умножить измеренное значение отстройки частоты Marker 2 относительно Marker 1 на два и зафиксировать вычисленное значение в таблице 5.

10.4.10 Вычислить погрешность установки номинальных значений полос пропускания по уровню минус 3 дБ $\delta f_{-3\text{dB}}$ по формуле:

$$\delta f_{-3\text{dB}} = \frac{f_{-3\text{dB}} - f_n}{f_n}, \quad (3)$$

где f_n – номинальное значение полосы пропускания, Гц;

$f_{-3\text{dB}}$ – измеренное значение полосы, Гц.

10.4.11 Повторить операции по пунктам 10.4.5 – 10.4.10 для всех значений полос обзора (Span) и значений полос пропускания (RBW) согласно таблице 5.

Таблица 5 – Определение допускаемой погрешности установки номинальных значений полос пропускания по уровню минус 3 дБ

Устанавливаемое значение полосы обзора (Span) анализатора сигналов	Устанавливаемое значение полосы пропускания (RBW) анализатора сигналов	Измеренное значение полосы пропускания анализатора сигналов	Вычисленная погрешность измерений полос пропускания	Пределы допускаемой погрешности измерений полос пропускания, %
40,00 МГц	10,00 МГц			
36,40 МГц	9,10 МГц			
32,80 МГц	8,20 МГц			
30,00 МГц	7,50 МГц			
27,20 МГц	6,80 МГц			
4,00 МГц	1,00 МГц			
3,00 МГц	750,00 кГц			
1,20 МГц	300,00 кГц			
0,80 МГц	200,00 кГц			
0,40 МГц	100,00 кГц			
0,30 МГц	75,00 кГц			
0,12 МГц	30,00 кГц			
80,00 кГц	20,00 кГц			
40,00 кГц	10,00 кГц			
30,00 кГц	7,50 кГц			
12,00 кГц	3,00 кГц			
8,00 кГц	2,00 кГц			
4,00 кГц	1,00 кГц			
3000,00 Гц	750,00 Гц			
1200,00 Гц	300,00 Гц			

Устанавливаемое значение полосы обзора (Span) анализатора сигналов	Устанавливаемое значение полосы пропускания (RBW) анализатора сигналов	Измеренное значение полосы пропускания анализатора сигналов	Вычисленная погрешность измерений полос пропускания	Пределы допускаемой погрешности измерений полос пропускания, %
800,00 Гц	200,00 Гц			
400,00 Гц	100,00 Гц			
300,00 Гц	75,00 Гц			
120,00 Гц	30,00 Гц			
80,00 Гц	20,00 Гц			
40,00 Гц	10,00 Гц			
32,00 Гц	8,00 Гц			
12,00 Гц	3,00 Гц			
10,00 Гц	2,00 Гц			
10,00 Гц	1,00 Гц			

Анализатор сигналов подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.4, установленным при утверждении типа, если полученные значения относительной погрешности установки номинальных значений полос пропускания по уровню минус 3 дБ не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.4 (когда анализатор сигналов не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.4), поверку анализатора сигналов прекращают, результаты поверки по п. 10.4 признают отрицательными.

10.5 Определение абсолютной погрешности измерений мощности на опорной частоте 100 МГц при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ

Определение абсолютной погрешности измерений мощности при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ в диапазоне мощностей от минус 20 до минус 10 дБ (1 мВт) проводить в следующей последовательности:

10.5.1 Собрать схему подключения в соответствии с рисунком 9, исключив подключение анализатора сигналов (согласно пунктирной линии).

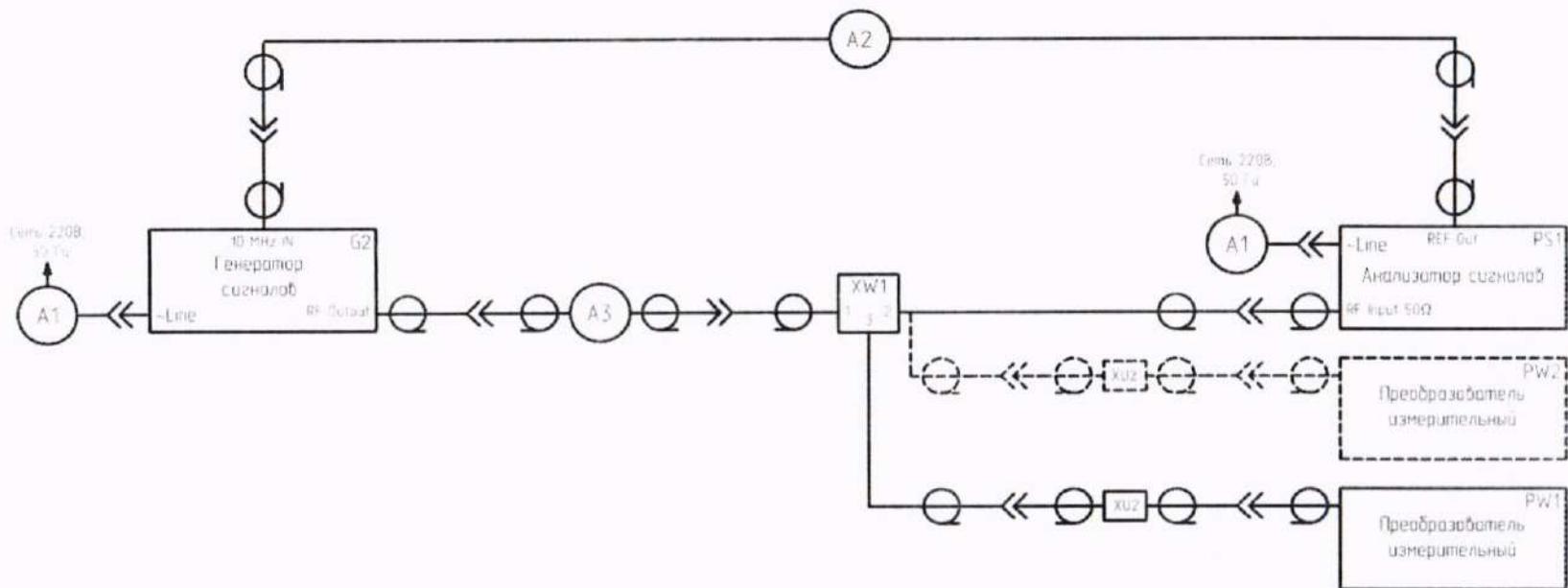


Рисунок 9 – Схема подключений для определения абсолютной погрешности измерений мощности при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ в диапазоне мощностей от минус 20 до минус 10 дБ (1 мВт)

10.5.2 Откалибровать преобразователи измерительные PW1 и PW2 в соответствии с РЭ.

10.5.3 Установить значение частоты выходного сигнала генератора сигналов G2 100 МГц.

10.5.4 Установить уровень мощности генерируемого сигнала минус 20 дБ (1 мВт) по показанию преобразователя измерительного PW1.

10.5.5 Измерить уровень мощности с помощью преобразователей измерительных PW1 и PW2.

10.5.6 Вычислить поправочный коэффициент делителя мощности k на опорной частоте по формуле:

$$k = |P_{PW2}| - |P_{PW1}|, \quad (4)$$

где P_{PW2} – измеренное преобразователем измерительным PW2 значение уровня мощности, дБ (1 мВт);

P_{PW1} – измеренное преобразователем измерительным PW1 значение уровня мощности, дБ (1 мВт).

10.5.7 Собрать схему подключения в соответствии с рисунком 9 исключив подключение преобразователя измерительного PW2 (согласно сплошной линии).

10.5.8 Выполнить сброс настроек анализатора сигналов нажатием кнопки **Mode Preset**.

10.5.9 Активировать на анализаторе сигналов выход сигнала опорного генератора «REF Out». Для этого нажать кнопку **Input/Output** на передней панели анализатора сигналов, в появившемся меню установить переключатель RefOut в положение 10 MHz.

10.5.10 Установить следующие параметры работы анализатора сигналов:

Frequency → Center Frequency – 100 MHz;

BW → RBW – 100 Hz;

Frequency → Span – 1 MHz;

Amp/Scale → Ref level – (-19) dBm;

Amp/Scale → Attenuator → Manual → 10 dB;

Peak Search → Continuous Peak Search On.

10.5.11 Зафиксировать измеренное анализатором сигналов значение уровня мощности.

10.5.12 Вычислить значение абсолютной погрешности измерения мощности при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ ΔP_1 по формуле:

$$\Delta P_1 = |P_a| - |P_{PW1} + k|, \quad (5)$$

где P_{PW1} – измеренное преобразователем измерительным PW1 значение уровня мощности, дБ (1 мВт);

P_a – измеренное анализатором сигналов значение уровня мощности, дБ (1 мВт).

10.5.13 Повторить операции по пунктам 10.5.10 – 10.5.12 для значения уровня мощности минус 10 дБ (1 мВт), при этом установив значение опорного уровня анализатора сигналов минус 9 дБ (1 мВт).

Анализатор сигналов подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.5, установленным при утверждении типа, если полученные значения абсолютной погрешности измерений мощности при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.5 (когда анализатор сигналов не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.5),

проверку анализатора сигналов прекращают, результаты поверки по п. 10.5 признают отрицательными.

10.6. Определение абсолютной погрешности измерений мощности на опорной частоте 100 МГц при изменении ослабления входного аттенюатора

Определение абсолютной погрешности измерений мощности на опорной частоте 100 МГц при изменении ослабления входного аттенюатора проводить в следующей последовательности:

10.6.1 Собрать схему подключения в соответствии с рисунком 10.

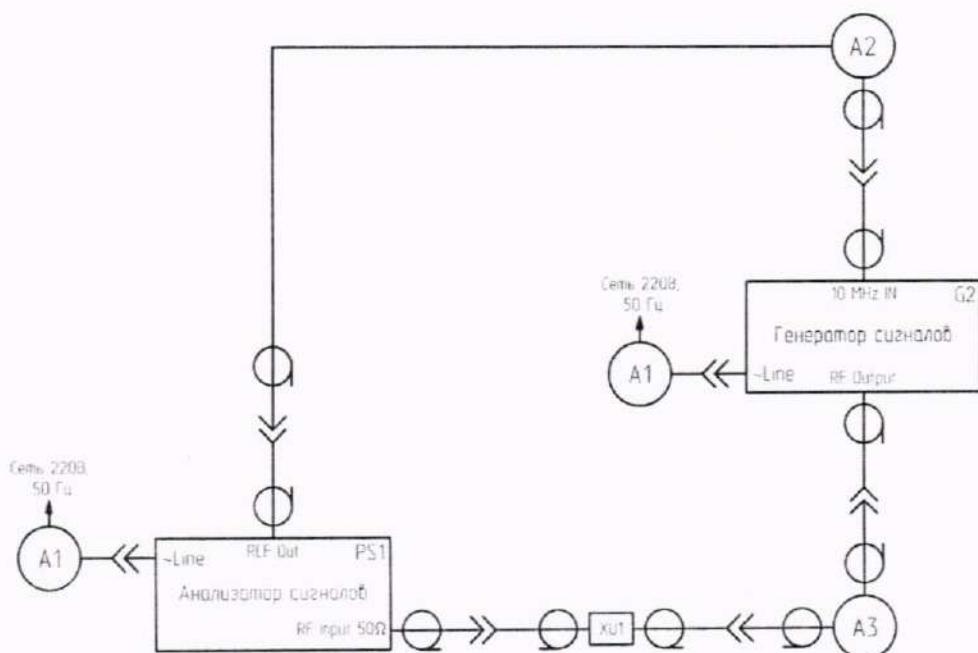


Рисунок 10 – Схема подключения для определения абсолютной погрешности измерений мощности на опорной частоте 100 МГц при изменении ослабления входного аттенюатора

10.6.2 Выполнить сброс настроек анализатора сигналов нажатием кнопки **Mode Preset**.

10.6.3 Активировать на анализаторе сигналов выход сигнала опорного генератора «REF Out». Для этого нажать кнопку **Input/Output** на передней панели анализатора сигналов, в появившемся меню установить переключатель RefOut в положение 10 MHz.

10.6.4 Установить следующие параметры работы генератора сигналов G2:

- значение частоты выходного сигнала – 100 МГц;
- значение уровня мощности выходного сигнала – минус 20 дБ (1 мВт).

10.6.5 Установить следующие параметры работы анализатора сигналов:

Frequency → Center Frequency – 100 MHz;

BW → RBW – 100 Hz;

Frequency → Span – 1 MHz;

Amp/Scale → Ref level – (-19) dBm;

Amp/Scale → Attenuator → Manual → 10 dB;

Amp/Scale → Presel Bypass → Off, **LNA** → Off (при наличии опции LNA);

Peak Search.

10.6.6 Зафиксировать измеренное анализатором сигналов значение уровня мощности. Принять измеренное значение уровня мощности за опорное.

10.6.7 Повторить операции по пункту 10.6.5 для других значений ослабления входного аттенюатора от 0 до 70 дБ с шагом 10 дБ, зафиксировав измеренное анализатором сигналов значение уровня мощности.

10.6.8 Вычислить погрешность измерения уровня мощности при изменении ослабления входного аттенюатора по формуле:

$$\Delta P = P_2 - P_1 \quad (6)$$

где P_1 – измеренное анализатором сигналов значение уровня мощности, принятое за опорное, дБ (1 мВт);

P_2 – измеренное анализатором сигналов значение уровня мощности при изменении ослабления входного аттенюатора, дБ (1 мВт).

Анализатор сигналов подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.6, установленным при утверждении типа, если полученные значения абсолютной погрешности измерений мощности на опорной частоте 100 МГц при изменении ослабления входного аттенюатора при выключенном предустановителе не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.6 (когда анализатор сигналов не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.6), поверку анализатора сигналов прекращают, результаты поверки по п. 10.6 признают отрицательными.

10.7 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно опорной частоты 100 МГц при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ

Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно опорной частоты 100 МГц при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ проводить в следующей последовательности:

10.7.1 Собрать схему подключения в соответствии с рисунком 9, исключив подключение анализатора сигналов (согласно пунктирной линии).

10.7.2 Откалибровать преобразователи измерительные PW1 и PW2 в соответствии с РЭ.

10.7.3 Установить значение частоты выходного сигнала генератора сигналов G2 100 МГц.

10.7.4 Установить уровень мощности генерируемого сигнала минус 20 дБ (1 мВт) по показанию преобразователя измерительного PW1.

10.7.5 Измерить уровень мощности с помощью преобразователей измерительных PW1 и PW2.

10.7.6 Зафиксировать измеренное значение.

10.7.7 Вычислить поправочный коэффициент делителя мощности по формуле (4).

10.7.8 Повторить операции по пунктам 10.7.3 – 10.7.7 для значений частот: 300; 500 МГц; 1; 2; 2,8; 3,6; 3,8; 5; 6,5; 9; 10; 13,6; 18; 20; 20; 25 и 26,5 ГГц..

10.7.9 Собрать схему подключения в соответствии с рисунком 9, исключив подключение преобразователя измерительного PW2 (согласно сплошной линии).

10.7.10 Установить значение частоты выходного сигнала генератора сигналов G2 100 МГц.

10.7.11 Установить уровень мощности генерируемого сигнала минус 20 дБ (1 мВт) по показанию преобразователя измерительного PW1.

10.7.12 Установить следующие параметры работы анализатора сигналов:

Frequency → Center Frequency – 100 MHz;

BW → RBW – 100 Hz;

Frequency → Span – 1 MHz;

Amp/Scale → Ref level – (-19) dBm;

Amp/Scale → Attenuator → Manual → 10 dB;

Peak Search → Continuous Peak Search On.

10.7.13 Измерить уровень мощности генерируемого сигнала анализатором сигналов.

10.7.14 Вычислить неравномерность амплитудно-частотной характеристики ΔA на данной частоте по формуле:

$$\Delta A = |P_a| - |P_{PW1}| - |P_{a100}|, \quad (7)$$

где P_a – измеренное анализатором сигналов значение уровня мощности, дБ (1 мВт);

P_{PW1} – измеренное преобразователем измерительным PW1 значение уровня мощности, дБ (1 мВт);

P_{a100} – измеренное анализатором сигналов значение уровня мощности на опорной частоте, дБ (1 мВт).

10.7.15 Повторить операции по пунктам 10.7.10 – 10.7.14 для следующих значений частоты: 80; 300; 500 МГц; 1; 2; 2,8; 3,6; 3,8; 5; 6,5; 9; 10; 13,6; 18; 20; 25; 26,5 ГГц..

Примечание: для измерения частоты 26,5 ГГц необходимо на дисплее анализатора сигналов произвести установки **Frequency** → Center Frequency – 26,4995 GHz.

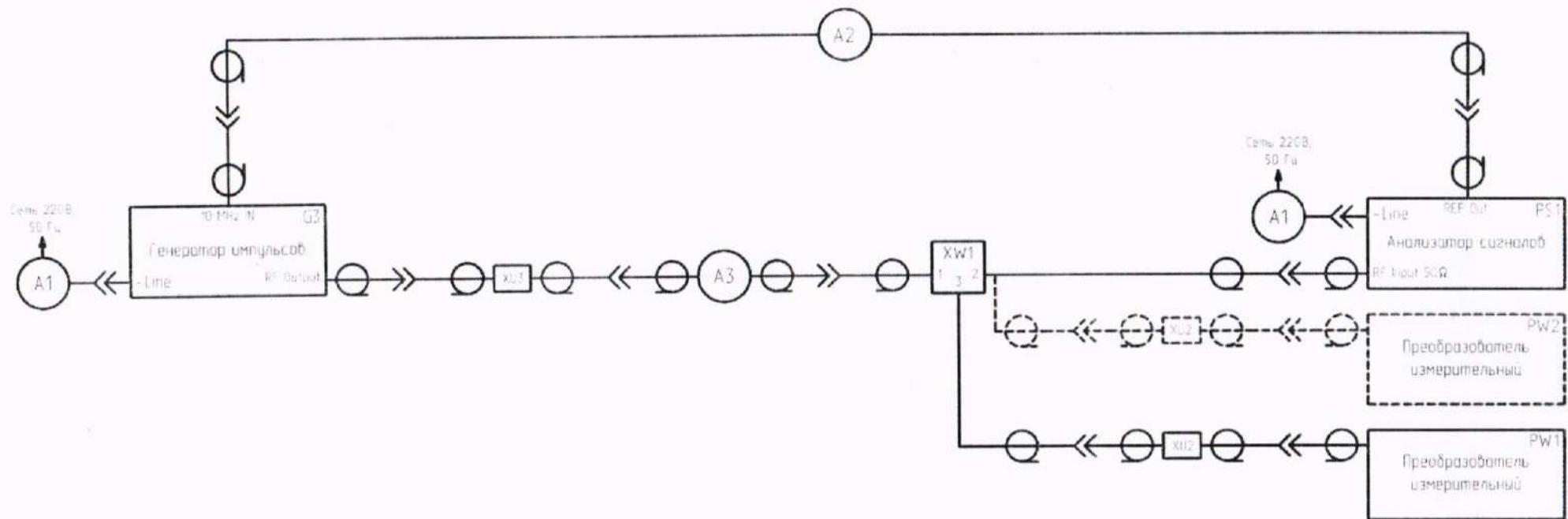


Рисунок 11 – Схема подключений для определения неравномерности АЧХ относительно опорной частоты 100 МГц в диапазоне частот от 100 Гц до 80 МГц

10.7.16 Вычислить неравномерность амплитудно-частотной характеристики ΔA_F по формуле:

$$\Delta A_F = \pm \frac{\Delta A_{max} - \Delta A_{min}}{2} \quad (8)$$

где ΔA_{max} – максимальное значение неравномерности амплитудно-частотной характеристики, дБ;

ΔA_{min} – минимальное значение неравномерности амплитудно-частотной характеристики, дБ;

10.7.17 Включить предусилитель на анализаторе сигналов. Для этого произвести установку:

Amp/Scale → LNA → On (при наличии опции LNA).

10.7.18 Повторить операции по пунктам 10.7.2 – 10.7.16 с уровнем мощности генерируемого сигнала минус 45 дБ (1 мВт) и произвести установку:

Amp/Scale → Ref level – (-44) dBm.

10.7.19 Собрать схему подключения в соответствии с рисунком 11.

10.7.20 Откалибровать преобразователи измерительные PW1 и PW2 в соответствии с РЭ.

10.7.21 Установить следующие параметры работы генератора импульсов:

- форма выходного сигнала – синусоидальная;
- значение частоты выходного сигнала – 100 МГц;

10.7.22 Установить уровень мощности генерируемого сигнала минус 20 дБ (1 мВт) по показанию преобразователя измерительного PW1.

10.7.23 Измерить уровень мощности с помощью преобразователей измерительных PW1 и PW2.

10.7.24 Зафиксировать измеренное значение.

10.7.25 Вычислить поправочный коэффициент делителя мощности по формуле (4).

10.7.26 Повторить операции по пунктам 10.7.21 – 10.7.25 для следующих значений частоты: 100; 300 Гц; 1; 3; 10; 30; 100; 300 кГц; 1; 30; 80 МГц.

10.7.27 Собрать схему подключения согласно рисунку 11, исключив преобразователь измерительный PW2 (согласно сплошной линии).

10.7.28 Установить следующие параметры работы генератора импульсов:

- форма выходного сигнала – синусоидальная;
- значение частоты выходного сигнала – 100 МГц.

10.7.29 Установить уровень мощности генерируемого сигнала минус 20 дБ (1 мВт) по показанию преобразователя измерительного PW1.

10.7.30 Установить следующие параметры работы анализатора сигналов:

Frequency → Center Frequency – 100 MHz;

BW → RBW – 1 Hz;

Frequency → Span – 1 kHz.

10.7.31 Зафиксировать показание анализатора сигналов.

10.7.32 Вычислить неравномерность амплитудно-частотной характеристики по формуле (7).

10.7.33 Повторить операции по пунктам 10.7.25 – 10.7.29 для следующих значений частот генерируемого сигнала на генераторе импульсов: 100; 300 Гц; 1; 3; 10; 30; 100; 300 кГц; 1; 30; 80 МГц.

Примечание: для измерения частоты 100 и 300 Гц на анализаторе сигналов установить центральную частоту 503 Гц: **Frequency** → Center Frequency – 503 Hz, для значений

измеряемых частот от 1 кГц центральную частоту анализатора сигналов устанавливать равной измеряемой частоте.

10.7.34 Вычислить неравномерность АЧХ в диапазоне частот от 100 Гц до 80 МГц по формуле (8).

Анализатор сигналов подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.7, установленным при утверждении типа, если полученные значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно опорной частоты 100 МГц при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.7 (когда анализатор сигналов не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.7), поверку анализатора сигналов прекращают, результаты поверки по п. 10.7 признают отрицательными.

10.8 Определение относительной спектральной плотности мощности фазовых шумов на частоте несущей 1 ГГц

Определение относительной спектральной плотности мощности фазовых шумов на частоте несущей 1 ГГц в следующей последовательности:

10.8.1 Собрать схему подключения в соответствии с рисунком 12.

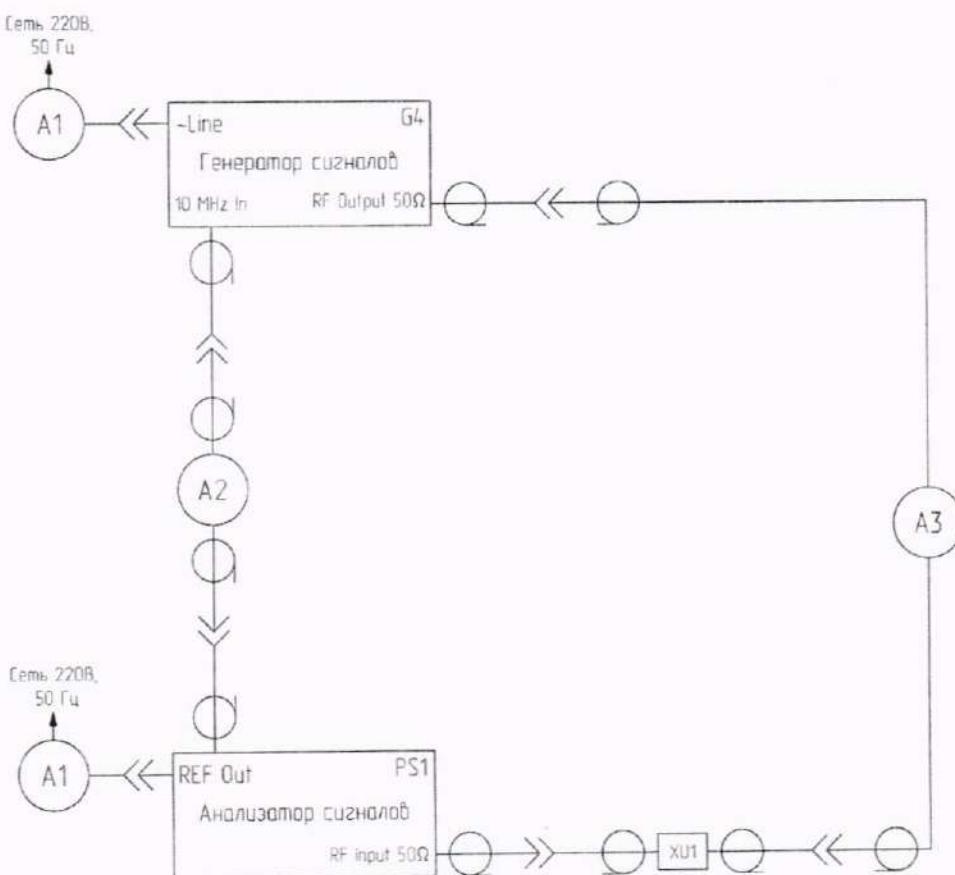


Рисунок 1 – Схема подключения для определения относительной спектральной плотности мощности фазовых шумов

10.8.2 Установить следующие параметры работы генератора сигналов G4:
– значение частоты выходного сигнала – 1 ГГц;

– значение уровня мощности выходного сигнала – 10 дБ (1 мВт).

10.8.3 Выполнить сброс настроек анализатора сигналов нажатием кнопки **Mode Preset**.

10.8.4 Активировать на анализаторе сигналов выход сигнала опорного генератора «REF Out». Для этого нажать кнопку **Input/Output** на передней панели анализатора сигналов, в появившемся меню установить переключатель RefOut в положение 10 MHz.

10.8.5 Установить следующие параметры работы на анализаторе сигналов:

Frequency → Center Frequency – 1 GHz;

BW → RBW – 1 Hz;

Frequency → Span – 20,2 MHz;

Amp/Scale → Ref level – 10 dBm;

Amp/Scale → Scale/Div – 15 dB;

Peak Search → Continuous Peak Search On;

Trace → Detector Type → Peak;

Trace → Active Trace → Trace2;

Trace → Trace Type → Average, Average Number 10;

Trace → Detector Type → Log Power Averaging.

10.8.6 Дождаться, когда значение параметра «AHold» станет равным 10/10.

10.8.7 Активировать Marker 2 в режиме «относительных» измерений на второй измерительной трассе, установив для него в качестве опорного Marker 1:

Marker → Marker Select → Marker 2;

Marker Mode – Delta;

Marker → Relative To – Marker 1;

Marker to Trace – Trace2;

Marker → Marker Delta – 1 kHz.

10.8.8 Повторить операцию 10.8.7 для Marker 3, Marker 4, Marker 5, Marker 6, устанавливая значение отстроек от опорного маркера 10 кГц, 100 кГц, 1 МГц и 10 МГц.

10.8.9 Зафиксировать значения уровня мощности Marker Delta (относительной спектральной плотности мощности фазовых шумов при всех значениях отстроек от опорного маркера).

Анализатор сигналов подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.8, установленным при утверждении типа, если полученные значения относительной спектральной плотности мощности фазовых шумов на частоте несущей 1 ГГц не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.8 (когда анализатор сигналов не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.8), поверку анализатора сигналов прекращают, результаты поверки по п. 10.8 признают отрицательными.

10.9 Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ

Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ проводить в следующей последовательности:

10.9.1 Собрать схему подключения в соответствии с рисунком 13.

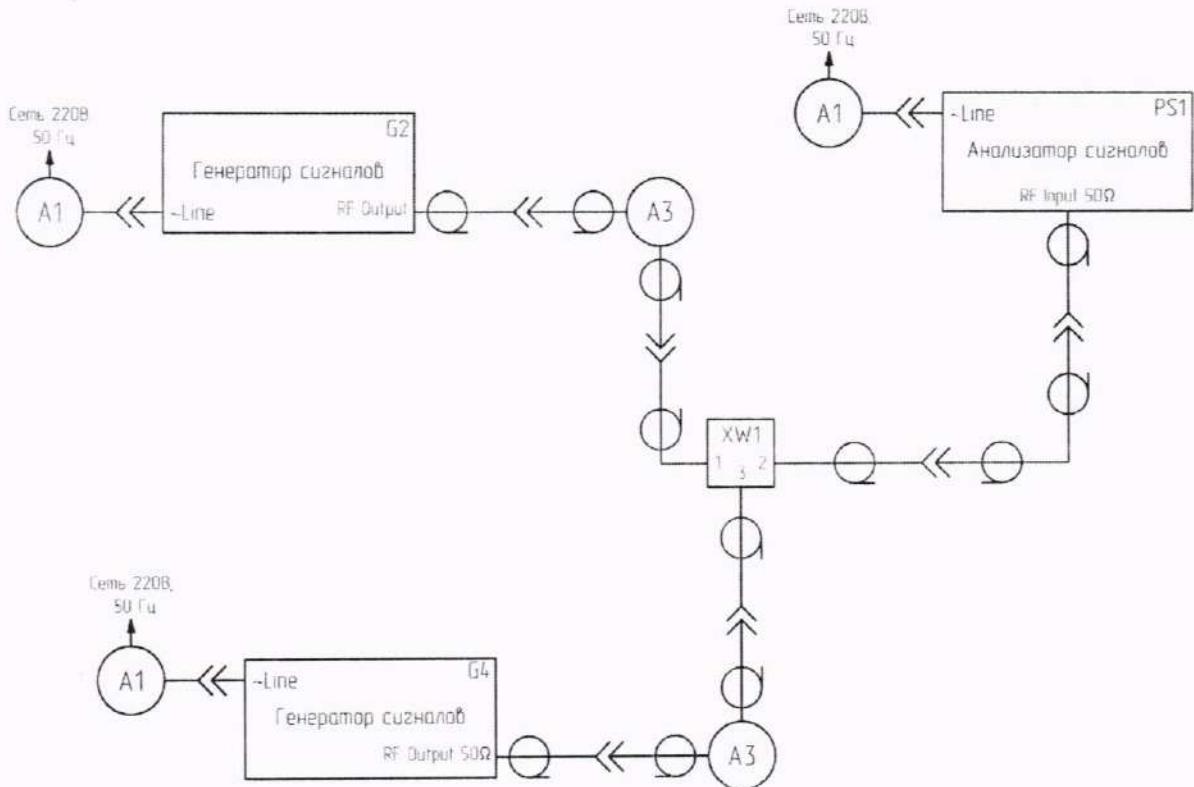


Рисунок 13 – Схема подключения для определения относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ

10.9.2 Выполнить сброс настроек анализатора сигналов нажатием кнопки **Mode Preset**.

10.9.3 Установить следующие параметры работы анализатора сигналов:

Frequency → Center Frequency – 1 GHz;

BW → RBW – 10 Hz;

Frequency → Span – 5 MHz;

Amp/Scale → Ref level – (-15) dBm;

Amp/Scale → Scale/Div – 12 dB.

10.9.4 Установить следующие параметры работы генератора сигналов G2:

– значение частоты выходного сигнала – 0,9995 ГГц;

– значение уровня мощности выходного сигнала – минус 25 дБ (1 мВт).

10.9.5 Установить следующие параметры работы генератора сигналов G4:

– значение частоты выходного сигнала – 1,0005 ГГц;

– значение уровня мощности выходного сигнала – минус 25 дБ (1 мВт).

10.9.6 Включить на анализаторе сигналов режим маркерных измерений нажатием клавиши:

Marker → Mode → Selected Marker → Marker 1;

Marker Mode → Normal.

10.9.7 Установить Marker 1 на пик отображаемой спектрограммы:

Peak Search → Continuous Peak Search On.

Далее выбрать Marker 2 и «относительный» режим измерений:

Marker → Selected Marker → Marker 2;

Marker Mode → Marker 2.

10.9.8 Измерить дельта маркером относительный уровень помех на частотах 0,9985 и 1,0015 ГГц.

Анализатор сигналов подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.9, установленным при утверждении типа, если полученные значения относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ, выключенном предусилителе и выключенном обходе преселектора не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.9 (когда анализатор сигналов не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.9), поверку анализатора сигналов прекращают, результаты поверки по п. 10.9 признают отрицательными.

Критериями принятия поверителем решения по подтверждению соответствия анализатора метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, являются: обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в разделах 7 – 10, и соответствие полученных значений метрологических характеристик анализатора сигналов требованиям, указанным в пп. 10.1 – 10.9 данной методики поверки.

При невыполнении любой из операций поверки, перечисленных в разделах 7 – 10, и несоответствии любого из полученных значений метрологических характеристик анализатора сигналов требованиям, указанным в пп. 10.1 – 10.9 данной методики поверки, принимается решение о несоответствии анализатора метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки анализатора сигналов подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

11.2 При проведении поверки в сокращенном объеме (в соответствии с заявлением владельца средства измерений) в сведениях о поверке указывается информация, для каких измерительных каналов, измеряемых величин, поддиапазонов измерений выполнена поверка.

11.3 По заявлению владельца анализатора сигналов или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда установлено соответствие анализатора сигналов метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений, и (или) нанесением на анализатор сигналов знака поверки, и (или) внесением в формуляр анализатора сигналов записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

11.4 По заявлению владельца анализатора сигналов или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда анализатор сигналов не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

11.5 Протоколы поверки анализаторов сигналов оформляются в произвольной форме.

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики анализаторов сигналов и спектра СК4-MAX4

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот: – для исполнения БЮЛИ.411168.017 – для исполнения БЮЛИ.411168.017-01 – для исполнения БЮЛИ.411168.017-02	от 3 Гц до 26,5 ГГц от 3 Гц до 13,6 ГГц от 3 Гц до 8,4 ГГц
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора ($\delta_{REF\ Out}$)	$\pm 5,0 \cdot 10^{-8}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала, Гц	$\pm (\delta_{REF\ Out} \cdot f_c + 1 \cdot 10^{-3} \cdot \text{ПО} + 5 \cdot 10^{-2} \cdot \text{ППРФ} + 1 \text{ Гц} + 0,5 \cdot \text{ПО}/(\text{КТ}-1))^1$
Средний отображаемый уровень собственных шумов в полосе 1 Гц, выключенном предусилителе, выключенном обходе преселектора на частотах, дБ (1 мВт), не более: – от 100 Гц до 9 кГц включ. – св. 9 кГц до 100 кГц включ. – св. 100 кГц до 80 МГц включ. – св. 80 МГц до 1 ГГц включ. – св. 1 до 3,6 ГГц включ. – св. 3,6 до 8,4 ГГц включ. – св. 8,4 до 13,6 ГГц включ. (для исполнений БЮЛИ.411168.017 и БЮЛИ.411168.017-01) – св. 13,6 до 26,5 ГГц включ. (для исполнения БЮЛИ.411168.017)	-141 -143 -151 -149 -146 -150 -146 -143
Средний отображаемый уровень собственных шумов в полосе 1 Гц, выключенном предусилителе, включенном обходе преселектора на частотах, дБ (1 мВт), не более: – от 100 Гц до 9 кГц включ. – св. 9 кГц до 100 кГц включ. – св. 100 кГц до 80 МГц включ. – св. 80 МГц до 1 ГГц включ. – св. 1 до 3,6 ГГц включ. – св. 3,6 до 8,4 ГГц включ. – св. 8,4 до 13,6 ГГц включ. (для исполнений БЮЛИ.411168.017 и БЮЛИ.411168.017-01) – св. 13,6 до 26,5 ГГц включ. (для исполнения БЮЛИ.411168.017)	не нормируется не нормируется не нормируется -152 -155 -156 -153 -147

Наименование характеристики	Значение
Средний отображаемый уровень собственных шумов в полосе 1 Гц, включенном предусилителе, выключенном обходе преселектора на частотах, дБ (1 мВт), не более: – от 100 Гц до 9 кГц включ. – св. 9 кГц до 100 кГц включ. – св. 100 кГц до 80 МГц включ. – св. 80 МГц до 1 ГГц включ. – св. 1 до 3,6 ГГц включ. – св. 3,6 до 8,4 ГГц включ. – св. 8,4 до 13,6 ГГц включ. (для исполнений БЮЛИ.411168.017 и БЮЛИ.411168.017-01) – св. 13,6 до 26,5 ГГц включ. (для исполнения БЮЛИ.411168.017)	не нормируется -150 -140 -168 -168 -168 -168 -168 -164
Средний отображаемый уровень собственных шумов в полосе 1 Гц, включенном предусилителе, выключенном обходе преселектора на частотах, дБ (1 мВт), не более: – от 100 Гц до 9 кГц включ. – св. 9 кГц до 100 кГц включ. – св. 100 кГц до 80 МГц включ. – св. 80 МГц до 1 ГГц включ. – св. 1 до 3,6 ГГц включ. – св. 3,6 до 8,4 ГГц включ. – св. 8,4 до 13,6 ГГц включ. (для исполнений БЮЛИ.411168.017 и БЮЛИ.411168.017-01) – св. 13,6 до 26,5 ГГц включ. (для исполнения БЮЛИ.411168.017)	не нормируется не нормируется не нормируется -165 -168 -167 -168 -160
Пределы допускаемой относительной погрешности установки номинальных значений полос пропускания по уровню минус 3 дБ	±5 % для полос пропускания от 1 Гц до 10 МГц
Максимальный уровень измеряемой мощности, дБ (1 мВт)	30
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности синусоидального сигнала в диапазоне частот от 100 МГц до 10 ГГц в диапазоне мощностей от минус 80 до плюс 20 дБ (1 мВт), дБ (1 мВт)	±1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений мощности при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ, в диапазоне мощностей входного сигнала от минус 20 до минус 10 дБ (1 мВт), дБ: – на опорной частоте 100 МГц – в частотном диапазоне от 100 Гц до 26,5/13,6/8,4 ГГц – в частотном диапазоне от 80 МГц до 26,5/13,6/8,4 ГГц с включенным предусилителем (при наличии опции MAX4-A2) в диапазоне мощностей от минус 70 до минус 45 дБ (1 мВт)	±(0,3) ±(0,3 + неравномерность АЧХ) ±(0,4 + неравномерность АЧХ)

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений мощности на опорной частоте 100 МГц при выключенном предусилителе (при наличии опции MAX4-A2) при изменении ослабления входного аттенюатора, дБ: – от 0 до 20 дБ включ. – св. 20 до 70 дБ включ.	±0,14 ±0,20
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно опорной частоты 100 МГц при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ, выключенном/включенном предусилителе (при наличии опции MAX4-A2) на частотах, дБ: – от 100 Гц до 80 МГц включ. (при выключенном предусилителе) – св. 80 МГц до 3,6 ГГц включ. – св. 3,6 до 8,4 ГГц включ. – св. 8,4 до 10 ГГц включ. (для исполнений БЮЛИ.411168.017 и БЮЛИ.411168.017-01) – св. 10 до 13,6 ГГц включ. (для исполнений БЮЛИ.411168.017 и БЮЛИ.411168.017-01) – св. 13,6 до 26,5 ГГц включ. (для исполнения БЮЛИ.411168.017)	±0,5 ±0,4 ±0,5 ±0,5 ±0,8 ±1,5
Относительная спектральная плотность мощности фазовых шумов для частоты несущей 100 МГц при отстройке 1 кГц, дБн/Гц ²⁾ , не более	-121
Относительная спектральная плотность мощности фазовых шумов для частоты несущей 1 ГГц при отстройке от несущей, дБн/Гц, не более: – 1 кГц – 10 кГц – 100 кГц – 1 МГц – 10 МГц	-116 -124 -125 -125 -130
Относительный уровень помех, обусловленный интермодуляционными искажениями третьего порядка, при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ, выключенном предусилителе (при наличии опции MAX4-A2) и выключенном обходе преселектора (уровень двухтонального сигнала минус 25 дБ (1 мВт), разность частот 1 МГц), дБн ³⁾ , не более	-83
Уровень подавления каналов приёма комбинационных частот и прочих выбросах при выключенном обходе преселектора на частотах, дБ, не менее: – от 9 кГц до 100 МГц включ. – св. 100 МГц до 3,6 ГГц включ. – св. 3,6 до 8,4 ГГц включ. – св. 8,4 до 26,5 ГГц включ.	85 87 75 70

Наименование характеристики	Значение
KCBH входа при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ, выключенном предусилителе (при наличии опции MAX4-A2) и отсутствии опции MAX4-A1, не более:	
– на частотах до 13,6 ГГц	1,5
– на частотах свыше 13,6 ГГц	1,8
¹⁾ Где $\delta_{REF\ Oui}$ – относительная погрешность частоты опорного генератора; f_c – частота измеряемого сигнала (Гц); ПО – ширина полосы обзора (Гц); ППРФ – текущее значение ширины полосы пропускания разрешающего фильтра полосы пропускания (Гц); КТ – число точек отображения.	
²⁾ Где дБн/Гц – децибел по отношению к мощности несущей в полосе 1 Гц.	
³⁾ Где дБн – децибел по отношению к мощности несущей.	

Приложение Б
(обязательное)

Условные обозначения применяемых средств поверки и вспомогательного оборудования

Таблица Б.1 – Условные обозначения применяемых средств поверки и вспомогательного оборудования

Условное обозначение	Наименование, тип СП, ВО
PS1	Анализатор сигналов и спектра СК4-MAX4
G1	Стандарт частоты рубидиевый FS 725
G2	Генератор сигналов SMF-100A
G3	Генератор импульсов 81150A
G4	Генератор сигналов SMA-100B
PW1	Преобразователь измерительный NRP50T
PW2	Преобразователь измерительный NRP50SN
PF1	Частотомер электронно-счётный ЧЗ-85
A1	Кабель сетевой, 3 м
A2	Сборка высокочастотная кабельная, тип BNC (m) – тип BNC (m), 50 Ом, 5 м
A3	Сборка высокочастотная кабельная, тип 2,92 мм (m) – тип 2,92 мм (m), 50 Ом, 1 м
XW1	Делитель мощности коаксиальный, тип 3,5 мм (f) – тип 3,5 мм (f) – тип 3,5 мм (f)
XU1	Переход коаксиальный, тип 2,92 мм (f) – тип 2,92 мм (f)
XU2	Переход коаксиальный, тип 2,4 мм (f) – тип 2,92 мм (m)
XU3	Переход коаксиальный, тип SMA (f) – тип BNC (m)
XR1	Нагрузка согласованная коаксиальная типа 2,92 мм (f)