

СОГЛАСОВАНО  
Главный метролог  
АО «ПриСТ»



*[Handwritten signature]*

А.Н. Новиков

«29» августа 2023 г.

**«ГСИ. Анализаторы спектра АКИП-4214.  
Методика поверки»**

**МП-ПР-18-2023**

Москва  
2023 г.

УСМ

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на анализаторы спектра АКИП-4214 (далее анализаторы) и устанавливает методы и средства их поверки.

Прослеживаемость при поверке анализаторов обеспечивается в соответствии со следующими государственными поверочными схемами:

- 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 диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц – ГЭТ 26-2010;

- 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.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по п. п. 9.1 – 9.13 применяется метод прямых измерений.

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
1. Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	Раздел 6
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	Раздел 7
3. Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	Раздел 8
4. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			Раздел 9
5. Определение относительной погрешности частоты опорного генератора	Да	Да	9.1
6. Определение абсолютной погрешности измерения уровня мощности сигнала	Да	Да	9.2
7. Определение абсолютной погрешности из-за нелинейности логарифмической шкалы	Да	Да	9.3
8. Определение погрешности измерений уровня сигнала из-за переключения входного аттенюатора	Да	Да	9.4
9. Определение относительной погрешности установки полос пропускания фильтров промежуточной частоты (ПЧ) и фильтров электромагнитной совместимости (ЭМС) (при наличии опции ЭМС)	Да	Да	9.5
10. Определение коэффициента прямоугольности фильтров ПЧ	Да	Да	9.6
11. Определение погрешности измерения уровня сигнала при изменении полосы пропускания	Да	Да	9.7
12. Определение уровня фазовых шумов	Да	Да	9.8
13. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)	Да	Да	9.9

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
14 Определение погрешности измерения частоты встроенным маркером и встроенным частотомером	Да	Да	9.10
15 Определение уровня гармонических искажений 2-го порядка	Да	Да	9.11
16 Определение точки пересечения 3-го порядка	Да	Да	9.12
17 Определение уровня собственных шумов	Да	Да	9.13
18 Оформление результатов поверки	Да	Да	Раздел 10

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
- относительная влажность от 20 % до 90 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- напряжение питающей сети от 200 до 240 В;
- частота питающей сети от 47 до 63 Гц.

### 4. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
9.1	Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты $\pm 5 \cdot 10^{-11}$ .	Стандарт частоты рубидиевый FS 725 рег. № 31222-06.
9.1	Эталоны единицы измерений времени и частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 5 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, в диапазоне значений частоты от 10 Гц до 1 ГГц.	Частотомер универсальный CNT-90XL рег. № 70888-18.
9.2 – 9.9, 9.12	Диапазон частот выходного сигнала от 1 мГц до 4 ГГц; пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 5 \cdot 10^{-8}$ ; пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня в диапазоне от -20 до -40 дБм на частоте 50 МГц не более $\pm 0,05$ дБ; пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала в диапазоне частот от 100 кГц до 4 ГГц не более $\pm 0,3$ дБ; диапазон установки ослабления от 0 до 116 дБ; пределы допускаемой абсолютной погрешности установки ослабления в диапазоне от 0 до 64 дБ не более $\pm 0,03$ дБ; уровень гармонических составляющих в выходном сигнале не более -70 дБ. Вспомогательное оборудование: Фильтры нижних частот (ФНЧ) «Mini-Circuits» с полосой пропускания: 45 МГц, 800 ГГц, 3 ГГц, 6 ГГц	Калибратор многофункциональный Fluke 9640A-LPNX рег. № 55872-13.

## Продолжение таблицы 2

1	2	3
9.9	Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 50 МГц до 26,5 ГГц.	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ E4413A рег. № 57163-14.
9.9 – 9.12	Диапазон частот выходного сигнала от 250 кГц до 40 ГГц (с опцией 540); пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 7,5 \cdot 10^{-8}$ .	Генератор сигналов E8257D рег. № 53941-13.
Примечание: Допускается использовать другие средства измерений утвержденного типа, поверенные и обеспечивающие соотношение погрешностей измерений не более 1/3 допускаемой погрешности определяемой метрологической характеристики СИ.		

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Метрологические и технические требования к вспомогательным средствам поверки	Перечень рекомендуемых вспомогательных средств поверки
Температура окружающего воздуха, относительная влажность	Диапазон измерений температуры от 0 до +50 °С. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,25$ °С. Диапазон измерений относительной влажности окружающего воздуха от 0 до +100 %. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности окружающего воздуха $\pm 2$ %.	Цифровой термометр-гигрометр Fluke 1620A рег. №30374-13
Атмосферное давление	Диапазон измерений атмосферного давления от 30 до 120 кПа. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 300$ Па.	Манометр абсолютного давления Testo 511 рег. №53431-13
Напряжение питающей сети, частота питающей сети	Диапазон измерений переменного напряжения от 50 до 480 В. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений переменного напряжения 0,2 %. Диапазон измерений частоты от 45 до 66 Гц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты 0,1 %.	Прибор измерительный универсальный параметров электрической сети DMG 800 рег. №49072-12
Примечание: Допускается использовать другие средства измерений утвержденного типа, поверенные и имеющие метрологические характеристики, аналогичные указанным в данной таблице.		

## 5. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.27.0-75. ГОСТ 12.3.019-80. ГОСТ 12.27.7-75. требованиями правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденных приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 июля 2013 г № 328Н.

5.2 Средства поверки, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в руководствах по их эксплуатации.

5.3 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

## **6. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

6.1 Перед поверкой должен быть проведен внешний осмотр, при котором должно быть установлено соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

- не должно быть механических повреждений корпуса. Все надписи должны быть четкими и ясными;
- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

6.2 При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и подлежит ремонту.

## **7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

7.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- средства поверки и поверяемый прибор должны быть подготовлены к работе согласно руководствам по эксплуатации;
- контроль условий по обеспечению безопасности проведения поверки (раздел 5) должен быть выполнен перед началом поверки.
- контроль условий проведения поверки (раздел 3) должен быть выполнен перед началом поверки.

7.2 Опробование анализатора цепей проводят путем проверки функционирования в соответствии с руководством по эксплуатации.

При отрицательном результате опробования прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.3 Для улучшения повторяемости измерений рекомендуется проводить подключение устройств с коаксиальными соединителями в указанной последовательности:

- аккуратно соединить соединители устройств;
- удерживая подключаемое устройство, накрутить гайку соединителя «вилка» таким образом, чтобы центральный проводник соединителя «вилка» вошел в центральный проводник соединителя «розетка»;
- окончательное затягивание гайки соединителя «вилка» проводить с помощью ключа тарированного, при этом следует использовать гаечный поддерживающий ключ для предотвращения поворота корпуса подключаемого устройства.

Отключение соединителей проводить в обратной последовательности.

## **8. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

Проверка программного обеспечения средства измерений осуществляется путем вывода на дисплей анализатора информации о версии программного обеспечения.

Войти в меню «Система» анализатора и выбрать раздел «информация о системе» согласно руководству по эксплуатации на анализатор. Версия ПО определяется по первым пяти цифрам. После номера могут быть приведены любые буквенно-цифровые обозначения.

Результат считается положительным, если версия программного обеспечения соответствует данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	SW1
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 1.1.2.1.7

## **9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ**

Периодическая поверка анализатора, в случае его использования для измерений меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений по отношению к указанным в разделе «Метрологические и технические характеристики» описания типа,

допускается на основании письменного заявления владельца прибора, оформленного в произвольной форме.

### 9.1 Определение относительной погрешности частоты опорного генератора

Определение относительной погрешности частоты опорного генератора проводить методом прямых измерений с помощью частотомера универсального CNT-90.

9.1.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

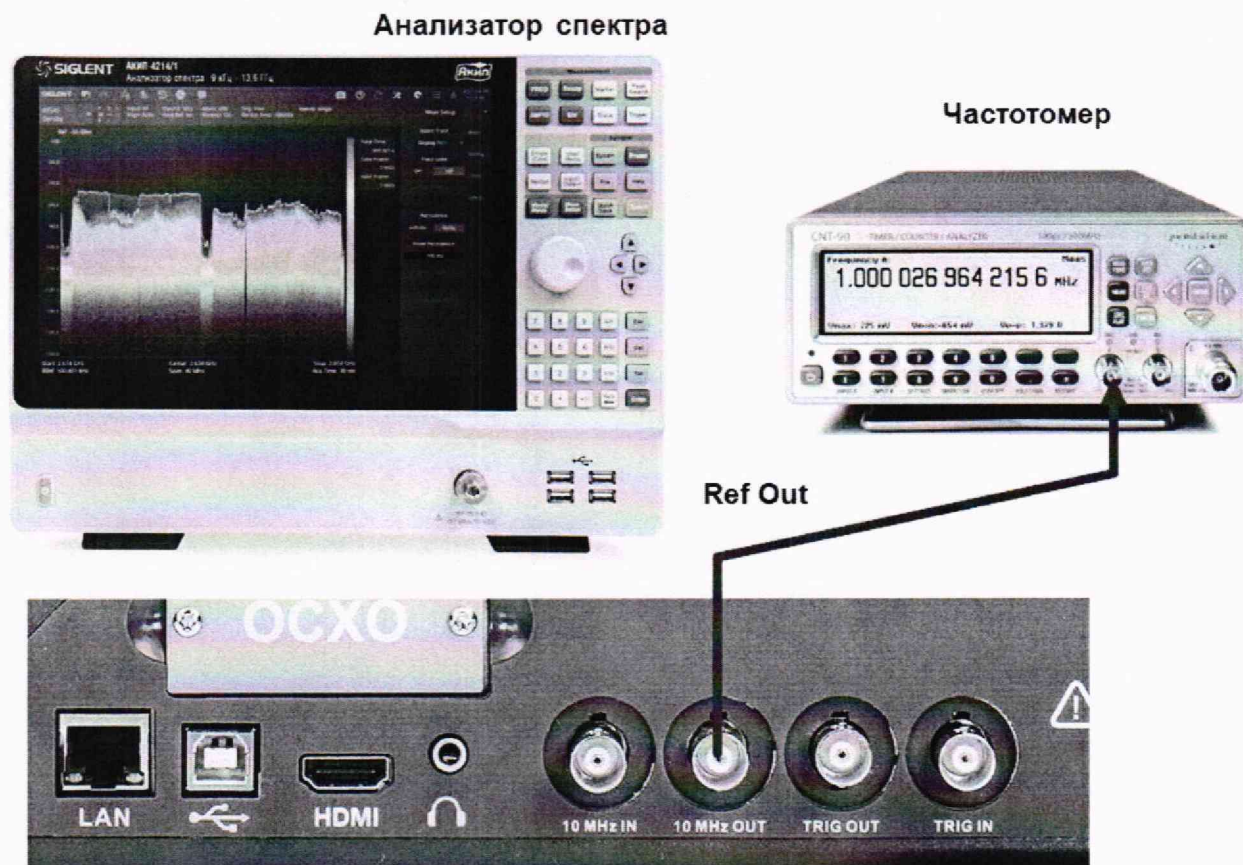


Рисунок 1

9.1.2 Подать сигнал с выхода “Ref OUT 10 MHz” (на задней панели анализатора) на вход «А» частотомера. Измерить по частотомеру частоту сигнала внутреннего опорного генератора анализатора спектра  $f_d$ . Рассчитать относительную погрешность по формуле (1):

$$\delta_f = \frac{10 - f}{10}, \quad (1)$$

где  $f$  – значение частоты, измеренное частотомером, МГц

Результаты поверки считать положительными, если относительная погрешность частоты опорного генератора не превышает  $\pm 5 \cdot 10^{-6}$  (в стандартной комплектации) или  $\pm 5 \cdot 10^{-7}$  (при установленной опции 10M-OCXO-L).

### 9.2 Определение абсолютной погрешности измерения уровня мощности сигнала

Определение абсолютной погрешности измерения уровня мощности сигнала проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX.

9.2.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2.

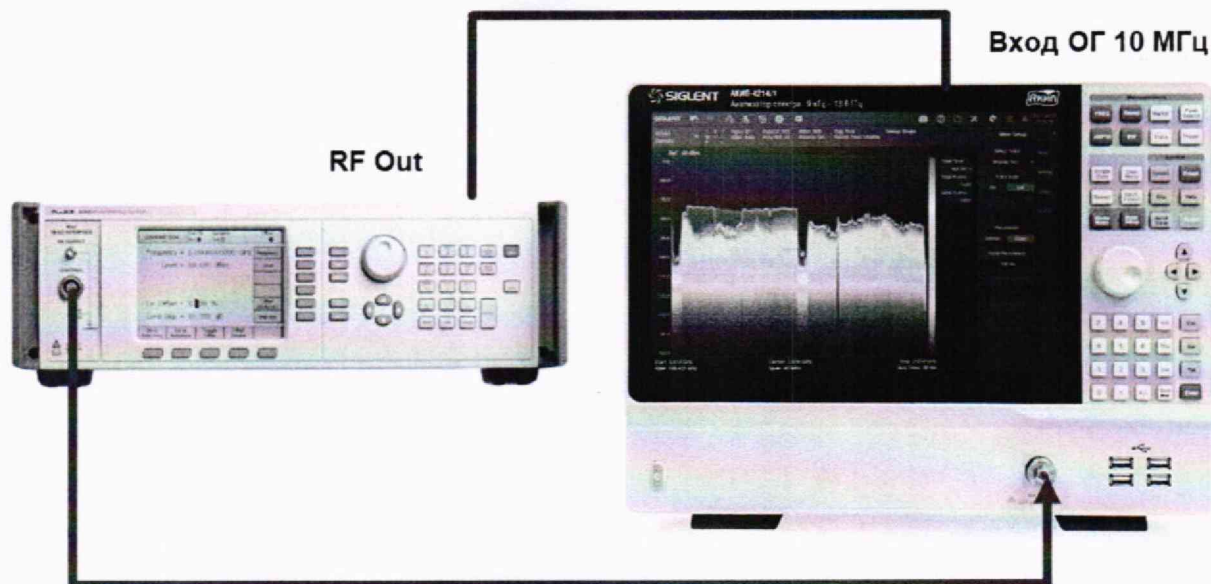


Рисунок 2

9.2.2 В настройках калибратора включить выход опорной частоты. Анализатор спектра перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты с калибратора. В качестве синхронизации по частоте допускается использовать синхронизацию от внешнего стандарта частоты.

9.2.3 Установить на выходе калибратора сигнал с частотой 50 МГц и уровнем -20 дБм, калибратор перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты.

9.2.4 На анализаторе выполнить следующие установки в соответствии с руководством по эксплуатации:

1. Выполнить сброс на начальные установки, нажав кнопку «Нач.уст»
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - режим цифрового анализатора спектра (Spectrum Analyzer)
  - центральная частота 50 МГц
  - полоса обзора 3 кГц
  - полоса пропускания 1 кГц
  - полоса видеофильтра 1 кГц
  - опорный уровень: -18 дБм
  - аттенюатор 20 дБ
  - пиковый детектор включен (Pos Peak)
  - шкала: 5 дБ/дел
  - усреднение: Включено, 50

9.2.5 В меню «Маркер» анализатора выбрать функцию «Поиск пика» и измерить при помощи маркера уровень сигнала.

9.2.6 Установить на калибраторе уровень мощности сигнала -40 дБм

9.2.7 На анализаторе спектра установить опорный уровень -38 дБм, включить предусилитель и повторить измерения по п. 9.2.5.

9.2.8 Вычислить погрешность измерения уровня по формуле (2):

$$\Delta P = P_{\text{изм}} - P_{\text{ген}} , \quad (2)$$

где  $P_{\text{изм}}$  – измеренное анализатором значение уровня сигнала;

$P_{\text{ген}}$  – установленный уровень сигнала на калибраторе.

9.2.9 Для анализаторов АКПП-4214 с установленной опцией анализатора спектра реального времени, включить режим реального времени (RTSA) и выполнить следующие настройки:

- Режим анализатор спектра реального времени (RTSA)
- центральная частота 50 МГц
- полоса обзора: 3 кГц
- полоса пропускания: 414 Гц (или близкая к ней)
- фильтр «Kaiser»
- опорный уровень: -18 дБм
- шкала 5 дБ/дел
- усреднение: Включено, 50

9.2.10 Повторить измерения и расчет погрешности по п. п. 9.2.3, 9.2.5 - 9.2.8 в режиме реального времени.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности, вычисленные по формуле (2) не превышают допустимых пределов, приведенных в таблице 5:

Таблица 5

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности, дБ	Значение	
	в режиме цифрового анализатора спектра (Spectrum Analyzer)	в режиме анализатора спектра реального времени (RTSA)
- при выключенном предусилителе и уровне мощности на входе -20 дБм	±0,4	±1,0
- при включенном предусилителе и уровне мощности на входе -40 дБм	±0,6	±1,5

### 9.3 Определение абсолютной погрешности измерений уровня из-за нелинейности логарифмической шкалы

Определение абсолютной погрешности измерений уровня из-за нелинейности логарифмической шкалы проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX.

9.3.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2. Анализатор спектра перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты с калибратора.

9.3.2 Установить на выходе калибратора сигнал с частотой 50 МГц и уровнем 0 дБм.

9.3.3 На анализаторе выполнить следующие установки в соответствии с руководством по эксплуатации:

1. Выполнить сброс на начальные установки, нажав кнопку «Нач.уст»
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - режим цифрового анализатора спектра (Spectrum Analyzer)
  - центральная частота 50 МГц
  - полоса обзора 3 кГц
  - полоса пропускания 1 кГц
  - полоса видеофильтра 1 кГц
  - опорный уровень: 0 дБм
  - шкала: 5 дБ/дел
  - аттенуатор: Авто
  - пиковый детектор включен (Pos Peak)
  - усреднение: Включено, 50

9.3.4 Дождаться окончания усреднения спектрограммы и измерить анализатором уровень при помощи маркера. Записать измеренное значение в таблицу 6 в качестве опорного значения.



9.3.5 Установить на калибраторе уровень мощности  $P_k$  согласно таблице 6 и после окончания усреднения спектрограммы – измерить амплитуду маркером. Измеренные значения  $P_{изм}$  записать в таблицу 6.

Таблица 6

Уровень мощности, задаваемый калибратором $P_k$ , дБм	Измеренное значение уровня анализатором $P_{изм}$ , дБм
0	$P_0$
-10	
-20	
-30	
-40	
-50	

9.3.6 Абсолютную погрешность измерений уровня из-за нелинейности шкалы определить по формуле (3):

$$\Delta P_n = P_{изм} - P_{ген} - P_0, \quad (3)$$

где  $P_0$  – значение уровня сигнала, измеренное при ослаблении 0 дБ.

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешности не превышают допусковых пределов:  $\pm 0,5$  дБ.

#### 9.4 Определение абсолютной погрешности измерений уровня сигнала из-за переключения входного аттенюатора

Определение абсолютной погрешности измерений уровня сигнала из-за переключения входного аттенюатора проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX.

9.4.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2.

9.4.2 Установить на выходе калибратора сигнал с частотой 50 МГц и уровнем -30 дБм. Анализатор спектра перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты с калибратора.

9.4.3 На анализаторе выполнить следующие установки в соответствии с руководством по эксплуатации:

1. Выполнить сброс на начальные установки, нажав кнопку «Нач.уст»
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - центральная частота 50 МГц
  - полоса обзора 10 кГц
  - полоса пропускания 1 кГц
  - полоса видеофильтра 1 кГц
  - аттенюатор 20 дБ
  - шкала: 5 дБ/дел
  - опорный уровень: -20 дБм
  - усреднение: Включено, 50

9.4.4 С помощью меню «Поиск пика» измеряют амплитуду сигнала. Записывают измеренное значение в таблицу как  $P_{опорное}$ . Далее установить настройки согласно таблице 7 и после окончания усреднения спектрограммы - измерить амплитуду маркером. Измеренные значения  $P_{изм}$  записать в таблицу 7.

Таблица 7

Ослабление внутреннего аттенюатора анализатора А, дБ	Опорный уровень, дБм	Уровень мощности, задаваемый калибратором Р <sub>к</sub> ,	Измеренное значение уровня, Р <sub>изм</sub>
10	-30	-40	
0	-40	-50	
5	-35	-45	
15	-25	-35	
20 (А <sub>опорное</sub> )	-20	-30	Р <sub>опорное</sub>
25	-15	-25	
30	-10	-20	
35	-5	-15	
40	0	-10	
45	5	-5	
50	10	0	

9.4.5 Погрешность измерений уровня сигнала из-за переключения входного аттенюатора определить по формуле (4):

$$\Delta A = (P_{\text{опорное}} - P_{\text{изм}}) - (A_{\text{опорное}} - A), \quad (4)$$

где Р<sub>опорное</sub> – значение уровня сигнала, измеренное при ослаблении внутреннего аттенюатора анализатора 20дБ;

Р<sub>изм</sub> – значение уровня сигнала, измеренное анализатором, дБ

А<sub>опорное</sub> – значение ослабления (20 дБ), задаваемое внутренним аттенюатором анализатора

Результаты поверки считать положительными, если вычисленные по формуле (4) значения погрешностей не превышают допусковых пределов: ±0,5 дБ.

## 9.5 Определение погрешности установки полос пропускания фильтров промежуточной частоты (ПЧ)

Определение погрешности установки полос пропускания фильтров промежуточной частоты проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX.

9.5.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2. Анализатор спектра перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты с калибратора.

9.5.2 Установить на выходе калибратора сигнал с частотой 50 МГц и уровнем -10 дБм.

9.5.3 На анализаторе выполнить следующие установки в соответствии с руководством по эксплуатации:

1. Выполнить сброс на начальные установки, нажав кнопку «Нач.уст»

2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:

- центральная частота 50 МГц
- полоса пропускания: 1 МГц, далее значения устанавливать из таблицы 8
- полоса обзора: 1,5 x (полоса пропускания); (для полос пропускания 1 Гц – 30 Гц установить полосу обзора 100 Гц)
- опорный уровень: -10 дБм
- шкала: 5 дБ/дел
- пиковый детектор включен (Pos Peak)
- усреднение: Включено, 10

9.5.4 В меню анализатора «Fn» включить измерение по уровню (N дБ) и установить уровень -3 дБ. Результат измерения записать в таблицу 8. Повторить измерения для других значений полос пропускания, устанавливая их в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8

Установленная полоса пропускания	Измеренная полоса пропускания
1 Гц	
3 Гц	
10 Гц	
30 Гц	
100 Гц	
300 Гц	
1 кГц	
3 кГц	
10 кГц	
30 кГц	
100 кГц	
300 кГц	
1 МГц	
3 МГц	
Фильтры ЭМС (при наличии опции ЭМС)	
200 Гц	
9 кГц	
120 кГц	
1 МГц	

9.5.5 Полосы пропускания 200 Гц, 9 кГц, 120 кГц и 1 МГц устанавливаются в меню управления полосой пропускания после включения в меню «ПП» функции «Filter Type» и выбором типа фильтра «-6 dB». Установить по очереди эти фильтры и произвести для каждого из них измерение полосы пропускания. Измерения проводить по методике, описанной в п. 9.5.4 за исключением того, что перед началом измерений установить уровень -6 дБ в меню измерений анализатора.

9.5.6 Рассчитать погрешность полосы пропускания по формуле (5):

$$\delta RBW = [(RBW_{уст} - RBW_{изм}) / RBW_{уст}] \cdot 100 \%, \quad (5)$$

где  $RBW_{уст}$  – номинальное значение полосы пропускания, установленное в меню «ПП» анализатора, Гц;

$RBW_{изм}$  – измеренное по п. п. 9.5.4, 9.5.5 значение полосы пропускания, Гц.

Результаты поверки считать положительными, если погрешность установки полос пропускания не превышает допустимых пределов:

- для  $RBW_{уст}$  1 Гц:  $\pm 1$  Гц
- для  $RBW_{уст}$  от 3 Гц до 300 Гц включительно:  $\pm(0,05 \cdot RBW_{уст} + 1)$  Гц;
- для  $RBW_{уст}$  св. 300 Гц:  $\pm 0,05 \cdot RBW_{уст}$ .

## 9.6 Определение коэффициента прямоугольности фильтров ПЧ

Определение коэффициента прямоугольности фильтров ПЧ проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX.

9.6.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2. Анализатор спектра перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты с калибратора.

9.6.2 Установить на выходе генератора сигнал с частотой 50 МГц и уровнем -10 дБм, генератор перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты.

9.6.3 На анализаторе выполнить следующие установки в соответствии с руководством по эксплуатации:

1. Выполнить сброс на начальные установки, нажав кнопку «Нач.уст»
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:

- центральная частота 50 МГц
- полоса пропускания: 1 МГц, далее значения устанавливать из таблицы 9
- полоса обзора: 3 x (полоса пропускания); (для полос пропускания 1 Гц – 30 Гц установить полосу обзора 100 Гц)
- опорный уровень: -10 дБм
- шкала: 10 дБ/дел
- режим фиксации минимального значения (Min Hold), 10 спектрограмм

9.6.4 В меню анализатора «Fn» включить измерение по уровню (N дБ) и установить уровень -3 дБ. Провести измерение частоты полосы пропускания. Результат измерения записать в таблицу 9. Затем в меню измерений анализатора «N дБ» установить уровень -60 дБ. Провести измерение частоты полосы пропускания. Результат измерения записать в таблицу 9. Повторить измерения для других значений полос пропускания, устанавливая их в соответствии с таблицей 9.

Таблица 9

Установленная полоса пропускания	Измеренная полоса пропускания по уровню -3 дБ (RBW <sub>-3дБ</sub> )	Измеренная полоса пропускания по уровню -60 дБ (RBW <sub>-60дБ</sub> )
1 Гц		
3 Гц		
10 Гц		
30 Гц		
100 Гц		
300 Гц		
1 кГц		
3 кГц		
10 кГц		
30 кГц		
100 кГц		
300 кГц		
1 МГц		
3 МГц		

9.6.5 Вычислить коэффициент прямоугольности по формуле (6):

$$K_{(60 \text{ дБ}, 3 \text{ дБ})} = \frac{RBW_{-60 \text{ дБ}}}{RBW_{-3 \text{ дБ}}}, \quad (6)$$

где RBW<sub>-60дБ</sub> – измеренное значение полосы пропускания по уровню -60 дБ;  
 RBW<sub>-3дБ</sub> – измеренное значение полосы пропускания по уровню -3 дБ.

Результаты поверки считать положительными, если значение коэффициента прямоугольности, вычисленное по формуле (6), не превышает допустимого значения 5,1.

### 9.7 Определение погрешности измерения уровня при изменении полосы пропускания

Определение погрешности измерения уровня при изменении полосы пропускания проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX.

9.7.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2. Анализатор спектра перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты с калибратора.

9.7.2 Установить на выходе калибратора сигнал с частотой 50 МГц и уровнем -10 дБм. Анализатор спектра перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты с калибратора.

9.7.3 На анализаторе выполнить следующие установки в соответствии с руководством по эксплуатации:

1. Выполнить сброс на начальные установки, нажав кнопку «Нач.уст»
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - центральная частота 50 МГц
  - полоса пропускания 10 кГц
  - полоса обзора 50 кГц
  - аттенюатор 10 дБ
  - шкала: 5 дБ/дел
  - опорный уровень: -5 дБм
  - усреднение: Включено, 20

9.7.4 Измерить уровень сигнала при полосе пропускания 10 кГц и записать в таблицу 10 как опорное значение. На анализаторе последовательно устанавливать полосы пропускания из таблицы 10, меняя при этом полосу обзора как указано в таблице. Измерять значение уровня сигнала при изменении полосы пропускания относительно опорного значения. Измеренное значение уровня записать в таблицу 10.

Таблица 10

Значение полосы пропускания анализатора	Полоса обзора	Измеренное значение уровня, $P_{изм}$ , дБм
1 Гц	100 Гц	
3 Гц	100 Гц	
10 Гц	100 Гц	
30 Гц	150 Гц	
100 Гц	500 Гц	
300 Гц	1,5 кГц	
1 кГц	5 кГц	
3 кГц	15 кГц	
10 кГц (опорная)	50 кГц	-10 (опорный уровень $P_{опорное}$ )
30 кГц	150 кГц	
100 кГц	500 кГц	
300 кГц	1,5 МГц	
1 МГц	5 МГц	
3 МГц	15 МГц	

9.7.5 Рассчитать отклонение амплитуды по формуле: (7):

$$\Delta A = (P_{опорное} - P_{изм}), \quad (7)$$

Результаты поверки считать положительными, если отклонение измеренного значения уровня при установленных полосах пропускания относительно опорной 10 кГц не превышает:

- ±0,35 дБ для полос пропускания 1, 3, 10 и 30 Гц;
- ±0,25 дБ для полосы пропускания 100 Гц;
- ±0,2 дБ для остальных полос пропускания.

## 9.8 Определение уровня фазовых шумов

Определение уровня фазовых шумов проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX.

9.8.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2. Анализатор спектра перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты с калибратора.

9.8.2 Установить на выходе генератора сигнал с частотой 1 ГГц и уровнем -20 дБмВт, генератор перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты.

9.8.3 На анализаторе выполнить следующие установки в соответствии с руководством по эксплуатации:

1. Выполнить сброс на начальные установки, нажав кнопку «Нач.уст»
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - центральная частота: 1000 МГц
  - полоса обзора: 30 кГц
  - полоса пропускания: 100 Гц
  - опорный уровень: -19 дБм
  - пиковый детектор включен (Pos Peak)
  - усреднение: Включено, 100

9.8.4 Дождаться окончания усреднения спектрограммы. С помощью меню «Маркер» включить маркер 1, с помощью меню «Поиск пика» установить маркер анализатора на максимум сигнала. Затем включить в меню «Маркер» режим дельта-маркера. Отстроить дельта-маркер от сигнала на 10 кГц, и измерить уровень сигнала при данной отстройке  $\Delta Mkr1$  (дБ). Привести данный уровень к полосе 1 Гц, рассчитав значение  $P_{\text{фш}}$  по формуле (8):

$$P_{\text{фш}} = \Delta Mkr1 - 10 \cdot \lg \left( \frac{\text{полоса пропускания}}{1 \text{ Гц}} \right), \quad \text{дБ/Гц} \quad (8)$$

9.8.5 Повторить измерения для отстроек 100 кГц и 1 МГц, полосы пропускания устанавливаются соответственно 1 кГц и 3 кГц, полосы обзора 300 кГц и 3 МГц соответственно.

Результаты проверки считать положительными, если уровень фазовых шумов не превышает допустимых значений:

- для отстроек 10 кГц: -103 дБн/Гц;
- для отстроек 100 кГц: -103 дБн/Гц;
- для отстройки 1 МГц: -116 дБн/Гц.

## 9.9 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)

Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики проводить методом прямых измерений с помощью с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX (до частоты 1 ГГц) и генератора сигналов E8257D (для частот свыше 1 ГГц). Уровень мощности на выходе генератора сигналов E8257D устанавливать по показаниям ваттметра поглощаемой мощности E4413A.

9.9.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 3. При использовании калибратора Fluke – подключение осуществлять напрямую ко входу анализатора без использования ваттметра. Анализатор спектра перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты с генератора или калибратора Fluke.

9.9.2 Установить на выходе генератора сигнал с частотой 50 МГц и уровнем -20 дБм.

9.9.3 На анализаторе выполнить следующие установки в соответствии с руководством по эксплуатации:

1. Выполнить сброс на начальные установки, нажав кнопку «Нач.уст»
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - режим цифрового анализатора спектра (Spectrum Analyzer)
  - центральная частота 50 МГц
  - полоса обзора 5 кГц
  - полоса пропускания 1 кГц
  - опорный уровень: -15 дБм
  - аттенюатор 20 дБ
  - предусилитель выключен
  - пиковый детектор включен (Pos Peak)

- шкала: 5 дБ/дел
- усреднение: Включено, 10

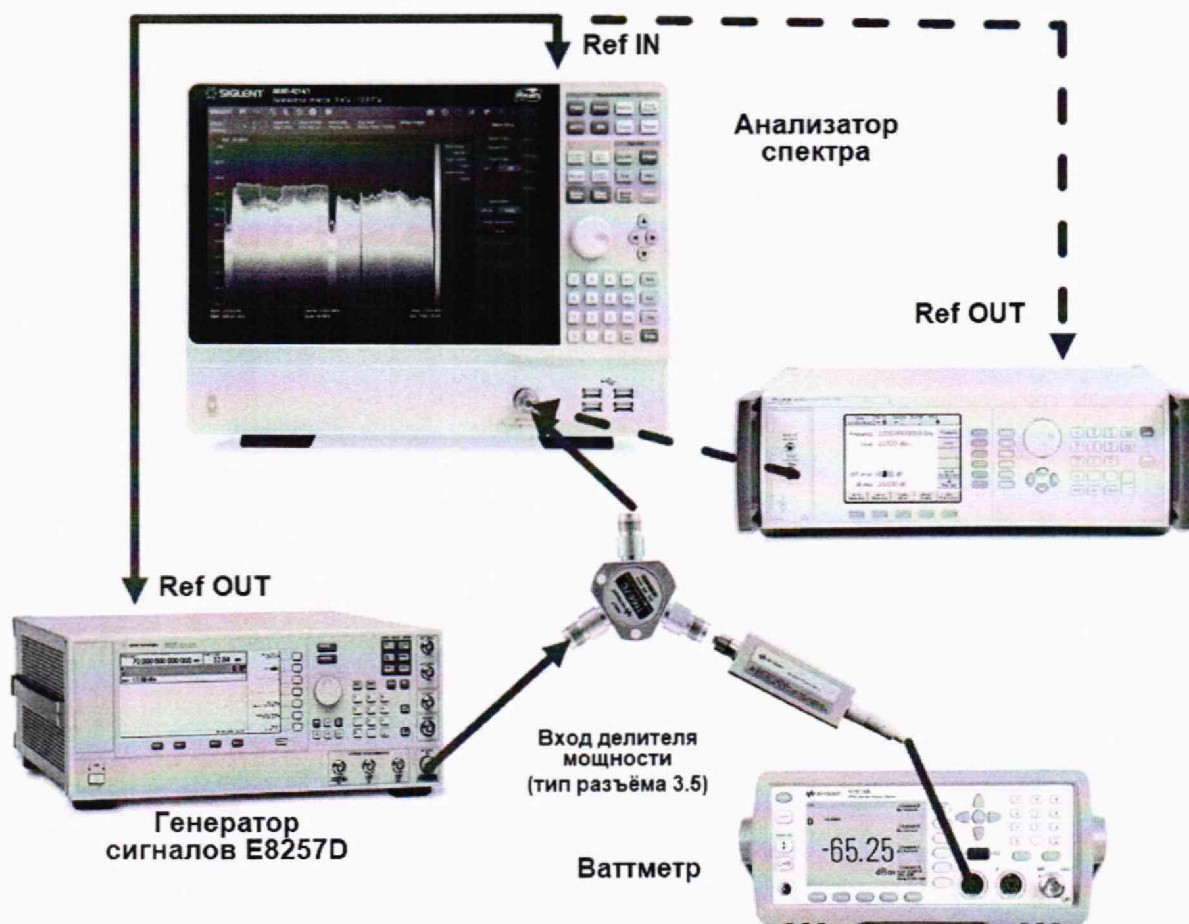


Рисунок 3

9.9.4 Измерить при помощи маркера уровень сигнала на опорной частоте 50 МГц. Записать измеренное значение уровня в таблицу 12.

9.9.5 Последовательно устанавливая значение частот на генераторе из таблицы 12, и устанавливая уровень -20 дБм по показаниям ваттметра, произвести измерение уровня анализатором при помощи маркера, устанавливая соответствующую центральную частоту. Записать результаты измерений в таблицу 12. Значения частотного диапазона для модификаций анализатора АКИП-4214 приведены в таблице 11.

9.9.6 Установить на калибраторе уровень сигнала -40 дБм.

9.9.7 На анализаторе спектра установить опорный уровень -40 дБм, включить предусилитель и повторить измерения по п. п. 9.9.4 – 9.9.5 с включенным предусилителем. Записать результаты измерений в таблицу 12.

Таблица 11

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот, Гц	
- модификация АКИП-4214/1;	от $9 \cdot 10^3$ до $13,6 \cdot 10^9$
- модификация АКИП-4214/2	от $9 \cdot 10^3$ до $26,5 \cdot 10^9$

Таблица 12 – Определение неравномерности АЧХ

Частота сигнала, установленная на генераторе	Измеренное значение уровня $P_{изм}$ , дБм		Допустимое значение неравномерности АЧХ, не более дБм
	С выключенным предусилителем	С включенным предусилителем	
50 МГц (опорная)	$P_{опорное} =$	$P_{опорное} =$	
100 кГц			0.8
1 МГц			0.8
10 МГц			0.8
100 МГц			0.8
500 МГц			0.8
1,000 ГГц			0.8
1,495 ГГц			0.8
2,000 ГГц			0.8
2,095 ГГц			0.8
2,500 ГГц			0.8
3,000 ГГц			0.8
3,195 ГГц			0.8
3,500 ГГц			0.8
4,000 ГГц			0.8
4,500 ГГц			0.8
4,995 ГГц			0.8
5,500 ГГц			0.8
6,000 ГГц			0.8
6,500 ГГц			0.8
7,000 ГГц			0.8
7,500 ГГц			0.8
8,000 ГГц			1.0
8,500 ГГц			1.0
9,000 ГГц			1.0
9,500 ГГц			1.0
10,000 ГГц			1.0
10,500 ГГц			1.0
11,000 ГГц			1.0
12,000 ГГц			1.0
13,000 ГГц			1.0
13,550 ГГц			1.0
14,000 ГГц			1.5
15,000 ГГц			1.5
16,000 ГГц			1.5
17,000 ГГц			1.5
18,000 ГГц			1.5
19,000 ГГц			1.5
20,000 ГГц			1.5
21,000 ГГц			1.5
22,000 ГГц			1.5
23,000 ГГц			1.5
24,000 ГГц			1.5
25,000 ГГц			1.5
26,000 ГГц			1.5
26,450 ГГц			1.5



9.9.8 Вычислить значение неравномерности АЧХ анализатора по формуле (9):

$$\Delta\text{АЧХ} = (P_{\text{опорное}} - P_{\text{изм}}), \quad (9)$$

где  $P_{\text{опорное}}$  – значение уровня, измеренное анализатором на частоте 50 МГц,  
 $P_{\text{изм}}$  – значение уровня, измеренное на частотах из таблицы 12.

9.9.9 Для анализаторов АКПП-4214 с установленной опцией анализатора спектра реального времени, включить режим реального времени (RTSA) и выполнить следующие настройки:

- Режим анализатора спектра реального времени (RTSA)
- центральная частота 50 МГц
- полоса обзора: 5 кГц
- полоса пропускания: 414 Гц (или близкая к ней)
- фильтр «Kaiser»
- опорный уровень: -15 дБм
- шкала 5 дБ/дел
- усреднение: Включено, 10

9.9.10 Повторить измерения и вычислить значение неравномерности АЧХ по п. п. 9.9.2, 9.9.4 – 9.9.8 в режиме реального времени.

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения неравномерности АЧХ не превышают значений, указанных в таблице 12.

#### **9.10 Определение погрешности измерения частоты маркером и встроенным частотомером**

Определение погрешности измерения частоты маркером и встроенным частотомером проводить методом прямых измерений с помощью генератора сигналов E8257D (далее – генератор E8257D). В режиме цифрового анализатора спектра (Spectrum Analyzer) определять погрешность измерения маркером и встроенным частотомером, в режиме анализатора спектра реального времени (RTSA) – только маркером.

9.10.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 4.

На анализаторе выполнить следующие установки в соответствии с руководством по эксплуатации:

1. Выполнить сброс на начальные установки, нажав кнопку «Нач.уст»
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - Режим цифрового анализатора спектра (Spectrum Analyzer) (по умолчанию, если не указано другое)
  - центральная частота 100 кГц
  - полоса обзора: 2 кГц
  - опорный уровень: -5 дБм
  - шкала 5 дВ/дел
  - центральную частоту устанавливать равной частоте сигнала генератора в соответствии с таблицей 14. Установку частоты осуществлять в соответствии с диапазоном частот анализатора согласно таблице 11.

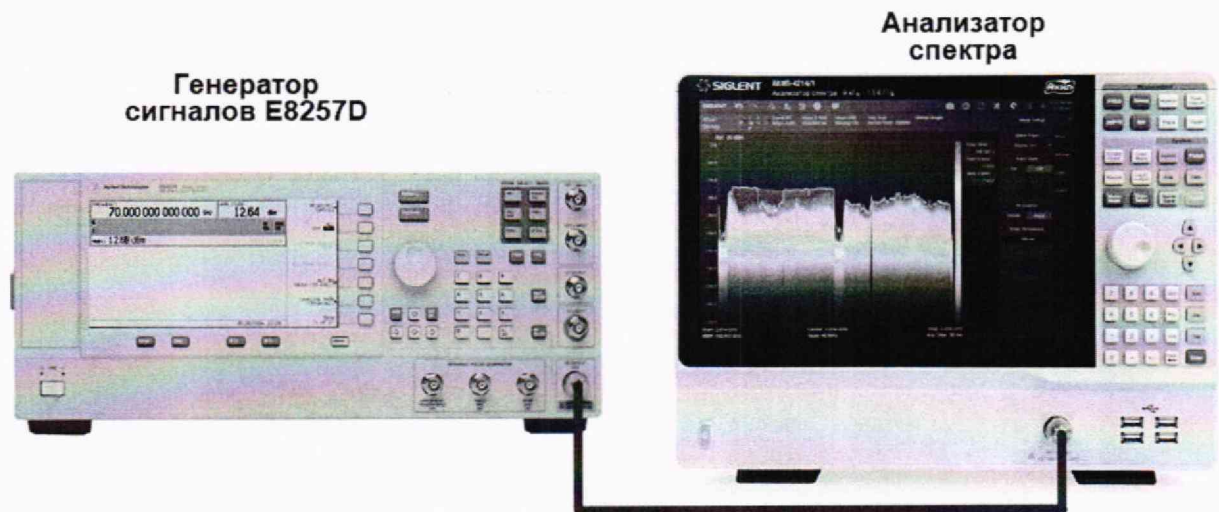


Рисунок 4

Таблица 13

Наименование характеристики	Значение
Номинальное значение частоты опорного генератора, МГц	10
Пределы допускаемой основной относительной погрешности частоты опорного генератора $\delta_0$	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$ (в стандартной комплектации) $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ (при установленной опции 10M-OCXO-L).
Разрешение по частоте в режиме измерения маркером $k_M$ , Гц	$F_{\text{обзор}}/750$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты $f$ встроенным частотомером, Гц	$\pm((\delta_0 + \delta_t) \cdot f + 1)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты маркером в режиме цифрового анализатора спектра, Гц	$\pm((\delta_0 + \delta_t) \cdot F_{\text{изм}} + 0,01 \cdot F_{\text{обзор}} + 0,1 \cdot F_{\text{пч}} + k_M)$
Полоса частот анализа в реальном времени, $F_{\text{анализ}}$ МГц - опция SSA5000-RTA1	25
- опция SSA5000-B40	40
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты маркером в режиме анализатора спектра реального времени, Гц	$\pm((\delta_0 + \delta_t) \cdot F_{\text{изм}} + 0,01 \cdot F_{\text{анализ}} + 0,1 \cdot F_{\text{пч}} + k_M)$

Таблица 14

Частота сигнала, установленная на генераторе	Частота, измеренная в режиме частотомера в режиме цифрового анализатора спектра (Spectrum Analyzer)	Частота, измеренная маркером в режиме цифрового анализатора спектра (Spectrum Analyzer)	Частота, измеренная маркером в режиме анализатора спектра реального времени (RTSA)
1	2	3	4
100,0000000 кГц			
1,0000000 МГц			
10,0000000 МГц			
100,0000000 МГц			
500,0000000 МГц			
1,0000000 ГГц			
5,0000000 ГГц			
10,0000000 ГГц			
12,0000000 ГГц			

1	2	3	4
13,60000000 ГГц			
16,00000000 ГГц			
20,00000000 ГГц			
24,00000000 ГГц			
26,50000000 ГГц			

9.10.2 Частоту сигнала с генератора или калибратора устанавливать в соответствии с таблицей 6, уровень выходного сигнала -10 дБм

9.10.3 В анализаторе войти в меню «Маркер», включить маркер 1 и установить маркер на пик несущей, используя функцию «поиск пика». Измерить частоту сигнала и записать измеренное значение в таблицу 14.

9.10.4 Включить в анализаторе функцию частотомера. Для этого войти в меню «Маркер», выбрать подменю «Функции Маркера» и в строке «Частотомер» включить измерение частоты. Измерить значение частоты в режиме частотомера и записать измеренное значение в таблицу 14.

9.10.5 Рассчитать абсолютную погрешность измерения частоты по формуле (10):

$$\Delta F = (F_A - F_K), \quad (10)$$

где  $F_A$  – значение частоты сигнала, измеренное анализатором, Гц

$F_K$  – значение частоты сигнала, установленное на генераторе (калибраторе), Гц

9.10.6 Для анализаторов АКПП-4214 с установленной опцией анализатора спектра реального времени, включить режим реального времени (RTSA) и выполнить следующие настройки:

- Режим анализатора спектра реального времени (RTSA)
- полоса пропускания: 101 Гц или близкая
- полоса обзора: 5 кГц
- фильтр «Kaiser»
- опорный уровень: -5 дБм
- шкала 5 дВ/дел
- центральную частоту устанавливать равной частоте сигнала генератора в соответствии с таблицей 14. Установку частоты осуществлять в соответствии с диапазоном частот анализатора согласно таблице 11.

9.10.7 Повторить измерения и расчет погрешности по п. п. 9.10.3, 9.10.5 в режиме анализатора спектра реального времени.

Результаты поверки считать положительными, если погрешность измерения частоты, рассчитанная по формуле (10) не превышает допустимых пределов, рассчитанных по формулам, приведенных в таблице 13.

### 9.11 Определение уровня гармонических искажений 2-го порядка

Определение уровня гармонических искажений 2-го порядка проводить методом прямых измерений с помощью генератора сигналов E8257D. В качестве фильтра нижних частот (ФНЧ) использовать фильтры, с полосой пропускания равной частоте основной гармоники.

9.11.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 5.

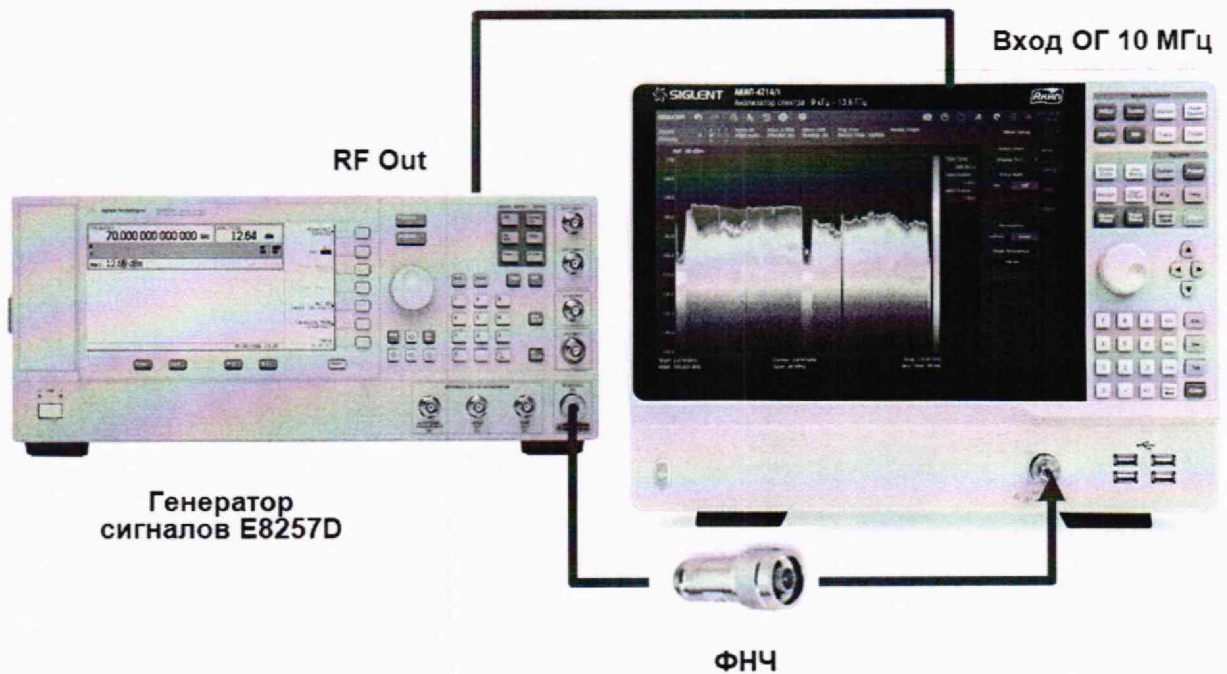


Рисунок 5

9.11.2 Установить на выходе калибратора сигнал с частотой 45 МГц и уровнем -20 дБм.

9.11.3 На анализаторе выполнить следующие установки в соответствии с руководством по эксплуатации:

1. Выполнить сброс на начальные установки, нажав кнопку «Нач.уст»
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - центральная частота: 45 МГц
  - полоса обзора: 500 Гц
  - опорный уровень: -20 дБм
  - усреднение: Включено, 10

9.11.4 Дождаться окончания усреднения спектрограммы. С помощью меню «Поиск пика» измерить уровень сигнала основной гармоники  $P_{f1}$ . На анализаторе спектра установить значение центральной частоты в два раза больше выходной частоты калибратора. После окончания усреднения спектрограммы маркером измерить уровень сигнала второй гармоники  $P_{2f1}$ .

9.11.5 Уровень гармонических искажений определить по формуле (11).

$$dBc = (P_{2f1} - P_{f1}), \quad (11)$$

где  $P_{2f1}$  – уровень второй гармоники,  
 $P_{f1}$  – уровень основной гармоники.

9.11.6 Для всех модификаций повторить измерения на частоте сигнала 800 МГц, 3000 МГц и 6000 МГц. При измерениях использовать фильтр нижних частот с полосой пропускания равной частоте основной гармоники. Для модификаций АКПП-4214/2 – повторить измерения на частоте сигнала 9000 МГц и 13000 ГГц без использования фильтра низких частот.

Результаты поверки считать положительными, если уровень второй гармоники относительно уровня несущей не более -62 дБ при частотах ниже и равной 6000 МГц и не более -74 дБ при частотах свыше 6000 МГц.

### 9.12 Определение уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка

Определение уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX и генератора сигналов E8257D.

9.12.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 6. В качестве генератора 1 использовать калибратор многофункциональный Fluke 9640A-LPNX. В качестве генератора 2 использовать генератор сигналов E8257D. В качестве сигнала опорной частоты использовать выход ОГ генератора сигналов E8257D. Сигнал с выхода внутренней опорной частоты генератора сигналов E8257D подключить на вход внешней опорной частоты калибратора Fluke и поверяемого анализатора спектра.

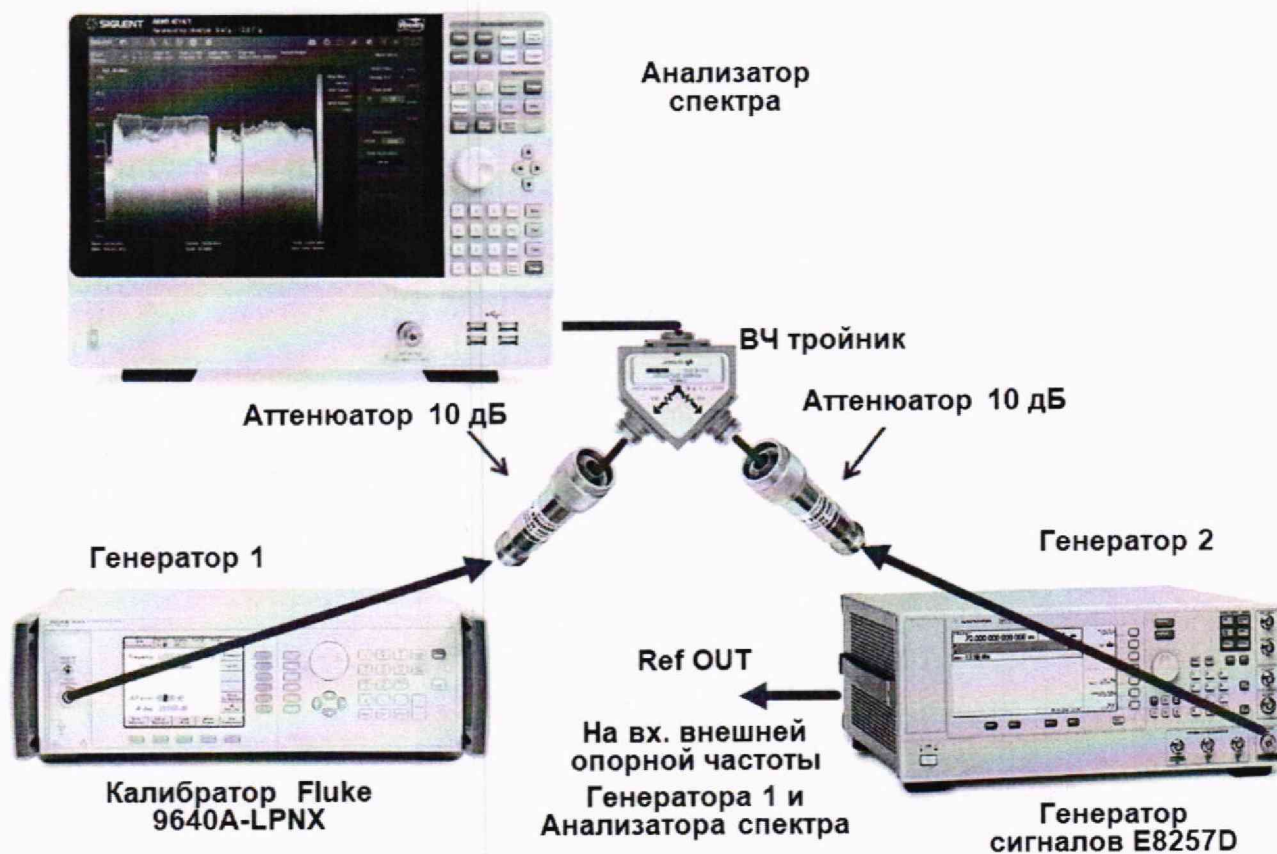


Рисунок 6

9.12.2 На генераторе 1 установить частоту 99,95 МГц, уровень -4 дБм; на генераторе 2 – (частота 1-ого генератора + 100 кГц), уровень -4 дБм.

9.12.3 На анализаторе выполнить следующие установки в соответствии с руководством по эксплуатации:

1. Выполнить сброс на начальные установки, нажав кнопку «Нач.уст»
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - центральная частота = частоте генератора 1
  - полоса обзора: 300 кГц
  - опорный уровень: -20 дБм
  - усреднение: Включено, 20

9.12.4 С помощью меню «Маркер» и «Поиск пика», установить маркер анализатора поочередно на максимум одного из сигналов и регулировкой выходной мощности генераторов настроить уровни сигналов по экрану анализатора на -20 дБм.

9.12.5 В меню измерений анализатора выбрать функцию TOI и измерить значения точки пересечения третьего порядка.

9.12.6 Повторить измерения по п.п. 9.12.2 - 9.12.5 для частот 1-го генератора: 499,95 МГц, 999,95 МГц, 2999,95 ГГц и 3999,95 ГГц.

Результаты поверки считать положительными, если значения точки пересечения третьего порядка (TOI) не менее +11 дБ.

### 9.13 Определение среднего уровня собственных шумов

Определение среднего уровня собственных шумов выполняется методом прямых измерений и определяется как средний уровень отображаемой шумовой дорожки при следующих значениях параметров анализатора: аттенуатор 0 дБ, полоса пропускания 10 Гц, полоса видеофильтра 10 Гц, полоса обзора 500 Гц, опорный уровень -60 дБ относительно 1 мВт, усреднение > 50.

9.13.1 На вход анализатора спектра подключить согласованную нагрузку 50 Ом.

9.13.2 На анализаторе выполнить следующие установки в соответствии с руководством по эксплуатации:

1. Выполнить сброс на начальные установки, нажав кнопку «Нач.уст»
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:

- предусилитель: Выкл
- опорный уровень: -70 дБм
- шкала 15 дВ/дел
- аттенуатор: 0 дБ
- усреднение: Включено, 50
- детектор Sample
- начальную и конечную частоты устанавливать в соответствии с таблицей 15.

9.13.3 В качестве начальной и конечной частот поочередно устанавливать значения из таблицы 15. Дождаться окончания усреднения спектрограммы.

9.13.4 При помощи меню «Поиск пика» произвести измерения максимального уровня отображаемой шумовой дорожки на экране прибора.

9.13.5 Установить в качестве центральной частоты частоту измеренного максимального уровня. Данную операцию выполнить при помощи функции маркера M-CF. Далее – выполнить следующие настройки на анализаторе:

- полоса пропускания: 10 Гц;
- видеофильтр: 10 Гц;
- полоса обзора 1 кГц

9.13.6 Включить функцию «Поиск пика». В настройках измерения выбрать и произвести поиск максимального значения. Зафиксировать его как  $P_{max}$ . В настройках измерения выбрать и произвести поиск минимального значения. Зафиксировать его как  $P_{min}$ .

9.13.7 Рассчитать значение среднего уровня собственных шумов  $P_{ш}$  формуле (12).

$$P_{ш} = (P_{max} - P_{min}) / 2 - 10, \quad (12)$$

9.13.8 Повторить измерения для остальных диапазонов частот, указанных в таблице 15. Установку частоты осуществлять в соответствии с диапазоном частот анализатора согласно таблице 11.

Таблица 15

Начальная частота	Конечная частота	Измеренный средний уровень собственных шумов, дБ		Допустимые значения среднего уровня собственных шумов, дБ	
		с выключенным предусилителем	с включенным предусилителем	с выключенным предусилителем	с включенным предусилителем
100 кГц	1 МГц			-130	-135
1 МГц	10 МГц			-143	-153
10 МГц	1,22 ГГц			-144	-159
1,22 ГГц	3,15 ГГц			-140	-158
3,15 ГГц	7,22 ГГц			-137	-154
7,22 ГГц	13,6 ГГц			-136	-154
13,6 ГГц	18,9 ГГц			-134	-151
18,9 ГГц	24,2 ГГц			-132	-148
24,2 ГГц	26,5 ГГц			-124	-142

9.13.9 Повторить измерения по п. п. 9.13.1 – 9.13.8, включив в меню «Уровень» встроенный предусилитель.

Результаты поверки считать положительными, если средний уровень собственных шумов анализатора, приведенный к полосе пропускания 1 Гц, не превышает значений, приведенных в таблице 15.

## 10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Оформление свидетельства о поверке и нанесение знака поверки осуществляется в соответствии с действующими нормативными правовыми актами.

Начальник отдела испытаний АО «ПриСТ»

О. В. Котельник

Ведущий инженер по метрологии  
отдела испытаний АО «ПриСТ»

Е. Е. Смердов