

**Государственная система обеспечения единства измерений**  
Акционерное общество  
«Приборы, Сервис, Торговля»  
(АО «ПриСТ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Главный метролог  
АО «ПриСТ»



А.Н. Новиков

«15» января 2018 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Анализаторы спектра серии АКИП-4204**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
ПР-01-2018МП**

**г. Москва  
2018 г.**

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок анализаторов спектра серии АКПП-4204, изготовленных NANJING GLARUN-ATTEN TECHNOLOGY CO., LTD., Китай

Анализаторы спектра серии АКПП-4204 (далее – анализаторы) предназначены для измерений амплитудно-частотных характеристик спектра радиотехнических сигналов.

Интервал между поверками 1 год.

Периодическая поверка анализаторов в случае их использования для измерений (воспроизведения) 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 анализаторов, оформленного в произвольной форме. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке анализаторов.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
3 Проверка идентификационных данных программного обеспечения	7.3	Да	Да
4 Определение относительной погрешности частоты опорного генератора	7.4	Да	Да
5 Определение погрешности измерения частоты встроенным частотомером	7.5	Да	Да
6 Определение относительной погрешности установки ширины полос пропускания фильтров промежуточной частоты (ПЧ)	7.6	Да	Да
7 Определение коэффициента прямоугольности фильтров ПЧ	7.7	Да	Нет
8 Определение абсолютной погрешности измерений уровня сигнала на опорной частоте 50 МГц	7.8	Да	Да
9 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)	7.9	Да	Да
10 Определение абсолютной погрешности измерений уровня сигнала из-за нелинейности шкалы	7.10	Да	Да
11 Определение абсолютной погрешности установки опорного уровня	7.11	Да	Да
12 Определение погрешности измерений уровня сигнала при изменении полосы пропускания	7.12	Да	Да
13 Определение уровня гармонических искажений 2-го порядка	7.13	Да	Да
14 Определение уровня фазовых шумов	7.14	Да	Да

## Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
15 Определение уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка	7.15	Да	Да
16 Определение уровня собственных шумов	7.16	Да	Да
17 Определение амплитудно-частотной характеристики следящего генератора (при наличии опции)	7.17	Да	Да

**2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ**

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, перечисленные в таблицах 2 и 3.

2.2 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

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

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта МП	Тип средства поверки
1	2
7.4, 7.5	Частотомер универсальный CNT-90. Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG Пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора $\pm 5 \cdot 10^{-10}$
7.5 - 7.14	Калибратор многофункциональный Fluke 9640A-LPNX. 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 установки уровней сигнала от +24 до -48 дБм <sup>1)</sup> на частоте 50 МГц не более $\pm 0,05$ дБ, в диапазоне установки уровней сигнала от -48 до 84 дБм на частоте 50 МГц не более $\pm 0,1$ дБ; пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала в диапазоне частот от 100 кГц до 3 ГГц не более $\pm 0,3$ дБ; уровень гармонических составляющих в выходном сигнале не более -80 дБ (с использованием фильтров нижних частот); максимальный уровень фазовых шумов не более -134 дБ/Гц.
7.5, 7.9, 7.15	Генератор сигналов Agilent 8257D. Диапазон частот от 250 кГц до 20 ГГц.
7.5, 7.9, 7.15, 7.17	Ваттметр поглощаемой мощности NRP-Z56. Диапазон частот от 0 до 50 ГГц, диапазон измерений мощности от $3 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^2$ , пределы допускаемой относительной погрешности в диапазоне частот до 8 ГГц - не более $\pm 1,5$ %.
7.15	Генератор сигналов измерительный MG3691C. Диапазон частот выходного сигнала (с опцией расширения частотного диапазона) от 8 МГц до 10 ГГц.
Примечание: 1) Здесь и далее дБм – уровень мощности в дБ относительно 1 мВт	

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура	от 0 до +50 °С.	±0,25 °С	Цифровой термометр-гигрометр Fluke 1620A
Давление	от 30 до 120 кПа	±300 Па	Манометр абсолютного давления Testo 511
Влажность	от 10 до 100 %	±2 %	Цифровой термометр-гигрометр Fluke 1620A

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений, эксплуатационную документацию на средства поверки и соответствующие требованиям к поверителям средств измерений согласно ГОСТ Р 56069-2014.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 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.

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

### 5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха ( $25 \pm 5$ ) °С;
- относительная влажность до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм рт. ст.;

### 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.27.0-75;
- проверить наличие действующих свидетельств поверки на основные и вспомогательные средства поверки.

6.2 Средства поверки и поверяемый прибор должны быть подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

6.3 Проверено наличие удостоверения у поверителя на право работы на электроустановках с напряжением до 1000 В с группой допуска не ниже III.

6.4 Контроль условий проведения поверки по пункту 5 должен быть проведен перед началом поверки.

### 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

#### 7.1 Внешний осмотр

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.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и подлежит ремонту.

### 7.2 Опробование

Опробование анализаторов проводить путем проверки их на функционирование в соответствии с руководством по эксплуатации.

Подготовить анализатор к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

Включить анализатор и проверить отсутствие сообщений о неисправности в процессе загрузки.

Проверить правильность прохождения процедуры самотестирования, описанной в руководстве по эксплуатации.

Результат опробования считать положительным, если на дисплее отсутствуют сообщения об ошибках, прибор функционирует согласно руководству по эксплуатации.

При отрицательном результате опробования прибор бракуется и направляется в ремонт.

### 7.3 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

Проверка программного обеспечения анализаторов осуществляется путем вывода на дисплей прибора информации о версии программного обеспечения.

Войти в меню «System» анализатора и выбрать «System Information».

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	APP Version
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 1.1.1
Цифровой идентификатор ПО	нет данных

### 7.4 Определение относительной погрешности частоты опорного генератора

проводить методом прямых измерений с помощью частотомера универсального CNT-90, в режиме работы от внешнего источника GPS-12RG.

7.4.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1. Перед проведением измерений стандарт частоты прогреть в течение не менее 2 часов.



Рисунок 1

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

$$\delta F = (10 - F_{\text{изм}}) / F_{\text{изм}}, \quad (1)$$

где  $F_{\text{изм}}$  – значение частоты, измеренное частотомером, МГц

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

$$\pm(1 \cdot 10^{-7} + 1 \cdot 10^{-7} \cdot N),$$

где  $N$  – количество лет после выпуска из производства.

**7.5 Определение погрешности измерения частоты встроенным частотомером** проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX для модификаций АКПП-4204 и АКПП-4204/1 и дополнительно к калибратору Fluke 9640A-LPNX - генератора сигналов Agilent 8257D для модификации АКПП-4204/2.

7.5.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2.

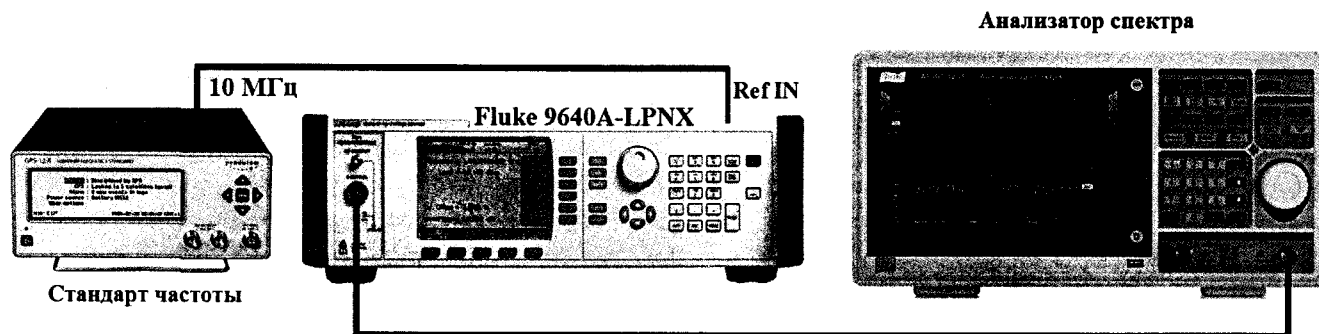


Рисунок 2

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

1. Выполнить сброс на начальные установки
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - полоса пропускания: 10 Гц
  - видеофильтр: авто
  - полоса обзора: 200 Гц
  - опорный уровень: 0 дБм
  - шкала 5 дВ/дел
  - центральную частоту устанавливать равной частоте сигнала генератора.

7.5.2 Установить на генераторе сигналов уровень выходного сигнала 0 дБм, выходную частоту генератора устанавливать последовательно из ряда: 100 кГц, 1 МГц, 100 МГц, 160 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц (для всех модификаций), 3 ГГц (только для АКПП-4204, АКПП-4204/2).

7.5.3 Включить в анализаторе функцию частотомера. Для этого войти в меню «Marker Function» и включить «Частотомер» (Freq Count – On). После чего, с помощью функции поиск пика установить маркер на пик несущей частоты. Измерить значение частоты в режиме частотомера.

7.5.4 Для модификации АКПП-4204/2 собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 3 (вместо калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX использовать генератора сигналов Agilent 8257D).

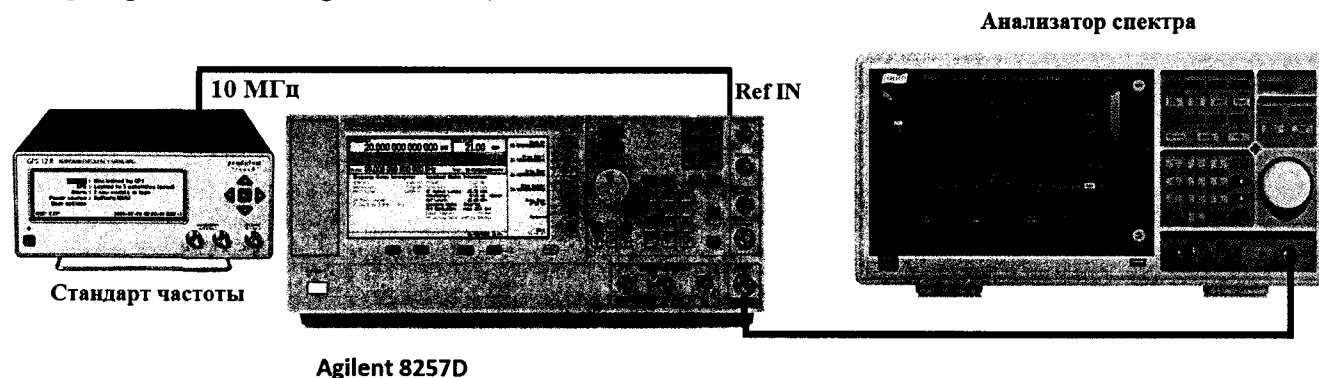


Рисунок 3

7.5.5 Провести измерения аналогично п.п. 7.5.2 – 7.5.3 для значения частот 4,5 ГГц и 7,5 ГГц.

7.5.6 Определить относительную погрешность измерения частоты по формуле (2)

$$\delta F = (F_A - F_G) / F_G, \quad (2)$$

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

$F_G$  – значение частоты сигнала, установленное на генераторе, Гц

Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерения частоты, не превышают пределов:

$$\pm(\delta_0 \cdot f + k),$$

где  $\delta_0$  – относительная погрешность частоты опорного генератора,

$f$  – измеренное значение частоты, Гц

$k$  – значение единицы младшего разряда, Гц.

### 7.6 Определение относительной погрешности установки ширины полос пропускания фильтров промежуточной частоты (ПЧ)

проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX.

7.6.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 4.

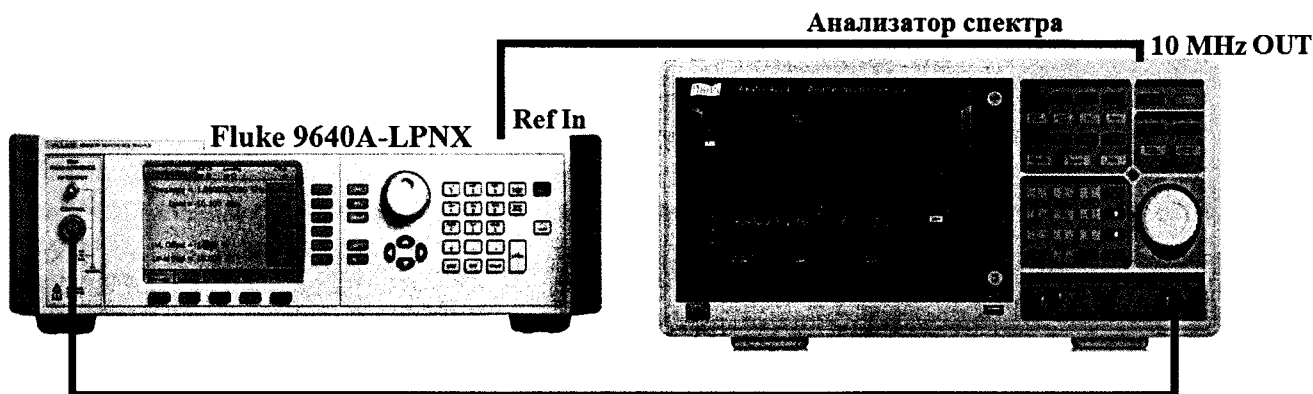


Рисунок 4

7.6.2 Установить на выходе генератора сигнал с частотой 50 МГц и уровнем -30 дБмВт, генератор перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты.

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

1. Выполнить сброс на начальные установки.
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - центральная частота 50 МГц
  - полоса пропускания: 1 МГц, далее значения устанавливать по п. 7.6.4
  - полоса обзора: 1,5 x (полоса пропускания); (для полос пропускания 1 Гц, 3 Гц, 10 Гц и 30 Гц установить полосу обзора 100 Гц)
  - опорный уровень: -30 дБм
  - шкала: 1 дБ/дел

7.6.4 В меню «Маркер (Marker)» включить маркер 1, с помощью меню «Поиск пика (Peak Search)» установить маркер анализатора на максимум сигнала. Затем включить в меню «Маркер» режим дельта-маркера. Измерить ширину полосы частот RBWизм, в которой показания дельта-маркера изменяются относительно опорного сигнала на -3 дБ. Значения полос пропускания устанавливать из ряда: 1 Гц, 10 Гц, 30 Гц, 100 Гц, 300 Гц, 1 кГц, 3 кГц, 10 кГц, 30 кГц, 100 кГц, 300 кГц, 1 МГц.

7.6.5 Рассчитать погрешность ширины полосы пропускания по формуле (3):

$$\delta RBW = [(RBW_{уст} - RBW_{изм}) / RBW_{изм}] \cdot 100\%, \quad (3)$$

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

$RBW_{изм}$  – измеренное по п. 7.6.4 действительное значение полосы пропускания.

Результаты поверки считать положительными, если погрешность установки ширины полос пропускания находится в пределах:  $\pm 5\%$ .

### 7.7 Определение коэффициента прямоугильности фильтров ПЧ

проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX.

7.7.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 4.

7.7.2 Установить на выходе генератора сигнал с частотой 50 МГц и уровнем -30 дБм, генератор перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты.

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

1. Выполнить сброс на начальные установки
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - центральная частота 50 МГц
  - полоса пропускания: 1 МГц, далее значения устанавливать по п. 7.7.6
  - полоса обзора: 1,5 x (полоса пропускания)
  - опорный уровень: -30 дБм
  - шкала: 10 дБ/дел

7.7.4 В меню «Маркер (Marker)» включить маркер 1, с помощью меню «Поиск пика (Peak Search)» установить маркер анализатора на максимум сигнала. Затем включить в меню «Маркер» режим дельта-маркера. Измерить ширину полосы частот  $RBW_{-3дБ}$ , в которой показания дельта-маркера изменяются относительно опорного сигнала на -3 дБ. Затем измерить ширину полосы частот  $RBW_{-60дБ}$ , в которой показания дельта-маркера изменяются относительно опорного сигнала на -60 дБ.

7.7.5 Вычислить коэффициент прямоугильности по формуле (4):

$$K_{(60дБ:3дБ)} = RBW_{-60дБ} / RBW_{-3дБ}, \quad (4)$$

где  $RBW_{-60дБ}$  – измеренное значение полосы пропускания по уровню -60 дБ;  
 $RBW_{-3дБ}$  – измеренное значение полосы пропускания по уровню -3 дБ.

7.7.6 Повторить измерения для значений полос пропускания, устанавливаемых из ряда: 1 Гц, 10 Гц, 30 Гц, 100 Гц, 300 Гц, 1 кГц, 3 кГц, 10 кГц, 30 кГц, 100 кГц, 300 кГц.

Результаты поверки считать положительными, если значение коэффициента прямоугильности, вычисленное по формуле (3), не превышает допустимого значения 5.

### 7.8 Определение абсолютной погрешности измерения уровня сигнала на частоте 50 МГц

проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX

7.8.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 4.

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

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

1. Выполнить сброс на начальные установки.



2 Провести автоматическую калибровку согласно руководству по эксплуатации анализаторов (Меню «System» > «Alignments»).

2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:

- центральная частота 50 МГц
- полоса пропускания 10 Гц
- полоса видеочастотного фильтра 10 Гц
- полоса обзора 1 кГц
- опорный уровень: -10 дБм
- шкала: 10 дБ/дел
- усреднение: не менее 16

7.8.4 С помощью функции «Поиск пика» измерить при помощи маркера уровень сигнала, после завершения усреднения измерений (стабилизации показаний).

7.8.5 Вычислить погрешность измерения уровня по формуле (5):

$$\Delta P = P_A - P_G, \quad (5)$$

где  $P_A$  – измеренное анализатором значение уровня сигнала;

$P_G$  – установленный уровень сигнала на генераторе.

7.8.6 Повторить измерения по п.п. 7.8.2 - 7.8.5 для уровней сигнала -20 дБм, -30 дБм, -40 дБм, -50 дБм. Опорный уровень на анализаторе устанавливать равным уровню сигнала на входе.

Результаты поверки считать положительными, если значение погрешности, вычисленное по формуле (5) не превышает  $\pm 0,4$  дБм

**7.9 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) проводить методом прямых измерений:**

- с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX в диапазоне частот до 3 ГГц;

- с помощью генератора сигналов Agilent 8257D и ваттметра поглощаемой мощности NRP-Z56 в диапазоне частот до 7,5 ГГц.

7.9.1 Для модификаций АКПП-4204, АКПП-4204/1 собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 4. Для модификации АКПП-4204/2 собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 5.



Рисунок 5

7.9.2 Выполнить операции по п.п. 7.8.2 - 7.8.3.

7.9.3 Измерить при помощи маркера уровень сигнала на опорной частоте 50 МГц. Записать измеренное значение уровня в таблицу 5.

7.9.4 Последовательно устанавливая значение частот на генераторе из таблицы 5, произвести измерение уровня анализатором при помощи маркера, устанавливая соответствующую центральную частоту. Записать результаты измерений в таблицу 5.

Таблица 5

Частота сигнала, установленная на генераторе	Измеренное значение уровня Р <sub>изм</sub> , дБм
50 МГц (опорная)	Р <sub>опорное</sub> =
10 МГц	
500 МГц	
900 МГц	
1200 МГц	
1500 МГц	
1800 МГц (только для модификаций АКИП-4204, АКИП-4204/2)	
1800 МГц (только для модификаций АКИП-4204, АКИП-4204/2)	
2300 МГц (только для модификаций АКИП-4204, АКИП-4204/2)	
2900 МГц (только для модификаций АКИП-4204, АКИП-4204/2)	
4500 МГц (только для модификаций АКИП-4204/2)	
7400 МГц (только для модификаций АКИП-4204/2)	

7.9.4 Вычислить значение неравномерности АЧХ анализатора по формуле(6):

$$\Delta \text{АЧХ} = P_{\text{опорное}} - P_{\text{изм}}, \quad (6)$$

где Р<sub>опорное</sub> – значение уровня, измеренное анализатором на частоте 50 МГц;  
Р<sub>изм</sub> – значение уровня, измеренное на частотах из таблицы 5.

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения неравномерности АЧХ не превышают значений:

- ±1 дБм - в диапазоне частот от 10 МГц до 3 ГГц,
- ±2 дБм - в диапазоне частот св. 3 ГГц до 7,5 ГГц.

#### 7.10 Определение абсолютной погрешности измерений уровня сигнала из-за нелинейности шкалы

проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX.

7.10.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 4.

7.10.2 Установить на выходе генератора сигнал с частотой 50 МГц и уровнем 0 дБм, аттенуатор 0 дБ. Генератор перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты.

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

1. Выполнить сброс на начальные установки.
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - центральная частота 50 МГц
  - полоса пропускания 10 Гц
  - полоса видеочастотного фильтра 10 Гц
  - полоса обзора 1 кГц
  - опорный уровень: 0 дБм
  - шкала: 10 дБ/дел
  - усреднение: не менее 16

7.10.4 Измерить анализатором уровень при помощи маркера, после завершения усреднения измерений (стабилизации показаний). Записать измеренное значение в таблицу 6 в качестве опорного значения.

7.10.5 Установить на генераторе уровень сигнала согласно таблице 6 и измерить анализатором уровень сигнала при помощи маркера, после завершения усреднения измерений (стабилизации показаний)

Измеренные значения Р<sub>изм</sub> записать в таблицу 6. Значение опорного уровня на анализаторе при этом не менять.

Таблица 6

Значение уровня сигнала, установленного на генераторе, дБм	Измеренное значение уровня анализатором $P_{изм}$ , дБм
0	$P_0$
-10	
-20	
-30	
-40	
-50	
-60	
-70	
-80	

7.10.6 Абсолютную погрешность измерений уровня из-за нелинейности шкалы определить по формуле (7):

$$\Delta P_n = P_{изм} - P_0 - P_{уст}, \quad (7)$$

где  $P_{изм}$  – уровень сигнала, измеренный анализатором, дБм

$P_0$  – значение уровня сигнала, измеренное анализатором на опорном уровне;

$P_{уст}$  – уровень сигнала, установленный на генераторе.

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешности находятся в пределах  $\pm 0,5$  дБм.

**7.11 Определение абсолютной погрешности установки опорного уровня** проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX.

7.11.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 4.

7.11.2 Установить на выходе генератора сигнал с частотой 50 МГц и уровнем 0 дБм, аттенюатор 0 дБ. Генератор перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты.

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

1. Выполнить сброс на начальные установки.
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - центральная частота 50 МГц
  - полоса пропускания 10 Гц
  - полоса видеочастотного фильтра 10 Гц
  - полоса обзора 1 кГц
  - опорный уровень: 0 дБм
  - шкала: 1 дБ/дел

7.11.4 С помощью функции «Поиск пика» установить маркер на пик сигнала. Регулировкой уровня сигнала с генератора установить по показаниям маркера значение уровня близкое к опорному  $\pm 0,05$  дБм.

7.11.4 Определить погрешность установки опорного уровня по формуле(8):

$$\Delta P_{опор} = P_{изм} - P_{ген}, \quad (8)$$

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

$P_{ген}$  – установленный уровень сигнала на генераторе.

7.11.5 Повторить измерения для значений опорного уровня и настроек анализатора согласно таблицы 7. Настройки анализатора производить согласно руководству по эксплуатации.

Таблица 7

Значение опорного уровня, установленное на анализаторе, дБм	Настройки анализатора	Значение уровня сигнала на генераторе Pген, дБм
0	предусилитель выключен, настройки по п. 7.11.3	
+10	аттенюатор 30 дБ, предусилитель выключен, остальные настройки по п. 7.11.3	
-60	предусилитель включен, остальные настройки по п. 7.11.3	
-70		
-80		

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешности находятся в пределах  $\pm 0,5$  дБм.

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

проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX.

7.12.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 4.

7.12.2 Установить на выходе генератора сигнал с частотой 50 МГц и уровнем 0 дБм. Генератор перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты.

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

1. Выполнить сброс на начальные установки.
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - центральная частота 50 МГц
  - полоса пропускания 10 кГц
  - полоса обзора 50 кГц
  - аттенюатор 20 дБ
  - шкала: 1 дБ/дел
  - опорный уровень: 0 дБм

7.12.4 Измерить уровень сигнала при полосе пропускания 10 кГц и записать в таблицу 8 как опорное значение. На анализаторе последовательно устанавливать полосы пропускания из таблицы 8, меняя при этом полосу обзора как указано в таблице. Измерять отклонение уровня сигнала при изменении полосы пропускания относительно опорного значения. Измерения проводить при помощи дельта-маркера. Для этого войти в меню «Marker» и включить функцию «Delta».

Таблица 8

Значение полосы пропускания анализатора	Полоса обзора	Отклонение амплитуды
1	2	3
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	0 (опорное значение)
30 кГц	150 кГц	
100 кГц	500 кГц	

Продолжение таблицы 8

1	2	3
300 кГц	1,5 МГц	
1 МГц	5 МГц	

Результаты поверки считать положительными, если отклонение амплитуды при установленных полосах пропускания относительно опорной 10 кГц не превышает  $\pm 0,2$  дБ.

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

проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX. В качестве фильтра нижних частот (ФНЧ) использовать фильтры, соответствующие частоте несущей с уровнем подавления не менее 20 дБ.

7.13.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 5.

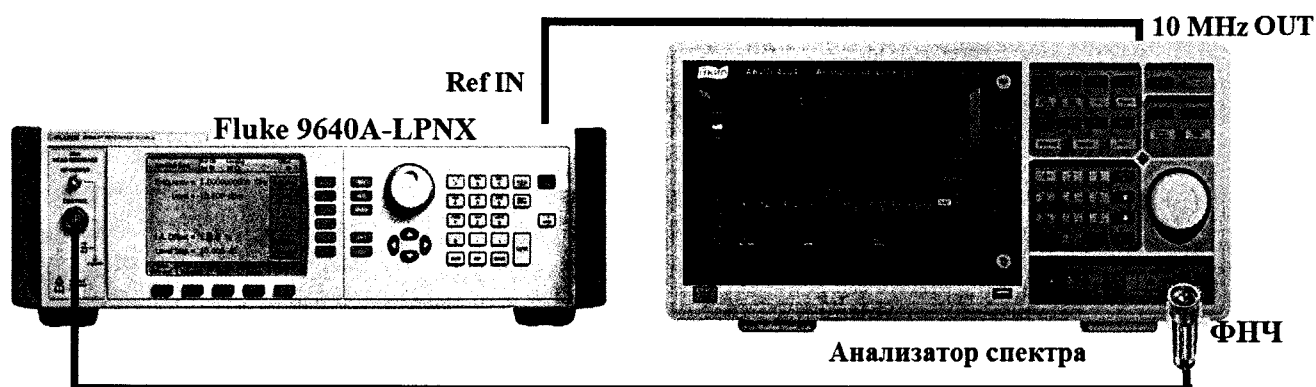


Рисунок 5

7.13.2 Установить на выходе генератора сигнал с частотой 450 МГц и уровнем -40 дБм.

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

1. Выполнить сброс на начальные установки.
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - центральная частота: 450 МГц
  - полоса обзора: 500 Гц
  - полоса пропускания: 10 Гц
  - видеофильтр: авто
  - опорный уровень: -40 дБм
  - аттенюатор: 0 дБ

7.13.4 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 генератора. После окончания усреднения спектрограммы маркером измерить уровень сигнала второй гармоники  $P_{2f1}$ .

7.13.5 Уровень гармонических искажений определить по формуле (9).

$$dBc = P_{2f1} - P_{f1}, \quad (9)$$

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

7.13.6 Повторить измерения на частоте сигнала 900 МГц, используя соответствующий фильтр.

Результаты поверки считать положительными, если уровень второй гармоники относительно уровня несущей не более -70 дБ.

### 7.14 Определение уровня фазовых шумов

проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX.

7.14.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 4.

7.14.2 Установить на выходе генератора сигнал с частотой 500 МГц и уровнем 0 дБм, генератор перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты.

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

1. Выполнить сброс на начальные установки.
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:

- центральная частота: 500 МГц
- полоса пропускания: 100 Гц
- видеофильтр: 1 Гц
- полоса обзора: 100 кГц
- опорный уровень: 0 дБм

7.14.4 С помощью меню «Marker» включить маркер 1. Установить маркер анализатора на максимум сигнала с помощью функции «Поиск пика» («Peak Search»). Затем включить в меню «Marker» 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  $R_{ФШ}$  по формуле (10):

$$R_{ФШ} = \Delta Mkr1 - 10 \cdot \lg(\text{полоса пропускания} / 1\text{Гц}) \quad (10)$$

Результаты поверки считать положительными, если уровень фазовых шумов не превышает -95 дБн/Гц.

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

проводить методом прямых измерений с помощью генератора сигналов Agilent 8257D и генератора измерительного MG3691C.

7.15.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 6.

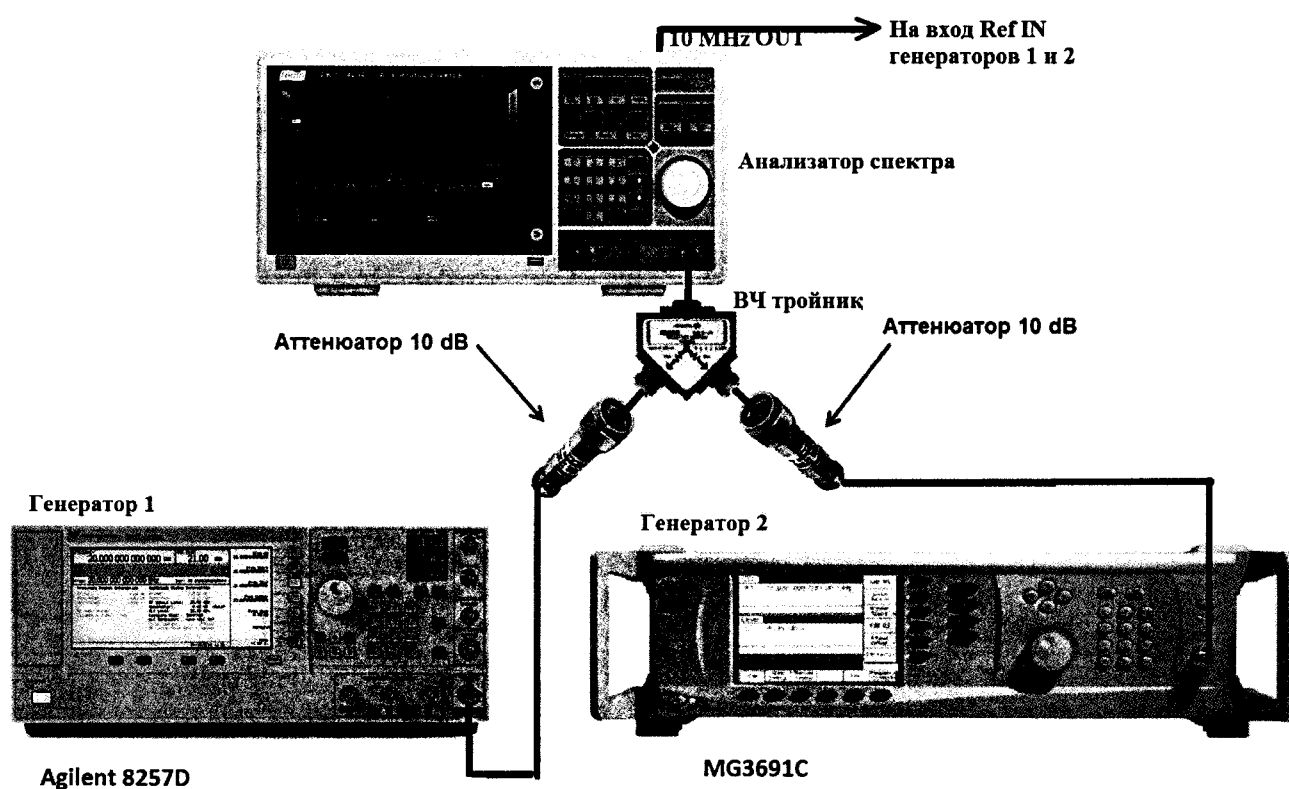


Рисунок 6

7.15.2 На генераторе 1 установить частоту 500 МГц, уровень -20 дБм; на генераторе 2 – (частота 1-ого генератора + 2 МГц), уровень -20 дБм.

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

1. Выполнить сброс на начальные установки.
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - центральная частота = частоте генератора 1
  - полоса обзора: 1 кГц
  - полоса пропускания: 10 Гц
  - видеофильтр: авто
  - опорный уровень: -30 дБм
  - аттенюатор: 0 дБ

7.15.4 С помощью меню «Marker» включить маркер 1. Установить маркер анализатора на максимум одного из сигналов с помощью функции «Поиск пика» («Peak Search»). Регулировкой выходной мощности генераторов настроить уровни сигналов по экрану анализатора на -40 дБм. Затем включить в меню «Marker» режим дельта-маркера. Отстроить дельта-маркер на частоту интермодуляции:

- частота нижнего бокового тона:  $2f_1 - f_2$ ,
- частота верхнего бокового тона:  $2f_2 - f_1$ .

7.15.5 Провести измерения уровня интермодуляционных искажений при помощи дельта-маркера.

7.15.6 Повторить измерения для частот 1-го генератора:

- для модификации АКПП-4204/1: 999 МГц; 1,4 ГГц;
- для модификации АКПП-4204: 999 МГц; 1,4 ГГц, 2,9 ГГц;
- для модификации АКПП-4204/2: 999 МГц; 1,4 ГГц, 2,9 ГГц, 4,5 ГГц, 7,5 ГГц.

Результаты поверки считать положительными, если значения уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка не превышают -70 дБ относительно уровня основной гармоник.

#### 7.16 Определение уровня собственных шумов

выполняется методом прямых измерений и определяется как максимальный уровень отображаемой шумовой дорожки при следующих значениях параметров анализатора: аттенюатор 0 дБ, полоса пропускания 1 Гц, полоса видеофильтра 1 Гц, полоса обзора 500 Гц, опорный уровень -60 дБ относительно 1 мВт, усреднение  $\geq 50$ .

7.16.1 На вход анализатора спектра подключить согласованную нагрузку 50 Ом.

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

1. Выполнить сброс на начальные установки.
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - предусилитель: Выкл
  - аттенюатор: 0 дБ
  - полоса пропускания: авто
  - видеофильтр: авто
  - опорный уровень: -60 дБм
  - усреднение: Вкл, 50
  - начальную и конечную частоты устанавливать в соответствии с таблицей 9.

7.16.3 Дождаться окончания усреднения спектрограммы.

7.16.4 При помощи меню «Поиск пика» произвести измерения максимального уровня отображаемой шумовой дорожки на экране прибора. Записать частоту максимально измеренного значения уровня  $F_{max}$  в таблицу 9.

7.16.5 Установить частоту, определенную по п. 7.16.4 в качестве центральной. Для этого войти в меню «Маркер→» и выбрать функцию «Установить частоту маркера на центр».

7.16.6 На анализаторе выполнить следующие установки: полоса пропускания: 1 Гц, видеофильтр: 1 Гц, полоса обзора 500 Гц. Определить максимальный уровень отображаемой шумовой дорожки при данных установках. Записать измеренный уровень собственных шумов в таблицу 9.

7.16.6 Повторить измерения для остальных диапазонов частот, указанных в таблице 9.

7.16.7 Повторить измерения по п.п. 7.16.1 - 7.16.6, включив в меню «Уровень» встроенный предусилитель.

Таблица 9

Начальная частота	Конечная частота	Центральная частота $F_{max}$	Измеренный уровень собственных шумов, дБм	
			с выключенным предусилителем	с включенным предусилителем
10 МГц	500 МГц			
500 МГц	1,5 ГГц			
1,5 ГГц	2,5 ГГц			
2,5 ГГц	3 ГГц			
3 ГГц	5 ГГц			
5 ГГц	7,5 ГГц			

Примечание:

Поверка в диапазоне частот от 1,5 ГГц до 3 ГГц проводится только для модификаций АК ИП-4204 АК ИП-4204/2; в диапазоне частот свыше 3 ГГц – только для модификации АК ИП-4204/2.

Результаты поверки считать положительными, если уровень собственных шумов анализатора не превышает значений, приведенных в таблице 10.

Таблица 10

Наименование характеристик	Значения характеристик
Средний уровень собственных шумов, дБм, не более <sup>7)</sup>	
С выключенным предусилителем в полосе частот:	
от 10 МГц до 1,5 ГГц	-130
св. 1,5 МГц до 2,5 ГГц (только для модификаций АК ИП-4204, АК ИП-4204/2)	-130
св. 2,5 ГГц до 3 ГГц (только для модификаций АК ИП-4204, АК ИП-4204/2)	-120
св. 3 ГГц до 7,5 ГГц (только для модификации АК ИП-4204/2)	-120
С включенным предусилителем в полосе частот:	
от 10 МГц до 1,5 ГГц	-148
св. 1,5 МГц до 2,5 ГГц (только для модификаций АК ИП-4204, АК ИП-4204/2)	-148
св. 2,5 ГГц до 3 ГГц (только для модификаций АК ИП-4204, АК ИП-4204/2)	-130
св. 3 ГГц до 7,5 ГГц (только для модификации АК ИП-4204/2)	-130

**7.17 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) следящего генератора (при наличии опции)**

проводить методом прямых измерений с помощью ваттметра поглощаемой мощности NRP-Z56.

7.17.1 Подключить ваттметр к выходу следящего генератора.

7.17.2 Задать на выходе следящего генератора уровень мощность 0 дБм и установить частоту сигнала 50 МГц. Установки выполнить в соответствии с руководством по эксплуатации.



7.17.3 Измерить уровень сигнала ваттметром и записать как  $P_{\text{опорное}}$ .

7.17.4 Изменяя частоту сигнала на выходе генератора провести измерение уровня сигнала с помощью ваттметра на 10 частотах равномерно распределенных по диапазону частот генератора согласно таблицы 11.

Таблица 11

Наименование характеристик	Значения характеристик
Диапазон частот следящего генератора, в зависимости от модели, Гц	
модификация АКИП-4204/1	от $5 \cdot 10^6$ до $1,5 \cdot 10^9$ ,
модификация АКИП-4204	от $5 \cdot 10^6$ до $3 \cdot 10^9$
модификация АКИП-4204/2	от $5 \cdot 10^6$ до $7,5 \cdot 10^9$

7.17.5 Повторить измерения при уровне сигнала на выходе генератора -25 дБм

7.17.6 Вычислить значение неравномерности АЧХ генератора по формуле(11):

$$\Delta \text{АЧХ} = P_{\text{изм}} - P_{\text{опорное}}, \quad (11)$$

где  $P_{\text{опорное}}$  – значение уровня, измеренное ваттметром на частоте 50 МГц;

$P_{\text{изм}}$  – значение уровня, измеренное на частотах, отличных от 50 МГц.

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения неравномерности АЧХ не превышают значений:

$\pm 3$  дБм – для модификаций АКИП-4204/1, АКИП-4204,

$\pm 5$  дБм – для модификации АКИП-4204/2.

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При положительных результатах поверки анализаторов оформляется свидетельство о поверке в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке".

8.2 При отрицательных результатах поверки приборы не допускаются к дальнейшему применению, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.

Начальник отдела испытаний  
и сертификации



С.А. Корнеев