

**Государственная система обеспечения единства измерений**

Акционерное общество  
«Приборы, Сервис, Торговля»  
(АО «ПриСТ»)

УТВЕРЖДАЮ

Главный метролог

АО «ПриСТ»



А.Н. Новиков

«29» августа 2017 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Анализаторы спектра серии АКИП-4205**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
ПР-12-2017МП**

**г. Москва  
2017 г.**

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок анализаторов спектра серии АКИП-4205, изготовленных «SIGLENT TECHNOLOGIES CO., LTD.», Тайвань

Анализаторы спектра серии АКИП-4205 (далее – анализаторы) предназначены для измерений амплитудно-частотных характеристик спектра радиотехнических сигналов.

Межповерочный интервал 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 приборов.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции   | Номер пункта методики поверки | Проведение операции при |                       |
|---|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|
|   |                               | первичной поверке       | периодической поверке |
| 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 полос пропускания фильтров промежуточной частоты (ПЧ) | 7.6                           | Да                      | Да                    |
| 7 Определение коэффициента прямоугольности фильтров ПЧ  | 7.7                           | Да                      | Нет                   |
| 8 Определение абсолютной погрешности измерения уровня сигнала на частоте 50 МГц                         | 7.8                           | Да                      | Да                    |
| 9 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)                                 | 7.9                           | Да                      | Да                    |
| 10 Определение абсолютной погрешности из-за нелинейности логарифмической шкалы                          | 7.10                          | Да                      | Да                    |
| 11 Определение погрешности измерений уровня сигнала из-за переключения входного аттенюатора             | 7.11                          | Да                      | Да                    |
| 12 Определение погрешности измерения 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                    |
| 15 Определение точки пересечения 3-го порядка   | 7.15                          | Да                      | Да                    |
| 16 Определение уровня собственных шумов   | 7.16                          | 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  | Частотомер универсальный CNT-90.<br>Пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора $\pm 2 \cdot 10^{-7}$ .  |
| 7.5 - 7.17   | Калибратор многофункциональный Fluke 9640A-LPNX.<br>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 <sup>1)</sup> 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 3 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 (с использованием фильтров нижних частот); максимальный уровень фазовых шумов при отстройке от несущей 1 ГГц на 10 кГц, 100 кГц, 1 МГц не более -134 дБ/Гц. |
| 7.17   | Генератор сигналов N5181A.<br>Диапазон частот выходного сигнала от 0,25 до 3000 МГц.   |
| Примечание:<br>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.    | $\pm 0,25$ °С               | Цифровой термометр-гигрометр Fluke 1620A |
| Давление            | от 30 до 120 кПа   | $\pm 300$ Па                | Манометр абсолютного давления Testo 511  |
| Влажность           | от 10 до 100 %     | $\pm 2$ %                   | 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  $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность от 30 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**

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

Войти в меню «Система» анализатора и выбрать «Инфо о системе».

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 1.1.0.0 |

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

7.4.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

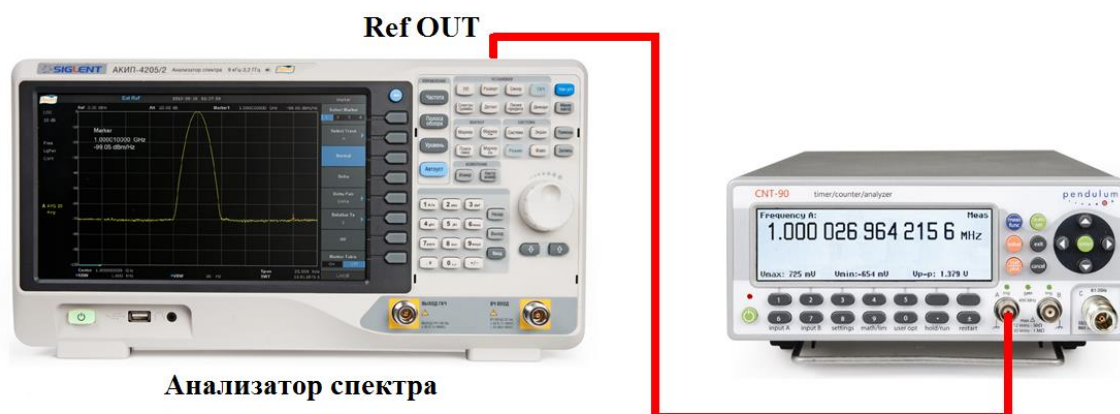


Рисунок 1

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  $F_d$ . Рассчитать относительную погрешность по формуле (1):

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

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

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

$$\pm(1 \cdot 10^{-6} + 5 \cdot 10^{-7} \cdot N),$$

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.

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, нажав кнопку «Нач.уст»
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 в соответствии с п. 7.5.2.

7.5.2 Установить уровень мощности выходного сигнала 0 дБм, выходную частоту генератора устанавливать из ряда: 100 кГц, 1 МГц, 100 МГц, 1 ГГц, 2 ГГц. Для модификации АКИП-4205/2 дополнительно установить частоту 3 ГГц.

7.5.3 Включить в анализаторе функцию частотомера. Для этого войти в меню «Fn» и выбрать режим «Частотомер». После чего, с помощью функции поиск пика установить маркер на пик несущей частоты. Записать значение частоты, на которую установился маркер. Измерения провести на всех частотах, приведенных в п. 7.5.2.

7.5.4 Определить абсолютную погрешность измерения частоты по формуле (2):

$$\Delta f = f_{\text{изм}} - f_{\text{ген}}, \quad (2)$$

где  $f_{\text{изм}}$  – значение частоты сигнала, измеренное анализатором по п. 7.5.3, Гц.  
 $f_{\text{ген}}$  – значение частоты сигнала, установленное на генераторе, Гц.

Результаты поверки считать положительными, если абсолютная погрешность измерения частоты не превышает пределов, Гц:

$$\pm(\delta_0 \cdot f_{\text{изм}} + 1),$$

где  $\delta_0$  – относительная погрешность частоты опорного генератора,  
 $f_{\text{изм}}$  – измеренное значение частоты, Гц.

## 7.6 Определение относительной погрешности установки 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 3.

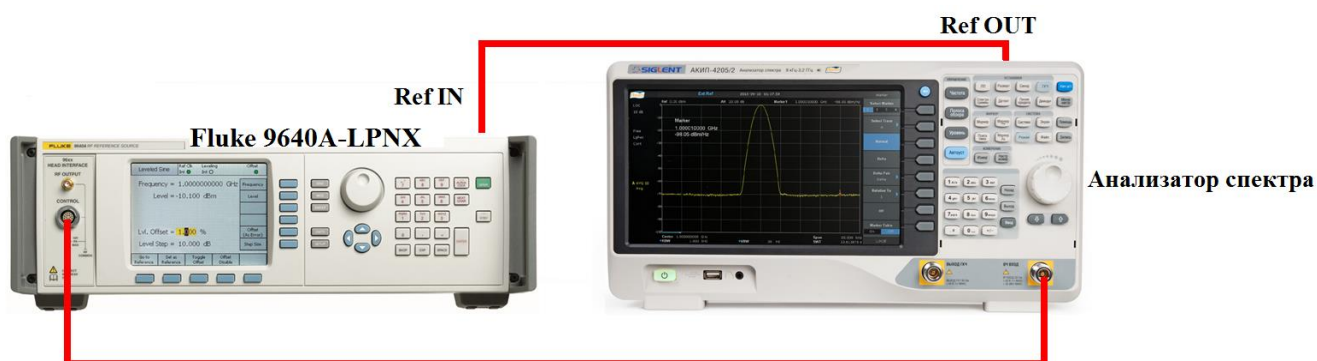


Рисунок 3

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

7.6.3 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 5
  - полоса обзора: 1,5 х (полоса пропускания); (для полосы пропускания 10 Гц и 30 Гц установить полосу обзора 100 Гц)
  - опорный уровень: -30 дБм
  - шкала: 1 дБ/дел

7.6.4 В меню анализатора «Fn» включить измерение полосы пропускания по уровню (N дБ) и установить значение уровня -3 дБ. Результат измерения записать в таблицу 5. Повторить измерения для других значений полос пропускания, устанавливая их в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5

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

7.6.5 Полосы пропускания 200 Гц, 9 кГц и 120 кГц устанавливаются в полосе пропускания после включения в меню «ПП» функции «Фильтр ЭМС». Установить по очереди эти фильтры и произвести для каждого из них измерение полосы пропускания. Измерения проводить по методике, описанной в п.7.6.4 за исключением того, что перед началом измерений в меню «Fn» анализатора установить уровень, по которому измеряется полоса пропускания, равный -6дБ.

7.6.6 Рассчитать погрешность установки полосы пропускания по формуле (3):

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

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

$RBW_{изм}$  – измеренное по п.п. 7.6.4, 7.6.5 действительное значение полосы пропускания.

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

## 7.7 Определение коэффициента прямоугольности фильтров ПЧ

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

7.7.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 3.

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, нажав кнопку «Нач.уст»
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - центральная частота 50 МГц
  - полоса пропускания: 1 МГц, далее значения устанавливать из таблицы 6
  - полоса обзора: 1,5 x (полоса пропускания)
  - опорный уровень: -30 дБм
  - шкала: 10 дБ/дел

7.7.4 В меню анализатора «Fn» включить измерение полосы пропускания по уровню (N дБ) и установить уровень -3 дБ. Провести измерение полосы пропускания по индикации на дисплее. Результат измерения записать в таблицу 7. Затем в меню «Fn» анализатора установить уровень, по которому измеряется полоса пропускания, равный -60 дБ. Провести измерение полосы пропускания. Результат измерения записать в таблицу 6. Повторить измерения для других значений полос пропускания, устанавливая их в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

| 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                                | 2  | 3  |
| 10 Гц                            |  |  |
| 30 Гц                            |  |  |
| 100 Гц                           |  |  |
| 300 Гц                           |  |  |
| 1 кГц                            |  |  |
| 3 кГц                            |  |  |
| 10 кГц                           |  |  |
| 30 кГц                           |  |  |
| 100 кГц                          |  |  |
| 300 кГц                          |  |  |
| 1 МГц                            |  |  |

7.7.5 Вычислить коэффициент прямоугольности 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.

Результаты поверки считать положительными, если значение коэффициента прямоугольности, вычисленное по формуле (4), не превышает допускаемого значения 4,8.

## 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 3.

7.8.2 Установить на выходе генератора сигнал с частотой 50 МГц и уровнем -20 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, нажав кнопку «Нач.уст»
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - центральная частота 50 МГц
  - полоса пропускания 1 кГц
  - полоса видеополосы 1 кГц
  - полоса обзора 10 кГц
  - опорный уровень: -20 дБм
  - шкала: 1 дБ/дел

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

7.8.5 Установить на генераторе уровень сигнала -40 дБм

7.8.6 На анализаторе спектра установить опорный уровень -40 дБм, включить предусилитель и повторить измерения по п. 7.8.4.

7.8.7 Вычислить погрешность измерения уровня по формуле (5):

$$\Delta P = P_{\text{изм}} - P_{\text{ген}}, \quad (5)$$

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

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

Результаты поверки считать положительными, если значение погрешности, вычисленное по формуле (5) не превышает следующих значений:

±0,4 дБ для уровня сигнала -20 дБм,

±0,5 дБ для уровня сигнала -40 дБм.

**7.9 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)**  
проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX.

7.9.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 3 и выполнить операции по п.п. 7.8.2 - 7.8.3.

7.9.2 Измерить при помощи маркера уровень сигнала на опорной частоте 50 МГц. Записать измеренное значение уровня в таблицу 8.

7.9.3 Последовательно устанавливая значение частот на генераторе из таблицы 7, произвести измерение уровня анализатором при помощи маркера, устанавливая соответствующую центральную частоту. Записать результаты измерений в таблицу 7.

7.9.4 В меню анализатора «Уровень» включить предусилитель и произвести измерения по п.п. 7.9.2 - 7.9.3 с включенным предусилителем. Записать результаты измерений в таблицу 7.

Таблица 7

| Частота сигнала, установленная на генераторе | Измеренное значение уровня $P_{\text{изм}}$ , дБм |                             |
|--|---|-----------------------------|
|  | С выключенным предусилителем                      | С включенным предусилителем |
| 1  | 2   | 3                           |
| 50 МГц (опорная)                             | $P_{\text{опорное}} =$                            | $P_{\text{опорное}} =$      |
| 100 кГц                                      |   |                             |
| 300 кГц                                      |   |                             |
| 600 кГц                                      |   |                             |
| 1 МГц  |   |                             |
| 500 МГц                                      |   |                             |
| 900 МГц                                      |   |                             |
| 1200 МГц                                     |   |                             |
| 1500 МГц                                     |   |                             |

Продолжение таблицы 7

| 1   | 2 | 3 |
|---|---|---|
| 1800 МГц  |   |   |
| 2300 МГц <sup>1)</sup>                              |   |   |
| 2900 МГц <sup>1)</sup>                              |   |   |
| Примечание<br>1) только для модификации АКИП-4205/2 |   |   |

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

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

где  $P_{\text{опорное}}$  – значение уровня, измеренное анализатором на частоте 50 МГц;  
 $P_{\text{изм}}$  – значение уровня, измеренное на частотах из таблицы 7.

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

- ±0,6 дБ с выключенным предусилителем,
- ±0,8 дБ с включенным предусилителем.

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

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

7.10.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 3.

7.10.2 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.

7.10.3 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 кГц
  - полоса видеофильтра 1 кГц
  - полоса обзора 10 кГц
  - опорный уровень: 0 дБм
  - шкала: 1 дБ/дел
  - усреднение: Вкл, 50

7.10.4 Дождаться окончания усреднения спектрограммы и измерить анализатором уровень при помощи маркера. Записать измеренное значение в таблицу 8 в качестве опорного значения.

7.10.5 Установить на генераторе ослабление согласно таблице 8 и после окончания усреднения спектрограммы измерить амплитуду маркером. Измеренные значения  $P_{\text{изм}}$  записать в таблицу 8.

Таблица 8

| Значение ослабления, задаваемого аттенюатором генератора, дБ | Измеренное значение уровня анализатором $P_{\text{изм}}$ , дБм |
|--|--|
| 0  | $P_0$  |
| 10   |  |
| 20   |  |
| 30   |  |
| 40   |  |
| 50   |  |

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

$$\Delta P_n = P_{изм} - (P_o - D), \quad (7)$$

где  $P_o$  – значение уровня сигнала, измеренное при ослаблении 0 дБ;

$D$  – вносимое ослабление, задаваемое аттенюатором генератора, указанное в таблице 8

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

### 7.11 Определение абсолютной погрешности измерений уровня сигнала из-за переключения входного аттенюатора (относительно 20 дБ)

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

7.11.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 3.

7.11.2 Установить на выходе генератора сигнал с частотой 50 МГц и уровнем 0 дБм, аттенюатор 30 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, нажав кнопку «Нач.уст»

2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:

- центральная частота 50 МГц
- полоса пропускания 1 кГц
- полоса видеофильтра 1 кГц
- полоса обзора 10 кГц
- аттенюатор 20 дБ
- шкала: 10 дБ/дел
- опорный уровень: -20 дБм
- усреднение: Вкл, 50

7.11.4 С помощью меню «Поиск пика» измеряют амплитуду сигнала. Записывают измеренное значение в таблицу как  $P_{опорное}$ . Далее установить настройки согласно таблице 9 и после окончания усреднения спектрограммы измерить амплитуду маркером. Измеренные значения  $P_{изм}$  записать в таблицу 9.

Таблица 9

| Ослабление внутреннего аттенюатора анализатора А, дБ | Опорный уровень, дБм | Ослабление внешнего аттенюатора генератора, дБ | Измеренное значение уровня, $P_{изм}$ |
|--|----------------------|--|---------------------------------------|
| 1  | 2                    | 3  | 4                                     |
| 10   | -30                  | 40   |                                       |
| 0  | -40                  | 50   |                                       |
| 5  | -35                  | 45   |                                       |
| 15   | -25                  | 35   |                                       |
| 20 ( $A_{опорное}$ )                                 | -20                  | 30   | $P_{опорное}$                         |
| 25   | -15                  | 25   |                                       |
| 30   | -10                  | 20   |                                       |
| 35   | -5                   | 15   |                                       |
| 40   | 0                    | 10   |                                       |
| 45   | 5                    | 5  |                                       |
| 50   | 10                   | 0  |                                       |

7.11.5 Погрешность измерений уровня сигнала из-за переключения входного аттенюатора определить по формуле (8):

$$\Delta A = (P_{опорное} - P_{изм}) - (A_{опорное} - A), \quad (8)$$

где  $R_{\text{опорное}}$  – значение уровня сигнала, измеренное при ослаблении внутреннего аттенюатора анализатора 20дБ;

$R_{\text{изм}}$  – значение уровня сигнала, измеренное при заданных из таблицы 9 значениях ослабления;

$A_{\text{опорное}}$  – значение ослабления 20 дБ, задаваемое внутренним аттенюатором анализатора;

$A$  – значение внутреннего ослабления, задаваемое из таблицы 9.

Результаты поверки считать положительными, если вычисленные по формуле (8) значения погрешности находятся в пределах  $\pm 0,5$  дБ.

## 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 3.

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, нажав кнопку «Нач.уст»
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
  - усреднение: Вкл, 20

7.12.4 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 отклонение уровня сигнала при изменении полосы пропускания относительно опорного значения. Измерения проводить при помощи дельта-маркера. Для этого войти в меню «Маркер» и включить функцию «Дельта».

Таблица 10

| Значение полосы пропускания анализатора | Полоса обзора | Отклонение амплитуды |
|---|---------------|----------------------|
| 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       |                      |
| 300 кГц                                 | 1,5 МГц       |                      |
| 1 МГц                                   | 5 МГц         |                      |

Результаты поверки считать положительными, если отклонение уровня сигнала при установленных полосах пропускания относительно опорной 10 кГц не превышает  $\pm 0,15$  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 второй гармоники не менее 30 дБ.

7.13.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 4.



Рисунок 4

7.13.2 Установить на выходе генератора сигнал с частотой 450 МГц и уровнем -30 дБм.

7.13.3 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: 450 МГц
  - полоса обзора: 500 Гц
  - полоса пропускания: 10 Гц
  - видеофильтр: авто
  - опорный уровень: -30 дБм
  - аттенюатор: 0 дБ
  - усреднение: Вкл, 20

7.13.4 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 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 -65дБ.

### 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 3.

7.14.2 Установить на выходе генератора сигнал с частотой 1 ГГц 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, нажав кнопку «Нач.уст»
2. Установить на поверяемом анализаторе следующие параметры:
  - центральная частота: 1000 МГц
  - полоса пропускания: 10 кГц
  - видеофильтр: 10 Гц
  - полоса обзора: 100 кГц
  - опорный уровень: 0 дБм
  - усреднение: Вкл, 20

7.14.4 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  $R_{\Phi\Omega}$  по формуле (10):

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

7.14.5 Повторить измерения для отстроек 100 кГц и 1 МГц при установленных полосах обзора 500 кГц и 3 МГц соответственно.

Результаты поверки считать положительными, если уровень фазовых шумов не превышает (-88 дБн/Гц) для отстройки 10 кГц, (-95 дБн/Гц) для отстройки 100 кГц и (-113 дБн/Гц) для отстройки 1 МГц.

### 7.15 Определение точки пересечения 3-го порядка

проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX и генератора сигналов N5181A.

7.15.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 5. В качестве генератора 1 использовать калибратор многофункциональный Fluke 9640A-LPNX. В качестве генератора 2 использовать генератор сигналов N5181A.

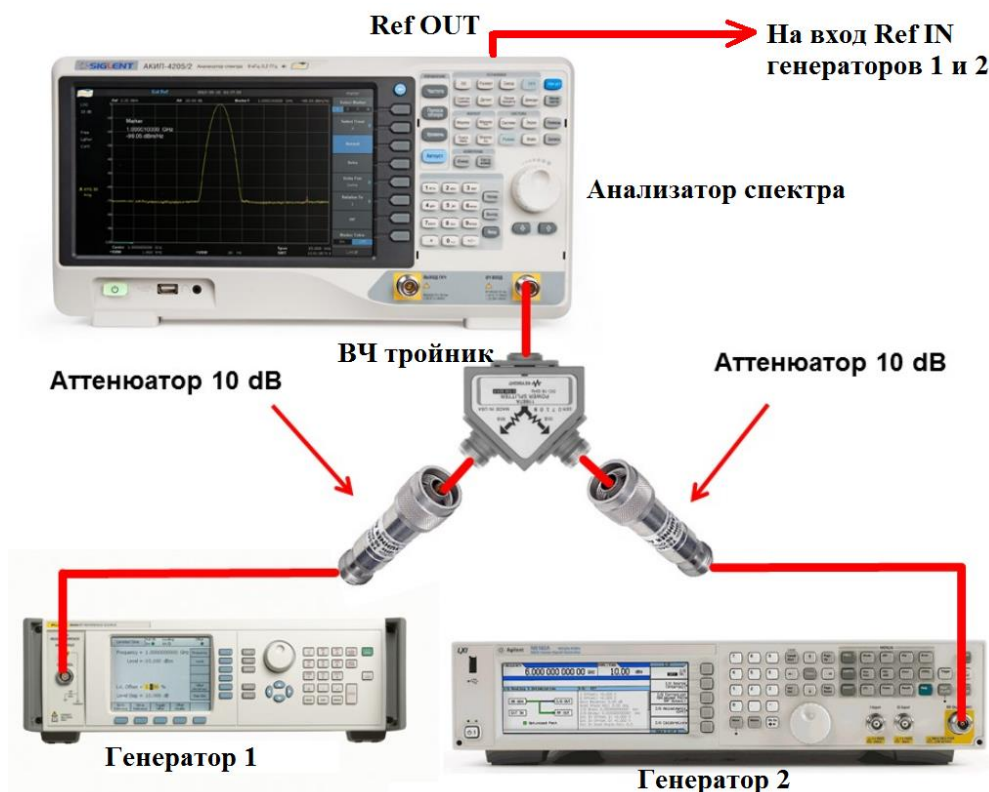


Рисунок 5

7.15.2 На генераторе 1 установить частоту 500 МГц, уровень -10 дБм; на генераторе 2 – (частота 1-ого генератора + 100 кГц), уровень -10 дБм.

7.15.3 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: 1 кГц
  - полоса пропускания: 10 Гц
  - видеофильтр: авто
  - опорный уровень: -20 дБм
  - аттенюатор: 0 дБ
  - усреднение: Вкл, 50

7.15.4 При наличии опции автоматических измерений – войти в меню «Измерения» и выбрать функцию «измерение интермодуляционных искажений 3-го порядка». Провести измерение точки пересечения третьего порядка (TOI) согласно руководству по эксплуатации.

7.15.5 Повторить измерения для частот 1-го генератора 999 МГц; 1,9 ГГц и 2,9 ГГц (только для модификации АКПП-4205/2).

7.15.6 При отсутствии опции автоматических измерений определить точку пересечения третьего порядка (TOI) согласно п.п. 7.15.7 - 7.15.9.

7.15.7 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.

7.15.8 Дождаться окончания усреднения спектрограммы и измерить уровни с помощью маркера на частотах интермодуляции:

Частота нижнего бокового тона:  $2f_1 - f_2$ ,

Частота верхнего бокового тона:  $2f_2 - f_1$ ,

где  $f_1$  – частота сигнала с генератора 1,  $f_2$  – частота сигнала с генератора 2.

7.15.9 Рассчитать точку пересечения третьего порядка (TOI) по формулам (11) и (12):

$$TOI = P(f_1) + (P(f_2) - P(2f_1 - f_2)) / 2, \quad (11)$$

$$TOI = P(f_2) + (P(f_1) - P(2f_2 - f_1)) / 2, \quad (12)$$

где  $P(f_1)$  – измеренный уровень сигнала на частоте сигнала с генератора 1,

$P(f_2)$  - измеренный уровень сигнала на частоте сигнала с генератора 2,

$P(2f_1 - f_2)$  - измеренный уровень сигнала на частоте интермодуляции  $2f_1 - f_2$  (нижний боковой тон),

$P(2f_2 - f_1)$  - измеренный уровень сигнала на частоте интермодуляции  $2f_2 - f_1$  (верхний боковой тон).

Результаты поверки считать положительными, если значения точки пересечения третьего порядка (TOI), вычисленные по формулам (11) и (12) не менее +10 дБ.

### **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 10 Гц, полоса видеофильтра 10 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, нажав кнопку «Нач.уст»
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 12.

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 Fmax в таблицу 12.

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: 10 Гц, видеофильтр: 1 Гц, полоса обзора 500 Гц. Определить максимальный уровень отображаемой шумовой дорожки при данных установках. Записать измеренный уровень собственных шумов в таблицу 12.

7.16.6 Повторить измерения для остальных диапазонов частот, указанных в таблице 11.

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

Таблица 11

| Начальная частота | Конечная частота | Центральная частота Fmax | Измеренный уровень собственных шумов |                             |
|-------------------|------------------|--------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
|                   |                  |                          | с выключенным предусилителем         | с включенным предусилителем |
| 9 кГц             | 100 кГц          |                          |                                      |                             |
| 100 кГц           | 1 МГц            |                          |                                      |                             |
| 1 МГц             | 10 МГц           |                          |                                      |                             |
| 10 МГц            | 200 МГц          |                          |                                      |                             |
| 200 МГц           | 2,1 ГГц          |                          |                                      |                             |
| 2,1 ГГц           | 3,2 ГГц          |                          |                                      |                             |

Примечание:  
поверка в диапазоне частот свыше 2,1 ГГц проводится только для модификации АКИП-4205/2

Результаты поверки считать положительными, если уровень собственных шумов анализатора не превышает значений, приведенных в таблице 12

Таблица 12

| Наименование характеристик   | Значения характеристик |
|--|------------------------|
| Средний уровень собственных шумов относительно 1 мВт, дБ, не более   |                        |
| Параметры нормируются при следующих условиях: аттенюатор 0 дБ, полоса пропускания 10 Гц, полоса видеофильтра 10 Гц, полоса обзора 500 Гц, опорный уровень -60 дБ относительно 1 мВт, усреднение > 50 |                        |
| С выключенным предусилителем в полосе частот:  |                        |
| от 9 кГц до 100 кГц  | -100                   |
| св. 100 кГц до 1 МГц   | -97                    |
| св. 1 МГц до 10 МГц  | -122                   |
| св. 10 МГц до 200 МГц  | -127                   |
| св. 200 МГц до 2,1 ГГц   | -125                   |
| св. 2,1 ГГц до 3,2 ГГц (только для модификации АКИП-4205/2)  | -116                   |



Продолжение таблицы 12

|   |      |
|---|------|
| С включенным предусилителем в полосе частот:                |      |
| от 9 кГц до 100 кГц   | -107 |
| св. 100 кГц до 1 МГц  | -122 |
| св. 1 МГц до 10 МГц   | -138 |
| св. 10 МГц до 200 МГц                                       | -146 |
| св. 200 МГц до 2,1 ГГц                                      | -145 |
| св. 2,1 ГГц до 3,2 ГГц (только для модификации АКИП-4205/2) | -135 |

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При положительных результатах поверки шунтов 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.

Главный метролог АО «ПриСТ»

А.Н. Новиков

Начальник отдела испытаний  
и сертификации

С.А. Корнеев