

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

АО «ПриСТ»



А.Н. Новиков

«26» мая 2023 г.

«ГСИ. АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРА АКИП-42ХХ.
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ»

ПР-18-2020МП
с изменением № 1

г. Москва
2023 г.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на анализаторы спектра АКИП-42ХХ (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. 7.4.1 – 7.4.14 применяется метод прямых измерений.

1 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
1 Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7.1
2 Опробование средства измерений	Да	Да	7.2
3 Проверка программного обеспечения	Да	Да	7.3
4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			7.4
5 Определение относительной погрешности частоты опорного генератора	Да	Да	7.4.1
6 Определение абсолютной погрешности измерения уровня сигнала на частоте 50 МГц	Да	Да	7.4.2
7 Определение абсолютной погрешности из-за нелинейности логарифмической шкалы	Да	Да	7.4.3
8 Определение погрешности измерений уровня сигнала из-за переключения входного аттенюатора	Да	Да	7.4.4
9 Определение относительной погрешности установки полос пропускания фильтров промежуточной частоты (ПЧ) и фильтров электромагнитной совместимости (ЭМС) (при наличии опции ЭМС)	Да	Да	7.4.5
10 Определение коэффициента прямоугольности фильтров ПЧ	Да	Нет	7.4.6
11 Определение погрешности измерения уровня сигнала при изменении полосы пропускания	Да	Да	7.4.7
12 Определение уровня фазовых шумов	Да	Да	7.4.8
13 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)	Да	Да	7.4.9

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
14 Определение погрешности измерения частоты встроенным маркером и встроенным частотомером	Да	Да	7.4.10
15 Определение уровня гармонических искажений 2-го порядка	Да	Да	7.4.11
16 Определение точки пересечения 3-го порядка	Да	Да	7.4.12
17 Определение уровня собственных шумов	Да	Да	7.4.13
18 Определение метрологических характеристик следящего генератора	Да	Да	7.4.14
19 Оформление результатов поверки	Да	Да	8

2 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ 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, сведения о результатах поверки средств поверки должны быть включены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

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
7.4.1 – 7.4.14	Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты $\pm 5 \cdot 10^{-11}$.	Стандарты частот рубидиевые FS 725 рег. № 31222-06.
7.4.1	Диапазон измеряемых частот от 10 Гц до 3 ГГц; пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора $\pm 2 \cdot 10^{-7}$.	Частотомер универсальный CNT-90 рег. № 41567-09.
7.4.2 – 7.4.13	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.	Калибратор многофункциональный Fluke 9640A-LPNX рег. № 55872-13.

Продолжение таблицы 2

1	2	3
7.4.9, 7.4.10, 7.4.12	Диапазон частот выходного сигнала от 250 кГц до 20 ГГц; пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 7,5 \cdot 10^{-8}$. Вспомогательное оборудование: Фильтры нижних частот (ФНЧ) «Mini-Circuits» с полосой пропускания: 45-50 МГц, 800-900 ГГц, 3-3,1 ГГц	Генератор сигналов Agilent E8257D рег. № 53941-13.
7.4.9, 7.4.14	Частотный диапазон от 8 кГц до 18 ГГц, пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения мощности от $1 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^2$ мВт $\pm 2,5$ %.	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP-18A рег. № 64926-16.

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 ± 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 ± 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.

3 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

3.1 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право проведения поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений.

3.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений и применяемых средств.

3.3 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.

4 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (25 ± 5) °С;
- относительная влажность до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм рт. ст.;
- напряжение питающей сети (230 ± 10) В;
- частота питающей сети ($50,0 \pm 0,5$) Гц.

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 средства измерений

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 средства измерений

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 программного обеспечения

Проверка программного обеспечения 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 1.0.0.0.2

7.4 Определение метрологических характеристик 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.

7.4.1 Определение относительной погрешности частоты опорного генератора

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

7.4.1.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

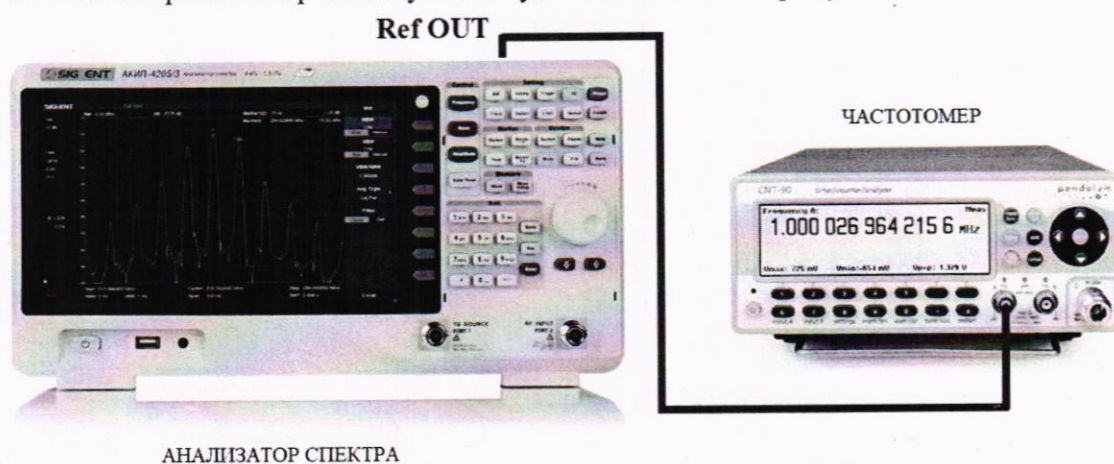


Рисунок 1

7.4.1.2 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):

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

где F_d – значение частоты, измеренное частотомером, МГц

Результаты поверки считать положительными, если погрешность не превышает допустимых пределов $\pm 5 \cdot 10^{-6}$.

7.4.2 Определение абсолютной погрешности измерения уровня сигнала на частоте 50 МГц

Определение абсолютной погрешности измерения уровня сигнала на частоте 50 МГц проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX.

7.4.2.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2.

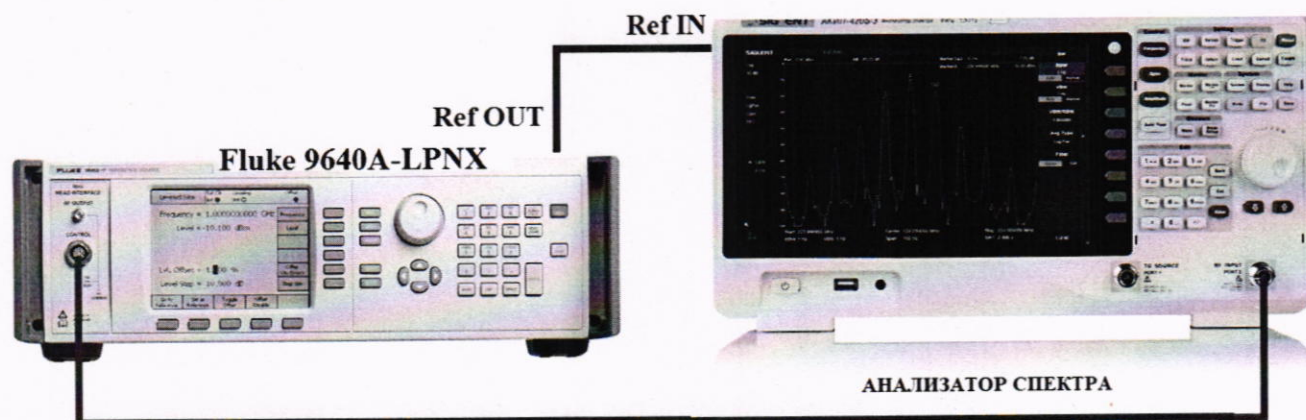


Рисунок 2

7.4.2.2 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.

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

7.4.2.4 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

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

7.4.2.6 Установить на калибраторе уровень сигнала -40 дБм

7.4.2.7 На анализаторе спектра установить опорный уровень -38 дБм, включить предусилитель и повторить измерения по п. 7.4.2.5.

7.4.2.8 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.

7.4.2.9 Для серии АКИП-4213 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

7.4.2.10 Повторить измерения и расчет погрешности по п.п. 7.4.2.3, 7.4.2.5 - 7.4.2.8 в режиме реального времени для серии АКИП-4213.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности, вычисленные по формуле (2) не превышают допускаемых 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	$\pm 0,4$	$\pm 1,0$
- при включенном предусилителе и уровне мощности на входе -40 дБм	$\pm 0,6$	$\pm 1,5$

7.4.3 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.

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

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

7.4.3.3 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
 - аттенюатор: Авто
 - пиковый детектор включен (Pos Peak)
 - усреднение: Включено, 50

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

7.4.3.5 Установить на калибраторе уровень мощности 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	

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

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

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

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

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

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.

7.4.4.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2.

7.4.4.2 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.

7.4.4.3 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

7.4.4.4 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 _к ,	Измеренное значение уровня, Р _{изм}
10	-30	-40	
0	-40	-50	
5	-35	-45	
15	-25	-35	
20 (А _{опорное})	-20	-30	Р _{опорное}
25	-15	-25	
30	-10	-20	
35 ¹⁾	-5	-15	
40 ¹⁾	0	-10	
45 ¹⁾	5	-5	
50 ¹⁾	10	0	

Примечание

¹⁾ – для модификаций АКИП-4205/4, АКИП-4205/5, АКИП-4212/1, АКИП-4212/2, АКИП-4212/3, АКИП-4213/1, АКИП-4213/2

7.4.4.5 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_{опорное} – значение уровня сигнала, измеренное при ослаблении внутреннего аттенюатора анализатора 20дБ;

Р_{изм} – значение уровня сигнала, измеренное анализатором при заданных из таблицы 7 параметрах;

А_{опорное} – значение ослабления 20 дБ, задаваемое внутренним аттенюатором анализатора;

Р_к – уровень мощности, задаваемый калибратором из таблицы 7.

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

7.4.5 Определение погрешности установки полос пропускания фильтров промежуточной частоты (ПЧ) и фильтров электромагнитной совместимости (ЭМС) (при наличии опции ЭМС)

Определение погрешности установки полос пропускания фильтров промежуточной частоты (ПЧ) и фильтров электромагнитной совместимости (ЭМС) проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX.

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

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

7.4.5.3 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 х (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

7.4.5.4 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 – Поверочные точки

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 ¹⁾	
Фильтры ЭМС (при наличии опции ЭМС)	
200 Гц ²⁾	
9 кГц	
120 кГц	
1 МГц	
Примечание	
¹⁾ – для модификаций АКИП-4205/5, АКИП-4212/3, АКИП-4213/1, АКИП-4213/2	
²⁾ – кроме модификаций АКИП-4205/5, АКИП-4212/3, АКИП-4213/2	

7.4.5.5 Полосы пропускания 200 Гц, 9 кГц 120 кГц и 1 МГц 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. 7.4.3.5 за исключением того, что перед началом измерений установить уровень -6 дБ в меню измерений анализатора.

7.4.5.6 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. 7.4.5.5, 7.4.5.6 действительное значение полосы пропускания, Гц.

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

- для $RBW_{уст} = 1$ Гц: ± 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: $\pm 0,05 \cdot RBW_{уст}$.

7.4.6 Определение коэффициента прямоугольности фильтров ПЧ

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

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

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

7.4.6.3 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 х (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

7.4.6.4 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 – Поверочные точки

Установленная полоса пропускания	Измеренная полоса пропускания по уровню -3 дБ (RBW _{-3дБ})	Измеренная полоса пропускания по уровню -60 дБ (RBW _{-60дБ})
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 ¹⁾		

Примечание

¹⁾ – для модификаций АКИП-4205/5, АКИП-4212/3, АКИП-4213/1, АКИП-4213/2

7.4.6.5 Вычислить коэффициент прямоугольности по формуле (6):

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

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 (6), не превышает допускаемого значения 4,8.

7.4.7 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.

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

7.4.7.2 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.

7.4.7.3 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
 - аттенуатор 10 дБ
 - шкала: 5 дБ/дел
 - опорный уровень: -5 дБм
 - усреднение: Включено, 20

7.4.7.4 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 ¹⁾	15 МГц	
Примечание		
¹⁾ – для модификаций АКИП-4205/5, АКИП-4212/3, АКИП-4213/1, АКИП-4213/2		

7.4.7.5 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: $\pm 0,2$ дБ.

7.4.8 Определение уровня фазовых шумов

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

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

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

7.4.8.3 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

7.4.8.4 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 ΔMkr1 (дБ). Привести данный уровень к полосе 1 Гц, рассчитав значение $R_{\text{ФШ}}$ по формуле (8):

$$R_{\text{ФШ}} = \Delta\text{Mkr1} - 10 \cdot \lg(\text{полоса пропускания} / 1\text{Гц}), \text{ дБ/Гц} \quad (8)$$

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

Результаты поверки считать положительными, если уровень фазовых шумов не превышает допускаемых значение:

- для отстроек 10 кГц: -95 дБн/Гц;
- для отстроек 100 кГц: -96 дБн/Гц;
- для отстройки 1 МГц: -112 дБн/Гц.

7.4.9 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)

Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) проводить методом прямых измерений с помощью с помощью генератора сигналов E8257D и (или) калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX. Уровень мощности на выходе генератора устанавливать показаниям ваттметра поглощаемой мощности СВЧ поглощаемой мощности СВЧ NRP18A.

7.4.9.1 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.

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

7.4.9.3 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

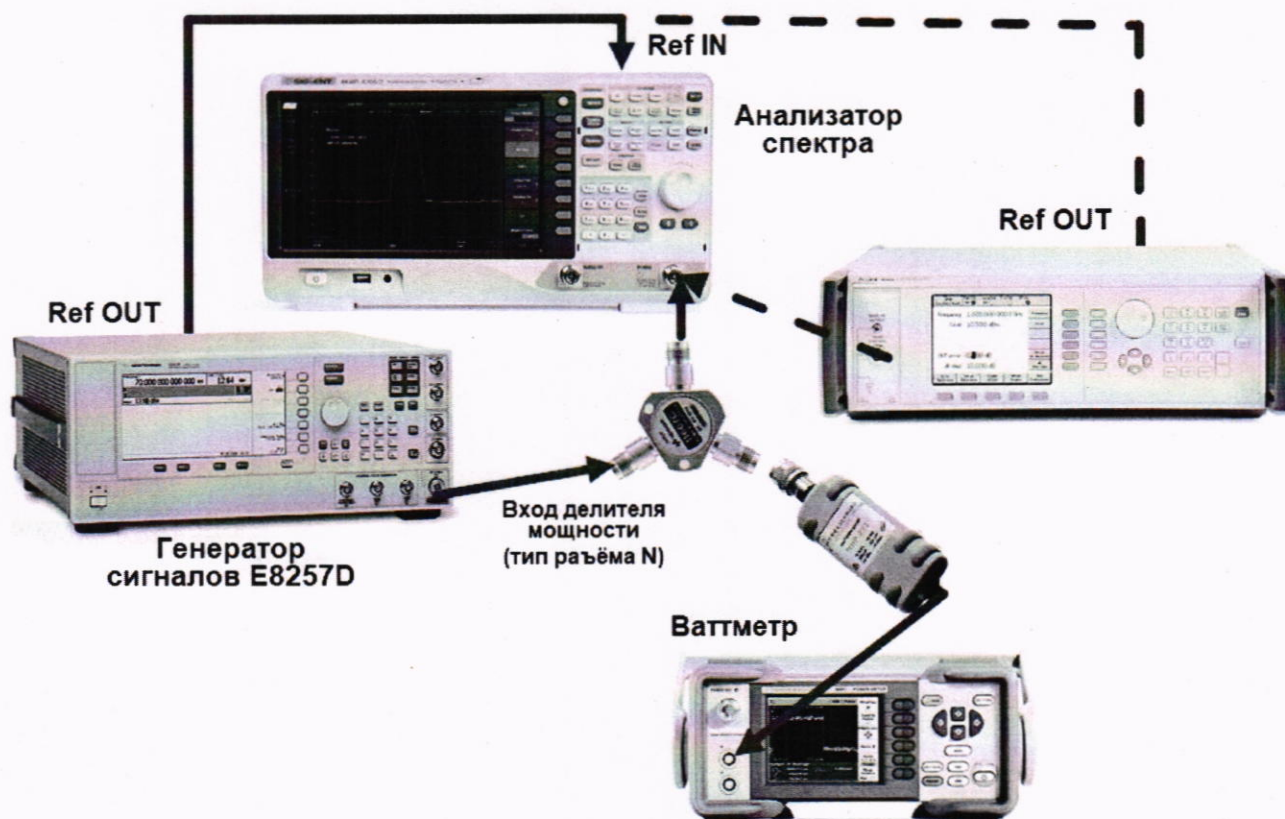


Рисунок 3

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

7.4.9.5 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. Установку частоты осуществлять в соответствии с диапазоном частот анализатора согласно таблице 11.

7.4.9.6 Установить на калибраторе уровень сигнала -40 дБм.

7.4.9.7 На анализаторе спектра установить опорный уровень -40 дБм, включить предусилитель и повторить измерения по п.п. 7.4.6.4 - 7.4.6.5 с включенным предусилителем. Записать результаты измерений в таблицу 12.

Таблица 11 - Частотные характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот, Гц	
- модификация АКИП-4205/3;	от $9 \cdot 10^3$ до $1,5 \cdot 10^9$
- модификация АКИП-4212/1;	от $9 \cdot 10^3$ до $2,1 \cdot 10^9$
- модификация АКИП-4205/4, АКИП-4212/2;	от $9 \cdot 10^3$ до $3,2 \cdot 10^9$
- модификация АКИП-4213/1;	от $9 \cdot 10^3$ до $5,0 \cdot 10^9$
- модификации АКИП-4205/5, АКИП-4212/3, АКИП-4213/2	от $9 \cdot 10^3$ до $7,5 \cdot 10^9$

Таблица 12 – Определение неравномерности АЧХ

Частота сигнала, установленная на генераторе	Измеренное значение уровня $P_{\text{изм}}$, дБм	
	С выключенным предусилителем	С включенным предусилителем
50 МГц (опорная)	$P_{\text{опорное}} =$	$P_{\text{опорное}} =$
100 кГц		
1 МГц		
10 МГц		
100 МГц		
500 МГц		
1,000 ГГц		
1,495 ГГц		
2,000 ГГц		
2,095 ГГц		
2,500 ГГц		
3,000 ГГц		
3,195 ГГц		
3,500 ГГц		
4,000 ГГц		
4,500 ГГц		
4,995 ГГц		
5,500 ГГц		
6,000 ГГц		
6,500 ГГц		
7,000 ГГц		
7,495 ГГц		

7.4.9.8 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.

7.4.9.9 Для серии АКИП-4213 включить режим анализатора спектра 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

7.4.9.10 Повторить измерения и вычислить значение неравномерности АЧХ по п.п. 7.4.9.2, 7.4.9.4 – 7.4.9.8 в режиме реального времени для серии АКИП-4213.

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

- ±0,8 дБ с выключенным предусилителем,
- ±1,2 дБ с включенным предусилителем.

7.4.10 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) и (или) калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX (далее – калибратор Fluke). В режиме цифрового анализатора спектра (Spectrum Analyzer) определять погрешность измерения маркером и встроенным частотомером, в режиме анализатора спектра реального времени (RTSA) – только маркером.

7.4.10.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 4. В зависимости от частотного диапазона и задаваемой частоты соединить вход анализатора с выходом генератора E8257 или калибратора Fluke.



Рисунок 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 dB/дел
 - центральную частоту устанавливать равной частоте сигнала генератора в соответствии с таблицей 14. Установку частоты осуществлять в соответствии с диапазоном частот анализатора согласно таблице 13.

Таблица 13 - Частотные характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот, Гц - модификация АКИП-4205/3; - модификация АКИП-4212/1; - модификация АКИП-4205/4, АКИП-4212/2; - модификация АКИП-4213/1; - модификации АКИП-4205/5, АКИП-4212/3, АКИП-4213/2	от $9 \cdot 10^3$ до $1,5 \cdot 10^9$ от $9 \cdot 10^3$ до $2,1 \cdot 10^9$ от $9 \cdot 10^3$ до $3,2 \cdot 10^9$ от $9 \cdot 10^3$ до $5,0 \cdot 10^9$ от $9 \cdot 10^3$ до $7,5 \cdot 10^9$
Полоса частот анализа в реальном времени (для серии АКИП-4213), МГц - стандартно - с опций RT40	25 40
Номинальное значение частоты опорного генератора, МГц	10
Пределы допускаемой основной относительной погрешности частоты опорного генератора δ_0	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$
Максимальное разрешение частотомера k в режиме частотомера, Гц - модификации АКИП-4205/3, АКИП-4205/4, АКИП-4212/1, АКИП-4212/2; - модификации АКИП-4205/5, АКИП-4213/1 АКИП-4212/3, АКИП-4213/2	0,01 0,1
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, Гц	$\pm((\delta_0 + \delta t) \cdot F_{\text{изм}} + 0,01 \cdot F_{\text{обзор}} + 0,1 \cdot F_{\text{ПЧ}} + k_m)$

Таблица 14 – Поверочные точки

Частота сигнала, установленная на генераторе	Частота, измеренная маркером в режиме цифрового анализатора спектра (Spectrum Analyzer)	Частота, измеренная в режиме частотомера (только в режиме цифрового анализатора спектра (Spectrum Analyzer))	Частота, измеренная маркером в режиме анализатора спектра реального времени (RTSA) (только для серии АКИП-4213)
100,0000000 кГц			
1,0000000 МГц			
10,0000000 МГц			
100,0000000 МГц			
500,0000000 МГц			
1,0000000 ГГц			
1,4950000 ГГц			
2,0000000 ГГц			
2,0950000 ГГц			
3,0000000 ГГц			
3,1950000 ГГц			
4,0000000 ГГц			
4,5000000 ГГц			
4,9950000 ГГц			
5,0000000 ГГц			
6,0000000 ГГц			
6,5000000 ГГц			
7,0000000 ГГц			
7,4950000 ГГц			

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

7.4.10.3 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.

7.4.10.4 Включить в анализаторе функцию частотомера. Для этого войти в меню «Fn» и выбрать режим «Частотомер». Измерить значение частоты в режиме частотомера и записать измеренное значение в таблицу 14.

7.4.10.5 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

7.4.10.6 Для серии АКИП-4213 включить режим анализатора спектра 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 дБ/дел
- центральную частоту устанавливать равной частоте сигнала генератора в соответствии с таблицей 14. Установку частоты осуществлять в соответствии с диапазоном частот анализатора согласно таблице 13.

7.4.10.7 Повторить измерения и расчет погрешности по п.п. 7.4.10.3, 7.4.10.5 в режиме анализатора спектра реального времени для серии АКИП-4213.

Результаты поверки считать положительными, если погрешность измерения частоты, рассчитанная по формуле (9) не превышает допустимых пределов, рассчитанных по формулам, приведенных в таблице 13.

7.4.11 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, с полосой пропускания равной частоте основной гармонике.

7.4.11.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 5.



Рисунок 5

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

7.4.11.3 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

7.4.11.4 Дождаться окончания усреднения спектрограммы. С помощью меню «Поиск пика» измерить уровень сигнала основной гармоники P_{fl} . 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_{2fl} .

7.4.11.5 Уровень гармонических искажений определить по формуле (11).

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

где P_{2fl} – уровень второй гармоники,

P_{fl} – уровень основной гармоники.

7.4.11.6 Для всех модификаций, кроме АКИП-4205/3, повторить измерения на частоте сигнала 800 МГц; для модификаций АКИП-4213/1 АКИП-4205/5, АКИП-4212/3, АКИП-4213/2 – повторить измерения на частоте сигнала 3000 МГц. При измерениях использовать фильтр нижних частот с полосой пропускания равной частоте основной гармоники.

Результаты поверки считать положительными, если уровень второй гармоники относительно уровня несущей не более -65 дБ.

7.4.12 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.

7.4.12.1 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.

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

7.4.12.3 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

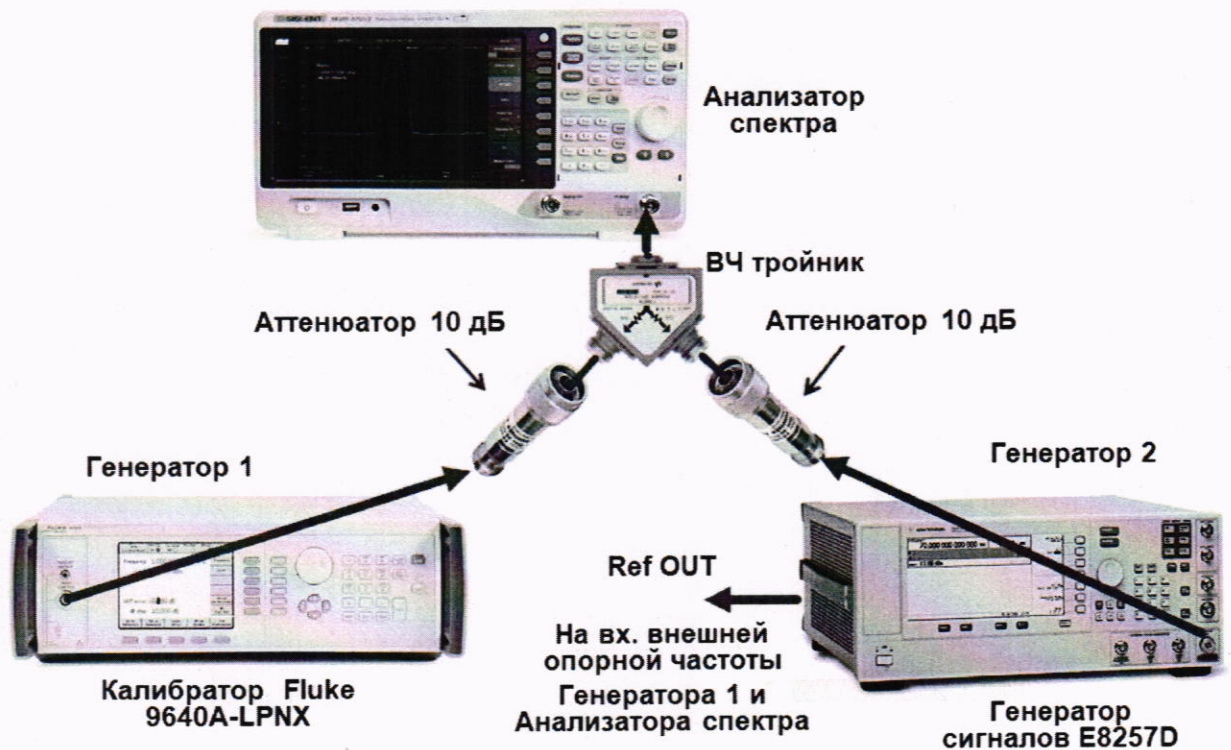


Рисунок 6

7.4.12.4 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.

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

7.4.12.6 Повторить измерения по п.п. 7.4.12.2 - 7.4.12.5 для частот 1-го генератора: 499,95 МГц, 999,95 МГц (для всех модификаций) и 2999,95 ГГц (для модификаций с диапазоном частот свыше 1,5 ГГц).

Результаты поверки считать положительными, если значения точки пересечения третьего порядка (TOI) не менее $+10$ дБ.

7.4.13 Определение уровня собственных шумов

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 > 50 .

7.4.13.1 На вход анализатора спектра подключить согласованную нагрузку 50 Ом.

7.4.13.2 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
- аттенюатор: 0 дБ
- усреднение: Включено, 50
- детектор Sample
- начальную и конечную частоты устанавливать в соответствии с таблицей 15.

7.4.13.3 В качестве начальной и конечной частот поочередно устанавливать значения из таблицы 14. Дождаться окончания усреднения спектрограммы.

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

7.4.13.5 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 (для анализатора спектра АКИП-4205/3 установить значение полосы пропускания 100 Гц)
- видеофильтр: 1 Гц
- полоса обзора 1 кГц (для анализатора спектра АКИП-4205/3 установить значение полосы пропускания 10 кГц)

7.4.13.6 Включить функцию измерения Channel Power. В настройках измерения установить:

- Integration BW: 1 кГц
- Полоса обзора 1 кГц

7.4.13.7 Записать измеренное значение среднего уровня собственных шумов, приведенное к полосе пропускания 1 Гц из колонки измерений «Power Spectral Density».

7.4.13.8 Повторить измерения для остальных диапазонов частот, указанных в таблице 15. Установку частоты осуществлять в соответствии с диапазоном частот анализатора согласно таблице 13.

Таблица 15

Начальная частота	Конечная частота	Измеренный средний уровень собственных шумов	
		с выключенным предусилителем	с включенным предусилителем
100 кГц	1 МГц		
1 МГц	10 МГц		
10 МГц	200 МГц		
200 МГц	2,1 ГГц		
2,1 ГГц	3,2 ГГц		
3,2 ГГц	5 ГГц		
5 ГГц	6,5 ГГц		
6,6 ГГц	7,5 ГГц		

7.4.13.9 Повторить измерения по п. п. 7.4.13.1 - 7.4.13.8, включив в меню «Уровень» встроенный предусилитель.

Результаты проверки считать положительными, если средний уровень собственных шумов анализатора, приведенный к полосе пропускания 1 Гц, не превышает значений, приведенных в таблице 16.

Таблица 16 – Средний уровень собственных шумов анализатора, приведенный к полосе пропускания 1 Гц

Средний уровень собственных шумов, дБм, не более	Для модификаций, с выключенным/включенным предусилителем:	
	АКИП-4205/3, в диапазонах частот:	
	- от 100 кГц до 1 МГц	-101/-120
	- св. 1 до 10 МГц	-124/-147
	- св. 10 до 200 МГц	-128/-150
	- св. 200 МГц до 1,5 ГГц	-121/-142
	АКИП-4213/1, в диапазонах частот:	
	- от 100 кГц до 1 МГц	-105/-133
	- св. 1 до 10 МГц	-122/-151
	- св. 10 до 200 МГц	-142/-161
	- св. 200 МГц до 1,5 ГГц	-142/-159
	- св. 1,5 до 3,2 ГГц	-140/-159
	- св. 3,2 до 5 ГГц	-137/-157
	АКИП-4205/5, АКИП-4212/3, АКИП-4213/2	
	в диапазонах частот:	
	- от 100 кГц до 1 МГц	-105/-133
	- св. 1 до 10 МГц	-122/-151
	- св. 10 до 200 МГц	-142/-161
	- св. 200 МГц до 1,5 ГГц	-142/-159
	- св. 1,5 до 3,2 ГГц	-140/-159
	- св. 3,2 до 5 ГГц	-137/-157
	- св. 5 до 6,5 ГГц	-136/-157
	- св. 6,5 до 7,5 ГГц	-134/-155
	АКИП-4212/1, АКИП-4212/2, АКИП-4205/4	
	в диапазонах частот:	
	- от 100 кГц до 1 МГц	-107/-132
	- св. 1 до 10 МГц	-132/-148
	- св. 10 до 200 МГц	-137/-156
	- св. 200 МГц до 1,5 ГГц	-135/-155
	- св. 1,5 до 3,2 ГГц	-126/-145

(Измененная редакция, изм. № 1)

7.4.14 Определение метрологических характеристик следящего генератора (при наличии)

Определение метрологических характеристик следящего генератора проводить методом прямых измерений с помощью ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP18A.

7.4.14.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 6.

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

7.4.14.3 Измерить уровень сигнала ваттметром и записать, как $P_{\text{опор}}$.

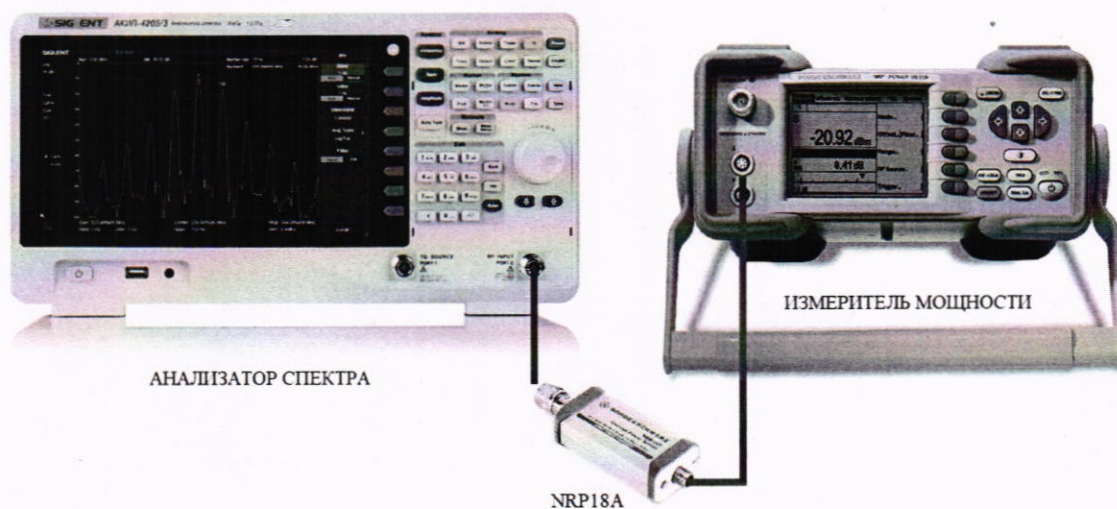


Рисунок 6

7.4.14.4 Вычислить значение абсолютной погрешности установки уровня $\Delta P_{\text{опор}}$ по формуле (12):

$$\Delta P_{\text{опор}} = P_{\text{уст}} - P_{\text{опор}}, \quad (12)$$

где $P_{\text{уст}}$ – значение уровня на выходе генератора, установленное по индикатору анализатора, дБм;

$P_{\text{опор}}$ – значение уровня, измеренное ваттметром на частоте 50 МГц, дБм.

Результаты измерений уровня сигнала на выходе следящего генератора считать положительными, если значение абсолютной погрешности, вычисленное по формуле (12) не превышает допускаемых пределов: ± 1 дБ.

7.4.14.6 Для определения неравномерности АЧХ провести измерение уровня сигнала с помощью ваттметра на частотах, указанных в таблице 18. Установку частоты осуществлять в соответствии с диапазоном частот следящего генератора согласно таблице 17. Измеренные значения уровня мощности P_f записать в таблицу 18.

Таблица 17 – Характеристики следящего генератора

Следящий генератор (для серии АКИП-4212 – с опцией TG, для серий АКИП-4205 и АКИП-4213 – в стандартной комплектации)	
Диапазон частот следящего генератора, Гц	
- модификация АКИП-4205/3;	от $5 \cdot 10^6$ до $1,5 \cdot 10^9$
- модификация АКИП-4212/1;	от $1 \cdot 10^5$ до $2,1 \cdot 10^9$
- модификация АКИП-4212/2, АКИП-4205/4;	от $1 \cdot 10^5$ до $3,2 \cdot 10^9$
- модификация АКИП-4213/1;	от $1 \cdot 10^5$ до $5,0 \cdot 10^9$
- модификации АКИП-4212/3, АКИП-4213/2, АКИП-4205/5	от $1 \cdot 10^5$ до $7,5 \cdot 10^9$
Диапазон установки уровня мощности следящего генератора, дБм	
- модификация АКИП-4205/3, АКИП-4205/4, АКИП-4212/1, АКИП-4212/2;	от -20 до 0
- модификации АКИП-4205/5, АКИП-4212/3, АКИП-4213/1, АКИП-4213/2	от -40 до 0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности на частоте 50 МГц, дБ	± 1
Неравномерность АЧХ относительно уровня сигнала на частоте 50 МГц, дБ	± 3

Таблица 18 – Поверочные точки

Частота сигнала ¹⁾ , установленная на следящем генераторе, МГц	Значения уровня выходной мощности, установленные на выходе следящего генератора, дБм	Измеренные ваттметром значения уровня мощности P_f , дБм
0,1	0	
1	0	
5	0	
10	0	
250	0	$P_{\text{опор}}=$
500	0	
1000	0	
1500	0	
2000	0	
2100	0	
2500	0	
3200	0	
3500	0	
4000	0	
4500	0	
5000	0	
5500	0	
6000	0	
6500	0	
7000	0	
7500	0	

Примечание:

¹⁾ значения частот устанавливаются в соответствии с диапазоном частот следящего генератора, согласно таблице 16

7.4.14.7 Вычислить значение неравномерности АЧХ по формуле (13):

$$\Delta \text{АЧХ} = P_f - P_{\text{опор}}, \quad (13)$$

где $P_{\text{опор}}$ – значение уровня мощности, по показаниям ваттметра на частоте сигнала 50 МГц, дБм;

P_f – значения уровня мощности, по показаниям ваттметра на частотах сигнала согласно таблице 18, дБм.

Результаты измерений неравномерности АЧХ считать положительными, если полученные по формуле (13) значения не превышают допускаемых пределов ± 3 дБ.

Результаты поверки считать положительными, если метрологические характеристики следящего генератора соответствуют результатам измерений по пунктам, изложенным выше.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

8.2 По заявлению владельца или лица, представившего СИ на поверку, положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке, содержащем информацию в соответствии с действующим законодательством, и (или) нанесением на СИ знака поверки.

8.3 По заявлению владельца или лица, представившего СИ на поверку,

отрицательные результаты поверки оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений, содержащем информацию в соответствии с действующим законодательством.

8.4 Протоколы поверки оформляются по произвольной форме по заявлению владельца или лица, представившего СИ на поверку.

Ведущий инженер по метрологии
отдела испытаний АО «ПриСТ»

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'E' followed by a horizontal line and a diagonal stroke.

Е. Е. Смердов