

Государственная система обеспечения единства измерений

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

УТВЕРЖДАЮ

Главный метролог

АО «ПриСТ»



А.Н. Новиков

января 2019 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

Анализаторы спектра GSP-79330А, GSP-79300В

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
ПР-05-2019МП**

**г. Москва
2019 г.**

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок анализаторов спектра GSP-79330A, GSP-79300B, изготовленных «Good Will Instrument Co., Ltd.», Тайвань.

Анализаторы спектра GSP-79330A, GSP-79300B (далее – анализаторы) предназначены для измерений амплитудно-частотных характеристик спектра радиотехнических сигналов.

Интервал между поверками 1 год.

Периодическая поверка анализаторов в случае их использования для измерений меньшего числа величин, по отношению к указанным в разделе «Метрологические и технические характеристики» описания типа, допускается на основании письменного заявления владельца анализаторов, оформленного в произвольной форме. Исключению может подлежать пункты определения уровня фазовых шумов и метрологических характеристик следящего генератора (п.п. 7.12, 7.15 таблицы 1). Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке анализаторов.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
3 Проверка идентификационных данных программного обеспечения	7.3	Да	Да
4 Определение относительной погрешности частоты опорного генератора	7.4	Да	Да
5 Определение погрешности измерения частоты встроенным частотомером	7.5	Да	Да
6 Определение относительной погрешности установки полос пропускания фильтров промежуточной частоты (ПЧ) и фильтров электромагнитной совместимости (ЭМС)	7.6	Да	Да
7 Определение абсолютной погрешности измерения уровня сигнала	7.7	Да	Да
8 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)	7.8	Да	Да
9 Определение погрешности измерений уровня сигнала из-за переключения входного аттенюатора	7.9	Да	Да
10 Определение погрешности измерения уровня сигнала при изменении полосы пропускания	7.10	Да	Да
11 Определение относительного уровня гармонических искажений	7.11	Да	Да
12 Определение уровня фазовых шумов	7.12	Да	Да
13 Определение уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка	7.13	Да	Да
14 Определение уровня собственных шумов	7.14	Да	Да
15 Определение метрологических характеристик следящего генератора	7.15	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. Эталоны единиц величин, используемые при поверке СИ, должны быть аттестованы.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта МП	Тип средства поверки
7.4	Частотомер универсальный CNT-90 с опцией 19/90. Пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора $\pm 2 \cdot 10^{-7}$.
7.5 - 7.14	Калибратор многофункциональный Fluke 9640A-LPNX. Диапазон частот выходного сигнала от 1 мГц до 4 ГГц; пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 5 \cdot 10^{-8}$; пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня на частоте 160 МГц в диапазоне установки уровней сигнала: от -48 до 0 дБм ¹⁾ не более $\pm 0,07$ дБ, от -50 до 0 дБм не более $\pm 0,1$ дБ; пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала в диапазоне частот от 100 кГц до 3 ГГц не более $\pm 0,5$ дБ; уровень гармонических составляющих в выходном сигнале не более -80 дБ (с использованием фильтров нижних частот); максимальный уровень фазовых шумов при отстройке от несущей 1 ГГц на 10 кГц, 100 кГц не более не более -134 дБ/Гц.
7.13	Генератор сигналов N5181A. Диапазон частот от 250 кГц до 3 ГГц.
7.8, 7.15	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP-Z56. Диапазон частот от 0 до 50 ГГц, диапазон измерений мощности от $3 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^2$, пределы допускаемой относительной погрешности в диапазоне частот до 8 ГГц - не более $\pm 1,5$ %.
Примечание: ¹⁾ Здесь и далее дБм – уровень мощности в дБ относительно 1 мВт	

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

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

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

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

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.3.019-80, 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 (23±5) °С;
- относительная влажность до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм рт. ст.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

– проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.27.0-75;

– проверить наличие действующих свидетельств поверки на основные и вспомогательные средства поверки.

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

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

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

6.5 Включить питание прибора и средств поверки.

6.6 Выдержать поверяемый прибор и средства поверки во включенном состоянии не менее 30 минут.

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.

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

При отрицательном результате опробования прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.3 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

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

Войти в меню «Система» анализатора и выбрать «Информация 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	Firmware
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 1.0.0.0

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 Физм. Рассчитать относительную погрешность по формуле (1):

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

где Физм – значение частоты, измеренное частотомером, МГц

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

$$\pm(1,02 \cdot 10^{-6} + 1 \cdot 10^{-6} \cdot N),$$

где N – количество лет после даты последней подстройки (калибровки). Для отображения даты последней калибровки войти в меню «Система» и выбрать «Информация о системе».

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 обзора: 100 Гц
 - полоса пропускания: 10 Гц
 - полоса видеофильтра: 10 Гц
 - опорный уровень: 0 дБм
 - шкала: 1 дБм/дел
 - центральную частоту устанавливать равной частоте сигнала калибратора
 - усреднение: 20

7.5.2 Установить на калибраторе уровень выходного сигнала 0 дБм, выходную частоту генератора устанавливать последовательно из ряда: 1 МГц; 100 МГц; 160 МГц; 1 ГГц; 2 ГГц; 3 ГГц. Настройки анализатора устанавливать согласно таблице 5.

Таблице 5

Частота сигнала, установленная на калибраторе	Разрешение частотомера, установленное в анализаторе	Параметры анализатора		
		полоса пропускания	видеофильтр	полоса обзора
1 МГц	10 Гц	10 Гц	10 Гц	100 Гц
100 МГц	100 Гц	100 Гц	100 Гц	1 кГц
160 МГц	100 Гц	1 кГц	1 кГц	10 кГц
1 ГГц	1 кГц	1 кГц	1 кГц	10 кГц
2 ГГц	1 кГц	1 кГц	1 кГц	10 кГц
3 ГГц	1 кГц	1 кГц	1 кГц	10 кГц

Примечание:

Если несущая частота находится за пределами экрана, подстроить центральную частоту на анализаторе, чтобы несущая располагалась примерно по центру экрана

7.5.3 Нажать кнопку «Поиск пика» для установки маркера на пик несущей частоты. Нажать кнопку «Маркер» для входа в меню маркеров и включить функцию встроенного частотомера согласно руководства по эксплуатации. Разрешение частотомера устанавливать согласно таблице 5. 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):

$$\Delta F = F_A - F_K, \quad (2)$$

где F_A – значение частоты сигнала, измеренное анализатором, Гц
 F_K – значение частоты сигнала, установленное на калибраторе, Гц

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

$$\pm(\delta_0 \cdot f + 0,1 \cdot \text{Пч/эмс} + k),$$

где δ_0 – относительная погрешность частоты опорного генератора;

f – измеренное значение частоты, Гц;

Пч/эмс – полоса пропускания фильтров ПЧ и ЭМС, Гц;

k – установленное разрешение по частоте в анализаторе, Гц.

7.6 Определение относительной погрешности установки полос пропускания фильтров промежуточной частоты (ПЧ) и фильтров электромагнитной совместимости (ЭМС)

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

7.6.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 3.

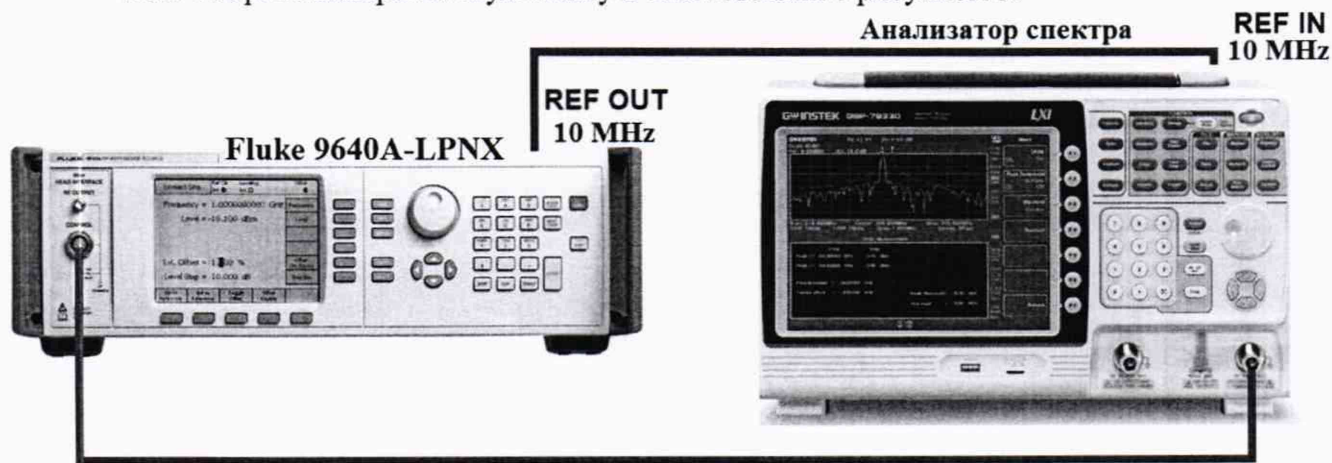


Рисунок 3

7.6.2 Установить на выходе калибратора сигнал с частотой 160 МГц и уровнем -30 дБмВт, калибратор 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: 160 МГц
- полоса пропускания: 1 МГц, далее значения устанавливать по п. 7.6.5
- полоса видеофильтра: авто
- полоса обзора: 1,5 x (полоса пропускания); (для полос пропускания 10 Гц и 30 Гц установить полосу обзора 100 Гц)
- опорный уровень: -30 дБм
- шкала: 1 дБ/дел
- аттенюатор: 0 дБ
- усреднение: 20

7.6.4 Включить автоматические измерения полосы пропускания, для этого в меню «Измерения» установить пункт «Полоса пропускания на уровне NdБ» в положение «Вкл». Дождаться окончания усреднения измерений.

7.6.5 Измерить полосу пропускания частот RBWизм при значении «NdБ» равном 3 дБ. Далее значения полос пропускания устанавливать из ряда: 300 кГц, 100 кГц, 30 кГц, 10 кГц, 3 кГц, 1 кГц, 300 Гц, 100 Гц, 30 Гц, 10 Гц.

7.6.6 Повторить измерения по п. п. 7.6.4, 7.6.5 для фильтров ЭМС, при этом значение пункта меню «НдБ» установить равным 6 дБ. Значения полос пропускания устанавливать из ряда: 200 Гц; 9 кГц; 120 кГц; 1 МГц.

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

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

где $RBW_{уст}$ – номинальное значение полосы пропускания, установленное в анализаторе;

$RBW_{изм}$ – измеренное по п.п. 7.6.5, 7.6.6 действительное значение полосы пропускания.

Результаты поверки считать положительными, если допускаемая относительная погрешность установки полос пропускания фильтров ПЧ и ЭМС находится в пределах:

±5 % - при полосе пропускания < 1 МГц;

±8 % - при полосе пропускания = 1 МГц.

7.7 Определение абсолютной погрешности измерения уровня сигнала

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 калибратора сигнал с частотой 160 МГц и уровнем 0 дБм, калибратора 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:

- предусилитель выключен
- центральная частота: 160 МГц
- полоса пропускания: 10 кГц
- полоса видеофильтра: 1 кГц
- полоса обзора: 100 кГц
- опорный уровень: 0 дБм
- шкала: 1 дБ/дел
- ослабление (аттенюатор): 10 дБ
- усреднение ≥ 40

7.7.4 С помощью функции «Поиск пика» измерить уровень сигнала.

7.7.5 Вычислить погрешность измерения уровня по формуле (4):

$$\Delta P = P_{изм} - P_{к}, \quad (4)$$

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

$P_{к}$ – установленный уровень сигнала на калибраторе.

7.7.6 Повторить измерения при включенном в анализаторе предусилителе. Для этого на анализаторе спектра изменить следующие параметры:

- предусилитель: включен
- опорный уровень: -30 дБм
- ослабление (аттенюатор): 0 дБ

7.7.7 Установить на выходе калибратора уровень сигнала по измерителю мощности -30 дБм. Повторить измерения по п.п. 7.7.4 - 7.7.5.

7.7.8 Повторить измерения в диапазоне частот от 1 МГц до верхнего предела. Для этого на анализаторе спектра изменить следующие параметры:

- предусилитель: выключен
- полоса пропускания: 10 кГц
- полоса видеофильтра: 1 кГц
- полоса обзора: 100 кГц
- опорный уровень: 0 дБм
- ослабление (аттенюатор): 10 дБ
- шкала: 10 дБ/дел
- усреднение ≥ 40

7.7.9 Установить на генераторе значения параметров согласно таблицы 6. Центральную частоту на анализаторе устанавливать равную частоте сигнала на выходе генератора. Повторить измерения по п.п. 7.7.4 - 7.7.5 при установленных параметрах согласно таблице 6.

Таблица 6

Частота сигнала, установленная на генераторе, МГц	Уровень сигнала на выходе генератора, дБм	Параметры анализатора
1	0; -10; -20; -30; -40; -50	по п. 7.7.8
	-50	по п. 7.7.8, опорный уровень: -50 дБм
10	0; -10; -20; -30; -40; -50	по п. 7.7.8
	-50	по п. 7.7.8, опорный уровень: -50 дБм
100	0; -10; -20; -30; -40; -50	по п. 7.7.8
	-50	по п. 7.7.8, опорный уровень: -50 дБм
500	0; -10; -20; -30; -40; -50	по п. 7.7.8
	-50	по п. 7.7.8, опорный уровень: -50 дБм
900	0; -10; -20; -30; -40; -50	по п. 7.7.8
	-50	по п. 7.7.8, опорный уровень: -50 дБм
1200	0; -10; -20; -30; -40; -50	по п. 7.7.8
	-50	по п. 7.7.8, опорный уровень: -50 дБм
1500	0; -10; -20; -30; -40; -50	по п. 7.7.8
	-50	по п. 7.7.8, опорный уровень: -50 дБм
1800	0; -10; -20; -30; -40; -50	по п. 7.7.8
	-50	по п. 7.7.8, опорный уровень: -50 дБм
2100	0; -10; -20; -30; -40; -50	по п. 7.7.8
	-50	по п. 7.7.8, опорный уровень: -50 дБм
2200	0; -10; -20; -30; -40; -50	по п. 7.7.8
	-50	по п. 7.7.8, опорный уровень: -50 дБм
2300	0; -10; -20; -30; -40; -50	по п. 7.7.8
	-50	по п. 7.7.8, опорный уровень: -50 дБм
2500	0; -10; -20; -30; -40; -50	по п. 7.7.8
	-50	по п. 7.7.8, опорный уровень: -50 дБм
2900	0; -10; -20; -30; -40; -50	по п. 7.7.8
	-50	по п. 7.7.8, опорный уровень: -50 дБм
3250 ¹⁾	0; -10; -20; -30; -40; -50	по п. 7.7.8
	-50	по п. 7.7.8, опорный уровень: -50 дБм

¹⁾ Только для модели GSP-79330A

Результаты поверки считать положительными, если значение погрешности, вычисленное по формуле (4) не превышает пределов :

- на частоте 160 МГц: $\pm 0,6$ дБ;
- в диапазоне частот от 1 МГц до 3,25 ГГц: $\pm 1,5$ дБ

7.8 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)

проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX и ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP-Z56.

7.8.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 3.

7.8.2 Установить на выходе калибратора сигнал с частотой 160 МГц и уровнем 0 дБм.

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:

- предусилитель выключен
- центральная частота: 160 МГц
- полоса пропускания: 10 кГц
- полоса видеополосы: 1 кГц
- полоса обзора: 100 кГц
- ослабление (аттенюатор): 10 дБ
- шкала: 1 дБ/дел
- опорный уровень: 0 дБм

7.8.4 Измерить при помощи маркера уровень сигнала на опорной частоте 160 МГц. Записать измеренное значение уровня в таблицу 7.

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

Таблица 7

Частота сигнала, установленная на калибраторе		Измеренное значение уровня $P_{изм}$, дБм	Допускаемые пределы неравномерности АЧХ, дБ	
с выключенным предусилителем	с включенным предусилителем		с выключенным предусилителем	с включенным предусилителем
160 МГц (опорная)		$P_{опорное} =$	-	-
100 кГц	-		±0,5	±0,6
300 кГц	-			
600 кГц	-			
1 МГц				
500 МГц				
900 МГц				
1200 МГц				
1500 МГц				
1800 МГц				
2300 МГц			±0,7	±0,8
2900 МГц				
3249 МГц ¹⁾				

¹⁾ Только для модели GSP-79330A

7.8.6 Вычислить значение неравномерности АЧХ анализатора по формуле (5):

$$\Delta \text{АЧХ} = P_{\text{опорное}} - P_{\text{изм}}, \quad (5)$$

где $P_{\text{опорное}}$ – значение уровня, дБм, измеренное анализатором на частоте 160 МГц;

$P_{\text{изм}}$ – значение уровня, дБм, измеренное на частотах из таблицы 7.

7.8.7 Включить в анализаторе предусилитель и установить значение ослабления (аттенюатор) равное 0 дБ. Повторить измерения по п.п. 7.8.4 - 7.8.6.

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения неравномерности АЧХ не превышают пределов, приведенных в таблице 7.

7.9 Определение погрешности измерений уровня сигнала из-за переключения входного аттенюатора

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

7.9.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 3.

7.9.2 Установить на выходе калибратора сигнал с частотой 160 МГц и уровнем -40 дБм. Калибратор перевести в режим работы по внешнему сигналу опорной частоты.

7.9.3 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:

- центральная частота: 160 МГц
- полоса пропускания: 10 кГц
- полоса видеофильтра: 1 кГц
- полоса обзора: 100 кГц
- ослабление (аттенюатор): 10 дБ
- шкала: 10 дБ/дел
- опорный уровень: -30 дБм
- усреднение: ≥ 40

7.9.4 Измерить уровень сигнала с помощью функции «Поиск пика». Записать измеренное значение в таблицу, как $P_{\text{опорное}}$. Далее установить настройки согласно таблице 8 и после окончания усреднения спектрограммы измерить амплитуду маркером. Измеренные значения $R_{\text{изм}}$ записать в таблицу 8.

Таблица 8

Ослабление внутреннего аттенюатора анализатора, дБ	Опорный уровень, дБм	Значение уровня выходного сигнала на генераторе, дБм	Измеренное значение уровня $R_{\text{изм}}$, дБм
10 ($A_{\text{опорное}}$)	-30	-40	$P_{\text{опорное}}$
0	-40	-50	
5	-35	-45	
15	-25	-35	
20	-20	-30	
25	-15	-25	
30	-10	-20	
35	-5	-15	
40	0	-10	
45	5	-5	
50	10	0	

7.9.5 Погрешность измерений уровня сигнала из-за переключения входного аттенюатора определить по формуле (6):

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

где $P_{\text{опорное}}$ – значение уровня сигнала, измеренное при ослаблении внутреннего аттенюатора анализатора 10 дБ;

$R_{\text{изм}}$ – значение уровня сигнала, измеренное при заданных из таблицы 8 значениях ослабления;

$A_{\text{опорное}}$ – значение ослабления 10 дБ, задаваемое внутренним аттенюатором анализатора;

A – значение ослабления внутреннего аттенюатора анализатора, задаваемое из таблицы 8.

Результаты поверки считать положительными, если вычисленные по формуле (6) значения погрешностей не превышают допустимых пределов, дБ:

- при значении ослабления внутреннего аттенюатора до 45 дБ вкл. $\pm 0,3$
- при значении ослабления внутреннего аттенюатора свыше 45 дБ $\pm 0,4$

7.10 Определение погрешности измерения уровня при изменении полосы пропускания

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 калибратора сигнал с частотой 160 МГц и уровнем 0 дБм. Калибратор 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: 160 МГц
 - полоса пропускания: 10 кГц
 - полоса обзора: 50 кГц
 - ослабление (аттенюатор): 10 дБ
 - шкала: 1 дБ/дел
 - опорный уровень: 0 дБм

7.10.4 Измерить уровень сигнала с помощью функции «Поиск пика» при полосе пропускания 10 кГц и записать в таблицу 9, как опорное значение. На анализаторе последовательно устанавливать полосы пропускания из таблицы 9, 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-маркер». Маркер устанавливать на пик сигнала.

Таблица 9

Значение полосы пропускания анализатора	Полоса обзора	Отклонение уровня сигнала,
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 амплитуды при установленных полосах пропускания относительно опорной 10 кГц не превышает $\pm 0,25$ дБ.

7.11 Определение относительного уровня гармонических искажений

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

7.11.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 4.

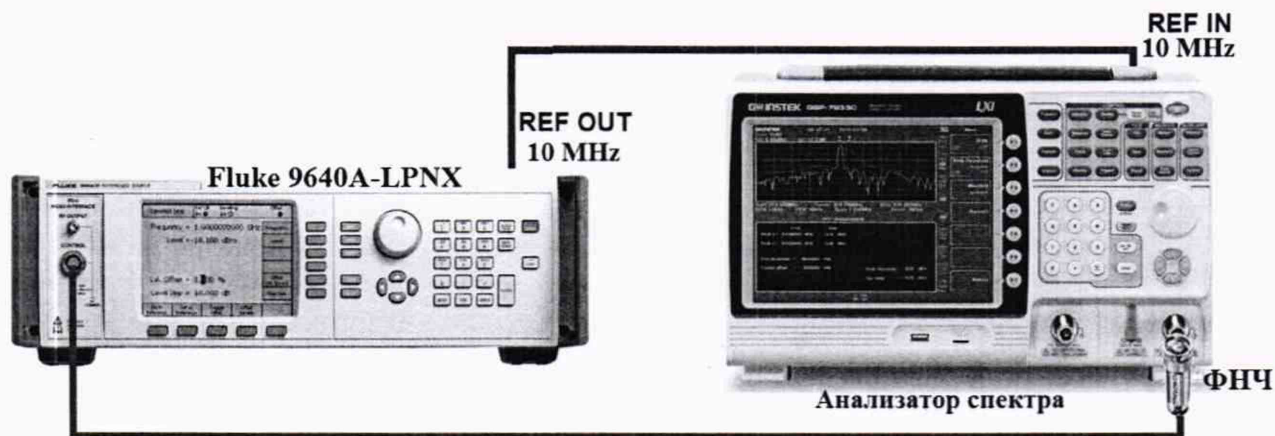


Рисунок 4

7.11.2 Установить на выходе калибратора сигнал с частотой 450 МГц и уровнем -30 дБм.

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:
 - предусилитель выключен
 - центральная частота: 450 МГц
 - полоса обзора: 500 Гц
 - полоса пропускания: 10 Гц
 - видеофильтр: авто
 - опорный уровень: -30 дБм
 - ослабление (аттенюатор): 0 дБ
 - усреднение 20

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

7.11.5 Значение относительного уровня гармонических искажений U_r определить по формуле (7):

$$U_r = P_{2f1} - P_{f1}, \quad (7)$$

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

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

Результаты поверки считать положительными, если значения относительного уровня гармонических искажений, вычисленные по формуле (7) не более -35 дБн для частоты сигнала 450 МГц и не более -60 дБн для частоты сигнала 900 МГц.

7.12 Определение уровня фазовых шумов

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 калибратора сигнал с частотой 1 ГГц и уровнем 0 дБм, калибратор 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: 1 ГГц
 - полоса обзора: 100 кГц
 - полоса пропускания: 1 кГц
 - видеофильтр: 10 Гц
 - опорный уровень: 0 дБм
 - ослабление (аттенюатор): 10 дБ
 - усреднение: 20

7.12.4 Нажать кнопку «Поиск пика» для установки маркера анализатора на максимальный уровень сигнала. Затем включить в меню «Маркер» режим дельта-маркера. Отстроить дельта-маркер от сигнала на 10 кГц, и измерить уровень сигнала, дБ, при данной отстройке ΔMkr1 . Привести данный уровень к полосе 1 Гц, рассчитав значение уровня фазовых шумов $P_{\text{ФШ}}$ по формуле (8):

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

где ΔMkr1 – уровень сигнала при отстройке от несущего сигнала, дБ

7.12.5 Повторить измерения для отстройки на 100 кГц при установленной полосе обзора 500 кГц.

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

- при отстройке на 10 кГц: -86 дБн/Гц
- при отстройке на 100 кГц: -95 дБн/Гц

7.13 Определение уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка
проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального Fluke 9640A-LPNX и генератора сигналов N5181A.

7.13.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 5.

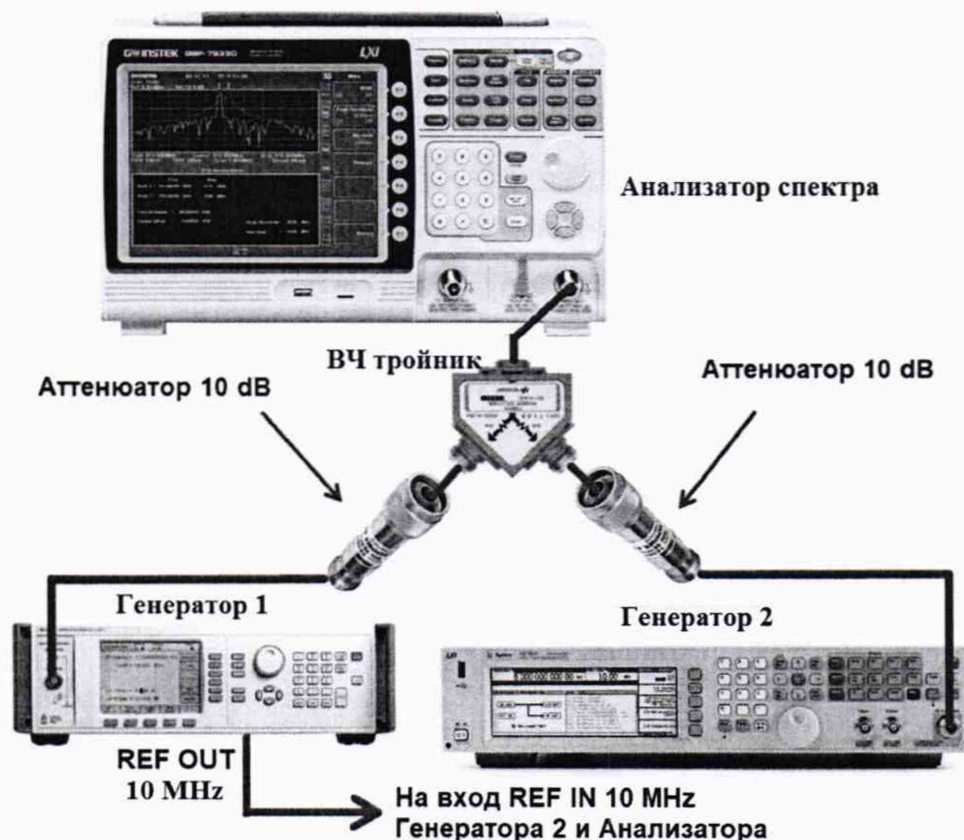


Рисунок 5

7.13.2 На генераторе 1 установить частоту $f_1 = 500$ МГц, уровень -14 дБм; на генераторе 2 установить частоту $f_2 = 501$ МГц, уровень -14 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 = частоте генератора 1
 - полоса обзора: 10 МГц
 - полоса пропускания: 100 кГц
 - видеофильтр: авто
 - опорный уровень: -30 дБм
 - предусилитель выключен
 - ослабление (аттенюатор): 0 дБ
 - усреднение: 20

7.13.4 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 -30 дБм. Записать измеренный уровень $P(f_1)$ и $P(f_2)$ на частотах f_1 и f_2 соответственно.

7.13.5 Рассчитать частоты интермодуляции:

$$\begin{aligned} \text{Частота нижнего бокового тона, МГц: } & 2f_1 - f_2, \\ \text{Частота верхнего бокового тона, МГц: } & 2f_2 - f_1, \end{aligned}$$

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

Измерить уровни с помощью маркера на частотах интермодуляции при следующих установках анализатора:

- центральная частота = частоте нижнего/ верхнего бокового тона
- полоса обзора: 100 Гц
- полоса пропускания: 10 Гц
- видеофильтр: авто
- опорный уровень: -30 дБм
- предусилитель выключен
- ослабление (аттенюатор): 0 дБ
- усреднение: ≥ 20

Дождаться усреднения спектрограммы. Записать измеренные уровни на частотах нижнего и верхнего бокового тона.

7.13.9 Рассчитать точку пересечения третьего порядка (ТОИ) по формулам (9) и (10):

$$\text{ТОИ} = P(f_1) + (P(f_2) - P(2f_1 - f_2)) / 2, \quad (9)$$

$$\text{ТОИ} = P(f_2) + (P(f_1) - P(2f_2 - f_1)) / 2, \quad (10)$$

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 проверки считать положительными, если значения точки пересечения третьего порядка (ТОИ), вычисленные по формулам (9) и (10) не менее +1 дБ.

7.14 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 дБм, усреднение ≥ 40 .

7.14.1 На вход анализатора спектра подключить согласованную нагрузку 50 Ом.

7.14.2 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 выключен
- аттенюатор: 0 дБ
- полоса пропускания: авто
- полоса видеофильтра: авто
- опорный уровень: -60 дБм
- усреднение: ≥ 40
- центральную частоту устанавливать в соответствии с таблицей 10

7.14.3 Дождаться окончания усреднения спектрограммы.

7.14.4 При помощи меню «Поиск пика» произвести измерения максимального уровня отображаемой шумовой дорожки на экране прибора. Записать частоту максимально измеренного значения уровня F_{max} в таблицу 10.

7.14.5 Установить частоту, определенную по п. 7.14.4 в качестве центральной. Для этого войти в меню «Маркер→» и выбрать функцию «Мрк→Центр».

7.14.6 На анализаторе выполнить следующие установки: полоса пропускания 10 Гц, видеофильтр 10 Гц, полоса обзора 500 Гц. Дождаться окончания усреднения спектрограммы. Определить максимальный уровень отображаемой шумовой дорожки при данных установках. Записать измеренный уровень собственных шумов в таблицу 10.

7.14.7 Повторить измерения для остальных частот, указанных в таблице 10.

7.14.8 Повторить измерения по п.п. 7.14.1 - 7.14.6, включив в меню «Уровень» встроенный предусилитель.

Таблица 10

Центральная частота, установленная на анализаторе		Частота максимального измеренного значения уровня, Гц	Измеренный уровень собственных шумов, дБм	
с выключенным предусилителем	с включенным предусилителем		с выключенным предусилителем	с включенным предусилителем
-	-	F_{max}		
50,01 кГц	100,01 кГц			
300,01 кГц	300,01 кГц			
600,01 кГц	600,01 кГц			
900,01 кГц	900,01 кГц			
3,01 МГц	3,01 МГц			
6,01 МГц	6,01 МГц			
9,01 МГц	9,01 МГц			
300,01 МГц	300,01 МГц			
600,01 МГц	600,01 МГц			
900,01 МГц	900,01 МГц			
1200,01 МГц	1200,01 МГц			
1500,01 МГц	1500,01 МГц			
1800,01 МГц	1800,01 МГц			
2100,01 МГц	2100,01 МГц			
2400,01 МГц	2400,01 МГц			
2700,01 МГц	2700,01 МГц			
2999,99 МГц	2999,99 МГц			
3249 МГц ¹⁾	3249 МГц ¹⁾			

¹⁾ Только для модели GSP-79330A

Результаты поверки считать положительными, если уровень собственных шумов анализатора не превышает значений, приведенных в таблице 11.

Таблица 11

Наименование характеристик	Значения характеристик
Средний уровень собственных шумов, дБм, не более	
С выключенным предусилителем, в диапазонах частот:	
от 9 кГц до 100 кГц	-93
св. 100 кГц до 1 МГц	$-90-3 \cdot (f^2/100)$
св. 1 МГц до 2,7 ГГц	-112
св. 2,7 ГГц до Fвп ¹⁾	-106
С включенным предусилителем, в диапазонах частот:	
св. 100 кГц до 1 МГц	$-108-2 \cdot (f/100)$
св. 1 МГц до 10 МГц	-134
св. 10 МГц до Fвп	$-134+3 \cdot (f/10^6)$
¹⁾ Здесь и далее Fвп – значение верхнего предела диапазона рабочих частот, ГГц, в зависимости от модели анализатора	
²⁾ Где f – частота, на которой измеряется уровень, кГц	

7.15 Определение метрологических характеристик следящего генератора

проводить методом прямых измерений с помощью ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP-Z56 (при установленной в анализаторе опции следящего генератора).

7.15.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 6.



Рисунок 6

7.15.2 Задать на выходе следящего генератора уровень выходного сигнала -10 дБм и установить частоту сигнала 160 МГц. Установки выполнить в соответствии с руководством по эксплуатации.

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

7.15.4 Вычислить значение абсолютной погрешности установки уровня $\Delta P_{\text{опор}}$ по формуле (11):

$$\Delta P_{\text{опор}} = P_{\text{уст}} - P_{\text{опор}}, \quad (11)$$

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

$P_{\text{опор}}$ – значение уровня, измеренное ваттметром на частоте 160 МГц, дБм.

Результаты измерений уровня сигнала на выходе следящего генератора считать положительными, если значение абсолютной погрешности, вычисленное по формуле (11) не превышает пределов, дБ: $\pm 0,5$.

7.15.5 Провести измерение уровня сигнала с помощью ваттметра на частотах согласно таблицы 12. Записать измеренные значения P_f .

Таблица 12

Частота сигнала, установленная на следящем генераторе, МГц	Значение уровня выходного сигнала на следящем генераторе, дБм	Измеренное ваттметром значение уровня выходного сигнала P_f , дБм
0,2	-10	
20	-10	
160	-10	$P_{\text{опор}}$
200	-10	
500	-10	
800	-10	
1000	-10	
1400	-10	
1900	-10	
2400	-10	
2700	-10	
3000	-10	
3250 ¹⁾	-10	

¹⁾ Только для модели GSP-79330A

7.15.6 Вычислить значение неравномерности АЧХ по формуле (12):

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

где $P_{\text{опор}}$ – значение уровня, измеренное ваттметром на частоте 160 МГц, дБм;
 P_f – значения уровня, измеренные ваттметром, согласно таблицы 12, дБм.

Результаты измерений неравномерности АЧХ считать положительными, если полученные по формуле (12) значения не превышают пределов, дБ: ± 2 .

7.15.7 Установить частоту сигнала на выходе следящего генератора 160 МГц, уровень сигнала 0 дБм. Измерить уровень сигнала ваттметром и записать в таблицу 13, как P_a .

7.15.8 Вычислить значение абсолютной погрешности установки уровня сигнала из-за переключения аттенюатора генератора относительно опорного уровня -10 дБм по формуле (13):

$$\Delta P_a = P_{\text{уст}} - \Delta P_{\text{опор}} - P_a, \quad (13)$$

где $P_{\text{уст}}$ – значение уровня на выходе генератора, устанавливаемое по индикатору испытуемого прибора;

$\Delta P_{\text{опор}}$ – значение абсолютной погрешности установки уровня $P_{\text{опор}}$, вычисленное по формуле (11);

P_a – значение уровня, измеренное ваттметром.

7.15.9 Повторить измерения по п. 7.15.7 - 7.15.8 для уровней сигнала с выхода генератора, согласно таблицы 13.

Таблица 13

Значение уровня выходного сигнала на следующем генераторе $P_{уст}$, дБм	Измеренное ваттметром значение уровня выходного сигнала P_a , дБм	Значение абсолютной погрешности установки уровня сигнала из-за переключения аттенюатора генератора
0		
-20		
-30		
-40		

Результаты измерений считать положительными, если вычисленные по формуле (13) значения абсолютной погрешности установки уровня сигнала из-за переключения аттенюатора генератора относительно опорного уровня -10 дБм не превышают допустимых пределов, дБ: ± 1 .

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

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

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

Начальник отдела испытаний и сертификации
АО «ПриСТ»



С.А. Корнеев

Таблица 13

Значение уровня выходного сигнала на следующем генераторе $P_{уст}$, дБм	Измеренное ваттметром значение уровня выходного сигнала P_a , дБм	Значение абсолютной погрешности установки уровня сигнала из-за переключения аттенюатора генератора
0		
-20		
-30		
-40		

Результаты измерений считать положительными, если вычисленные по формуле (13) значения абсолютной погрешности установки уровня сигнала из-за переключения аттенюатора генератора относительно опорного уровня -10 дБм не превышают допускаемых пределов: ± 1 дБ.

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

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

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

Начальник отдела испытаний и сертификации
АО «ПриСТ»



С.А. Корнеев