



**Закрытое Акционерное Общество «АКТИ-Мастер»
АКТУАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАТИКА**

127254, Москва, Огородный проезд, д. 5, стр. 5
тел./факс (495)926-71-85 E-mail: post@actimaster.ru
<http://www.actimaster.ru>

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ЗАО «АКТИ-Мастер»



 В.В. Федулов

22 » марта 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Анализаторы сигналов серии S3503

**Методика поверки
S3503МП-2017**

Заместитель генерального директора
по метрологии ЗАО «АКТИ-Мастер»



Д.Р. Васильев

г. Москва
2017

Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы сигналов серии S3503, модели S3503A, S3503B, S3503C, S3503D, S3503E, S3503F (далее – анализаторы), изготавливаемые компанией “Saluki Technology Inc.”, Тайвань, и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр и подготовка к поверке	6	да	да
Опробование	7.2		
Идентификация	7.2.1	да	да
Диагностика	7.2.2	да	да
Проверка синхронизации	7.2.3	да	да
Проверка диапазона частот	7.2.4	да	да
Определение метрологических характеристик	7.3		
Определение усредненного уровня собственных шумов	7.3.1	да	да
Определение погрешности частоты опорного генератора	7.3.2	да	да
Определение погрешности измерения частоты в режиме частотомера	7.3.3	да	нет
Определение уровня фазовых шумов	7.3.4	да	да
Определение погрешности измерения уровня мощности на частоте 500 MHz	7.3.5	да	да
Определение неравномерности АЧХ на частотах от 10 MHz до 18 GHz	7.3.6	да	да
Определение неравномерности АЧХ на частотах от 10 Hz до 10 MHz	7.3.7	да	да
Определение неравномерности АЧХ на частотах от 18 до 40 GHz (модели E, F)	7.3.8	да	да
Определение погрешности измерения уровня мощности, связанной со значениями полосы пропускания	7.3.9	да	нет
Определение уровня интермодуляционных искажений третьего порядка (TOI)	7.3.10	да	нет

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Для проведения поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

2.2 Средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь документы о поверке.

Таблица 2 – Средства поверки

№	Наименование средства поверки	Номер пункта методики	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер
1	2	3	4	5
Средства измерений				
1	Генератор сигналов НЧ	7.2.4	уровень напряжения 100 mV rms частотой 3 Hz на нагрузку 50 Ω	Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений SRS DS360; рег. № 45344-10
2	Генератор сигналов СВЧ # 1	7.2.4 7.3.3 7.3.4 7.3.5 7.3.6 7.3.7 7.3.8 7.3.10	диапазон частот в соответствии с частотным диапазоном модели поверяемого анализатора; диапазон воспроизведения уровня мощности от -50 до 0 dBm; уровень фазовых шумов на частоте 1 GHz при отстройке 20 kHz не более -130 dBc/Hz	Генератор сигналов Agilent (Keysight) E8257D с опциями 1E1, 520 для моделей прибора A, B, C, D; с опциями 1E1, 540 для моделей прибора E, F; рег. № 53941-13
3	Генератор сигналов СВЧ # 2	7.3.10	уровень мощности от -10 до 0 dBm на частоте 1 GHz	Генератор сигналов Agilent (Keysight) E8257D с опцией 520; рег. № 53941-13
4	Стандарт частоты	7.3.2	относительная погрешность частоты 10 MHz не более $\pm 1 \cdot 10^{-8}$; уровень сигнала от 0 до +10 dBm	Стандарт частоты рубидиевый Stanford Research Systems FS725; рег. № 31222-06
5	Частотомер	7.3.2	разрешение на частоте 10 MHz не менее 8 разрядов (0.1 Hz); вход синхронизации 10 MHz	Частотомер универсальный Tektronix FCA3000; рег. № 51532-12
6	Калибратор переменного напряжения	7.3.7	относительная погрешность установки амплитуды синусоидального напряжения 0.2 V _{p-p} на частотах от 10 Hz до 10 MHz не более $\pm 2 \%$	Калибратор универсальный Fluke 9100 с опцией 250 или 600; рег. № 25985-09
7	Ваттметр СВЧ проходящей мощности	7.3.5 7.3.6	относительная погрешность измерения уровня мощности: от -50 до -10 dBm на частоте 500 MHz не более ± 0.1 dB; -10 dBm на частотах от 10 MHz до 2 GHz не более ± 0.2 dB; на частотах от 2 до 4 GHz не более ± 0.3 dB; на частотах от 4 до 18 GHz не более ± 0.5 dB	Ваттметр проходящей мощности СВЧ Rohde & Schwarz NRP-Z28; рег. № 43643-10
8	Ваттметр СВЧ поглощаемой мощности (для моделей E, F)	7.3.8	относительная погрешность измерения уровня мощности -10 dBm на частоте 500 MHz не более ± 0.25 dB; на частотах от 18 до 40 GHz не более ± 0.65 dB	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ Rohde & Schwarz NRP-Z56; рег. № 43642-10

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Принадлежности (в соответствии с типом СВЧ разъемов анализатора и средств поверки)				
1	Кабели ВЧ	7.2, 7.3	BNC / N / 3.5 mm / 2.92 mm / 2.4 mm	-
2	Адаптеры	7.2, 7.3	BNC / N / 3.5 mm / 2.92 mm / 2.4 mm	-
3	Нагрузка согласованная	7.3.1	50 Ω; N / 3.5 mm / 2.4 mm	-
4	Делитель мощности	7.3.8 7.3.10	2.92 mm (f) (для моделей прибора E, F)	Anritsu K240C

2.3 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых анализаторов с требуемой точностью.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица с высшим или среднетехническим образованием, имеющие практический опыт в области радиотехнических измерений.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

4.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения анализатора необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение анализатора к сети должно производиться с помощью сетевого кабеля из комплекта анализатора;
- заземление анализатора и средств поверки должно производиться посредством заземляющих контактов сетевых кабелей;
- присоединения анализатора и оборудования следует выполнять при отключенных входах и выходах (отсутствии напряжения на разъемах);
- запрещается подавать на вход анализатора сигнал с уровнем, превышающим максимально допустимое значение;
- запрещается работать с анализатором при снятых крышках или панелях;
- запрещается работать с анализатором в условиях температуры и влажности, выходящих за пределы рабочего диапазона, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ;
- запрещается работать с анализатором в случае обнаружения его повреждения.

5 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха 23 ± 5 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106.7 кПа.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Внешний осмотр

- 6.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяются:
- чистота и исправность разъемов, отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов анализатора;
 - сохранность органов управления, четкость фиксации их положений;
 - правильность маркировки и комплектность анализатора.

6.1.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого анализатора, его направляют в сервисный центр для ремонта.

6.2 Подготовка к поверке

6.2.1 Перед началом работы следует изучить руководство по эксплуатации анализатора, а также руководства по эксплуатации применяемых средств поверки.

6.2.3 Подсоединить анализатор и средства поверки к сети электропитания 220 V; 50 Hz. Сетевые кабели анализатора и поверочного оборудования следует присоединить к одной и той же сетевой линии электропитания.

Включить питание анализатора и средств поверки.

6.2.3 Перед началом выполнения операций средства поверки и анализатор должны быть выдержаны во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева анализатора 60 min.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Общие указания по проведению поверки

В процессе выполнения операций результаты заносятся в протокол поверки. Полученные результаты должны укладываться в пределы допускаемых значений, которые указаны в таблицах настоящего раздела документа. При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить операцию. При повторном отрицательном результате анализатор следует направить в сервисный центр для проведения регулировки или ремонта.

7.2 Опробование

7.2.1 Идентификация

7.2.1.1 Нажать на анализаторе клавишу **System/Local**, затем боковую клавишу **Config Info, Print Config Info**.

На дисплее должны отобразиться серийный номер анализатора (Instrument Number), номер версии программного продукта (Version) и перечень установленных опций.

7.2.1.2 Записать в столбец 2 таблицы 7.2 результат проверки идентификационных данных (номера версии) программного продукта.

7.2.2 Диагностика

7.2.2.1 Нажать клавишу **Preset**.

7.2.2.2 Нажать клавишу **System/Local**, затем боковую функциональную клавишу **Self-Test**, затем клавишу **Start**.

Выждать до завершения процедуры диагностики. Нажать клавишу **Esc**.

7.2.2.3 Нажать боковую функциональную клавишу **Align**, затем клавишу **Align ALL**.
Выждать до завершения процедуры автоподстройки. Нажать клавишу **Esc**.
Записать в столбец 2 таблицы 7.2 результат диагностики.

7.2.3 Проверка синхронизации

7.2.3.1 Используя соответствующие адаптеры, соединить кабелем BNC разъем “10MHz Out” на задней панели анализатора с входом “RF 1 In” на его передней панели.

7.2.3.2 Нажать клавишу **Preset**.

7.2.3.3 Нажать клавишу **Ampt**, установить **Ref Level** + 10 dBm.

7.2.3.4 Установить на анализаторе центральную частоту **Center Freq** 10 MHz, полосу обзора **Span** 1 kHz.

Убедиться в том, что на дисплее наблюдается сигнал синхронизации.

7.2.3.5 Нажать клавишу **Marker Funct, Marker Count, On**.

Проверить частотный отсчет маркера; он должен быть равен 10 000 000.000 Hz.

Записать результат проверки в таблицу 7.2.

7.2.3.6 Отсоединить кабель и адаптеры от анализатора.

7.2.4 Проверка диапазона частот

7.2.4.1 Выполнить проверку нижней частоты диапазона по следующей процедуре.

1) Соединить кабелем BNC, используя соответствующие адаптеры, выход генератора НЧ с входом “RF 1 In” анализатора.

2) Установить на генераторе НЧ частоту синусоидального сигнала 3 Hz, уровень сигнала 0.1 V_{rms} на нагрузку 50 Ω.

3) Нажать на анализаторе клавишу **Preset**.

4) Сделать на анализаторе установки:

- связь по входу **Input/Output, Input Couple DC**
- центральная частота **Center Freq** 3 Hz, полоса обзора **Span** 10 Hz;
- отсчет в единицах напряжения **Amptd, More 1/2; Y Axis Unit, V**.

5) Нажать на анализаторе клавишу **Peak**.

Убедиться в наличии на дисплее сигнала частотой 3 Hz и уровнем примерно 100 mV.

Записать результат проверки в таблицу 7.2.

7.2.4.2 Выполнить проверку верхней частоты диапазона по следующей процедуре.

1) Выполнить соединения анализатора с генератором СВЧ:

- используя соответствующие кабель СВЧ и адаптеры, соединить выход генератора СВЧ с входом “RF 1 In” анализатора;

- соединить кабелем BNC выход синхронизации “10 MHz Out” анализатора с входом синхронизации “10 MHz In” генератора СВЧ.

2) Установить на генераторе СВЧ уровень сигнала –10 dBm и частоту сигнала, равную верхней частоте диапазона анализатора (столбец 3 таблицы 7.2).

3) Нажать на анализаторе клавишу **Preset**.

4) Сделать установки на анализаторе:

- центральная частота **Center Freq**, равная верхней частоте диапазона анализатора (столбец 3 таблицы 7.2);

- полоса обзора **Span** 20 kHz.

Убедиться в наличии сигнала на дисплее анализатора.

5) Нажать на анализаторе клавишу **Peak**.

Записать результат проверки в таблицу 7.2.

Таблица 7.2 – Опробование (идентификация и функциональное тестирование)

Содержание проверки	Результат проверки	Критерий проверки
1	2	3
Серийный (заводской) номер		совпадает с номером на задней панели
Номер версии программного продукта		номер версии не ниже V1.9.07
Диагностика (Self Test)		сообщения об ошибках отсутствуют
Автоподстройка (Align)		сообщения об ошибках отсутствуют
Проверка сигнала синхронизации		сигнал синхронизации частотой 10000000.000 Hz
Проверка нижней частоты диапазона		отсчет маркера 3 Hz
Проверка верхней частоты диапазона		
модель S3503A		отсчет маркера 4 GHz
модель S3503B		отсчет маркера 9 GHz
модель S3503C		отсчет маркера 13.2 GHz
модель S3503D		отсчет маркера 18 GHz
модель S3503E		отсчет маркера 26.5 GHz
модель S3503F		отсчет маркера 40 GHz

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение усредненного уровня собственных шумов

7.3.1.1 Установить на вход “RF 1 In” анализатора согласованную нагрузку 50 Ω, используя, при необходимости, соответствующий адаптер.

7.3.1.2 Нажать на анализаторе клавишу **Preset**.

Для анализатора с опцией предварительного усилителя H34 отключить его клавишей **Ampt, Preamplifier Off**.

7.3.1.3 Установить на анализаторе:

- опорный уровень **Ampt, Ref Level** –40 dBm;
- усреднения **Meas Setup, Average Num, 10; Trace, Trace Average**.

7.3.1.4 Задать значения начальной и конечной частот полосы обзора **Start Freq, Stop Freq**, как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.3.1.

7.3.1.5 Найти максимум сигнала нажатием клавиши **Peak**, затем клавишами **Marker→, Mkr->CF** установить маркер на центр дисплея.

7.3.1.6 Включить функцию измерения шумов **Marker Funct, Noise Marker, On**.

Установить параметры:

- полоса обзора **Span** 100 Hz;
- полоса пропускания **BW, RBW** 1 Hz;
- аттенюатор **Amptd, Ref Level** –80 dBm, **Attenuation, Mech Atten Man**, 0 dB.
- режим измерения **Meas Setup, More 1/2, RF Gain Sensitivity Man, Best for Sensitivity**.

Дождаться завершения усреднений.

Записать отсчет маркера [dBm/Hz] в столбец 3 таблицы 7.3.1.

7.3.1.7 Выполнить действия по пунктам 7.3.1.2 – 7.3.1.6 для остальных значений начальной и конечной частоты, указанных в столбцах 1 и 2 таблицы 7.3.1, заканчивая значениями частот в соответствии с диапазоном частот модели анализатора.

Таблица 7.3.1 – Усредненный уровень собственных шумов без опции предусилителя Н34 или с опцией Н34 при выключенном предусилителе

Начальная частота (Start Freq)	Конечная частота (Stop Freq)	Измеренное значение уровня шумов (Marker), dBm/Hz	Верхний предел допускаемых значений уровня шумов, dBm/Hz
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
10 MHz	1 GHz		– 153
1 GHz	2 GHz		– 151
2 GHz	3 GHz		– 150
3 GHz	3.6 GHz		– 148
3.6 GHz	4 GHz		– 145
4 GHz	4.4 GHz		– 148
4.4 GHz	9 GHz		– 150
9 GHz	13.2 GHz		– 148
13.2 GHz	18 GHz		– 148
18 GHz	26.5 GHz		– 143
26.5 GHz	40 GHz		– 140

7.3.1.8 Для анализатора без опции предварительного усилителя Н34 перейти к пункту 7.3.1.11.

Для анализатора с опцией предварительного усилителя Н34 перейти к пункту 7.3.1.9.

7.3.1.9 Включить предварительный усилитель клавишей **Ampt, Preamp** **On**.

7.3.1.10 Выполнить действия по пунктам 7.3.1.2 – 7.3.1.7 для значений начальной и конечной частоты, указанных в столбцах 1 и 2 таблицы 7.3.1а.

Записывать измеренные значения усредненного уровня шумов в столбец 3 таблицы 7.3.1а.

7.3.1.11 Отсоединить согласованную нагрузку от входа анализатора.

Таблица 7.3.1а – Усредненный уровень собственных шумов с включенным предусилителем Н34

Начальная частота (Start Freq)	Конечная частота (Stop Freq)	Измеренное значение уровня шумов (Marker), dBm/Hz	Верхний предел допускаемых значений уровня шумов, dBm/Hz
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
10 MHz	2 GHz		– 162
2 GHz	3 GHz		– 160
3 GHz	3.6 GHz		– 156
3.6 GHz	4 GHz		– 155
4 GHz	4.4 GHz		– 155
4.4 GHz	9 GHz		– 155
9 GHz	13.2 GHz		– 154
13.2 GHz	18 GHz		– 154
18 GHz	26.5 GHz		– 154
26.5 GHz	40 GHz		– 150

7.3.2 Определение погрешности частоты опорного генератора

7.3.2.1 Выполнить соединения оборудования:

- соединить кабелем BNC выход “10 MHz” стандарта частоты с разъемом “Ref In” частотомера;
- соединить кабелем BNC выход “10 MHz Out” анализатора с входным разъемом “ChA” частотомера.

7.3.2.2 Установить частотомер в режим измерения частоты с автоматическим выбором. Записать отсчет частотомера в таблицу 7.3.2.

Таблица 7.3.2 – Погрешность частоты опорного генератора

Номинальное значение частоты, MHz	Нижний предел допускаемых значений, MHz	Измеренное значение частоты, MHz	Верхний предел допускаемых значений, MHz
10	10.000 000 – ΔF		10.000 000 + ΔF

$\Delta F = (1 \cdot T + 0.55) \text{ Hz}$, T – время в годах после подстройки опорного генератора

7.3.3 Определение погрешности измерения частоты в режиме частотомера

7.3.3.1 Выполнить соединения оборудования:

- используя соответствующие кабель СВЧ и адаптеры, соединить выход генератора СВЧ с входом “RF 1 In” анализатора;
- соединить кабелем BNC выход синхронизации “10 MHz Out” анализатора с входом синхронизации “10 MHz In” генератора СВЧ.

7.3.3.2 Нажать на анализаторе клавишу **Preset**.

Установить связь по входу **Input/Output, Input Couple DC**.

Установить режим частотомера клавишей **Marker Funct, Marker Count, On**.

7.3.3.3 Установить на генераторе СВЧ уровень сигнала –10 dBm и значение частоты сигнала, как указано в столбце 1 таблицы 7.3.3.

7.3.3.4 Сделать установки на анализаторе:

- значение центральной частоты **Center Freq**, как указано в столбце 1 таблицы 7.3.3;
- полоса обзора **Span 1 kHz**.

Убедиться в наличии сигнала на дисплее анализатора.

7.3.3.5 Нажать клавишу **Peak**, выждать до появления отсчета частотомера.

Записать отсчет маркера в таблицу 7.3.3 (для ускорения можно один – два раза нажать клавишу **Single**, а затем клавишу **Cont**).

Таблица 7.3.3 – Погрешность измерения частоты в режиме частотомера

Значение частоты	Нижний предел допускаемых значений, Hz	Измеренное значение частоты, Hz	Верхний предел допускаемых значений, Hz
1	2	3	4
1 MHz	999 999.9		1 000 000.1
10 MHz	9 999 999.9		10 000 000.1
100 MHz	99 999 999.9		100 000 000.1
1 GHz	999 999 999.9		1 000 000 000.1

7.3.3.6 Устанавливать следующие значения частоты на генераторе и соответствующие значения центральной частоты на анализаторе, как указано в таблице 7.3.3.

Выполнять действия по пункту 7.3.3.5.

7.3.4 Определение уровня фазовых шумов

Соединение оборудования – по предыдущей операции.

7.3.4.1 Установить на генераторе СВЧ частоту 1 GHz, уровень 0 dBm.

7.3.4.2 Сделать установки на анализаторе:

- **Preset, Align, Align ALL;**
- центральная частота **Center Freq** 1 GHz;
- масштаб по вертикали **Amptd/YScale** 15 dB;
- усреднения **Meas Setup, Average Num** 100; **Trace, Trace Average;**
- функция измерений шумов **Marker Funct, Noise Marker, On.**

7.3.4.3 Ввести на анализаторе полосу обзора **Span** 40 kHz.

При необходимости подстроить уровень на генераторе так, чтобы пик сигнала находился на верхней линии дисплейной сетки.

7.3.4.4 Активировать функцию измерений шумов **Marker Funct, Noise Marker, On.**
Ввести дельта-маркер **Peak, Marker, Delta.**

7.3.4.5 Поместить дельта-маркер на частоту с положительной отстройкой 10 kHz от центральной частоты. Записать отсчет **Noise** дельта-маркера в столбец 3 таблицы 7.3.4 (можно нажать несколько раз клавишу **Single** и записать среднее значение, затем перейти в непрерывный режим нажатием клавиши **Cont**).

Поместить дельта-маркер на частоту с отрицательной отстройкой 10 kHz от центральной частоты. Записать аналогичным образом отсчет **Noise** дельта-маркера.

Отключить маркер боковой клавишей **Marker, Off.**

7.3.4.6 Выполнить действия по пунктам 7.3.4.3 – 7.3.4.5 для полосы обзора 400 kHz и отстройки 100 kHz.

Таблица 7.3.4 – Уровень фазовых шумов

Полоса обзора (Span)	Отстройка от центральной частоты	Отсчет дельта-маркера, dBc/Hz	Верхний предел допускаемых значений, dBc/Hz
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
40 kHz	+ 10 kHz		– 123
	– 10 kHz		
400 kHz	+ 100 kHz		– 124
	– 100 kHz		

7.3.5 Определение погрешности измерения уровня мощности на частоте 500 MHz

7.3.5.1 Подготовить к работе ваттметр СВЧ проходящей мощности, выполнить установку нуля ваттметра, ввести количество усреднений **Averaging, Manual 128**.

7.3.5.2 Используя соответствующие адаптеры, выполнить соединения:

- соединить кабелем BNC выход синхронизации “10 MHz Out” анализатора с входом синхронизации “10 MHz In” генератора СВЧ;
- присоединить разъем кабеля СВЧ ваттметра к выходу генератора СВЧ;
- присоединить выходной разъем преобразователя мощности ваттметра к входу “RF 1 In” анализатора.

7.3.5.3 Сделать установки на анализаторе:

- **Preset, Align, Align ALL**;
- для анализатора с опцией предварительного усилителя (Н34) **Ampt, Preamplifier Off**;
- связь по входу **Input/Output, Input Couple DC**;
- ослабление аттенюатора **Amptd/YScale, Attenuation 10 dB**;
- усреднения **Meas Setup, Average Num 100; Trace, Trace Average**;
- центральная частота **Center Freq 500 MHz**;
- полоса обзора **Span 10 MHz (RBW Auto 100 kHz)**.

7.3.5.4 Установить на генераторе СВЧ частоту 500 MHz, уровень -4 dBm.

7.3.5.5 Ввести на ваттметре СВЧ значение частоты 500 MHz.

7.3.5.6 Подстроить уровень генератора СВЧ так, чтобы отсчет на ваттметре СВЧ был равен -10.00 dBm.

7.3.5.7 Нажать на анализаторе клавишу **Peak**.

Записать отсчет маркера в столбец 3 таблицы 7.3.5.

7.3.5.8 Устанавливать далее на генераторе СВЧ значения уровня таким образом, чтобы отсчеты ваттметра были равны значениям, указанным в столбце 1 таблицы 7.3.5.

Нажимать каждый раз при новом значении уровня клавишу **Peak** на анализаторе и записывать отсчеты маркера в столбец 3 таблицы 7.3.5.

7.3.5.9 Отключить на анализаторе маркер боковой клавишей **Marker, Off**.

7.3.5.10 Для анализатора без опции предварительного усилителя Н34 перейти к следующей операции.

Для анализатора с опцией предварительного усилителя Н34 перейти к пункту 7.3.5.11.

7.3.5.11 Включить предварительный усилитель клавишей **Ampt, Preamplifier On**.

7.3.5.12 Выполнить действия по пунктам 7.3.5.4 – 7.3.5.9.

Таблица 7.3.5 – Погрешность измерения мощности на частоте 500 MHz

Установленный по ваттметру уровень мощности, dBm	Измеренный анализатором уровень, dBm	Пределы допускаемых значений, dBm	
		без опции Н34 и с опцией Н34, Preamp Off	с опцией Н34, Preamp On
<i>1</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	
-10.00		-(9.76 ... 10.24)	-(9.64 ... 10.36)
-20.00		-(19.76 ... 20.24)	-(19.64 ... 20.36)
-30.00		-(29.76 ... 30.24)	-(29.64 ... 30.36)
-40.00		-(39.76 ... 40.24)	-(39.64 ... 40.36)
-50.00		-(49.76 ... 50.24)	-(49.64 ... 50.36)

7.3.6 Определение неравномерности АЧХ на частотах от 10 MHz до 18 GHz

Соединение оборудования и установки на анализаторе – по предыдущей операции.

7.3.6.1 Сделать установки на анализаторе:

- **Align, Align ALL**;
- для анализатора с опцией предварительного усилителя (Н34) **Ampt, Preamplifier Off**;
- усреднения **Meas Setup, Average Num 10**;

7.3.6.2 Ввести на ваттметре СВЧ количество усреднений **Averaging, Manual 32**.

7.3.6.3 Установить на генераторе СВЧ частоту 500 MHz, уровень –4 dBm.

7.3.6.4 Ввести на ваттметре СВЧ значение частоты 500 MHz.

7.3.6.5 Подстроить уровень генератора СВЧ так, чтобы отсчет на ваттметре СВЧ был равен –10.00 dBm.

7.3.6.6 Нажать на анализаторе клавишу **Peak**, затем ввести дельта-маркер **Marker Delta**.

Убедиться в том, что отсчеты дельта-маркера по частоте и уровню равны нулю.

Записать в столбец 2 таблицы 7.3.6 нулевой отсчет как опорное значение.

Таблица 7.3.6 – Неравномерность АЧХ на частотах от 10 MHz до 18 GHz без опции предусилителя Н34 или с опцией Н34 при выключенном предусилителе

Частота, MHz	Отсчет дельта-маркера (неравномерность АЧХ), dB	Пределы допускаемых значений, dB
1	2	3
500		-
10		±0.7
200		±0.5
1000		±0.5
1200		±0.5
1500		±0.5
1999		±0.5
2500		±0.7
3000		±0.7
3599		±0.7
3999		±1.0
4500		±1.5
4900		±1.5
5000		±1.5
5500		±1.5
6000		±1.5
7000		±1.5
8000		±1.5
8999		±1.5
10000		±2.0
12000		±2.0
14000		±2.0
16000		±2.0
18000		±2.0

7.3.6.7 Выполнять действия в следующей последовательности:

- устанавливать значения частоты на генераторе СВЧ и значения центральной частоты на анализаторе, как указано в столбце 1 таблицы 7.3.6;
- вводить на ваттметре СВЧ соответствующие значения частоты;
- подстраивать уровень на генераторе СВЧ так, чтобы отсчет ваттметра был равен значениям, указанным в столбце 1 таблицы 7.3.6;
- нажимать на анализаторе клавишу **Peak**, и записывать отсчеты дельта-маркера в столбец 2 таблицы 7.3.6.

ВНИМАНИЕ: зафиксировать отсчет маркера на частоте 10 МГц, он будет использоваться в операции 7.3.7.

7.3.6.8 Для анализатора без опции Н34 перейти к выполнению следующей операции. Для анализатора с опцией предварительного усилителя Н34 перейти к пункту 7.3.6.9.

7.3.6.9 Отключить на анализаторе маркер боковой клавишей **Marker, Off**. Включить предварительный усилитель клавишей **Ampt, Preamplicifier On**.

7.3.6.10 Выполнить действия по пунктам 7.3.6.3 – 7.3.6.7, записывая отсчеты маркера в столбец 2 таблицы 7.3.6а.

ПРИМЕЧАНИЕ: верхняя частота устанавливается в зависимости от установленной опции предварительного усилителя.

Таблица 7.3.6а – Неравномерность АЧХ на частотах от 10 МГц до 18 GHz с опцией предусилителя Н34

Частота, МГц	Отсчет дельта-маркера (неравномерность АЧХ), dB	Пределы допускаемых значений, dB
1	2	3
500	0.00 (опорный)	-
10		±1.5
200		±1.5
1000		±1.5
1200		±1.5
1500		±1.5
1999		±1.5
2500		±1.5
3000		±1.5
3599		±1.5
3999		±1.8
4500		±2.5
4900		±2.5
5000		±2.5
5500		±2.5
6000		±2.5
7000		±2.5
8000		±2.5
8999		±2.5
10000		±3.0
12000		±3.0
14000		±3.0
16000		±3.0
18000		±3.0

7.3.6.11 Отсоединить преобразователь мощности от анализатора и генератора СВЧ.

7.3.7 Определение неравномерности АЧХ на частотах 10 Hz до 10 MHz

7.3.7.1 Используя соответствующие адаптеры, соединить кабелем BNC выходной разъем опции 250 (600) калибратора переменного напряжения с входом “RF 1 In” анализатора.

7.3.7.2 Сделать установки на анализаторе:

- **Preset; Align, Align ALL;**
- связь по входу **Input/Output, Input Couple DC;**
- усреднения **Meas Setup, Average Num 10; Trace, Trace Average;**
- центральная частота **Center Freq 10 MHz;**
- полоса обзора **Span 100 Hz (RBW Auto);**

Для анализатора с опцией предварительного усилителя H34 отключить его клавишей **Ampt, Preamplifier Off.**

7.3.7.3 Установить на калибраторе режим синусоидального напряжения, импеданс нагрузки 50 Ω , частоту 10 MHz, уровень 0.2 V_{p-p}.

7.3.7.4 Нажать на анализаторе клавишу **Peak**, затем ввести дельта-маркер **Marker Delta.**

Убедиться в том, что отсчеты дельта-маркера по частоте и уровню равны нулю.

Подстроить уровень напряжения на калибраторе так, чтобы отсчет дельта-маркера был равен отсчету, зафиксированному в пункте 7.3.6.7 для частоты 10 MHz.

Записать этот отсчет в столбец 2 таблицы 7.3.7.

7.3.7.5 Выполнять действия в следующей последовательности:

- 1) Не меняя установленное значение уровня напряжения, вводить на калибраторе значения частоты, указанные в столбце 1 таблицы 7.3.7.
- 2) Устанавливать на анализаторе соответствующие значения центральной частоты.
- 3) Нажимать на анализаторе клавишу **Peak**, и записывать отсчеты дельта-маркера в столбец 2 таблицы 7.3.7.
- 4) после измерения на частоте 100 Hz установить полосу обзора **Span 10 Hz** и подстроить уровень напряжения на калибраторе так, чтобы отсчет дельта-маркера был равен отсчету при полосе обзора 100 Hz.
- 5) Выполнить измерение на частоте 10 Hz по пунктам 1) – 3).

Таблица 7.3.7 – Неравномерность АЧХ на частотах от 10 Hz до 10 MHz без опции предусилителя H34 или с опцией H34 при выключенном предусилителе

Частота	Отсчет дельта-маркера (неравномерность АЧХ), dB	Пределы допускаемых значений, dB
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
10 MHz	-0.06	± 0.7
100 kHz		± 0.7
10 kHz		± 0.7
1 kHz		± 0.7
100 Hz		± 0.7
10 Hz		± 0.7

7.3.7.6 Для анализатора без опции H34 перейти к пункту 7.3.7.9.

Для анализатора с опцией предварительного усилителя H34 перейти к пункту 7.3.7.7.

7.3.7.7 Отключить на анализаторе маркер боковой клавишей **Marker, Off.**

Включить предварительный усилитель клавишей **Ampt, Preamplifier On.**

Установить центральную частоту **Center Freq 10 MHz**, полосу обзора **Span 100 Hz.**

7.3.7.8 Выполнить действия по пунктам 7.3.7.3 – 7.3.7.5, записывая отсчеты маркера в столбец 2 таблицы 7.3.7а.

7.3.7.9 Отсоединить кабели и адаптеры от оборудования.

Таблица 7.3.7а – Неравномерность АЧХ на частотах от 10 Hz до 10 MHz с опцией предусилителя Н34

Частота	Отсчет дельта-маркера (неравномерность АЧХ), dB	Пределы допускаемых значений, dB
1	2	3
10 MHz		±1.5
100 kHz		±1.5
10 kHz		±1.5
1 kHz		±1.5
100 Hz		±1.5
10 Hz		±1.5

7.3.8 Определение неравномерности АЧХ на частотах 18 до 40 GHz (модели E, F)

7.3.8.1 Используя соответствующие кабели и адаптеры, выполнить соединения:

- присоединить выходное плечо «2» делителя мощности непосредственно к входу “RF” анализатора;
- присоединить непосредственно к выходному плечу «3» делителя мощности разъем преобразователя ваттметра поглощаемой мощности;
- соединить кабелем выход генератора СВЧ с входным плечом «1» делителя мощности;
- соединить кабелем BNC выход синхронизации “10 MHz Out” анализатора с входом синхронизации “10 MHz In” генератора СВЧ.

7.3.8.2 Сделать установки на анализаторе:

- **Preset; Align, Align ALL;**
- усреднения **Meas Setup, Average Num 10; Trace, Trace Average;**
- центральная частота **Center Freq 10 MHz;**
- полоса обзора 10 MHz (RBW Auto 100 kHz).

Для анализатора с опцией предварительного усилителя Н34 отключить его клавишей **Ampt, Preamplifier Off.**

7.3.8.3 Ввести на ваттметре СВЧ количество усреднений **Averaging, Manual 32.**

7.3.8.4 Установить на генераторе СВЧ частоту 500 MHz, уровень –4 dBm.

7.3.8.5 Ввести на ваттметре СВЧ значение частоты 500 MHz.

7.3.8.6 Подстроить уровень генератора СВЧ так, чтобы отсчет на ваттметре СВЧ был равен –10.00 dBm.

7.3.8.7 Нажать на анализаторе клавишу **Peak**, затем ввести дельта-маркер **Marker Delta.**

Убедиться в том, что отсчеты дельта-маркера по частоте и уровню равны нулю.

Записать в столбец 2 таблицы 7.3.8 нулевой отсчет как опорное значение.

7.3.8.8 Выполнять действия в следующей последовательности:

- устанавливать значения частоты на генераторе СВЧ и значения центральной частоты на анализаторе, как указано в столбце 1 таблицы 7.3.8;
- вводить на ваттметре СВЧ соответствующие значения частоты;
- подстраивать уровень на генераторе СВЧ так, чтобы отсчет ваттметра был равен значениям, указанным в столбце 1 таблицы 7.3.8;
- нажимать на анализаторе клавишу **Peak**, и записывать отсчеты дельта-маркера в столбец 2 таблицы 7.3.8.

7.3.8.9 Для анализатора без опции Н34 перейти к выполнению пункта 7.3.8.12.
 Для анализатора с опцией предварительного усилителя Н34 перейти к пункту 7.3.8.10.

7.3.8.10 Отключить на анализаторе маркер боковой клавишей **Marker, Off**.
 Включить предварительный усилитель клавишей **Ampt, Preamplifier On**.

7.3.8.11 Выполнить действия по пунктам 7.3.8.4 – 7.3.8.8, записывая отсчеты маркера в столбец 2 таблицы 7.3.8а.

Таблица 7.3.8 – Неравномерность АЧХ на частотах от 18 до 40 GHz без опции предусилителя Н34 или с опцией Н34 при выключенным предусилителе

Частота, MHz	Отсчет дельта-маркера (неравномерность АЧХ), dB	Пределы допускаемых значений, dB
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
500	0.00 (опорный)	-
18000		±2.0
20000		±2.5
22000		±2.5
24000		±2.5
26499		±2.5
30000		±3.0
32000		±3.0
34000		±3.0
36000		±3.0
38000		±3.0
40000		±3.0

Таблица 7.3.8а – Неравномерность АЧХ на частотах от 18 до 40 GHz с опцией предусилителя Н34

Частота, MHz	Отсчет дельта-маркера (неравномерность АЧХ), dB	Пределы допускаемых значений, dB
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
500	0.00 (опорный)	-
18000		±3.0
20000		±3.5
22000		±3.5
24000		±3.5
26499		±3.5
30000		±4.0
32000		±4.0
34000		±4.0
36000		±4.0
38000		±4.0
40000		±4.0

7.3.8.12 Отсоединить кабели и адаптеры от оборудования.

7.3.9 Определение погрешности измерения уровня мощности, связанной со значениями полосы пропускания

Операция не требует внешнего оборудования и выполняется с использованием внутреннего калибровочного сигнала частотой 500 MHz.

7.3.9.1 Нажать на анализаторе клавишу **Preset**.

Сделать установки:

- вход **Input/Output, Input Port CAL, Cal Port 500 MHz**;
- усреднения **Meas Setup, Average Num 10; Trace, Trace Average**;
- центральная частота **Center Freq 500 MHz**;
- **Amptd/YScale** опорный уровень **Ref Level -18 dBm**, масштаб **Scale/Div 1 dB**;
- отношение полосы видео к полосе пропускания **BW, VBW/RBW 0.1**

7.3.9.2 Установить полосу обзора **Span 500 kHz**, полосу пропускания **RBW Man 300 kHz**.

Таблица 7.3.9 – Погрешность измерения мощности, связанная с полосой пропускания

Полоса обзора (Span)	Полоса пропускания (RBW)	Отсчет дельта-маркера, dB	Верхний предел допускаемых значений, dB
1	2	3	4
500 kHz	300 kHz	0.00 (опорный)	-
20 MHz	10 MHz		±0.3
20 MHz	8 MHz		±0.3
20 MHz	6 MHz		±0.3
10 MHz	5 MHz		±0.3
10 MHz	4 MHz		±0.3
5 MHz	3 MHz		±0.3
5 MHz	2 MHz		±0.3
2 MHz	1 MHz		±0.3
2 MHz	500 kHz		±0.3
500 kHz	200 kHz		±0.3
200 kHz	100 kHz		±0.3
200 kHz	50 kHz		±0.3
50 kHz	30 kHz		±0.3
50 kHz	20 kHz		±0.3
20 kHz	10 kHz		±0.3
20 kHz	5 kHz		±0.3
5 kHz	3 kHz		±0.3
5 kHz	2 kHz		±0.3
2 kHz	1 kHz		±0.3
2 kHz	500 Hz		±0.3
500 Hz	300 Hz		±0.3
500 Hz	200 Hz		±0.3
200 Hz	100 Hz		±0.3
200 Hz	50 Hz		±0.3
50 Hz	30 Hz		±0.3
50 Hz	20 Hz		±0.3
20 Hz	10 Hz		±0.3
20 Hz	5 Hz		±0.3
10 Hz	3 Hz		±0.3
10 Hz	1 Hz		±0.3

7.3.9.3 Нажать клавишу **Peak**, затем ввести дельта-маркер **Marker Delta**.
Убедиться в том, что отсчеты дельта-маркера по частоте и уровню равны нулю.
Записать в столбец 2 таблицы 7.3.9 нулевой отсчет как опорное значение.

7.3.9.4 Выполнять действия в следующей последовательности:
- устанавливать значения полосы обзора и полосы пропускания, указанные в столбцах 1 и 2 таблицы 7.3.9;
- нажимать на анализаторе клавишу **Peak**, и записывать отсчеты дельта-маркера в столбец 3 таблицы 7.3.9.

7.3.10 Определение уровня интермодуляционных искажений третьего порядка (TOI)

7.3.10.1 Нажать на анализаторе клавишу **Preset**.

7.3.10.2 Используя соответствующие кабели и адаптеры, выполнить соединения:
- присоединить входное плечо «1» делителя мощности непосредственно к входу “RF” анализатора;
- соединить кабелем выход первого генератора с выходным плечом «2» делителя мощности.
- соединить кабелем выход второго генератора с выходным плечом «3» делителя мощности.
- соединить выход синхронизации “10 MHz Out” первого генератора с входом синхронизации “10 MHz In” анализатора;
- соединить выход синхронизации “10 MHz Out” анализатора с входом синхронизации “10 MHz In” второго генератора.

7.3.10.3 Установить на первом генераторе ВЧ уровень 0 dBm, частоту $F1 = 1 \text{ GHz}$.

7.3.10.4 Установить на втором генераторе ВЧ уровень 0 dBm, частоту $F2 = 1.000\ 050 \text{ GHz}$.

7.3.10.5 Установить на анализаторе центральную частоту:
Center Freq $(F1 + F2)/2 = 1.000\ 025 \text{ GHz}$.

7.3.10.6 Установить на анализаторе параметры:
- полоса обзора **Span** 200 kHz.
- полоса пропускания **Res BW Man**, 1 kHz, **Video BW Man**, 10 Hz;
- **Ampt**, **Ref Level** –10 dBm, **Attenuation**, **Atten Man**, 0 dB;
- **Meas Setup**, **Average Num**, 10
- **Trace**, **Trace Average**.

На дисплее анализатора должны наблюдаться два основных сигнала на частотах $F1$ и $F2$, и два сигнала интермодуляции:

- на частоте $(2F2 - F1)$, отстоящей на 50 kHz выше (справа) от сигнала частотой $F2$;
- на частоте $(2F1 - F2)$, отстоящей на 50 kHz ниже (слева) от сигнала частотой $F1$.

7.3.10.7 Нажать клавишу **Peak**, затем боковую клавишу **More 1/2**, **Peak Criteria**.
Установить **Pk Threshold On**, – 80 dBm.

7.3.10.8 Нажать клавишу **Peak**, подстроить уровень соответствующего генератора так, чтобы отсчет маркера на пике основного сигнала был равен $-(10 \pm 0.1) \text{ dBm}$.

7.3.10.9 Нажать боковую клавишу **Next Peak Left** или **Next Peak Right**, и подстроить уровень второго генератора так, чтобы отсчет маркера на пике другого основного сигнала был равен $-(10 \pm 0.1) \text{ dBm}$.

7.3.10.10 Нажать боковую клавишу **Marker Delta**.

7.3.10.11 Используя клавишу **Next Peak Left** или **Next Peak Right**, установить маркер на пик большего из двух сигналов интермодуляции.

Записать отсчет дельта-маркера M в столбец 3 таблицы 7.3.10.

Рассчитать уровень мощности, соответствующий точке пересечения третьего порядка (Third Order Intercept – TOI) по формуле

$$TOI = P_{MIX} - M/2, \text{ где}$$

P_{MIX} – уровень мощности на входе смесителя, $P_{MIX} = P_{IN} - A$;

P_{IN} – уровень мощности на входе анализатора (-10 dBm), A – ослабление аттенюатора (0 dB).

Записать полученное значение в столбец 4 таблицы 7.3.10.

7.3.10.12 Отключить маркер клавишами **Marker, Off**.

7.3.10.13 Выполнить действия по пунктам 7.3.10.3 – 7.3.10.5, 7.3.10.8 – 7.3.10.12 для остальных значений частот $F1$ и $F2$, указанных в столбцах 1 и 2 таблицы 7.3.10.

Таблица 7.3.10 – Уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка (TOI)

Частота 1-го сигнала $F1$, GHz	Частота 2-го сигнала $F2$, GHz	Отсчет дельта-маркера M , dBc	Измеренное значение TOI, dBm	Нижний предел допускаемых значений, dBm
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1.000	1.000 050			+ 13
7.000	7.000 050			+ 11
15.000	15.000 050			+ 13

7.3.10.14 Отсоединить кабели и адаптеры от оборудования.

Выключить анализатор и средства поверки.

ПОВЕРКА ЗАВЕРШЕНА.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Протокол поверки

По завершении операций поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки
- наименование и обозначение поверенного средства измерения
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств измерений, сведения об их последней поверке;
- температура и влажность в помещении;
- фамилия лица, проводившего поверку;
- результаты определения метрологических характеристик по форме таблиц раздела 7 настоящего документа.

Допускается не оформлять протокол поверки отдельным документом, а результаты поверки (метрологические характеристики) указать на оборотной стороне свидетельства о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

8.2 Свидетельство о поверке и знак поверки

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

8.3 Извещение о непригодности

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

Ведущий инженер по метрологии
ЗАО «АКТИ-Мастер»



Е.В. Маркин