

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ЦИ СИ ФГУ
«32 ГНИИИ Минобороны России»



В.В. Швыдун

« 16 » 2011 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Анализаторы цепей векторные E5061B
фирмы «Agilent Technologies», Малайзия

Методика поверки

2011 г.,
г. Мытищи

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы цепей векторные E5061B (далее - анализатор) фирмы «Agilent Technologies», Малайзия, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

1.2 Интервал между поверками - 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		ввозе импорта (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик:	8.3		
3.1 Определение присоединительных размеров коаксиальных соединителей	8.3.1	да	да
3.2 Определение диапазона рабочих частот и относительной погрешности по частоте опорного кварцевого генератора	8.3.2	да	да
3.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности установки мощности источника выходного сигнала синтезатора частот	8.3.3	да	да
3.4 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи	8.3.4	да	да
3.5 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения	8.3.5	да	да
3.6 Определение среднего уровня собственных шумов	8.3.6	да	нет

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленные в таблице 2.

Таблица 2

№ пункта методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
1	2
8.3.1	Комплект для измерений соединителей коаксиальных КИСК-7 (пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины $\pm 0,02$ мм).
8.3.2	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66 (диапазон измерений частоты от 10 Гц до 37,5 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7}$); Стандарт частоты рубидиевый FS725 (номинальные значения частот выходного сигнала 1; $1 \cdot 10^5$; $1 \cdot 10^6$; $5 \cdot 10^6$ Гц, пределы допускаемой относительной погрешности по частоте в межповерочный интервал времени 1 год $\pm 3,65 \cdot 10^{-10}$); Компаратор частотный Ч7-308А/1 (номинальные значения частот измеряемых сигналов 5; 10; 100 МГц, предел допускаемого среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения частоты, вносимого компаратором на интервале времени измерений 1 с при полосе пропускания 3 Гц $7,0 \cdot 10^{-14}$)
8.3.3	Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-90 (диапазон рабочих частот от 0,02 до 18 ГГц, диапазон измерений мощности от $1 \cdot 10^{-7}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ Вт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm (4 \div 6)$ %).
8.3.4	Установка для измерений ослабления и фазового сдвига образцовая ДК1-16 (диапазон рабочих частот от 0,01 до 18 ГГц, диапазон измеряемых ослаблений от 0 до 140 дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ослабления $\pm 0,25$ дБ).
8.3.5	Набор мер КСВН и полного сопротивления 1-го разряда ЭК9-140 (номинальные значения КСВН: 1,0; 1,2; 1,4; 2,0; пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН: ± 1 % для КСВН $\leq 1,4$; $\pm 1,5$ % для КСВН = 2,0; ± 2 % для КСВН = 3,0; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения: $\pm 1^\circ$ для КСВН $\geq 2,0$; $\pm 1,5^\circ$ для КСВН = 1,4; $\pm 2^\circ$ для КСВН = 1,2).
8.3.6	Набор мер КСВН и полного сопротивления 1-го разряда ЭК9-140.

3.2 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

3.3 Все средства поверки должны быть утвержденного типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах).

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки анализатора допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющим опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке и имеющие право на поверку (аттестованными в качестве поверителей по ГОСТ 20.2.012-94).

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

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

5.2 К работе на анализаторе допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94, ГОСТ Р 51350-99, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.3 Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления аппаратуры.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- | | |
|---|----------------|
| - температура окружающего воздуха, °С | 23 ± 5; |
| - относительная влажность воздуха, % | 65 ± 15; |
| - атмосферное давление, мм рт. ст. | 750 ± 30; |
| - параметры питания от сети переменного тока: | |
| - напряжение, В | от 220 до 240; |
| - частота, Гц | от 50 до 60. |

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выполнить операции, оговоренные в РЭ на поверяемый анализатор по его подготовке к поверке;
- выполнить операции, оговоренные в РЭ на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре проверить:

- наличие товарного знака фирмы-изготовителя, серийного номера, года изготовления;
- соответствие комплектности требованиям нормативно-технической документации на конкретную модификацию;
- состояние лакокрасочного покрытия;
- чистоту гнезд, разъемов, клемм;
- отсутствие механических, электрических, химических и тепловых повреждений.
- комплектность анализатора должна соответствовать технической документации фирмы «Agilent Technologies Microwave Products», Малайзия (ТД).

8.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются все перечисленные требования.

8.2 Опробование

8.2.1 Подключить анализатор к сети, на задней панели нажать тумблер включения питания, на передней панели нажать кнопку включения. На экране анализатора должна появиться информация о загрузке операционной системы и программного обеспечения (ПО) фирмы-изготовителя. После загрузки операционной системы и ПО на экране анализатора должно появиться меню управления анализатором.

8.2.2 Результаты опробования считать положительными, если при проверке не отображается информация об ошибках.

8.3 Определение метрологических характеристик.

8.3.1 Определение присоединительных размеров коаксиальных соединителей

8.3.1.1 Соответствие присоединительных размеров коаксиального соединителя входов анализатора определить сличением основных размеров с размерами, указанными в ГОСТ РВ 51914-2002 (с использованием комплекта для измерений соединителей коаксиальных КИСК-7).

8.3.1.2 Результаты поверки считать положительными, если присоединительные размеры коаксиальных соединителей соответствуют соединителю тип N (3,5 мм) – гнездо по ГОСТ РВ 51914-2002.

8.3.2 Определение диапазона рабочих частот и относительной погрешности по частоте опорного кварцевого генератора

8.3.2.1 Провести предварительную установку режима работы анализатора. Для этого нажать на клавишу «PRESET» на передней панели анализатора. Подсоединить частотомер электронно-счетный ЧЗ-66 (далее – ЧЗ-66) к первому измерительному порту анализатора.

8.3.2.2 Установить анализатор в режим генерации непрерывного сигнала. Для этого в меню «Channel» анализатора выбрать «CW Frequency» и установить частоту сигнала 300кГц.

8.3.2.3 Подключить выход «1» (Port 1) к ЧЗ-66 и провести измерение значения частоты по ЧЗ-66. Результат измерений частоты $f_{изм}$ должен находиться в пределах:

$$\pm f_{изм} = f_{уст} \cdot (\pm 5 \cdot 10^{-6}) + 1/2 \cdot N,$$

где $f_{уст}$ – установленное значение частоты;

N – последняя единица счёта.

Измеренное значение частоты занести в протокол.

8.3.2.4 Повторить процедуру измерений частоты сигнала для следующих установленных частот выходного сигнала: 1; 2; 3 ГГц.

8.3.2.5 Повторить перечисленные выше операции для 2-го измерительного порта.

8.3.2.6 Проверку относительной погрешности установки частоты опорного кварцевого генератора провести методом сравнения частоты опорного кварцевого генератора анализатора с частотой меры (стандарт частоты рубидиевый FS 725) с помощью компаратора частотного Ч7-308А/1 (далее – Ч7-308А/1) по схеме, приведенной на рисунке 1.

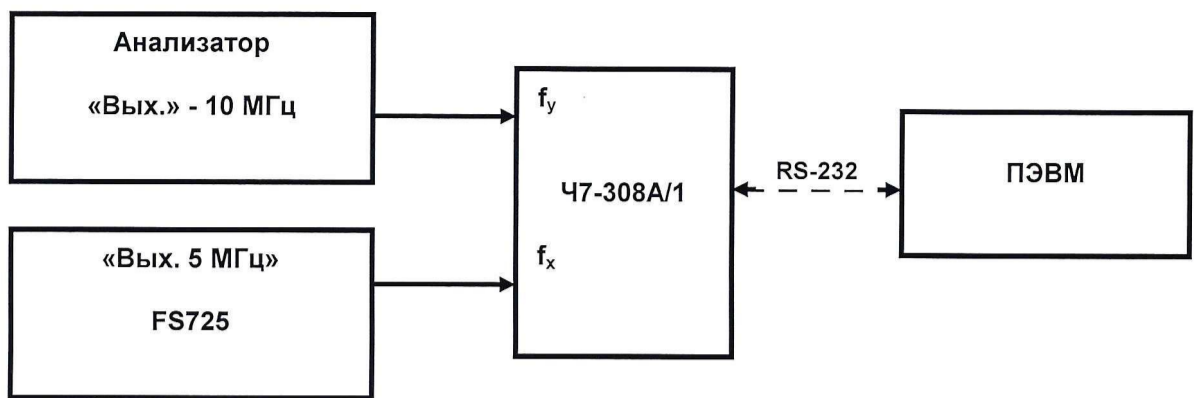


Рисунок 1

8.3.2.7 Установить органы управления Ч7-308А/1 в соответствии с Инструкцией по программированию ЯКУР.411146.011 ИП:

- показатель коэффициента умножения 1.e3; полоса 10 Гц; максимальное время усреднения 3600 с; число усреднений 24; входная частота 10 МГц.

8.3.2.8 Провести измерения относительной разности частот при интервале времени измерения 1 ч, интервале времени наблюдения 24 ч с определением среднего значения.

8.3.2.9 Результаты поверки считать положительными, если диапазон рабочих частот, ГГц:

- для E5061B-115, E5061B-215 - от 100 кГц до 1,5 ГГц;

- для E5061B-135, E5061B-235 - от 100 кГц до 3 ГГц;

и значения относительной погрешности установки частоты опорного кварцевого генератора находятся в пределах $\pm 7 \cdot 10^{-6}$.

8.3.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности установки мощности источника выходного сигнала синтезатора частот

8.3.3.1 В динамическом диапазоне мощностей от минус 40 до 0 дБ/мВт и в диапазоне частот от 0,02 до 18 ГГц для определения диапазона и абсолютной погрешности установки мощности выходного сигнала использовать ваттметр поглощаемой мощности МЗ-90 (далее – МЗ-90) с использованием коаксиально-коаксиальных переходов с соединителями типа N на соединитель типа Ш.

8.3.3.2 Присоединить МЗ-90 с использованием коаксиально-волноводного перехода к 1-му измерительному порту анализатора. Провести предварительную установку режима работы анализатора. Для этого нажать на клавишу «PRESET» на передней панели анализатора.

8.3.3.3 Установить анализатор в режим измерений $|S_{21}|$.

8.3.3.4 Установить анализатор в режим генерации непрерывного сигнала. Для этого в меню «Channel» анализатора выбрать «CW Frequency».

8.3.3.5 Последовательно устанавливая значения мощности выходного сигнала с шагом 5 дБ/мВт, включая конечное значение уровня мощности для выбранного диапазона, в соответствии с данными, приведенными в таблице 3, провести измерения мощности для следующих значений частот:

- для E5061B-115, E5061B-215 – 20; 50; 100; 500 МГц; 1; 1,5;

- для E5061B-135, E5061B-235 – 20; 50; 100; 500 МГц; 1; 1,5; 2; 3 ГГц.

Таблица 3

Диапазон частот	Диапазон установки мощности
- от 100 до 300 кГц	от минус 40 до 10
- свыше 300 кГц до 1,5 ГГц для E5061B-115, E5061B-215	от минус 40 до 5
- свыше 300 кГц до 1,5 ГГц для E5061B-135, E5061B-235	от минус 40 до 5

8.3.3.6 Повторить перечисленные выше операции с 2-м измерительным портом, предварительно установив режим измерений $|S_{12}|$ (только для E5061B-135, E5061B-235).

8.3.3.7 Определить абсолютную погрешность установки мощности выходного сигнала синтезатора частот как разность между установленным и измеренным значениями мощности.

8.3.3.8 Результаты поверки считать положительными, если диапазон установки мощности источника выходного сигнала синтезатора частот в диапазоне частот находится в пределах, указанных в таблице 3 и значения абсолютной погрешности установки мощности источника выходного сигнала синтезатора частот в диапазоне частот находятся в пределах $\pm 3,0$ дБ.

8.3.4 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи

8.3.4.1 Провести предварительную установку режима работы анализатора. Для этого нажать на клавишу «PRESET» на передней панели анализатора.

8.3.4.2 Установить анализатор в режим измерений S21, уровень мощности выходного сигнала минус 5 дБ/мВт, полоса пропускания – 10 Гц.

8.3.4.3 Провести полную (для E5061B-115, E5061B-135 не полную – КЗ, ХХ, СН для первого измерительного порта и на проход между портами) двухпортовую калибровку анализатора в соответствии с РЭ.

8.3.4.4 Провести измерения модуля коэффициента передачи и фазы коэффициента передачи аттенюаторов (сборки аттенюаторов) из комплекта ДК1-16.

8.3.4.5 Провести измерения модуля коэффициента передачи и фазы коэффициента передачи аттенюаторов (сборки аттенюаторов) из комплекта ДК1-16 (для номинальных значений модуля коэффициента передачи 10, 20, 50, 70, 80 дБ) на анализаторе на следующих частотах:

- для E5061B-115, E5061B-215 – 0,1; 0,3; 10; 50; 100; 500 МГц; 1; 1,5;
- для E5061B-135, E5061B-235 – 0,1; 0,3; 10; 50; 100; 500 МГц; 1; 1,5; 2; 3 ГГц.

8.3.4.6 Повторить перечисленные выше операции, предварительно установив режим измерений S12 (только для E5061B-215, E5061B-235).

8.3.4.7 Определить абсолютную погрешность измерений модуля и фазы коэффициента передачи, как разность измеренного и действительного значения.

8.3.4.8 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи находятся в диапазоне частот в пределах, дБ:

от 100 до 300 кГц:	
- от 10 до 0 дБ	$\pm 0,1$;
- от 0 до минус 30 дБ	$\pm 0,2$;
- от минус 30 до минус 70 дБ	$\pm 3,0$;
- от минус 70 до минус 80 дБ	± 10 ;
от 300 кГц до 10 МГц:	
- от 10 до 0 дБ	$\pm 0,08$;
- от 0 до минус 30 дБ	$\pm 0,1$;
- от минус 30 до минус 70 дБ	$\pm 1,2$;
- от минус 70 до минус 90	$\pm 7,6$;
от 10 МГц до 1,5 ГГц для E5061B-115, E5061B-215 и 3 ГГц	

для E5061B-135, E5061B-235:

- от 10 до 0 дБ	$\pm 0,07$;
- от 0 до минус 30 дБ	$\pm 0,09$;
- от минус 30 до минус 70 дБ	$\pm 0,37$;
- от минус 70 до минус 90 дБ	$\pm 2,0$;

и значения абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи находятся в диапазоне частот в пределах, градус:

от 100 до 300 кГц:	
- от 10 до 0 дБ	$\pm 0,5$;
- от 0 до минус 30 дБ	$\pm 0,8$;
- от минус 30 до минус 70 дБ	± 27 ;
от 300 кГц до 10 МГц:	
- от 10 до 0 дБ	$\pm 0,5$;
- от 0 до минус 30 дБ	$\pm 0,7$;
- от минус 30 до минус 70 дБ	$\pm 8,4$;
от 10 МГц до 3 ГГц:	
- от 10 до 0 дБ	$\pm 0,45$;
- от 0 до минус 30 дБ	$\pm 0,6$;
- от минус 30 до минус 70 дБ	$\pm 2,5$;
- от минус 70 до минус 90 дБ	$\pm 15,8$.

8.3.5 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения

8.3.5.1 Провести предварительную установку режима работы анализатора. Для этого нажать на клавишу «PRESET» на передней панели анализатора.

8.3.5.2 Установить анализатор в режим измерений $|S_{11}|$, уровень мощности выходного сигнала минус 5 дБ/мВт, полосу пропускания 10 Гц.

8.3.6.3 Провести однопортовую для E5061B-115, E5061B-135 (двухпортовую для E5061B-215, E5061B-235) калибровку анализатора в соответствии с РЭ.

8.3.5.4 Провести измерения модуля и фазы коэффициента отражения нагрузок из комплекта набора мер КСВН и полного сопротивления 1-го разряда ЭК9-140 (далее – ЭК9-140) (в диапазоне частот от 100 кГц до 3 ГГц) для номинальных значений КСВН: 1,2; 1,4; 2,0; 3,0 для 1-го измерительного порта на частотных точках:

- для E5061B-115, E5061B-215 – 0,1; 0,3; 10; 50; 100; 500 МГц; 1; 1,5;
- для E5061B-135, E5061B-235 – 0,1; 0,3; 10; 50; 100; 500 МГц; 1; 1,5; 2; 3 ГГц.

8.3.5.5 Повторить перечисленные выше операции для 2-го измерительного порта (только для E5061B-215, E5061B-235), предварительно установив режим измерений $|S_{22}|$.

8.3.5.6 Определить абсолютную погрешность измерений модуля и фазы коэффициента отражения, как разность измеренного и действительного значений.

8.3.5.7 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения находятся в диапазоне частот в пределах, дБ:

от 100 кГц до 10 МГц:	
- от минус 6 до минус 15 дБ	$\pm 0,3$;
- от минус 15 до минус 25 дБ	$\pm 0,8$;
- от минус 25 до минус 35 дБ	$\pm 2,0$;
от 10 МГц до 3 ГГц:	
- от минус 6 до минус 15 дБ	$\pm 0,4$;

- от минус 15 до минус 25 дБ	± 1,0;
- от минус 25 до минус 35 дБ	± 3,3.

значения абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения в диапазоне частот находятся в диапазоне частот в пределах, °:

от 100 кГц до 10 МГц	
- от минус 6 до минус 15 дБ	± 1,8;
- от минус 15 до минус 21 дБ	± 3;
от 10 МГц до 3 ГГц:	
- от минус 6 до минус 15 дБ	± 2,3;
- от минус 15 до минус 21 дБ	± 4.

8.3.6 Определение среднего уровня собственных шумов

8.3.6.1 Провести предварительные установки на проверяемом анализаторе:

диапазон частот:

- для E5061B-115, E5061B-215 - от 100 кГц до 1,5 ГГц;

- для E5061B-135, E5061B-235 - от 100 кГц до 3 ГГц;

выходная мощность 0 дБ/мВт; полоса фильтра 10 Гц/3 кГц; количество точек: 10 000; измеряемый параметр S_{21} , (S_{21}, S_{12} - E5061B-215, E5061B-235).

Включить маркер статистического анализа. К портам 1 и 2 анализатора присоединить согласованные нагрузки. На экране установить маркер в максимальной точке трассы для следующих участков диапазона частот:

- для E5061B-115, E5061B-215: от 100 до 300 кГц, от 0,3 до 1 МГц, 0,001 до 1,5 ГГц;

- для E5061B-135, E5061B-235: от 100 до 300 кГц, от 0,3 до 1 МГц, 0,001 до 3 ГГц.

Выбрать режим «маркер - среднее». Считать с экрана среднее значение уровня собственного шума, соответствующее установленному маркеру.

8.3.6.2 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения среднего уровня собственных шумов (в диапазоне частот), дБ/мВт, не более:

для полосы пропускания 3 кГц

- от 100 до 300 кГц

- свыше 0,3 до 1 МГц

- свыше 0,001 до 3 ГГц

для полосы пропускания 10 Гц

- от 100 до 300 кГц

- свыше 0,3 до 1 МГц

- свыше 0,001 до 3 ГГц

минус 70;

минус 80;

минус 85;

минус 95;

минус 105;

минус 110.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки на анализатор выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На обратной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки проверяемый анализатор к дальнейшему применению не допускается. На такой анализатор выдается извещение об его непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин.

Врио начальника отдела
ГЦИ СИ ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России»

Научный сотрудник
ГЦИ СИ ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России»

А.С. Бондаренко

А.В. Шушков

- от минус 15 до минус 25 дБ	± 1,0;
- от минус 25 до минус 35 дБ	± 3,3.

значения абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения в диапазоне частот находятся в диапазоне частот в пределах, °:

от 100 кГц до 10 МГц	
- от минус 6 до минус 15 дБ	± 1,8;
- от минус 15 до минус 21 дБ	± 3;
от 10 МГц до 3 ГГц:	
- от минус 6 до минус 15 дБ	± 2,3;
- от минус 15 до минус 21 дБ	± 4.

8.3.6 Определение среднего уровня собственных шумов

8.3.6.1 Провести предварительные установки на проверяемом анализаторе:

диапазон частот:

- для E5061B-115, E5061B-215 - от 100 кГц до 1,5 ГГц;

- для E5061B-135, E5061B-235 - от 100 кГц до 3 ГГц;

выходная мощность 0 дБ/мВт; полоса фильтра 10 Гц/3 кГц; количество точек: 10 000; измеряемый параметр S_{21} , (S_{21}, S_{12} - E5061B-215, E5061B-235).

Включить маркер статистического анализа. К портам 1 и 2 анализатора присоединить согласованные нагрузки. На экране установить маркер в максимальной точке трассы для следующих участков диапазона частот:

- для E5061B-115, E5061B-215: от 100 до 300 кГц, от 0,3 до 1 МГц, 0,001 до 1,5 ГГц;

- для E5061B-135, E5061B-235: от 100 до 300 кГц, от 0,3 до 1 МГц, 0,001 до 3 ГГц.

Выбрать режим «маркер - среднее». Считать с экрана среднее значение уровня собственного шума, соответствующее установленному маркеру.

8.3.6.2 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения среднего уровня собственных шумов (в диапазоне частот), дБ/мВт, не более:

для полосы пропускания 3 кГц	
- от 100 до 300 кГц	минус 70;
- свыше 0,3 до 1 МГц	минус 80;
- свыше 0,001 до 3 ГГц	минус 85;
для полосы пропускания 10 Гц	
- от 100 до 300 кГц	минус 95;
- свыше 0,3 до 1 МГц	минус 105;
- свыше 0,001 до 3 ГГц	минус 110.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

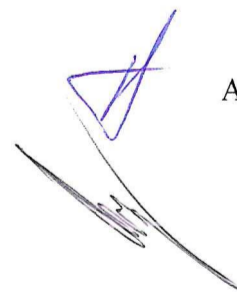
9.1 При положительных результатах поверки на анализатор выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки проверяемый анализатор к дальнейшему применению не допускается. На такой анализатор выдается извещение об его непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин.

Врио начальника отдела
ГЦИ СИ ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России»

Научный сотрудник
ГЦИ СИ ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России»



А.С. Бондаренко

А.В. Шушков