


1082

УТВЕРЖДАЮ
Начальник ГИИ СИ «Воентест»
32 ГИИИ МО РФ


А.Ю. Кузин
« 03 » 2008 г.

**СИСТЕМЫ СПЕКТРАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ E3238S/N6820E
ФИРМЫ «Agilent Technologies, Inc.», США**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Мытищи,
2008 г.

1 Введение

1.1 Данная методика распространяется на системы спектрального контроля E3238S/N6820E (далее - системы) фирмы «Agilent Technologies», США, и устанавливает порядок проведения их первичной и периодической поверки.

1.2 Межповерочный интервал - один 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	
		первичной поверке (ввоз по импорту)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик	8.3		
3.1 Определение частоты опорного генератора и относительной погрешности установки частоты опорного генератора	8.3.1	да	да
3.2 Определение КСВН входа и диапазона перестройки входного аттенюатора	8.3.2	да	да
3.3 Определение диапазона рабочих частот и погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала	8.3.3	да	да
3.4 Определение диапазона измерения и абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного синусоидального сигнала	8.3.4	да	да
3.5 Определение уровня подавления побочных каналов приема: - зеркальных каналов; - каналов промежуточных частот	8.3.5	да	да
3.6 Определение точки пересечения с продуктами интермодуляции 3 порядка (TOI)	8.3.6	да	да
3.7 Определение точки пересечения с гармоническими составляющими 2 порядка (SHI)	8.3.7	да	да
3.8 Определение уровня собственных шумов	8.3.8	да	да
3.9 Определение уровня обратной эмиссии системы	8.3.9	да	да

3 Средства поверки

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

Таблица 2

№ пункта методики поверки	Эталонные СИ, поверкительное оборудование и вспомогательная аппаратура
8.3.1	Стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-1016 (пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1,5 \cdot 10^{-12}$); частотомер электронно-счетный ЧЗ-66 (диапазон частот от 10 до $37,5 \cdot 10^9$ Гц, пределы допускаемой относительной погрешности частоты $\pm 1,5 \cdot 10^{-12}$)
8.3.2	Стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-1016; измеритель модуля коэффициента передачи и отражения Р2М-18 (диапазон рабочих частот от 0,01 до $18 \cdot 10^9$ Гц; пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1,5 \cdot 10^{-12}$; пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности $\pm 1,0$ дБ; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности $\pm 1,0$ дБ; диапазон измерений КСВН от 1,05 до 5,0; пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН (K_{CTU}) $\pm (3 \cdot K_{CTU} + 1) \%$)
8.3.3	Стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-1016; частотомер электронно-счетный ЧЗ-66; измеритель модуля коэффициента передачи и отражения Р2М-18
8.3.4	Стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-1016; измеритель модуля коэффициента передачи и отражения Р2М-18
8.3.5	Стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-1016; измеритель модуля коэффициента передачи и отражения Р2М-18
8.3.6	Стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-1016; измеритель модуля коэффициента передачи и отражения Р2М-18
8.3.7	Стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-1016; измеритель модуля коэффициента передачи и отражения Р2М-18
8.3.8	Набор мер комплексного коэффициента передачи ДК2-70 (диапазон рабочих частот от 100 кГц до 18 ГГц, диапазон установки затухания от 0 до 100 дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня затухания $\pm 0,1$ дБ)
8.3.9	Анализатор спектра С4-85 (диапазон частот от 100 до $39,6 \cdot 10^9$ Гц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты в полосе частот от 100 Гц до 18 ГГц $\pm (0,05\Pi_0 + 10$ Гц), где Π_0 – полоса обзора, Гц; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности полосе частот от 100 Гц до 18 ГГц $\pm 2,0$ дБ)

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

Внимание! Не допускается применение средств измерений, не имеющих входов опорных сигналов (синхронизации).

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению поверки анализаторов допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющим опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации и документацией по поверке и имеющие право на поверку (аттестованными в качестве поверителей по ПР 50.2.012-94).

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 системах допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-84, ГОСТ Р 51350-99, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие

инструктаж на рабочем месте.

5.2 Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления системы.

Внимание! При проведении поверки необходимо использовать антистатические заземленные браслеты и заземленную оснастку. Суммарный уровень мощности на входе не должен превышать 20 дБм. Запрещается подавать на вход прибора постоянное напряжение.

6 Условия поверки

6.1 Поверка проводится при нормальных условиях (составляющая погрешности измерений любой из характеристик от действия совокупности влияющих величин не превышает 35 % допускаемой основной погрешности).

6.2 Системы обеспечивают работоспособность и измерение характеристик сигналов с заданными метрологическими характеристиками при следующих климатических условиях:

- температура окружающей среды от 10 до 40° С;
- относительная влажность воздуха 80% при 20° С;
- атмосферное давление от 630 до 800 мм рт. ст.;

6.3 Электропитание осуществляется от промышленной сети 220 ± 11 В, частота 50 ± 1 Гц. Суммарная потребляемая мощность не более 5 кВА.

7 Подготовка к поверке

7.1 При подготовке к поверке выполнить следующие операции:

- проверить готовность системы в целом согласно технической документации фирмы-изготовителя;
- выполнить пробное непродолжительное (10 – 15 мин.) включение системы.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра проверить:

- наличие товарного знака фирмы-изготовителя, серийный номер, год изготовления;
- соответствие комплектности требованиям нормативно-технической документации на конкретную модификацию;
- состояние лакокрасочного покрытия;
- чистоту гнезд, разъемов, клемм;
- отсутствие механических, электрических, химических и тепловых повреждений.

Особое внимание обратить на состояние трактов модуля приемника E2731В. При необходимости воспользоваться часовой лупой с увеличением $\times 17$. Наличие различимых глазом несоосностей, эллиптичности, заусенцев не допускается.

8.2 Опробование

8.2.1 Подключить систему к сети, нажать тумблер включения питания. На экране системы должна появиться информация о загрузке операционной системы и программного обеспечения фирмы-изготовителя. После загрузки операционной системы и программного обеспечения на экране системы должно появиться меню управления системой.

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

8.3 Определение метрологических характеристик

Дополнительная оснастка, используемая при испытаниях:

- Тройник 6 дБ 2.246.121, диапазон частот от 0 Гц до 18 ГГц (далее – ВЧ тройник).

Внимание! КСВН используемых коаксиальных трактов, соединителей, переходов, не должен превышать 1,05 в диапазоне частот от 20 МГц до 6 ГГц. Затяжку коаксиальных соединителей производить только тарированными ключами соответствующего номинала.

8.3.1 Определение частоты опорного генератора и относительной погрешности установки частоты опорного генератора

Определение частоты опорного генератора выполнить в следующей последовательности:

- подготовить к работе стандарт частоты и времени водородный Ч1-1006 (далее – стандарт

Ч1-1006);

- подготовить к работе частотомер электронно-счетный ЧЗ-66 (далее – частотомер ЧЗ-66);
- соединить выход 5 МГц стандарта Ч1-1006 с входом синхронизации 5 МГц частотомера ЧЗ-66;
- соединить частотомер ЧЗ-66 с разъемом опорного генератора 10 МГц на панели модуля приемника Е2731В;
- выполнить измерения частоты опорного генератора, зафиксировав показания частотомера;
- вычислить значение относительной погрешности установки частоты опорного генератора по формуле (1):

$$\delta_{ог} = \frac{10 - f_{изм}}{10}, \quad (1)$$

где $f_{изм}$ - показания частотомера, МГц;

- результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение относительной погрешности установки частоты опорного генератора находится в пределах $\pm 10^{-6}$.

8.3.2 Определение КСВН входа и диапазона значений ослабления входного аттенюатора

- подготовить к работе стандарт Ч1-1006;
- подготовить к работе измеритель модуля коэффициента передачи и отражения Р2М-18 (далее – измеритель Р2М-18);
- соединить выход 10 МГц стандарта Ч1-1006 с входом синхронизации 10 МГц измерителя Р2М-18;
- соединить выход измерителя Р2М-18 с входом системы;
- выполнить измерения КСВН входа, зафиксировав показания измерителя Р2М-18 для каждого положения входного аттенюатора от 0 до 30 дБ с шагом 2 дБ в точках 20; 50; 100; 200; 500 МГц; 1; 2; 3; 4; 5; 6 ГГц;
- результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если КСВН входа не превышает 2,0 во всем диапазоне частот.

8.3.3 Определение диапазона рабочих частот и погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала

Погрешность измерений частоты входного синусоидального сигнала определить методом сравнения показаний системы f_{ac} с показаниями эталонного средства измерений f_c .

- подготовить к работе стандарт Ч1-1006;
- подготовить к работе измеритель модуля коэффициента передачи и отражения Р2М-18 (далее – измеритель Р2М-18);
- подготовить к работе частотомер ЧЗ-66;
- соединить выход 10 МГц стандарта Ч1-1006 с входом синхронизации 5 МГц измерителя Р2М-18;
- соединить выход 5 МГц стандарта Ч1-1006 с входом синхронизации 5 МГц частотомера ЧЗ-66;
- соединить выход 10 МГц стандарта Ч1-1006 с входом синхронизации 10 МГц системы;
- измерить частоту сигнала на выходе измерителя Р2М-18 при помощи частотомера ЧЗ-66;
- соединить ВЧ-выход измерителя Р2М-18 и ВЧ-вход системы;
- провести измерение частоты в режиме системы спектра в точках 20; 50; 100; 200; 500 МГц; 1; 2; 3; 4; 5; 6 ГГц;

- результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки;
- вычислить значения абсолютной погрешности измерений частоты Δ_f по формуле (2):

$$\Delta_f = f_c - f_{ac}; \quad (2)$$

- диапазон частот системы определить измерением начальной f_i и конечной f_e частот при подаче сигнала известной частоты и уровня минус 10 дБм на вход системы.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если $f_i = 20$ МГц, $f_e = 6$ ГГц, а значения абсолютной погрешности измерений частоты находятся в пределах значений вычисленных по формуле (3):

$$\pm (\delta_{ог} \cdot f_c + \frac{1}{2} \text{ значения последнего индицируемого разряда}). \quad (3)$$

8.3.4 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного синусоидального сигнала

- подготовить к работе стандарт Ч1-1006;
- подготовить к работе измеритель Р2М-18;
- соединить выход 10 МГц стандарта Ч1-1006 с входом синхронизации 10 МГц измерителя Р2М-18;
- соединить выход 10 МГц стандарта Ч1-1006 с входом синхронизации 10 МГц системы;
- провести точную установку уровня мощности 0 дБм измерителя Р2М-18 при помощи прилагаемых головок измерений мощности;
- соединить ВЧ-выход измерителя Р2М-18 и ВЧ-вход системы;
- установить следующие параметры системы:
 - [PRESET]
 - [AMPT: RF ATTEN MANUAL: 0 dB]
 - [AMPT: -A dBm]
 - [SPAN: 10 Hz]
 - [BW: RES BW MANUAL: 5 Hz]
 - [TRACE: DETECTOR: RMS]
 - [FREQ: CENTER: f_{in}];
- провести измерение уровня мощности в режиме системы спектра в точках f_{in} 20; 50; 100; 200; 500 МГц; 1; 2; 3; 4; 5; 6 ГГц для каждого из значений ослабления А входного аттенюатора от 0 до 75 дБ с шагом 5 дБ;
- установить маркер на максимуме сигнала [MKR: PEAK] и зафиксировать уровень L_{AC} ;
- результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки;
- вычислить абсолютную погрешность измерений уровня мощности по формуле (4):

$$\Delta_L = 0 - L_{AC}. \quad (4)$$

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного синусоидального сигнала находятся в пределах ± 1 дБ во всем диапазоне рабочих частот.

8.3.5 Определение уровня подавления побочных каналов приема

- подготовить к работе стандарт Ч1-1006;
- подготовить к работе измеритель Р2М-18.

8.3.5.1 Определение уровня подавления зеркальных каналов приема

- соединить выход 10 МГц стандарта Ч1-1006 с входом синхронизации 10 МГц измерителя Р2М-18;
- соединить выход 10 МГц стандарта Ч1-1006 с входом синхронизации 10 МГц системы;

- провести точную установку уровня мощности 0 дБм измерителя P2M-18 при помощи прилагаемых головок измерений мощности;
- соединить ВЧ-выход измерителя P2M-18 и ВЧ-вход системы;
- установить следующие параметры системы:
- [PRESET]
- [AMPT: RF ATTEN MANUAL: 0 дБ]
- [AMPT: REF LEVEL: -30 dBm]
- [SPAN: 100 kHz]
- [BW: RES BW MANUAL: 3 kHz];
- для проверки уровня ослабления зеркального канала приема по первой ПЧ подать с измерителя P2M-18 сигнал частотой f_{in} 6256,8 МГц;
- f_{in} последовательно установить
- установить параметр системы [FREQ: CENTER: { f_{in} }];
- установить маркер системы в положение [MKR: PEAK];
- зафиксировать уровень маркера L;
- результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения уровня подавления побочных каналов приема составляют не менее значений указанных в таблице 3:

Таблица 3

Диапазон частот	$ L $
от 20 МГц до 2,7 ГГц	90 дБ
от 2,7 до 6 ГГц	80 дБ

8.3.5.2 Определение уровня подавления каналов приема промежуточных частот

- соединить выход 10 МГц стандарта Ч1-1006 с входом синхронизации 10 МГц измерителя P2M-18;
- соединить выход 10 МГц стандарта Ч1-1006 с входом синхронизации 10 МГц системы;
- провести точную установку уровня мощности 0 дБм измерителя P2M-18 при помощи прилагаемых головок измерений мощности;
- соединить ВЧ-выход измерителя P2M-18 и ВЧ-вход системы;
- для проверки уровня ослабления канала приема первой ПЧ подать с измерителя P2M-18 сигнал частоты 4628,4 МГц;
- последовательно установить параметр системы [FREQ: CENTER: { f_{in} }], равным:
- установить маркер системы в положение [MKR: PEAK];
- зафиксировать уровень маркера L;
- для проверки уровня ослабления канала приема второй ПЧ подать с измерителя P2M-18 сигнал частоты 404,4 МГц;
- последовательно установить параметр системы [FREQ: CENTER: { f_{in} }], равным:
- для проверки уровня ослабления канала приема третьей ПЧ подать с измерителя P2M-18 сигнал частоты 70 МГц;
- последовательно установить параметр системы [FREQ: CENTER: { f_{in} }], равным:
- установить маркер системы в положение [MKR: PEAK];
- зафиксировать уровень маркера L;
- результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения уровня подавления каналов приема промежуточных частот составляют не менее значений указанных в таблице 4:

Таблица 4

Диапазон частот	$ L $
от 20 МГц до 2,7 ГГц	90 дБ
от 2,7 до 6 ГГц	80 дБ

8.3.6 Определение точки пересечения с продуктами интермодуляции 3 порядка (TOI)

- подготовить к работе стандарт Ч1-1006;
- подготовить к работе два измерителя P2M-18.

- соединить выходы 10 МГц стандарта Ч1-1006 с входами синхронизации 10 МГц измерителей P2M-18;

- соединить выход 10 МГц стандарта Ч1-1006 с входом синхронизации 10 МГц системы;
- соединить ВЧ выходы измерителей P2M-18 с входами ВЧ тройника;

- поочередно, при помощи прилагаемых головок измерений мощности, установить выходной уровень измерителей P2M-18 таким образом, чтобы на входе системы обеспечить уровень минус 10 дБм;

- соединить выход ВЧ тройника с входом системы;

- установить частоту сигнала первого измерителя P2M-18 $f_{g1} = f_{in} - 50$ кГц, второго измерителя P2M-18 $f_{g2} = f_{in} + 50$ кГц;

- значение f_{in} последовательно установить: 21; 50; 100; 200; 500 МГц; 1; 2; 3; 4; 5; 5,9 ГГц
- установить следующие параметры системы:

- [PRESET]

- [AMPT: RF ATTEN MANUAL: 0 dB]

- [AMPT: REF LEVEL: 0 dBm]

- [SPAN: 500 kHz]

- [BW: RES BW MANUAL: 3 kHz]

- [FREQ: CENTER: { f_{in} }];

- провести измерения, установив [MKR FCTN: TOI];

Значение точки пересечения с продуктами интермодуляции 3 порядка, отображается в поле маркера, обозначенном [TOI];

- результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если точка пересечения с продуктами интермодуляции 3 порядка на частотах от 20 МГц до 2,7 ГГц составляет более 4 дБм, на частотах от 2,7 до 8 ГГц составляет более 0 дБм.

8.3.7 Определение точки пересечения с гармоническими составляющими 2 порядка (SHI)

- подготовить к работе стандарт Ч1-1006;

- подготовить к работе измеритель P2M-18;

- соединить выход 10 МГц стандарта Ч1-1006 с входом синхронизации 10 МГц измерителя P2M-18;

- соединить выход 10 МГц стандарта Ч1-1006 с входом синхронизации 10 МГц системы;

- соединить ВЧ выход измерителя P2M-18 с ВЧ входом системы через фильтр нижних частот с граничной частотой не более $2 \times f_{in}$;

- провести точную установку уровня мощности 0 дБм измерителя P2M-18 при помощи прилагаемых головок измерения мощности;

- установить параметры системы:

- [PRESET]

- [AMPT: RF ATTEN MANUAL: 0 dB]

- [AMPT: 0 dBm]

- [SPAN: 3 kHz]

- [BW: RES BW MANUAL: 1 kHz]

- [FREQ: CENTER: { f_{in} }];

- значение f_{in} последовательно установить: 20; 50; 100; 200; 500 МГц; 1; 2; 2,9 ГГц

- установить маркер системы в положение [MKR: PEAK];

- зафиксировать уровень маркера L_{in} ;

- установить центральную частоту системы равной второй гармонике частоты генератора [FREQ: CENTER: { $2 \times f_{in}$ }];

- установить маркер на максимум сигнала [MKR: PEAK] и зафиксировать показания уровня маркера L_{k2} .

Результаты поверки считать удовлетворительными, если точка пересечения с гармоническими составляющими 2 порядка (SHI) составляет не менее 22 дБм во всем диапазоне рабочих частот.

6.6.8 Определение уровня собственных шумов системы

Средний уровень собственных шумов проверить измерением уровня с усреднением показаний отсчетных устройств системы в полосе пропускания 10 Гц, при отсутствии сигнала на входе системы.

Выполнить следующие операции:

- подсоединить нагрузку согласованную 50 Ом из состава ДК2-70 к входу системы;
- установить параметры системы:
- [PRESET]
- [AMPT: RF ATTEN MANUAL: 0 dB]
- [SPAN: 10 Hz]
- [BW: BW MODE: FFT]
- [BW: RES BW MANUAL: 10 Hz]
- [TRACE 1: AVERAGE]
- [TRACE 1: SWEEP COUNT: 30 ENTER]
- [AMPT: {RefLev}]
- [FREQ: CENTER: {f}]
- [MEAS: TIME DOM POWER: MEAN];
- зафиксировать показания под маркером "MEAN" N^{10Hz} ;
- [BW: RES BW MANUAL: 1 kHz]
- [BW: SWEEP TIME MANUAL: 50 ms]
- [AMPT: - 60 dBm]
- [FREQ: CENTER: {f}] (последовательно установить из ряда: 20; 50; 100; 200; 500 МГц; 1; 2; 3; 4; 5; 6 ГГц);
- зафиксировать показания под маркером "MEAN" N_i^{1kHz} .

Значения уровня собственных шумов системы вычислить по следующей формуле (5):

$$N_i = N_i^{1kHz} - N^{10Hz} ; \quad (5)$$

- результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если вычисленные значения уровня собственных шумов системы не превышают минус 146 дБм во всем диапазоне рабочих частот.

8.3.9 Определение уровня обратной эмиссии системы.

- подготовить к работе стандарт Ч1-1006;
- подготовить к работе анализатор спектра С4-85;
- соединить выход 5 МГц стандарта Ч1-1006 с входом синхронизации 5 МГц системы спектра С4-85;
- соединить вход системы со входом системы спектра С4-85;
- установить параметры системы:
- [PRESET]
- [RF ATT: 0 dB]
- [PREAMP OFF]
- последовательно перестраивая систему во всем диапазоне рабочих частот с шагом 100 Гц, измерить амплитуду сигнала обратной эмиссии системы в полосе частот от 100 Гц до 26,5 ГГц;
- повторить измерения для включенного предусилителя;
- [PREAMP ON]
- результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки;

Результаты поверки считать удовлетворительными, если наибольшее значение сигнала обратной эмиссии не превышает минус 80 дБм в диапазоне частот от 100 Гц до 26,5 ГГц.

9 Оформление результатов поверки

9.1 При положительных результатах поверки анализатор признается годным к применению и на него выдается свидетельство о поверке установленного образца, которое заверяется поверителем с нанесением оттиска поверительного клейма. На оборотной стороне свидетельства записываются результаты поверки.

9.2 В случае отрицательных результатов поверки применение системы запрещается, и на него выдается извещение о непригодности его к применению с указанием причин.

Начальник отдела
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ

И.М. Малай

Научный сотрудник
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ

В.Р. Ручкин