1334

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ

_____А.Ю. Кузин

«_11_» _____03_____ 2008 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Анализаторы электрических цепей векторные E5071C фирмы «Agilent Technologies», Малайзия

Методика поверки

г. Мытищи
2008 г.

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика распространяется на анализаторы электрических цепей векторные E5071C (далее – анализаторы), и устанавливает порядок проведения их первичной и периодической поверки.

1.2 Межповерочный интервал - 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке (ввозе импорта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр.	8.1	да	да
2 Опробование.	8.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик	8.3	да	да
3.1 Определение присоединительных размеров коаксиальных соединителей.	8.3.1	да	да
3.2 Определение диапазона рабочих частот и относительной погрешности установки частоты источника выходного сигнала.	8.3.2	да	да
3.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности установки мощности выходного сигнала.	8.3.3	да	да
3.4 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи S_{21} и S_{12}.	8.3.4	да	да
3.5 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения S_{11} и S_{22}.	8.3.5	да	да
3.6 Определение уровня собственного шума.	8.3.6	да	да

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 2

Номера пункта документа по методике поверке	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
8.3.1	Комплект измерительный соединителей коаксиальных КИСК-7 (пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 0,02 мм)
8.3.2	Частотомер электронно-счетный Ч3-66 (диапазон измерений частоты от 10 Гц до 37,5 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты ± $5 \cdot 10^{-7}$).
8.3.3	Ваттметр поглощаемой мощности М3-93 (диапазон рабочих частот от 0,02 до 18 ГГц, диапазон измерений мощности от $1 \cdot 10^{-4}$ до 1 Вт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности ±(4 ÷ 6) %). Анализатор спектра ВЧ и СВЧ диапазонов Е4411В (диапазон частот от 9 кГц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений мощности ±1,5 дБ).
8.3.4	Установка для измерения ослабления и фазового сдвига образцовая ДК1-16 (диапазон рабочих частот от 100 кГц до 18 ГГц, диапазон измеряемых ослаблений от 0 до 140 дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ослабления ±0,25 дБ). Прибор для поверки аттенюаторов Д1-13А (рабочий диапазон частот от 0 до 30 МГц, диапазон устанавливаемых значений ослабления от 0 до 110 дБ с шагом 10 дБ, пределы допускаемой погрешности установки ослабления от 0,003 до 0,025 дБ).
8.3.5	Набор мер КСВН и полного сопротивления 1-го разряда ЭК9-140 (пределы допускаемой относительной погрешности поверки: по КСВН ± 1% для КСВН ≤ 1,4; ± 1,5% для КСВН = 2,0; ± 2% для КСВН = 3,0; по фазе коэффициента отражения ± 1° для КСВН ≥ 2,0; ± 1,5° для КСВН = 1,4; ± 2° для КСВН = 1,2); набор мер полного и волнового сопротивления 1-го разряда ЭК9-145 (номинальные значения КСВН: 1,0; 1,2; 1,4; 2,0; пределы допускаемой погрешности измерений нагрузок: ± 1 % по КСВН; ± 1° по фазе коэффициента отражения)

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 утверждённого типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.

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 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 Поверка проводится при следующих условиях:

- температура окружающей среды, °С.....20 ± 5;
- относительная влажность воздуха, %.....65 ± 15;
- атмосферное давление, мм рт. ст.....750 ± 30;
- параметры питания от сети переменного тока:
  - напряжение, В .....220 ± 5;
  - частота, Гц.....50 ± 0,5.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 При подготовке к поверке выполнить следующие операции:

- проверить готовность анализатора в целом согласнотехнической документации фирмы-изготовителя (ТД);
- выполнить пробное (10 ÷ 15 мин) включение анализатора.

Перед проведением измерений подготовить средства измерений согласно их инструкциям по эксплуатации.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра проверить:

- соответствие анализатора требованиям ТД;
- отсутствие механических повреждений и ослабления элементов конструкции, сохранность механических органов управления и четкость фиксации их положения, чёткость обозначений, чистоту и исправность разъёмов и гнёзд, наличие и целостность предохранителей, печатей и пломб.

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 фирмы-изготовителя. После загрузки операционной системы и программного обеспечения на экране анализатора должно появиться меню управления анализатором.

8.2.2 Результаты опробования считать положительными, если при опробовании 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 КИСК – 7)

Результаты поверки считать удовлетворительными, если присоединительные размеры коаксиального соединителя соответствуют типу N по ГОСТ РВ 51914-2002.

8.3.2 Определение диапазона рабочих частот и относительной погрешности установки частоты источника выходного сигнала

8.3.2.1 Провести предварительную установку режима работы анализатора. Для этого нажать на клавишу "PRESET" на передней панели анализатора и подтвердить выбранное действие клавишей "ENTER". Подсоединить частотомер к измерительному порту 1 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 0,009 МГц (0,1 МГц в случае укомплектования тройниками подачи напряжения смещения).

8.3.2.3 Измеренное значение частоты занести в протокол.

8.3.2.4 Повторить процедуру измерений частоты сигнала для следующих установленных частот: 100 МГц; 1; 3; 4,5; 6; 8,5 ГГц и рассчитать значения относительных погрешностей установки частоты сигнала по формуле (1):

$$\delta f = \frac{f_г - f_0}{f_г} \cdot, \qquad (1)$$

где f_0 – значение частоты сигнала, измеренное частотомером, Гц;

$f_г$ – значение частоты сигнала, установленное на анализаторе, Гц.

Результаты поверки считать положительными, если выполняются требования пунктов п.п. 8.3.3 и 8.3.4 и диапазон рабочих частот анализаторов соответствует:
E5071C-240 (440) – от 0,009 до 4500 МГц;
E5071C-245 (445) – от 0,1 до 4500 МГц;
E5071C-280 (480) – от 0,009 до 8500 МГц;
E5071C-285 (485) – от 0,1 до 8500 МГц;
и значения погрешности установки частоты не превышают значений $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ для E5071C-240(245, 440, 445, 280, 285, 480, 485) или $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ для E5071C-240(245, 440, 445, 280, 285, 480, 485) с опцией 1E5.

8.3.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности установки мощности выходного сигнала

8.3.3.1 Измерения выходной мощности произвести с использованием ваттметра М3-93 - для значений мощности от минус 10 до 10 дБ/мВт и анализатора спектра E4411B - для значений мощности от минус 55 до минус 10 дБ/мВт. Подключить ваттметр М3-93 (анализатора спектра E4411B) к измерительному порту 1 проверяемого анализатора. Провести предварительную установку режима работы анализатора. Для этого нажать на клавишу "PRESET" на передней панели анализатора и подтвердить выбранное действие клавишей "ENTER".

8.3.3.2 Установить анализатор в режим измерений S_{12}.

8.3.3.3 Установить анализатор в режим генерации непрерывного сигнала. Для этого в меню "Channel" анализатора выбрать "CW Frequency".

8.3.3.4 Последовательно устанавливая следующие значения мощности выходного сигнала: минус 55; минус 30; минус 20; минус 10; 0; 5; 10 дБ/мВт, провести измерения мощности для следующих значений частот: 0,009,10; 1000; 2000; 3000; 4500; 6000; 8500 МГц.

8.3.3.5 Повторить проделанные операции для второго порта, предварительно установив режим измерений S_{21}.

8.3.3.6 Рассчитать абсолютную погрешность установки мощности выходного сигнала как разность между измеренным и установленным значениями мощности.

8.3.3.7 Результаты поверки считать положительными, если диапазон установки мощности выходного сигнала находится в пределах:

от 9 кГц до 5 ГГц – от минус 55 до 10 дБ/мВт;

от 5 до 6 ГГц – от минус 55 до 9 дБ/мВт;

от 6 до 7 ГГц – от минус 55 до 8 дБ/мВт;

от 7 до 8,5 ГГц – от минус 55 до 7 дБ/мВт;

и измеренные значения мощности находятся в пределах ± 2,5.

8.3.4 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи S_{21} и S_{12}

8.3.4.1 Провести предварительную установку режима работы анализатора. Для этого нажать на клавишу "PRESET" на передней панели анализатора и подтвердить выбранное действие клавишей "ENTER".

8.3.4.2 Установить анализатор в режим измерений S_{12}.

8.3.4.3 Провести полную двухпортовую калибровку анализатора в соответствии с ТД.

8.3.4.4 Провести измерения модуля коэффициента передачи и фазы коэффициента передачи аттенюаторов (сборки аттенюаторов) на установке ДК1-16 в диапазоне частот от 100 кГц до 8,5 ГГц. В частотном диапазоне от 9 кГц до 100 кГц использовать прибор для поверки аттенюаторов Д1-13А.

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, 90 дБ) на следующих частотах: 0,009 0,1; 100; 1000; 2000; 3000; 4500; 6000; 8500 МГц.

8.3.4.6 Рассчитать абсолютную погрешность измерений модуля и фазы коэффициента передачи, как разность измеренного и действительного значения.

8.3.4.7 Результаты поверки считать положительными, если:

значения абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи находятся в пределах, дБ:

от 9 до 300 кГц:

- от 10 до 0 дБ – ± 0,1;
- от 0 до минус 30 дБ – ± 0,2;
- от минус 30 до минус 70 дБ – ± 3,0;
- от минус 70 до минус 80 дБ – ± 10;

от 300 кГц до 10 МГц:

- от 10 до 0 дБ – ± 0,08;
- от 0 до минус 30 дБ – ± 0,1;
- от минус 30 до минус 70 дБ – ± 1,2;
- от минус 70 до минус 90 дБ – ± 7,6;

от 10 МГц до 3 ГГц:

- от 10 до 0 дБ – ± 0,07;
- от 0 до минус 30 дБ – ± 0,09;
- от минус 30 до минус 70 дБ – ± 0,37;
- от минус 70 до минус 90 дБ – ± 2,0;

от 3 до 6 ГГц:

- от 10 до 0 дБ, дБ – ± 0,1;

- от 0 до минус 30 дБ – ± 0,12;
- от минус 30 до минус 70 дБ, дБ – ± 0,4;
- от минус 70 до минус 90 дБ, дБ – ± 2,0.

от 6 до 8,5 ГГц:
- от 10 до 0 дБ – ± 0,1;
- от 0 до минус 30 дБ, дБ – ± 0,16;
- от минус 30 до минус 70 дБ, дБ – ± 0,53;
- от минус 70 до минус 90 дБ, дБ – ± 3,3

значения погрешности измерений фазы коэффициента передачи находятся в пределах:

от 9 кГц до 300 кГц:
- от 10 до 0 дБ – ± 0,5°;
- от 0 до минус 30 дБ – ± 0,8°;
- от минус 30 до минус 70 дБ – ± 27°;

от 300 кГц до 10 МГц:
- от 10 до 0 дБ – ± 0,5°;
- от 0 до минус 30 дБ – ± 0,7°;
- от минус 30 до минус 70 дБ – ± 8,4°;

от 10 МГц до 3 ГГц:
- от 10 дБ до 0 дБ – ± 0,45°;
- от 0 до минус 30 дБ – ± 0,6°;
- от минус 30 до минус 70 дБ – ± 2,5°;
- от минус 70 до минус 90 дБ – ± 15,8°;

от 3 до 6 ГГц:
- от 10 дБ до 0 дБ – ± 0,7°;
- от 0 до минус 30 дБ – ± 0,85°;
- от минус 30 до минус 70 дБ – ± 2,75°;
- от минус 70 до минус 90 дБ – ± 15,4°;

от 6 до 8,5 ГГц:
- от 10 дБ до 0 дБ – ± 0,9°;
- от 0 до минус 30 дБ – ± 1,1°;
- от минус 30 до минус 70 дБ – ± 3,6°;
- от минус 70 до минус 90 дБ – ± 27°.

8.3.5 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения S_{11} и S_{22}

8.3.5.1 Провести предварительную установку режима работы анализатора. Для этого нажать на клавишу "PRESET" на передней панели анализатора и подтвердить выбранное действие клавишей "ENTER".

8.3.5.2 Установить анализатор в режим измерений S_{11}.

8.3.5.3 Провести полную двухпортовую калибровку анализатора в соответствии с ТД.

8.3.5.4 Провести измерения модуля и фазы коэффициента отражения нагрузок из комплекта ЭК9-140 (ЭК9-145) для номинальных значений КСВН: 1,0; 1,2; 1,4; 2,0; 3,0 на следующих частотных точках: 0,009; 0,1; 10; 100; 1000; 2000; 3000; 4000; 4500; 6000; 8500 МГц.

8.3.5.5 Рассчитать абсолютную погрешность измерений модуля и фазы коэффициента отражения, как разность измеренного и действительного значений.

8.3.5.6 Результаты поверки считать положительными, если:

значения абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения находятся в пределах:

от 9 кГц до 10 МГц:
- от минус 6 до минус 15 дБ – ± 0,3;

- от минус 15 до минус 25 дБ – ± 0,8;
- от минус 25 до минус 35 дБ – ± 2,0;

от 10 МГц до 3 ГГц:
- от минус 6 до минус 15 дБ – ± 0,4;
- от минус 15 до минус 25 дБ – ± 1,0;
- от минус 25 до минус 35 дБ – ± 3,3;

от 3 до 6 ГГц:
- от минус 6 до минус 15 дБ – ± 0,6;
- от минус 15 до минус 25 дБ – ± 2,0;
- от минус 25 до минус 35 дБ – ± 7,0;

от 6 до 8,5 ГГц:
- от минус 6 до минус 15 дБ – ± 0,8;
- от минус 15 до минус 25 дБ – ± 2,5;
- от минус 25 до минус 35 дБ – ± 13

значения абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения находятся в пределах:

от 9 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°;

от 3 до 6 ГГц:
- от минус 6 до минус 15 дБ – ± 4,2°;
- от минус 15 до минус 21 дБ – ± 7,4°;

от 6 до 8,5 ГГц:
- от минус 6 до минус 15 дБ – ± 5,2°;
- от минус 15 до минус 21 дБ – ± 8,6°.

8.3.6 Определение уровня собственного шума

8.3.6.1 Определение уровня собственного шума приемника сигнала анализатора ести

8.3.6.2 Провести предварительные установки на проверяемом анализаторе: диапазон частот 0,09 (0,1) ÷ 4500(8500) МГц; выходная мощность 0 дБ/мВт; полоса фильтра 10 Гц; количество точек 1000; измеряемый параметр S_{21} (S_{12}). 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: от 0,09 (0,1) до 0,3 МГц; от 0,3 до 10 МГц; от 10 МГц до 4,5 (6) ГГц; от 6 до 8,5 ГГц. Выбрать режим «маркер - среднее». Считать с экрана среднее значение уровня собственного шума, соответствующее установленному маркеру.

8.3.6.3 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения не превышают, дБ/мВт:
- от 0,09 до 300 кГц – минус 97;
- от 300 кГц до 10 МГц – минус 107;
- от 10 МГц до 6 ГГц – минус 123;
- от 6 до 8,5 ГГц – минус 117.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки анализатора выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

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

Начальник отдела
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ — В.Л. Воронов

Старший научный сотрудник
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ — А.С. Бондаренко