

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель генерального
директора – заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»


_____ А. Н. Щипунов
« 12 » _____ 2020 г.


Государственная система обеспечения единства измерений

Анализаторы электрических цепей векторные Е5080В

Методика поверки

651-20-033 МП

р.п. Менделеево
2020 г.

1 Общие сведения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы цепей векторные E5080B (далее – анализаторы), изготавливаемые компанией «Keysight Technologies Malaysia Sdn. Bhd.», Малайзия, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками - 1 год.

2 Операции поверки

2.1 При поверке анализаторов выполнить работы в объеме, указанном в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр и проверка комплектности	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Идентификация программного обеспечения	8.3	да	да
4 Определение присоединительных размеров коаксиальных соединителей измерительных портов анализаторов	8.4	да	да
5 Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала синтезатора частот	8.5	да	да
6 Определение уровня собственных шумов анализатора	8.6	да	да
7 Определение максимального уровня мощности на измерительных портах	8.7	да	нет
8 Определение абсолютной погрешности установки мощности на измерительных портах	8.8	да	да
9 Определение абсолютной погрешности измерений мощности в динамическом диапазоне	8.9	да	нет
10 Определение неисправленных характеристик анализаторов	8.10	да	да
11 Определение среднего уровня собственных шумов приемного тракта (при установленном аппаратном обеспечении анализатора спектра 09x совместно с программным обеспечением S96090A)	8.11	да	да
12 Определение абсолютной погрешности измерения и воспроизведения напряжения постоянного тока дополнительных выходов анализатора (при установленном аппаратном обеспечении опции 175)	8.12	да	нет

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, указанной в таблице 1, поверка прекращается и анализатор бракуется.

2.3 Допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов, которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатирующей организации.

3 Средства поверки

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

Таблица 2

Номер 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
8.2 8.4 8.6 8.10 8.11	Наборы мер коэффициентов передачи: 85054В для анализаторов с типом соединителя IX (тракт N тип); 85052В для анализаторов с типом соединителя IX (тракт 3,5 мм); 85056А для анализаторов с типом соединителя I (тракт 2,4 мм) и наборы мер 85058В для анализаторов с типом соединителя тракта 1,85 мм; пределы допускаемой погрешности определения действительных значений модуля коэффициента отражения от $\pm 0,8$ до $\pm 1,4$ %, пределы допускаемой погрешности определения фазы коэффициента отражения от 0,5 до $1,5^\circ$
8.5	Частотомер универсальный CNT-90XL: диапазон измерений частоты от 0,3 до 60 ГГц; пределы основной допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты $\pm 1,5 \cdot 10^{-8}$
8.6 8.7 8.8 8.9	Блок измерительный ваттметра (далее – ваттметр) N1914A: - с преобразователем N8485A: диапазон частот от 10 МГц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений мощности ± 6 %; - с преобразователем N8488A: диапазон частот от 10 МГц до 67 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений мощности ± 8 %; - с преобразователем E9304A: диапазон частот от 9 кГц до 6 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений мощности ± 4 %; - с преобразователем измерительным N8481A: диапазон частот от 10 МГц до 18 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений мощности ± 5 %; - с преобразователем N8487A: диапазон частот от 50 МГц до 50 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений мощности ± 8 %; - с преобразователем измерительным N8482A: диапазон частот от 100 кГц до 18 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений мощности $\pm 1,81$ %
8.9	Генератор сигналов E8257D: диапазон частот от 250 кГц до 40 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора (за 1 год) $\pm 3 \cdot 10^{-8}$, шаг установки частоты 0,001 Гц
8.9	Аттенюатор коаксиальный ступенчатый программируемый 8494G: диапазон рабочих частот от $1 \cdot 10^{-4}$ до 4 ГГц, диапазон ослабления от 0 до 11 дБ, пределы допускаемой погрешности ослабления от 0,2 до 0,5 дБ
8.9	Аттенюатор коаксиальный ступенчатый программируемый 8496G: диапазон рабочих частот от $1 \cdot 10^{-4}$ до 4 ГГц, диапазон ослабления от 0 до 110 дБ, пределы допускаемой погрешности ослабления от 0,2 до 1,8 дБ
8.9	Анализатор спектра E4443A: диапазон частот от 3 Гц до 13,2 ГГц, динамический диапазон 122 дБ, чувствительность минус 156 дБ
8.12	Генератор произвольной формы 33509В: диапазон частот от 1 мкГц до 20 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6}$
8.12	Мультиметр цифровой 3458А: диапазон измерений напряжения ± 1000 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжений $\pm (1,0 \cdot 10^{-5} \cdot U + 1 \cdot 10^{-4})$
<u>Вспомогательные средства</u>	

Номер 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
8.9	Делители мощности: 11667А для анализаторов с типом соединителя N; 11667В для анализаторов с типом соединителя IX (тракт 3,5 мм); 11667С для анализаторов с типом соединителя I (тракт 2,4 мм)

3.2 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики, обеспечивающих требуемую точность измерений.

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

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению поверки анализаторов допускается инженерно-технический персонал со средним или высшим техническим образованием, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке, допущенный к работе с электроустановками и имеющие право на поверку (аттестованными в качестве поверителей).

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 с анализаторами 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 При проведении поверки необходимо принять меры защиты от статического напряжения, использовать антистатические заземленные браслеты и заземлённую оснастку. Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности антистатических защитных устройств.

6 Условия поверки

6.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- | | |
|--|----------------|
| - температура окружающего воздуха, °С | от 20 до 26; |
| - относительная влажность окружающего воздуха, % | от 5 до 70; |
| - атмосферное давление, мм рт. ст. | от 626 до 795; |
| - напряжение питания, В | от 100 до 250; |
| - частота, Гц | от 50 до 60. |

7 Подготовка к поверке

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выполнить операции, оговоренные в документации на поверяемые анализаторы на поверяемый анализатор по его подготовке к работе;
- выполнить операции, оговоренные в руководстве по эксплуатации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить прогрев приборов для установления их рабочих режимов.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр и проверка комплектности

При проведении внешнего осмотра проверить:

- отсутствие механических повреждений и ослабление элементов, четкость фиксации их положения;

- чёткость обозначений, чистоту и исправность разъёмов и гнезд, наличие и целостность печатей и пломб;

- наличие маркировки согласно требованиям эксплуатационной документации.

Визуально проверить комплектность анализаторов на соответствие, указанной в документации изготовителя.

Результаты проверки считать положительными, если представленная комплектность анализатора соответствует комплектности, указанной в документации изготовителя, в противном случае анализатор бракуется.

8.2 Опробование

Опробование анализаторов проводить при помощи мер волнового сопротивления короткое замыкание (КЗ) и холостой ход (ХХ) из комплекта мер соответствующего сечения коаксиального тракта, в следующей последовательности:

- нажать «UTILITY», затем «Service», затем «Operator's Check».

- в окне «Operator's Check», меню «Configure», выбрать «Prompt for attachment of Short/Open», для установки процесса для перемещения мер КЗ/ХХ на соответствующий портили «Shorts/Opens are attached to ALL ports», для прохождения теста без остановок.

- меры КЗ и ХХ подключить к измерительным портам в произвольной последовательности.

- нажать «Begin».

- если меры КЗ и ХХ не подключены ко всем измерительным портам анализатора, необходимо подключить их, когда они необходимы.

Результаты опробования считать положительными, если в правой части окна «Operator's Check» все результаты проверок «Results» имеют значения «PASS», в противном случае анализатор бракуется.

8.3 Идентификация программного обеспечения (ПО)

8.3.1 Определение идентификационных данных ПО.

- проверить наименование ПО;

- проверить идентификационное наименование ПО;

- проверить номер версии (идентификационный номер) ПО ;

Результаты проверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям в таблице 3, в противном случае анализатор бракуется.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	E5080B Network Analyzer Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Версия A.13.70.02 и выше
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-

8.4 Определение присоединительных размеров коаксиальных соединителей измерительных портов анализаторов

Соответствие присоединительных размеров коаксиального соединителя входов анализатора определить сличением основных размеров с размерами, указанными в ГОСТ 13317 и IEEE Std 287™-2007 с использованием соответствующих измерителей коаксиальных соединителей (из состава набора мер комплектов 85054В, 85052В, 85056А, 85058В).

Результаты проверки считать положительными, если присоединительные размеры коаксиальных соединителей конкретных типов анализаторов соответствуют значениям, указанным в таблице 4, в противном случае анализатор бракуется.

Таблица 4

Наименование характеристики	Значение характеристики			
	опции 240, 260, 290, 440, 442, 460, 462, 490, 492	опции 2D0, 2K0, 2L0, 4D0, 4D2, 4K0, 4K2, 4L0, 4L2	опции 2M0, 2N0, 4M0, 4M2, 4N0, 4N2	опции 2P0, 4P0, 4P2
Тип коаксиального соединителя измерительного порта	тип III, розетка по ГОСТ 13317-89 (N-тип)	тип IX, вилка по ГОСТ 13317-89 (3,5 мм)	2,4 мм, вилка	1,85 мм, вилка

8.5 Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала синтезатора частот

Установить на анализаторе режим непрерывной генерации сигнала «TestPortOutput-SW Ассигасу». Подключить частотомер универсальный CNT-90XL к измерительному порту 1 анализатора. Установить частоту сигнала, равную начальной частоте диапазона рабочих частот.

Произвести измерение частоты выходного сигнала с использованием частотомера универсальный CNT-90XL. Измеренное значение частоты занести в протокол.

Повторить измерения частоты сигнала для 3-х частот соответствующих началу, концу и середине диапазона частот синтезатора, указанных в приложении А.

Рассчитать значения относительных погрешностей установки частоты сигнала по формуле (1).

$$\delta f = \frac{f_r - f_0}{f_r}, \quad (1)$$

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

f_r – значение частоты сигнала, установленное на анализаторе, Гц.

Повторить перечисленные выше операции для каждого измерительного порта.

Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности установки частоты находятся в пределах $\pm 7 \cdot 10^{-6}$ $\pm 4,5 \cdot 10^{-7}$ для опции 1E5, в противном случае анализатор бракуется.

8.6 Определение уровня собственных шумов анализатора

Для определения уровня собственных шумов (P_{noise}) установить на анализаторе режим непрерывной генерации, диапазон анализа – соответствующий диапазону рабочих частот, полосу IF – 1 кГц, количество рабочих точек – 801.

К измерительному порту анализатора, работающему в качестве синтезатора частот подключить СВЧ кабель с подключённым к другому концу кабеля ваттметр с измерительным преобразователем. Установить уровень мощности на конце кабеля минус 5 дБм.

Отключить кабель от измерительного преобразователя ваттметра и подключить его к измерительному порту приемника, у которого определяется уровень собственных шумов. Отсчитать по приемнику тестируемого анализатора уровень мощности в логарифмическом масштабе P_{log} . Подключить согласованные нагрузки (СН) на оба измерительных порта. Установить на анализаторе режим отображения абсолютных уровней мощности (линейный масштаб) на входе приемника измерительного порта и включить режим свипирования по частоте. Снять показания максимального значения уровня мощности шума в диапазоне частот. Пересчитать уровень мощности шума в дБ относительно 1 мВт (P_{dBm}). Рассчитать уровень мощности шума для полосы IF = 10 Гц по формуле (2):

$$P_{\text{noise}} = P_{\text{dBm}} - 19,96 \text{ dB} - (5,00 - P_{\text{log}}); \quad (2)$$

где P_{log} – уровень мощности на входе тестируемого анализатора в логарифмическом масштабе;

P_{dBm} – уровень мощности шума на нагрузке согласованной отсчитанный по анализатору в линейном масштабе и пересчитанный в дБ относительно 1 мВт.

Измерения повторить для каждого измерительного порта анализатора.

Результаты поверки считать положительными, если уровень собственных шумов конкретных типов анализаторов для каждого измерительного порта не превышает значений, указанных в таблице 5, в противном случае анализатор бракуется.

Таблица 5

Средний уровень собственных шумов приемного тракта анализатора по входу измерительного порта при полосе пропускания 10 Гц в диапазоне частот, дБм					
Диапазон частот	опции 240, 440, 442	опции 260, 460, 462	опции 290, 490, 492	опции 2D0,4D0, 4D2	опции 2K0, 4K0, 4K2
Для анализаторов без установленной опции 120 или 140					
от 9 до 100 кГц включ.	-101	-101	-101	-101	-101
св. 100 до 300 кГц включ.	-112	-112	-112	-112	-112
св. 0,3 до 1,0 МГц включ.	-120	-120	-120	-120	-120
св. 1 до 10 МГц включ.	-125	-125	-125	-125	-125
св. 10 до 50 МГц включ.	-127	-127	-127	-127	-127
св. 0,05 до 3,00 ГГц включ.	-130	-130	-130	-130	-130
св. 3,0 до 4,5 ГГц включ.	-130	-130	-130	-130	-130
св. 4,5 до 5,0 ГГц включ.	-	-130	-130	-130	-130
св. 5 до 6 ГГц включ.	-	-130	-130	-130	-130
св. 6,0 до 6,5 ГГц включ.	-	-130	-130	-130	-130
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-	-	-127	-127	-127
св. 9 до 14 ГГц включ.	-	-	-	-126	-126
св. 14 до 16 ГГц включ.	-	-	-	-	-123
св. 16 до 20 ГГц включ.	-	-	-	-	-122
Средний уровень собственных шумов приемного тракта анализатора по входу измерительного порта при полосе пропускания 10 Гц в диапазоне частот, дБм					
Диапазон частот	опции 240, 440, 442	опции 260, 460, 462	опции 290, 490, 492	опции 2D0,4D0, 4D2	опции 2K0, 4K0, 4K2
Для анализаторов с установленной опцией 120 или 140					
от 9 до 100 кГц включ.	-100	-100	-100	-100	-100
св. 100 до 300 кГц включ.	-112	-112	-112	-112	-112
св. 0,3 до 1,0 МГц включ.	-120	-120	-120	-120	-120
св. 1 до 10 МГц включ.	-125	-125	-125	-125	-125
св. 10 до 50 МГц включ.	-127	-127	-127	-127	-127
св. 0,05 до 3,00 ГГц включ.	-129	-129	-129	-129	-129
св. 3,0 до 4,5 ГГц включ.	-129	-129	-129	-129	-129
св. 4,5 до 5,0 ГГц включ.	-	-127	-127	-127	-127
св. 5 до 6 ГГц включ.	-	-127	-127	-127	-127
св. 6,0 до 6,5 ГГц включ.	-	-127	-127	-127	-127
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-	-	-125	-125	-125
св. 9 до 14 ГГц включ.	-	-	-	-125	-125
св. 14 до 16 ГГц включ.	-	-	-	-	-121
св. 16 до 20 ГГц включ.	-	-	-	-	-120

Продолжение таблицы 5

Средний уровень собственных шумов приемного тракта анализатора по входу измерительного порта при полосе пропускания 10 Гц в диапазоне частот, дБм				
Диапазон частот	опции 2L0, 4L0, 4L2	опции 2M0, 4M0, 4M2	опции 2N0, 4N0, 4N2	опции 2P0, 4P0, 4P2
от 100 до 300 кГц включ.	-97	-97	-97	-97
св. 300 до 500 кГц включ.	-97	-97	-97	-97
св. 0,5 до 1,0 МГц включ.	-110	-110	-110	-110
св. 1 до 10 МГц включ.	-115	-115	-115	-115
св. 10 до 50 МГц включ.	-127	-127	-127	-127
св. 50 до 200 МГц включ.	-130	-130	-130	-130
св. 0,2 до 6,5 ГГц включ.	-130	-130	-130	-130
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-128	-128	-128	-128
св. 9 до 17 ГГц включ.	-127	-127	-127	-127
св. 17 до 25 ГГц включ.	-125	-125	-125	-125
св. 25,0 до 26,5 ГГц включ.	-122	-122	-122	-122
св. 26,5 до 30,0 ГГц включ.	-	-122	-122	-122
св. 30 до 32 ГГц включ.	-	-120	-120	-120
св. 32 до 44 ГГц включ.	-	-	-120	-120
св. 44 до 45 ГГц включ.	-	-	-	-120
св. 45 до 50 ГГц включ.	-	-	-	-105
св. 50 до 53 ГГц включ.	-	-	-	-95

8.7 Определение максимального уровня мощности на измерительных портах

Подключить ваттметр с измерительным преобразователем соответствующего диапазона частот (тип преобразователя указан в таблице 6) к измерительному порту 1 анализатора.

Таблица 6 - Типы и комплектность ваттметров для определения мощности на измерительном порте анализатора

Опции анализатора	Типы и комплектность ваттметров
240, 440, 442	Ваттметр N1914A с преобразователем измерительным N8482A
260, 460, 462, 290, 490, 492, 2D0, 4D0, 4D2	Ваттметр N1914A с преобразователями измерительными N8481A, N8482A
2K0, 4K0, 4K2, 2L0, 4L0, 4L2	Ваттметр N1914A с преобразователями измерительными N8482A, N8485A
2M0, 4M0, 4M2, 2N0, 4N0, 4N2	Ваттметр N1914A с преобразователями измерительными N8482A, N8487A
2P0, 4P0, 4P2	Ваттметр N1914A с преобразователями измерительными N8482A, N8488A

Установить на анализаторе режим непрерывной генерации («CW»). Последовательно на пяти точках, во всем диапазоне частот, увеличить выходную мощность синтезатора на 0,1 дБм от максимального, указанного в таблице 7. Выполнить измерения мощности на измерительном порте согласно эксплуатационной документации на ваттметр. Повторить измерения на всех измерительных портах анализатора.

Результаты поверки считать положительными, если значения максимальной выходной мощности на каждом измерительном порте конкретных типов анализаторов, не менее указанных в таблице 7, в противном случае анализатор бракуется.

Таблица 7

Максимальный уровень стабилизированной мощности сигнала на выходе измерительного порта в диапазоне частот, дБм					
Диапазон частот	опции 240, 440, 442	опции 260, 460, 462	опции 290, 490, 492	опции 2D0,4D0, 4D2	опции 2K0, 4K0, 4K2
Для анализаторов без установленной опции 120 или 140					
от 9 до 100 кГц включ.	0	0	0	0	0
св. 0,1 до 1,0 МГц включ.	5	5	5	5	5
св. 1 до 10 МГц включ.	5	5	5	5	5
св. 10 до 50 МГц включ.	10	10	10	10	10
св. 0,05 до 3,00 ГГц включ.	10	10	10	10	10
св. 3,0 до 4,5 ГГц включ.	10	10	10	10	10
св. 4,5 до 6,5 ГГц включ.	-	10	10	10	10
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-	-	9	9	9
св. 9 до 14 ГГц включ.	-	-	-	7	7
св. 14 до 16 ГГц включ.	-	-	-	-	7
св. 16 до 20 ГГц включ.	-	-	-	-	4
Максимальный уровень стабилизированной мощности сигнала на выходе измерительного порта в диапазоне частот, дБм					
Диапазон частот	опции 240, 440, 442	опции 260, 460, 462	опции 290, 490, 492	опции 2D0,4D0, 4D2	опции 2K0, 4K0, 4K2
Для анализаторов с установленной опцией 120 или 140					
от 9 до 100 кГц включ.	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
св. 0,1 до 1,0 МГц включ.	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
св. 1 до 10 МГц включ.	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
св. 10 до 50 МГц включ.	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
св. 0,05 до 3,00 ГГц включ.	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
св. 3,0 до 4,5 ГГц включ.	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
св. 4,5 до 6,5 ГГц включ.	-	8,0	8,0	8,0	8,0
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-	-	7,5	7,5	7,5
св. 9 до 14 ГГц включ.	-	-	-	5,5	5,5
св. 14 до 16 ГГц включ.	-	-	-	-	5,0
св. 16 до 20 ГГц включ.	-	-	-	-	1,5
Максимальный уровень стабилизированной мощности сигнала на выходе измерительного порта в диапазоне частот, дБм					
Диапазон частот	опции 2L0, 4L0, 4L2	опции 2M0, 4M0, 4M2	опции 2N0, 4N0, 4N2	опции 2P0, 4P0, 4P2	
от 100 до 300 кГц включ.	-2	-2	-2	-2	
св. 0,3 до 1,0 МГц включ.	7	7	7	7	
св. 1 МГц до 17 ГГц включ.	10	10	10	10	
св. 17 до 20 ГГц включ.	7	7	7	7	
св. 20 до 24 ГГц включ.	5	5	5	5	
св. 24,0 до 26,5 ГГц включ.	5	5	5	5	
св. 26,5 до 30,0 ГГц включ.	-	5	5	5	
св. 30 до 32 ГГц включ.	-	2	2	2	
св. 32 до 38 ГГц включ.	-	-	2	2	
св. 38 до 44 ГГц включ.	-	-	2	2	
св. 44 до 45 ГГц включ.	-	-	-	2	
св. 45 до 50 ГГц включ.	-	-	-	-6	
св. 50 до 53 ГГц включ.	-	-	-	-24	

8.8 Определение абсолютной погрешности установки мощности на измерительных портах

Подключить ваттметр с измерительным преобразователем соответствующего диапазона частот (тип преобразователя указан в таблице 6) к измерительному порту 1 анализатора. Установить на анализаторе режим непрерывной генерации («CW»), уровень выходной мощности измерительного порта минус 15 дБм.

Выполнить измерения мощности на измерительном порте не менее чем в трех точках каждого поддиапазона частот. Повторить измерения на всех измерительных портах анализатора.

Рассчитать абсолютную погрешность выходной мощности на каждом измерительном порте анализатора.

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности установки мощности на каждом измерительном порте конкретных типов анализаторов находятся в пределах, указанных в таблице 8, в противном случае анализатор бракуется.

Таблица 8

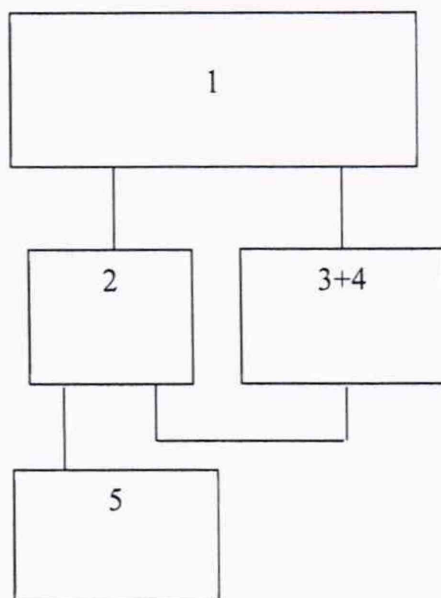
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности на выходе измерительного порта в диапазоне частот, дБ:					
Диапазон частот	опции 240, 440, 442	опции 260, 460, 462	опции 290, 490, 492	опции 2D0,4D0, 4D2	опции 2K0, 4K0, 4K2
от 9 до 100 кГц включ.	±4,0	±4,0	±4,0	±4,0	±4,0
св. 100,0 кГц до 4,5 ГГц включ.	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5
св. 4,5 до 6,5 ГГц включ.	-	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-	-	±1,5	±1,5	±1,5
св. 9 до 14 ГГц включ.	-	-	-	±1,5	±1,5
св. 14 до 15 ГГц включ.	-	-	-	-	±1,5
св. 15 до 20 ГГц	-	-	-	-	±2,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности на выходе измерительного порта в диапазоне частот, дБ:					
Диапазон частот	опции 2L0, 4L0, 4L2	опции 2M0, 4M0, 4M2	опции 2N0, 4N0, 4N2	опции 2P0, 4P0, 4P2	
от 100 кГц до 10 МГц включ.	±3,0	±3,0	±3,0	±3,0	
св. 10 МГц до 15 ГГц включ.	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5	
св. 15,0 до 26,5 ГГц включ.	±2,0	±2,0	±2,0	±2,0	
св. 26,5 до 30,0 ГГц включ.	-	±2,0	±2,0	±2,0	
св. 30 до 32 ГГц включ.	-	±2,5	±2,5	±2,5	
св. 32 до 40 ГГц включ.	-	-	±2,5	±2,5	
св. 40 до 44 ГГц включ.	-	-	±2,5	±2,5	
св. 44 до 50 ГГц включ.	-	-	-	±2,5	
св. 50 до 53 ГГц включ.	-	-	-	-	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности на выходе измерительного порта в диапазоне частот, обусловленной нелинейностью амплитудной характеристики синтезатора частот, дБ:					
Диапазон частот	опции 240, 440, 442	опции 260, 460, 462	опции 290, 490, 492	опции 2D0,4D0, 4D2	опции 2K0, 4K0, 4K2
от 9,0 кГц до 4,5 ГГц включ.	±0,75	±0,75	±0,75	±0,75	±0,75
св. 4,5 до 6,5 ГГц включ.	-	±0,75	±0,75	±0,75	±0,75
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-	-	±0,75	±0,75	±0,75
св. 9 до 10 ГГц включ.	-	-	-	±0,75	±0,75
св. 10 до 14 ГГц включ.	-	-	-	±1,00	±1,00
св. 14 до 15 ГГц включ.	-	-	-	-	±1,00
св. 15 до 20 ГГц	-	-	-	-	±1,00

Продолжение таблицы 8

Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности на выходе измерительного порта в диапазоне частот, обусловленной нелинейностью амплитудной характеристики синтезатора частот, дБ:				
Диапазон частот	опции	опции	опции	опции
	2L0, 4L0, 4L2	2M0, 4M0, 4M2	2N0, 4N0, 4N2	2P0, 4P0, 4P2
от 100 кГц до 10 ГГц включ.	±0,75	±0,75	±0,75	±0,75
св. 10 до 20 ГГц включ.	±1,00	±1,00	±1,00	±1,00
св. 20,0 до 26,5 ГГц включ.	±2,00	±2,00	±2,00	±2,00
св. 26,5 до 32,0 ГГц включ.	-	±2,00	±2,00	±2,00
св. 32 до 44 ГГц включ.	-	-	±2,00	±2,00
св. 44 до 50 ГГц включ.	-	-	-	±2,00

8.9 Определение абсолютной погрешности измерений мощности в динамическом диапазоне

Определение абсолютной погрешности измерений мощности в динамическом диапазоне проводить по схеме, приведенной на рисунке 1.

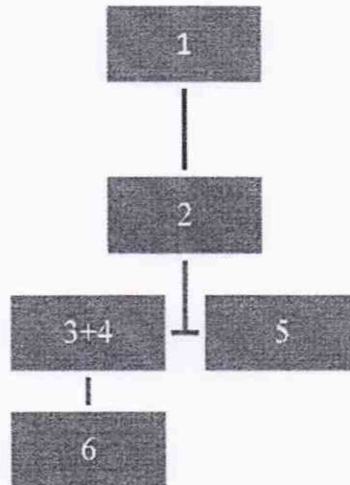


- 1 – анализатор
- 2 – делитель мощности 11667А;
- 3 – аттенюатор коаксиальный ступенчатый 8494G;
- 4 – аттенюатор коаксиальный ступенчатый 8496G;
- 5 – ваттметр N1914В с преобразователем N8482А;

Рисунок 1 – Схема определения абсолютной погрешности измерений мощности в динамическом диапазоне измеряемых значений

8.9.1 Перед началом определения составляющей погрешности измерений мощности в динамическом диапазоне измерить значения ослабления аттенюаторов на частоте 50 МГц:

Измерения ослабления аттенюаторов проводить по схеме, приведенной на рисунке 2.



- 1 – генератор сигналов E8257D;
 2 – делитель мощности 11667A;
 3 – аттенюатор коаксиальный ступенчатый 8494G;
 4 – аттенюатор коаксиальный ступенчатый 8496G;
 5 – нагрузка согласованная (50 Ом);
 6 – ваттметр N1914A с преобразователями N8481A и N8481D и анализатор спектра E4443A;

Рисунок 2 – Схема измерений ослабления аттенюаторов

Установить частоту выходного сигнала генератора E8257D 50 МГц, установить мощность выходного сигнала генератора минус 20 дБм.

Устанавливать ослабление аттенюаторов с шагом 10 дБ.

Рассчитать поправочные коэффициенты для всех установленных значений ослабления по формуле (3):

$$K_i = P_{\text{измер}} - (P_0 - S), \quad (3)$$

где $P_{\text{измер}}$ - значение мощности сигнала, измеренное ваттметром или анализатором спектра;

P_0 - мощность выходного сигнала генератора (минус 20 дБм);

S - суммарное номинальное ослабление аттенюаторов (определяемое по шкалам аттенюаторов).

8.9.2 Перевести анализатор в режим измерений параметра S21 согласно РЭ.

При помощи аттенюаторов изменять ослабление входного сигнала с шагом 10 дБ. Изменение мощности сигнала контролировать при помощи дельта маркера анализатора.

Рассчитать составляющую абсолютную погрешность измерений мощности в динамическом диапазоне по формуле (4):

$$\Delta_i = P_{0i} - P'_i + K_i, \quad \text{где} \quad (4)$$

P_{0i} - мощность выходного сигнала генератора с учетом номинального значения ослабления аттенюаторов равна 10 дБ (исх. 1 мВт) минус S ;

P'_i - мощность сигнала, измеренная анализатором;

K_i - поправочный коэффициент;

i - индекс, означающий то, что величины, входящие в расчетную формулу, измерены при одном значении ослабления шагового аттенюатора.

В качестве составляющей погрешности измерений мощности в динамическом диапазоне Δ выбрать максимальное значение из Δ_i .

Измерения провести для всех измерительных портов анализаторов.

Результаты поверки считать положительными, если значения составляющей абсолютной погрешности измерений в динамическом диапазоне конкретных типов анализаторов для каждого измерительного порта находятся в пределах, указанных в таблице 9, в противном случае анализатор бракуется.

Таблица 9

Пределы допускаемых значений абсолютной погрешности измерений амплитуды и фазы в динамическом диапазоне, при опорном уровне минус 20 дБм в диапазоне частот св. 30,6 МГц до 20 ГГц включ.	
Уровень мощности на входе измерительного порта, дБм	Амплитуда, дБ, не более
10	±0,217
0	±0,036
-10	±0,015
-20	±0,011
-30	±0,014
-40	±0,017
-50	±0,020
-60	±0,028

8.10 Определение неисправленных характеристик анализатора

При определении неисправленных характеристик системы измеряются характеристики калибровочных мер из состава комплекта калибровочных мер соответствующего типа коаксиального соединителя.

Выполнить полную 2-х или 4-х портовую (в зависимости от модели) калибровку согласно РЭ.

По результатам калибровки определить значения параметров «directivity», «sourcematch», «loadmatch», «reflectiontracking», и «transmissiontracking», для этого выполнить следующую последовательность команд: Cal -> ManageCal -> выбрать из меню используемый для калибровки набор мер -> CalSetViewerON/OFF -> выбрать из меню требуемую характеристику (установить Enabled для отображения данных).

Результаты поверки считать положительными, если значения величин «directivity», «sourcematch», «loadmatch» конкретных типов анализаторов для всех портов не превышают значений, указанных в таблице 10, в противном случае анализатор бракуется.

Таблица 10

Аппаратные (нескорректированные) параметры в диапазоне частот			
Без установленной опции 120 или 140	опции 240, 440, 442, 260, 460, 462, 290, 490, 492, 2D0, 4D0, 4D2, 2K0, 4K0, 4K2		
	Направленность, дБ	Согласование источника, дБ	Согласование нагрузки, дБ
от 300 кГц до 10 МГц включ.	20	20	15
св. 0,01 до 1,50 ГГц включ.	25	25	17
св. 1,5 до 3,0 ГГц включ.	25	25	16
св. 3,0 до 4,5 ГГц включ.	25	25	11
св. 4,5 до 6,0 ГГц включ.	25	25	11
св. 6,0 до 6,5 ГГц включ.	20	20	11
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	20	20	11
св. 9 до 10 ГГц включ.	20	20	11
св. 10 до 14 ГГц включ.	15	15	11
св. 14 до 16 ГГц включ.	15	15	11
св. 16 до 20 ГГц включ.	15	15	8

Продолжение таблицы 10

С установленной опцией 120 или 140	опции 240, 440, 442, 260, 460, 462, 290, 490, 492, 2D0, 4D0, 4D2, 2K0, 4K0, 4K2		
	Направленность, дБ	Согласование источника, дБ	Согласование нагрузки, дБ
от 300 кГц до 10 МГц включ.	20	20	15
св. 0,01 до 1,50 ГГц включ.	25	25	17
св. 1,5 до 3,0 ГГц включ.	25	25	16
св. 3,0 до 4,5 ГГц включ.	25	25	10
св. 4,5 до 6,0 ГГц включ.	25	25	10
св. 6,0 до 6,5 ГГц включ.	20	20	8
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	20	20	8
св. 9 до 10 ГГц включ.	20	20	8
св. 10 до 14 ГГц включ.	15	15	8
св. 14 до 16 ГГц включ.	15	15	8
св. 16 до 20 ГГц включ.	15	15	6
Аппаратные (нескорректированные) параметры в диапазоне частот			
	опции 2L0, 4L0, 4L2, 2M0, 4M0, 4M2, 2N0, 4N0, 4N2, 2P0, 4P0, 4P2		
	Направленность, дБ	Согласование источника, дБ	Согласование нагрузки, дБ
от 300 кГц до 1 МГц включ.	20	20	1
св. 1 до 3 МГц включ.	20	20	14
св. 3 до 10 МГц включ.	20	20	17
св. 10 МГц до 4 ГГц включ.	25	25	17
св. 4 до 6 ГГц включ.	25	25	12
св. 6 до 10 ГГц включ.	20	20	12
св. 10 до 20 ГГц включ.	15	15	9
св. 20,0 до 26,5 ГГц включ.	15	15	8
св. 26,5 до 27,0 ГГц включ.	15	15	8
св. 27 до 32 ГГц включ.	15	15	5
св. 32 до 40 ГГц включ.	15	15	5
св. 40 до 44 ГГц включ.	15	15	8
св. 44 до 50 ГГц включ.	15	15	8
св. 50 до 53 ГГц включ.	10	10	5

8.11 Определение среднего уровня собственных шумов приемного тракта (при установленном аппаратном обеспечении анализатора спектра 09х совместно с программным обеспечением S96090A).

Перевести анализатор в режим анализатора спектра. На проверяемый порт подключить нагрузку 50 Ом. На анализаторе установить количество измеряемых точек 201, ПЧ 10 кГц, включить усреднение. Провести измерение среднего уровня собственных шумов приемного тракта в дБм (P_{DANL}). Рассчитать приведенное к ширине узкополосного фильтра промежуточной частоты 10 Гц значение среднего уровня собственных шумов приемного тракта по формуле (5):

$$DANL = P_{DANL} - 20 \text{ dBm} \quad (5)$$

Повторить измерения во всем частотном диапазоне для всех измерительных портов.

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения конкретных типов анализаторов не превышают приведенных в таблице 11, в противном случае анализатор бракуется.

Средний уровень собственных шумов приемного тракта анализатора по входу измерительного порта, в диапазоне частот, дБм/Гц: от 9 кГц до 100 кГц включ. св. 100 до 300 кГц включ. св. 0,3 до 1 МГц включ. св. 1 до 10 МГц включ. св. 10 до 100 МГц включ. св. 0,1 до 4,5 ГГц включ. св. 4,5 до 6,5 ГГц включ. св. 6,5 до 9 ГГц включ. св. 9 до 14 ГГц включ. св. 14 до 16 ГГц включ. св. 16 до 20 ГГц включ.	опции 240, 260, 290, 2D0, 2K0, 440, 442, 460, 462, 490, 492, 4D0, 4D2, 4K0, 4K2	
	Без установленной опции 120 или 140	С установленной опцией 120 или 140
	-114	-113
	-125	-125
	-125	-125
	-138	-138
	-140	-140
	-144	-144
	-142	-141
	-141	-140
-140	-139	
-137	-135	
-136	-134	
Средний уровень собственных шумов приемного тракта анализатора по входу измерительного порта, в диапазоне частот, дБм/Гц: от 100 кГц до 300 кГц включ. св. 300 до 1 МГц включ. св. 1 до 10 МГц включ. св. 10 до 100 МГц включ. св. 100 до 200 МГц включ. св. 0,2 до 3 ГГц включ. св. 3 до 6,5 ГГц включ. св. 6,5 до 9 ГГц включ. св. 9 до 17 ГГц включ. св. 17 до 20 ГГц включ. св. 20 до 25 ГГц включ. св. 25 до 26,5 ГГц включ. св. 26,5 до 30 ГГц включ. св. 30 до 32 ГГц включ. св. 32 до 44 ГГц включ. св. 44 до 45 ГГц включ. св. 45 до 50 ГГц включ. св. 50 до 53 ГГц включ.	опции 2L0, 2M0, 2N0, 2P0, 4L0, 4L2, 4M0, 4M2, 4N0, 4N2, 4P0, 4P2	
	-113	
	-123	
	-128	
	-136	
	-144	
	-144	
	-144	
	-142	
	-141	
	-139	
	-139	
	-136	
	-136	
	-134	
	-134	
	-134	
	-119	
-109		

8.12 Определение абсолютной погрешности измерения и воспроизведения напряжения постоянного тока дополнительных выходов анализатора (при установленном аппаратном обеспечении опции 175)

8.12.1 Для определения погрешности измерения напряжения постоянного тока подключить AUX1 (нижние AUX1/AUX2/AUX3/AUX4) на задней панели к калибратору и мультиметру в соответствии с рисунком 3.



Рисунок 3

8.12.2 Перевести генератор в режим постоянного напряжения. Напряжение выходного сигнала контролировать при помощи мультиметра 3458А.

8.12.3 Подавать сигнал в соответствии с таблицей 12.

8.12.4 Вычислить абсолютную погрешность измерения постоянного напряжения по формуле 6:

$$\Delta U = U_{E5080B} - U_{3458A} \quad (6)$$

8.12.5 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения абсолютной погрешности измерений постоянного напряжения для конкретных исполнений анализаторов находятся в пределах, приведенных в таблице 12, в противном случае анализатор бракуется.

8.12.6 Повторить измерения для каналов AUX2/AUX3/AUX4

Таблица 12

Измеряемое значение напряжения, В	Абсолютная погрешность измерения напряжения постоянного тока, В	Допустимые пределы абсолютной погрешности, В
-10		±0,11
-9		±0,1
-7		±0,08
-4,5		±0,055
-1,5		±0,025
0		±0,01
1,5		±0,025
4,5		±0,055
7		±0,08
9		±0,1
10		±0,11

8.12.7 Для определения погрешности воспроизведения значений напряжения постоянного тока подключить AUX1 (верхние AUX2) на задней панели мультиметру в соответствии с рисунком 4.

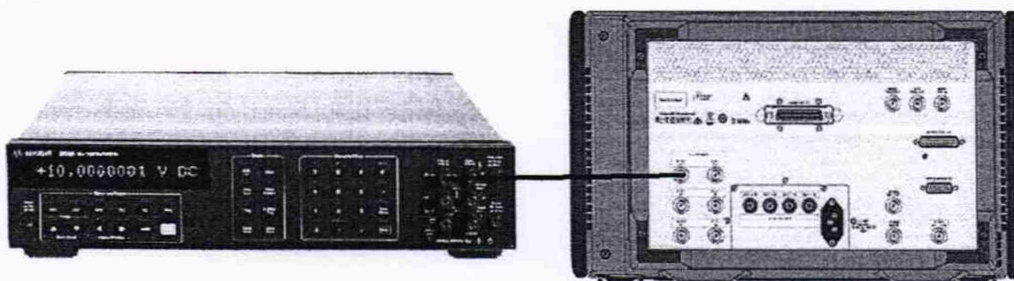


Рисунок 4

8.12.9 Подавать сигнал в соответствии с таблицей 13.

8.12.10 Вычислить абсолютную погрешность воспроизведения постоянного напряжения по формуле (6).

8.12.11 Результаты поверки считать положительными, если измеренные абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения для конкретных исполнений анализаторов находятся в пределах, приведенных в таблице 13, в противном случае анализатор бракуется.

8.12.12 Повторить измерения для канала AUX2

Таблица 13

Воспроизводимое значение напряжения, В	Абсолютная погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока, В	Допустимые пределы абсолютной погрешности, В
-10		$\pm 0,12$
-9		$\pm 0,11$
-7		$\pm 0,09$
-4,5		$\pm 0,065$
-1,5		$\pm 0,035$
0		$\pm 0,02$
1,5		$\pm 0,035$
4,5		$\pm 0,065$
7		$\pm 0,09$
9		$\pm 0,11$
10		$\pm 0,12$

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 поверяемый анализатор к дальнейшему применению не допускается. На него выдается извещение о непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин забракования.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский