

УТВЕРЖДАЮ

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

А.Н. Щипунов

« 28 »

2020 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Анализаторы цепей векторные модульные
М9370А, М9371А, М9372А, М9373А, М9374А, М9375А, М9800А, М9801А, М9802А,
М9803А, М9804А, М9805А, М9806А, М9807А, М9808А**

Методика поверки

651-20-024 МП

**р.п. Менделеево
2020 г.**

1 Общие сведения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы цепей векторные модульные М9370А, М9371А, М9372А, М9373А, М9374А, М9375А, М9800А, М9801А, М9802А, М9803А, М9804А, М9805А, М9806А, М9807А, М9808А (далее – анализаторы), изготавливаемые компанией «Keysight Technologies Malaysia Sdn. Bhd.», 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 анализаторов выполняются 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 анализатора	8.2	да	да
3 Идентификация программного обеспечения (ПО)	8.3	да	да
4 Определение присоединительных размеров коаксиальных соединителей измерительных портов анализаторов	8.4	да	да
5 Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора	8.5	да	да
6 Определение среднего уровня собственных шумов анализатора	8.6	да	да
7 Определение максимального уровня мощности на измерительных портах	8.7	да	да
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	да
10 Определение неисправленных характеристик анализатора	8.10	да	нет
11 Определение коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) измерительного порта анализатора (опция 090)	8.11	да	да
12 Определение среднего уровня собственных шумов приемного тракта (опция 090)	8.12	да	да

2.2 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов, или меньшего числа измеряемых величин, или на меньшем числе поддиапазонов измерений, 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.

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и анализатор бракуется.

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки используют 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 8.6 8.10 8.11	Наборы мер коэффициентов передачи и отражения 85052В и 85053В для анализаторов с типом соединителя IX (тракт 3,5 мм), наборы мер 85056А и 85057В для анализаторов с типом соединителя I (тракт 2,4 мм) и наборы мер 85058В и 85058V 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 °, пределы допускаемой погрешности определения коэффициента передачи от $\pm 0,03$ до $\pm 0,1$ дБ, пределы допускаемой погрешности определения фазы коэффициента передачи от $\pm 0,3$ до ± 2 °.
8.4	Комплекты для измерений соединителей коаксиальных из состава 85052В, 85056А, 85058В
8.5	Частотомер электронно-счетный 53152А: диапазон измерений частоты от 10 Гц до 46 ГГц; пределы основной допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты при работе от внутреннего генератора $\pm(F \cdot 10^{-7} + \Delta F)$, где F – частота сигнала, ΔF – разрешение по частоте, пределы относительной погрешности измерений частоты $\pm 10^{-6}$
8.5	Стандарт частоты рубидиевый FS 725: пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты $\pm 5 \cdot 10^{-10}$
8.6, 8.7, 8.8, 8.9	<p>Блок измерительный ваттметра N1914А с преобразователем N8485А: диапазон частот от 10 МГц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений мощности ± 6 %</p> <p>Блок измерительный ваттметра N1914А с преобразователем N8488А: диапазон частот от 10 МГц до 67 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений мощности ± 8 %.</p> <p>Блок измерительный ваттметра N1914А с преобразователем измерительным E4413А: диапазон частот от 10 МГц до 33 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений мощности ± 6 %</p> <p>Блок измерительный ваттметра N1914А с преобразователем N8487А: диапазон частот от 50 МГц до 50 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений мощности ± 8 %</p> <p>Блок измерительный ваттметра N1914А с преобразователем измерительным N8482А: диапазон частот от 100 кГц до 6,5 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений мощности ± 5 %</p>
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	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); коэффициент передачи минус $(6 \pm 0,5)$ дБ, пределы погрешности аттестации фазы коэффициента передачи ± 2 °

Продолжение таблицы 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
8.9	Аттенюатор коаксиальный ступенчатый 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 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
8.12	Согласованная нагрузка 50 Ом

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 среднетехническим или высшим 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 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 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;

- четкость 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.

8.2 Опробование

Опробование анализатора 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 остановки процесса для перемещения мер КЗ/ХХ на соответствующий порт или «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 анализатора считать положительными, если в правой части окна «Operator's Check» все результаты проверок «Results» имеют значения «PASS».

8.3 Идентификация ПО

8.3.1 Определение идентификационных данных ПО

Проверить для приложений firmware идентификационные данные ПО:

- проверить наименование ПО;

- проверить идентификационное наименование ПО;

- проверить номер версии (идентификационный номер) ПО.

Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО моделей анализатора: - M9370A, M9371A, M9372A, M9373A, M9374A	PXIe VNA Firmware Revision
- M9375A, M9800A, M9801A, M9802A, M9803A, M9804A, M9805A, M9806A, M9807A, M9808A	PXIe/USB VNA Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО моделей анализатора: - M9370A, M9371A, M9372A, M9373A, M9374A	Version A.12.60 и выше
- M9375A, M9800A, M9801A, M9802A, M9803A, M9804A, M9805A, M9806A, M9807A, M9808A	Version A.13.70 и выше

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 85052В, 85056А, 85058В).

Результаты поверки считать положительными, если присоединительные размеры коаксиальных соединителей конкретных типов анализаторов соответствуют значениям, указанным в таблице 4.

Таблице 4

Тип коаксиального соединителя измерительного порта по ГОСТ 13317-89 и IEEE Std 287™-2007	Модели анализатора		
		M9370A-M9375A, M9804A, M9805A, M9806A	M9807A
	тип IX, розетка (3,5 мм)	2,4 мм, розетка	1,85 мм, розетка

8.5 Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора

8.5.1 Относительную погрешность установки частоты опорного генератора анализатора определить путем измерения частоты сигнала при соединении приборов по схеме, приведенной на рисунке 1.



Рисунок 1

Относительная погрешность установки частоты опорного генератора (Δf) вычислить по формуле (1):

$$\Delta f = (f_{\text{изм}} - f_{\text{уст}}) / f_{\text{уст}}, \quad (1)$$

где $f_{\text{уст}}$ – значение частоты опорного генератора,
 $f_{\text{изм}}$ – значение частоты, измеренное частотомером.

8.5.2 Результаты поверки считать положительными, если значение погрешности частоты опорного генератора находится в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ для всех моделей анализаторов.

8.6 Определение среднего уровня собственных шумов анализатора

Для определения среднего уровня собственных шумов (P_{noise}) установить на анализаторе режим непрерывного генерирования, 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 приёмника, у которого определяется уровень собственных шумов. Отсчитать по приёмнику 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 приёмника 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):

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

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 средний уровень собственных шумов конкретных типов анализаторов для каждого измерительного порта не превышает значений, указанных в таблицах 5 – 7.

Таблица 5

Наименование характеристики	Значение характеристики модели анализатора					
	M9370A	M9371A	M9372A	M9373A	M9374A	M9375A
Средний уровень собственных шумов приёмного тракта анализаторов по входу измерительного порта при полосе пропускания 10 Гц в диапазоне частот, дБм, не более						
от 10 до 250 МГц включ.	-98	-98	-98	-98	-98	-98
св. 0,25 до 1,00 ГГц включ.	-108	-108	-108	-108	-108	-108
св. 1,0 до 4,5 ГГц включ.	-108	-108	-108	-108	-108	-108
св. 4,5 до 6,5 ГГц включ.	-	-108	-108	-108	-108	-108
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-	-	-108	-108	-108	-108
св. 9 до 14 ГГц включ.	-	-	-	-108	-108	-108
св. 14 до 18 ГГц включ.	-	-	-	-	-108	-108
св. 18 до 20 ГГц включ.	-	-	-	-	-108	-108
св. 20 до 24 ГГц включ.	-	-	-	-	-	-98

Таблица 6

Наименование характеристики	Значение характеристики модели анализатора				
	M9800A	M9801A	M9802A	M9803A	M9804A
Средний уровень собственных шумов приёмного тракта анализаторов по входу измерительного порта при полосе пропускания 10 Гц, в диапазоне частот ⁱ , дБм, не более					
от 9 кГц до 100 кГц включ.	-101	-101	-101	-101	-101
св. 100 кГц до 300 кГц включ.	-112	-112	-112	-112	-112
св. 300 кГц до 1 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. 50 МГц до 3 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. 5,0 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

Таблица 7

Наименование характеристики	Значение характеристики модели анализатора			
	M9805A	M9806A	M9807A	M9808A
Средний уровень собственных шумов приёмного тракта анализаторов по входу измерительного порта при полосе пропускания 10 Гц в диапазоне частот, дБм, не более				
св. 300 кГц до 1 МГц включ.	-100	-100	-100	-100
св. 1 до 10 МГц включ.	-110	-110	-110	-110
св. 10 до 50 МГц включ.	-115	-115	-115	-115
св. 50,0 МГц до 6,5 ГГц включ.	-127	-127	-127	-127
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-130	-130	-130	-130
св. 9 до 17 ГГц включ.	-128	-128	-128	-128
св. 17 до 25 ГГц включ.	-127	-127	-127	-127
св. 25 до 26 ГГц включ.	-125	-125	-125	-125
св. 26,0 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 поглощаемой мощности с измерительным преобразователем соответствующего диапазона частот к измерительному порту 1 анализатора.

Установить на анализаторе режим непрерывного генерирования («CW»). Последовательно на пяти точках, во всем диапазоне частот, увеличить выходную мощность синтезатора на 0,1 дБм от максимальной, указанной в таблицах 8 -10. 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 таблицах 8 -10.

Таблица 8

Наименование характеристики	Значение характеристики модели анализатора					
	M9370A	M9371A	M9372A	M9373A	M9374A	M9375A
Максимальный уровень стабилизированной мощности сигнала на выходе измерительного порта в диапазоне частот, дБм, не менее						
от 10 до 250 МГц включ.	0	0	0	0	0	0
св. 0,25 до 4,50 ГГц включ.	7	7	7	7	7	7
св. 4,5 до 6,5 ГГц включ.	-	7	7	7	7	7
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-	-	6	6	6	6
св. 9 до 14 ГГц включ.	-	-	-	6	6	6
св. 14 до 18 ГГц включ.	-	-	-	-	4	4
св. 18 до 20 ГГц включ.	-	-	-	-	2	2
св. 20 до 24 ГГц включ.	-	-	-	-	-	-3

Таблица 9

Наименование характеристики	Значение характеристики модели анализатора				
	M9800A	M9801A	M9802A	M9803A	M9804A
Максимальный уровень стабилизированной мощности сигнала на выходе измерительного порта в диапазоне частот, дБм, не менее					
от 9 до 100 кГц включ.	0	0	0	0	0
св. 100 до 300 кГц включ.	5	5	5	5	5
св. 300 кГц до 1 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. 50 МГц до 3 ГГц включ.	10	10	10	10	10
св. 3,0 до 4,5 ГГц включ.	10	10	10	10	10
св. 4,5 до 5,0 ГГц включ.	-	10	10	10	10
св. 5,0 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

Таблица 10

Наименование характеристики	Значение характеристики модели анализатора			
	M9805A	M9806A	M9807A	M9808A
Максимальный уровень стабилизированной мощности сигнала на выходе измерительного порта в диапазоне частот, дБм, не менее				
от 100 до 300 кГц включ.	-2	-2	-2	-2
св. 300 кГц до 1 МГц включ.	7	7	7	7
св. 1 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 44 ГГц включ.	-	-	2	2
св. 44 до 45 ГГц включ.	-	-	2	2
св. 45 до 50 ГГц включ.	-	-	-	-5
св. 50 до 53 ГГц включ.	-	-	-	-23

8.8 Определение абсолютной погрешности установки мощности на измерительных портах

Подключить блок измерительный ваттметра (далее – ваттметр) с измерительным преобразователем соответствующего диапазона частот (тип преобразователя указан в таблице 3) к измерительному порту 1 анализатора. Установить на анализаторе режим непрерывного генерирования («CW»), уровень выходной мощности измерительного порта 0 дБ относительно 1 мВт.

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 находится в пределах, указанных в таблицах 11 - 13.

Таблица 11

Наименование характеристики	Значение характеристики модели анализатора					
	M9370A	M9371A	M9372A	M9373A	M9374A	M9375A
Пределы абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности, при выходном уровне мощности от минус 40 до минус 30 дБм включительно в диапазоне частот, дБ						
от 10 до 250 МГц включ.	±4,5	±4,5	±4,5	±4,5	±4,5	±4,5
св. 0,25 до 1,00 ГГц включ.	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5
св. 1,0 до 4,5 ГГц включ.	±1,5	±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	±1,5
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-	-	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5
св. 9 до 14 ГГц включ.	-	-	-	±1,5	±1,5	±1,5
св. 14 до 18 ГГц включ.	-	-	-	-	±1,5	±1,5
св. 18 до 20 ГГц включ.	-	-	-	-	±1,5	±1,5
св. 20 до 24 ГГц включ.	-	-	-	-	-	±3,0
Пределы абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности, при выходном уровне свыше минус 30 дБм, в диапазоне частот, дБ						
от 10 до 250 МГц включ.	±2,5	±2,5	±2,5	±2,5	±2,5	±2,5
св. 0,25 до 1,00 МГц включ.	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5
св. 1,0 до 4,5 ГГц включ.	±1,5	±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	±1,5
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-	-	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5
св. 9 до 14 ГГц включ.	-	-	-	±1,5	±1,5	±1,5
св. 14 до 18 ГГц включ.	-	-	-	-	±1,5	±1,5
св. 18 до 20 ГГц включ.	-	-	-	-	±1,5	±1,5
св. 20 до 24 ГГц включ.	-	-	-	-	-	±3,0

Таблица 12

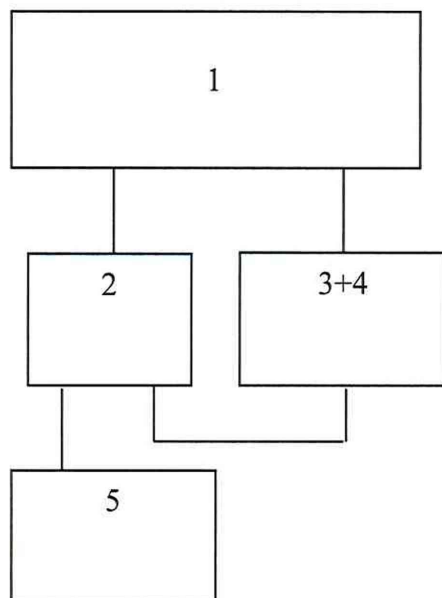
Наименование характеристики	Значение характеристики модели анализатора				
	M9800A	M9801A	M9802A	M9803A	M9804A
Пределы абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности, при выходном уровне мощности 0 дБм в режиме шаговой развёртки, в диапазоне частот в дБ					
от 9 до 100 кГц включ.	±4,0	±4,0	±4,0	±4,0	±4,0
св. 100 кГц до 4,5 ГГц включ.	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5
св. 4,5 ГГц до 6,5 ГГц включ.	-	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5
св. 6,5 ГГц до 9,0 ГГц включ.	-	-	±1,5	±1,5	±1,5
св. 9 ГГц до 14 ГГц включ.	-	-	-	±1,5	±1,5
св. 14 ГГц до 15 ГГц включ.	-	-	-	-	±1,5
св. 15 ГГц до 20 ГГц включ.	-	-	-	-	±2,0

Таблица 13

Наименование характеристики	Значение характеристики модели анализатора			
	M9805A	M9806A	M9807A	M9808A
Пределы абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности, при выходном уровне мощности минус 15 дБм в режиме шаговой развёртки в диапазоне частот, дБ				
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.	-	-	-	-

8.9 Определение абсолютной погрешности измерений мощности в динамическом диапазоне

8.4.1 Определение составляющей абсолютной погрешности измерений мощности в динамическом диапазоне проводить по схеме, приведенной на рисунке 3.

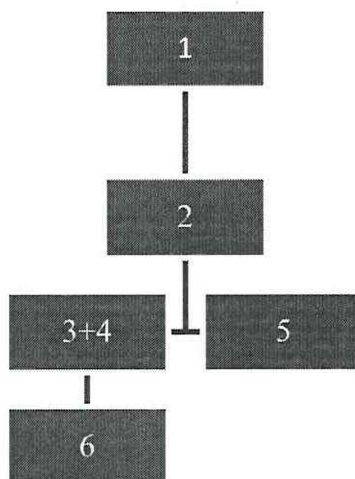


- 1 – анализатор
 2 – делитель мощности 11667А;
 3 – аттенюатор коаксиальный ступенчатый 8494G;
 4 – аттенюаторы коаксиальные ступенчатые 8496G;
 5 – ваттметр N1913В с преобразователями N8482А;

Рисунок 3 – Схема определения составляющей 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 1,2 ГГц:

Измерения ослабления аттенюаторов проводить по схеме, приведенной на рисунке 4.



- 1 – генератор сигналов E8257D;
 2 – делитель мощности 11667А;
 3 – аттенюатор коаксиальный ступенчатый 8494G;
 4 – аттенюатор коаксиальный ступенчатый 8496G;
 5 – нагрузка согласованная (50 Ом);
 6 – блок измерительный ваттметра N1914А с преобразователями N8485А, N8488А, E4413А, N8487А, N8482А и анализатор спектра E4448А

Рисунок 4 – Схема измерений ослабления аттенюаторов

Установить частоту выходного сигнала генератора E8257D 1,2 ГГц, установить мощность выходного сигнала генератора 10 дБ (исх. 1 мВт).

Устанавливать ослабление аттенюаторов с шагом 1 дБ в диапазоне до 10 дБ и с шагом 10 дБ в диапазоне до 80 дБ (измерять ваттметром с соответствующим преобразователем мощности до уровня минус 60 дБм ниже использовать анализатор спектра).

Рассчитать поправочные коэффициенты для всех установленных значений ослабления по формуле (4):

$$K_i = P_{измер} - (P_0 - S), \quad (4)$$

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

P_0 - мощность выходного сигнала генератора (10 дБ исх. 1 мВт);

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 1 дБ в диапазоне значений ослабления до 10 дБ и с шагом 10 дБ в диапазоне значений ослабления от 10 до 80 дБ. Изменение мощности сигнала контролировать при помощи дельта маркера анализатора.

Рассчитать составляющую абсолютной погрешности измерений мощности в динамическом диапазоне по формуле (5):

$$\Delta_i = P_{0i} - P'_i + K_i, \quad (5)$$

где P_0 - мощность выходного сигнала генератора с учетом номинального значения ослабления аттенюаторов равна 10 дБ (исх. 1 мВт) минус S ;

P' - 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 абсолютной погрешности измерений в динамическом диапазоне конкретных типов анализаторов для каждого измерительного порта находятся в пределах, указанных в таблицах 14 - 16.

Таблица 14

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений мощности в динамическом диапазоне для моделей анализаторов M9370A, M9371A, M9372A, M9373A, M9374A, M9375A	
Уровень мощности на входе измерительного порта, дБм	Амплитуда, дБ
10	±0,180
0	±0,051
-10	±0,032
-20	±0,043
-30	±0,053
-40	±0,066
-50	±0,085
-60	±0,122
-70	±0,217
-80	±0,485
-90	±1,258
-100	±3,292

Таблица 15

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений мощности в динамическом диапазоне для моделей анализаторов M9800A, M9801A, M9802A, M9803A, M9804A	
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
-70	±0,072
-80	±0,115
-90	±0,158
-100	±0,202
-110	±0,245
-120	±0,289

Таблица 16

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений мощности в динамическом диапазоне для моделей анализаторов M9805A, M9806A, M9807A, M9808A	
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
-70	±0,072
-80	±0,115
-90	±0,158
-100	±0,202
-110	±0,245
-120	±0,289

8.10 Определение неисправленных характеристик анализатора

При определении неисправленных характеристик анализаторов измеряют 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 калибровок определить значения параметров «directivity», «source match», «load match», «reflection tracking», и «transmission tracking», для этого выполнить следующую последовательность команд: Cal -> Manage Cal -> выбрать из меню используемый для калибровки набор мер -> Cal Set Viewer ON/OFF-> выбрать из меню требуемую характеристику (установить Enable для отображения данных).

Результаты поверки считать положительными, если значения неисправленных характеристик величин (значения «directivity», «source match», «load match») конкретных типов анализаторов для всех портов соответствуют значениям, указанным в таблицах 17 - 19.

Таблица 17

Наименование характеристики	Значение характеристики модели анализатора					
	M9370A	M9371A	M9372A	M9373A	M9374A	M9375A
Неисправленные характеристики						
Направленность в диапазоне частот, дБ, не менее						
от 300 кГц до 2 МГц включ.	7	7	7	7	7	7
св. 2 до 1000 МГц включ.	20	20	20	20	20	20
св. 1 до 2 ГГц включ.	20	20	20	20	20	20
св. 2,0 до 4,5 ГГц включ.	18	18	18	18	18	18
св. 4,5 до 6,5 ГГц включ.	-	15	15	15	15	15
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-	-	10	10	10	10
св. 9 до 14 ГГц включ.	-	-	-	9	9	9
св. 14 до 20 ГГц включ.	-	-	-	-	4	4
св. 20 до 24 ГГц включ.	-	-	-	-	-	3
Согласование источника в диапазоне частот, дБ, не менее						
от 300 кГц до 2 МГц включ.	9	9	9	9	9	9
св. 2 до 1000 МГц включ.	19	19	19	19	19	19
св. 1 до 2 ГГц включ.	20	20	20	20	20	20
св. 2,0 до 4,5 ГГц включ.	20	20	20	20	20	20
св. 4,5 до 6,5 ГГц включ.	-	15	15	15	15	15
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-	-	11	11	11	11
св. 9 до 14 ГГц включ.	-	-	-	9	9	9
св. 14 до 20 ГГц включ.	-	-	-	-	6	6
св. 20 до 24 ГГц включ.	-	-	-	-	-	5
Согласование нагрузки в диапазоне частот, дБ, не менее						
от 300 кГц до 2 МГц включ.	9	9	9	9	9	9
св. 2 до 1000 МГц включ.	21	21	21	21	21	21
св. 1 до 2 ГГц включ.	19	19	19	19	19	19
св. 2,0 до 4,5 ГГц включ.	13	13	13	13	13	13
св. 4,5 до 6,5 ГГц включ.	-	11	11	11	11	11
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-	-	8	8	8	8
св. 9 до 14 ГГц включ.	-	-	-	7	7	7
св. 14 до 20 ГГц включ.	-	-	-	-	6	6
св. 20 до 24 ГГц включ.	-	-	-	-	-	4

Таблица 18

Наименование характеристики	Значение характеристики модели анализатора				
	М9800А	М9801А	М9802А	М9803А	М9804А
Неисправленные характеристики					
Направленность в диапазоне частот, дБ, не менее					
от 300 кГц до 10 МГц включ.	20	20	20	20	20
св. 10,0 МГц до 1,5 ГГц включ.	25	25	25	25	25
св. 1,5 до 3,0 ГГц включ.	25	25	25	25	25
св. 3,0 до 4,5 ГГц включ.	25	25	25	25	25
св. 4,5 до 6,0 ГГц включ.	-	25	25	25	25
св. 6,0 до 6,5 ГГц включ.	-	20	20	20	20
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-	-	20	20	20
св. 9 до 10 ГГц включ.	-	-	-	20	20
св. 10 до 14 ГГц включ.	-	-	-	15	15
св. 14 до 16 ГГц включ.	-	-	-	-	15
св. 16 до 20 ГГц включ.	-	-	-	-	15
Согласование источника в диапазоне частот, дБ, не менее					
от 300 кГц до 10 МГц включ.	20	20	20	20	20
св. 10,0 МГц до 1,5 ГГц включ.	25	25	25	25	25
св. 1,5 до 3,0 ГГц включ.	25	25	25	25	25
св. 3,0 до 4,5 ГГц включ.	25	25	25	25	25
св. 4,5 до 6,0 ГГц включ.	-	25	25	25	25
св. 6,0 до 6,5 ГГц включ.	-	20	20	20	20
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-	-	20	20	20
св. 9 до 10 ГГц включ.	-	-	-	20	20
св. 10 до 14 ГГц включ.	-	-	-	15	15
св. 14 до 16 ГГц включ.	-	-	-	-	15
св. 16 до 20 ГГц включ.	-	-	-	-	15
Согласование нагрузки в диапазоне частот, дБ, не менее					
от 300 кГц до 10 МГц включ.	15	15	15	15	15
св. 10,0 МГц до 1,5 ГГц включ.	17	17	17	17	17
св. 1,5 до 3,0 ГГц включ.	16	16	16	16	16
св. 3,0 до 4,5 ГГц включ.	11	11	11	11	11
св. 4,5 до 6,0 ГГц включ.	-	11	11	11	11
св. 6,0 до 6,5 ГГц включ.	-	11	11	11	11
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-	-	11	11	11
св. 9 до 10 ГГц включ.	-	-	-	11	11
св. 10 до 14 ГГц включ.	-	-	-	11	11
св. 14 до 16 ГГц включ.	-	-	-	-	11
св. 16 до 20 ГГц включ.	-	-	-	-	8

Таблица 19

Наименование характеристики	Значение характеристики модели анализатора			
	М9805А	М9806А	М9807А	М9808А
Неисправленные характеристики				
Направленность в диапазоне частот, дБ, не менее				
от 300 кГц до 1 МГц включ.	20	20	20	20
св. 1 до 3 МГц включ.	20	20	20	20
св. 3 до 10 МГц включ.	20	20	20	20
св. 10 МГц до 4 ГГц включ.	25	25	25	25
св. 4 до 6 ГГц включ.	25	25	25	25
св. 6 до 10 ГГц включ.	20	20	20	20
св. 10 до 20 ГГц включ.	15	15	15	15
св. 20,0 до 26,5 ГГц включ.	15	15	15	15
св. 26,5 до 27,0 ГГц включ.	-	15	15	15
св. 27 до 32 ГГц включ.	-	15	15	15
св. 32 до 40 ГГц включ.	-	-	15	15
св. 40 до 44 ГГц включ.	-	-	15	15
св. 44 до 50 ГГц включ.	-	-	-	15
св. 50 до 53 ГГц включ.	-	-	-	10
Согласование источника в диапазоне частот, дБ, не менее				
от 300 кГц до 1 МГц включ.	20	20	20	20
св. 1 до 3 МГц включ.	20	20	20	20
св. 3 до 10 МГц включ.	20	20	20	20
св. 10 МГц до 4 ГГц включ.	25	25	25	25
св. 4 до 6 ГГц включ.	25	25	25	25
св. 6 до 10 ГГц включ.	20	20	20	20
св. 10 до 20 ГГц включ.	15	15	15	15
св. 20,0 до 26,5 ГГц включ.	15	15	15	15
св. 26,5 до 27,0 ГГц включ.	-	15	15	15
св. 27 до 32 ГГц включ.	-	15	15	15
св. 32 до 40 ГГц включ.	-	-	15	15
св. 40 до 44 ГГц включ.	-	-	15	15
св. 44 до 50 ГГц включ.	-	-	-	15
св. 50 до 53 ГГц включ.	-	-	-	10
Согласование нагрузки в диапазоне частот, дБ, не менее				
от 300 кГц до 1 МГц включ.	1	1	1	1
св. 1 до 3 МГц включ.	14	14	14	14
св. 3 до 10 МГц включ.	17	17	17	17
св. 10 МГц до 4 ГГц включ.	17	17	17	17
св. 4 до 6 ГГц включ.	12	12	12	12
св. 6 до 10 ГГц включ.	12	12	12	12
св. 10 до 20 ГГц включ.	9	9	9	9
св. 20,0 до 26,5 ГГц включ.	8	8	8	8
св. 26,5 до 27,0 ГГц включ.	-	8	8	8
св. 27 до 32 ГГц включ.	-	5	5	5
св. 32 до 40 ГГц включ.	-	-	5	5
св. 40 до 44 ГГц включ.	-	-	8	8
св. 44 до 50 ГГц включ.	-	-	-	8
св. 50 до 53 ГГц включ.	-	-	-	5

8.11 Определение КСВН измерительного порта анализатора (опция 090)

Перед определением значений КСВН измерительного порта необходимо провести тест п. 8.10 «определение неисправленных характеристик системы».

Далее, используя значения «load match» (lm), для каждого порта вычислить значения КСВН порта во всем частотном диапазоне по формуле (6):

$$КСВН = (|lm|10^{\frac{|lm|}{20}} + 1) / (|lm|10^{\frac{|lm|}{20}} - 1) \quad (6)$$

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения конкретных типов анализаторов не превышают значений, приведенных в таблице 20 и 21.

Таблица 20 - Для анализаторов моделей М9800А, М9801А, М9802А, М9803А, М9804А, М9805А

Значения частоты	КСВН измерительного порта в диапазоне частот, не более
от 300 кГц до 10 МГц включ.	1,433
св. 10,0 МГц до 1,5 ГГц включ.	1,329
св. 1,5 до 3,0 ГГц включ.	1,377
св. 3,0 до 4,5 ГГц включ.	1,785
св. 4,5 до 6,5 ГГц включ.	1,785
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	1,785
св. 9 до 10 ГГц включ.	1,785
св. 10 до 14 ГГц включ.	1,785
св. 14 до 16 ГГц включ.	1,785
св. 16 до 20 ГГц включ.	2,323

Таблица 21 - Для анализаторов моделей М9805А, М9806А, М9807А, М9808А при работе в режиме анализатора спектра

Значения частоты	КСВН измерительного порта в диапазоне частот, не более
от 1 до 3 МГц включ.	1,499
св. 3 МГц до 4 ГГц включ.	1,329
св. 4 до 10 ГГц включ.	1,671
св. 10 до 20 ГГц включ.	2,100
св. 20 до 27 ГГц включ.	2,323
св. 27 до 40 ГГц включ.	3,570
св. 40 до 50 ГГц включ.	2,323
св. 50 до 53 ГГц включ.	3,570

8.12 Определение среднего уровня собственных шумов приемного тракта (опция 090)

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:

$$DANL = P_{DANL} - 20 \text{ dBm} \quad (7)$$

Повторить измерения во всем частотном диапазоне для всех измерительных портов.

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения среднего уровня собственных шумов приемного тракта конкретных типов анализаторов не превышают приведенных в таблицах 21 и 22.

Таблица 21 - Для анализаторов моделей М9800А, М9801А, М9802А, М9803А, М9804А, М9805А

Значения частоты	Средний уровень собственных шумов приёмного тракта анализатора по входу измерительного порта, дБм/Гц, не более
от 9 кГц до 100 кГц включ.	-114
св. 100 до 300 кГц включ.	-125
св. 0,3 до 1,0 МГц включ.	-125
св. 1 до 10 МГц включ.	-138
св. 10 до 100 МГц включ.	-140
св. 0,1 до 4,5 ГГц включ.	-144
св. 4,5 до 6,5 ГГц включ.	-142
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-141
св. 9 до 14 ГГц включ.	-140
св. 14 до 16 ГГц включ.	-137
св. 16 до 20 ГГц включ.	-136

Таблица 22 - Для анализаторов моделей М9805А, М9806А, М9807А, М9808А при работе в режиме анализатора спектра

Значения частоты	Средний уровень собственных шумов приёмного тракта анализатора по входу измерительного порта, дБм/Гц, не более
св. 100 до 300 кГц включ.	-113
св. 0,3 до 1,0 МГц включ.	-123
св. 1 до 10 МГц включ.	-128
св. 10 до 100 МГц включ.	-136
св. 100 до 200 МГц включ.	-144
св. 200 МГц до 3 ГГц включ.	-144
св. 3,0 до 6,5 ГГц включ.	-144
св. 6,5 до 9,0 ГГц включ.	-142
св. 9 до 17 ГГц включ.	-141
св. 17 до 20 ГГц включ.	-139
св. 20 до 25 ГГц включ.	-139
св. 25 до 30 ГГц включ.	-136
св. 30 до 45 ГГц включ.	-134
св. 45 до 50 ГГц включ.	-119
св. 50 до 53 ГГц включ.	-109

9 Оформление результатов поверки

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

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записывают 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



О.В. Каминский

