

УТВЕРЖДАЮ

**Первый заместитель
генерального директора –**

заместитель по научной работе

ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

06

2017 г.

Инструкция

Анализаторы фазовых шумов PNA7, PNA20, PNA33, PNA40

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

651-17-012 МП

р.п. Менделеево

2017 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы фазового шума PNA7, PNA20, PNA33, PNA40 (далее - анализаторы), изготавливаемые компанией «Anarico Ltd.», Швейцария, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками- 2 года.

2. Операции поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Идентификация программного обеспечения (ПО)	8.3	да	да
4.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня сигнала в диапазоне рабочих частот	8.4	да	да
4.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума	8.5	да	да
4.3 Определение абсолютной погрешности измерения амплитудного шума	8.6	да	да
4.4 Определение КСВН входа	8.7	да	да
4.5 Определение абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока в канале питающего напряжения	8.8	да	да
4.6 Определение абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока в канале управляющего напряжения	8.9	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов в процессе выполнения операций по любому из пунктов таблицы 1 анализатор признается непригодным и к эксплуатации не допускается.

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 и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.4, 8.5, 8.6	Генератор сигналов Agilent E8257D с опцией 567 и UNX, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 2 \cdot 10^{-7}$, диапазон частот от 250 кГц до 67 ГГц
8.4, 8.5	Блок измерительный ваттметра NRP с преобразователем измерительным NRP-Z57 (ваттметр), диапазон частот от 0 до 67 ГГц, уровень входной мощности от минус 35 до 20 дБ/мВт, пределы допускаемой погрешности измерений мощности $\pm 0,25$ дБ
8.5, 8.6	Приёмник измерительный FSMR50, пределы допускаемой относительной погрешности измерений девиации частоты сигналов ± 3 %, пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента АМ для сигналов с коэффициентами АМ от 5 до 99 % в режиме абсолютных измерений $\pm 1,5$ %, пределы допускаемой относительной погрешности измерений девиации частоты сигналов с ЧМ ± 3 %; пределы допускаемой относительной погрешности измерений индекса фазовой модуляции сигналов с ФМ ± 1 %
8.7	Анализатор электрических цепей векторный ZVA50, диапазон частот от 10 МГц до 50 ГГц, пределы измерений КСВН от 1,05 до 10, пределы допускаемой относительной погрешности ± 5 %
8.8, 8.9	Вольтметр универсальный В7-78/1, диапазон измерений силы постоянного тока от 100 мВ до 1000 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm (0,000035$ от измеряемой величины + $+ 0,000005$ от диапазона)

3.2 Допускается использование других средств поверки, аналогичным приведенным в таблице 1, обеспечивающих определение метрологических характеристик анализаторов с требуемой точностью.

3.3 Все средства поверки должны быть исправны и иметь свидетельства о поверке.

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 генераторами 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 заземлённые 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 от 15 до 35 °С;

- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- напряжение питания от 100 до 240 В;
- частота от 49 до 51 Гц.

Примечание - Температура выбирается в соответствии с РЭ средств поверки. Все средства измерений, используемые при поверке анализаторов, должны работать в нормальных условиях эксплуатации.

7 Подготовка к поверке

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выполнить операции, оговорённые в РЭ поверяемого анализатора по его подготовке к работе;
- выполнить операции, оговорённые в РЭ на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить прогрев приборов для установления их рабочих режимов.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре проверить:

- отсутствие механических повреждений и ослабление элементов, чёткость фиксации их положения;
- чёткость обозначений, чистоту и исправность разъёмов и гнезд, наличие и целостность печатей и пломб;
- наличие маркировки согласно требованиям эксплуатационной документации.

8.1.2 Результаты поверки считать положительными, если выполняются все перечисленные требования. В противном случае генератор бракуется.

8.2 Опробование

8.2.1 Подключить анализатор к сети питания, включить его согласно РЭ.

8.2.2 Внутренняя калибровка и самопроверка запускаются автоматически

8.2.3 Результаты опробования считать положительными, если при включении отсутствуют сообщения о неисправности и анализатор позволяет менять настройки параметров и режимы работы. В противном случае анализатор бракуется.

8.3 Идентификация ПО

Проверку соответствия заявленных идентификационных данных ПО анализатора проводить в следующей последовательности:

- проверить идентификационное наименование ПО;
- проверить номер версии (идентификационный номер) ПО.

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

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	APPH GUI
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Версия не ниже 1.2.37

8.4 Определение абсолютной погрешности измерений уровня сигнала в рабочем диапазоне частот

8.4.1 Абсолютную погрешность измерений уровня сигнала определить путем сравнения результатов измерений мощности с помощью ваттметра и анализатора, собрав измерительную схему, приведенную на рисунке 1.

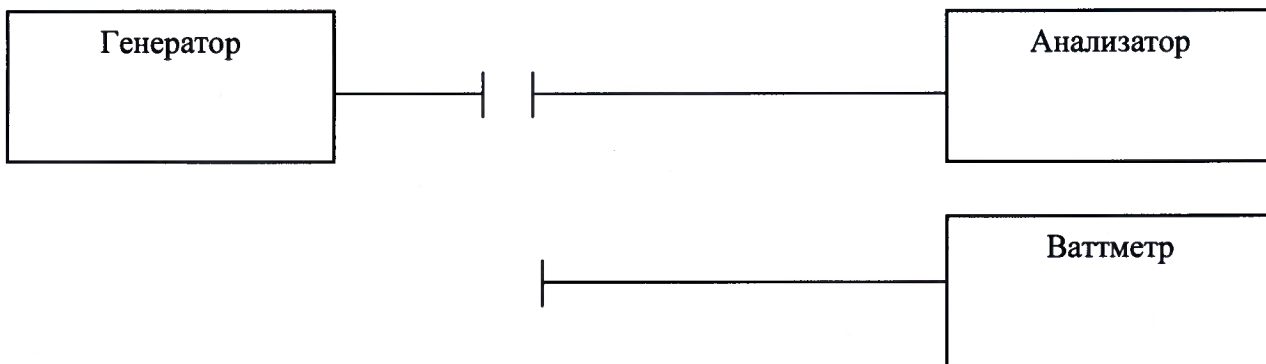


Рисунок 1

8.4.2 Устанавливать на генераторе сигналов уровень сигнала 0 дБмВт и 10 дБмВт для значений частоты сигнала: 10, 100 МГц; 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 26, 30, 33 и 40 ГГц. Затем с помощью ваттметра провести калибровку АЧХ выходного сигнала генератора на конце кабеля во всем диапазоне частоте генератора сигналов для уровня сигнала 0 дБмВт и 10 дБмВт.

8.4.3 Подключить выход генератора с калиброванным значением мощности выходного сигнала 0 дБм/10 дБм ко входу анализатора фазового шума. На анализаторе установить режим автоматического детектирования сигналов Search ON, проводить измерения уровня сигнала $P_{изм}$ на частотах, указанных в п. 8.4.2, в зависимости от модели анализатора. Анализатор должен автоматически определить частоту и уровень входного сигнала и отобразить их в левом верхнем углу экрана.

Определить абсолютную погрешность измерений уровня сигнала по формулам (1) и (2):

$$\Delta P = P_{изм} - 0 \text{ дБм} \quad , \quad (1)$$

$$\Delta P = P_{изм} - 10 \text{ дБм} \quad . \quad (2)$$

8.4.4 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений уровня сигнала находятся в пределах $\pm 1,5$ дБ для частот от 5 МГц до 15 ГГц включительно и ± 2 дБ для частот свыше 15 до 40 ГГц.

8.5 Определение абсолютной погрешности измерений уровня

8.5.1 Для определения абсолютной погрешности измерений уровня использовать схему, приведенную на рисунке 1.

8.5.2 На генераторе установить частоту 1 ГГц, выходной уровень 0 дБмВт, фазовую модуляцию с девиацией фазы 0,001 рад и частотой модулирующего колебания 10 кГц, контролировать точность установки девиации фазы с помощью измерительного приемника FSMR50 (или эквивалент) в режиме демодуляции ФМ. На анализаторе выбрать режим измерения фазового шума при отстройках от 10 Гц до 100 кГц с количеством корреляции 1, в настройках трассы включить отображение побочных составляющих "Spurs". С помощью маркера провести измерение уровня дискретной составляющей на графике фазового шума при отстройке 10 кГц.

Определить абсолютную погрешность измерений уровня фазового шума по формуле (3):

$$\Delta \Phi = \Phi_{изм} + 66 \text{ дБн} \quad . \quad (3)$$

Повторить измерения при частоте модулирующего колебания и соответствующих отстройках в 1 кГц и 100 кГц, а также для несущих частот 10 ГГц, 20 и 40 ГГц в зависимости от модели анализатора.

8.5.3 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума находятся в пределах, приведенных в таблице 2
Таблица 4

Несущая частота	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазового шума при отстройке от несущей		
	1 кГц	10 кГц	100 кГц
1 ГГц	±3,0	±1,2	±1,2
10 ГГц	±3,0	±1,2	±1,2
20 ГГц	±3,0	±1,2	±1,2
40 ГГц	±3,0	±1,2	±1,2

8.6 Определение абсолютной погрешности измерения амплитудного шума (только для анализаторов с опциями PNA-33AM, PNA-40AM)

8.6.1 Для определения абсолютной погрешностей измерения амплитудного шума использовать схему, приведенную на рисунке 1.

8.6.2 На генераторе установить частоту 1 ГГц, выходной уровень 0 дБмВт, амплитудную модуляцию с $K_{ам} = 0,1 \%$ и частотой модулирующего колебания 10 кГц, проконтролировать точность установки $K_{ам}$ с помощью измерительного приемника FSMR50 (или эквивалент) в режиме демодуляции АМ. На анализаторе выбрать режим измерения амплитудного шума.

С помощью маркера провести измерение уровня $AN_{изм}$ дискретной составляющей на графике амплитудного шума при отстройке 10 кГц.

Определить абсолютную погрешность измерений амплитудного шума по формуле (4) :

$$\Delta AN = AN_{изм} + 66 \text{ дБн} \quad (4)$$

Повторить измерения при частоте модулирующего колебания и соответствующих отстройках в 1 кГц и 100 кГц, а также для несущих частот 10, 20, 40 ГГц.

8.6.3 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений фазового шума находятся в пределах, приведенных в таблице 5.

Таблица 5

Несущая частота	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня амплитудного шума при отстройке от несущей		
	1 кГц	10 кГц	100 кГц
1 ГГц	±2	±2	±2
10 ГГц	±2	±2	±2
20 ГГц	±2	±2	±2
40 ГГц	±2	±2	±2

8.7 Определение КСВН входа

8.7.1 Определение КСВН входа провести с помощью анализатора электрических цепей.

8.7.2 На анализаторе установить режим Search ON, ослабление входного аттенюатора в режиме AUTO.

8.7.3 Измерения проводить в точках:

- 5, 10, 25, 30, 50, 100, 110, 130, 150, 200 МГц; 2, 3,6; 5, 6, 7 ГГц – для всех моделей;
- 9, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 24,5, 26, 26,5 ГГц – для моделей PNA20, PNA33 и PNA40;
- 27, 30 ГГц - для моделей PNA33 и PNA40;
- 40 ГГц - для модели PNA40.

8.7.4 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения КСВН не превышают значений, приведенных в таблице 7.

Таблица 7

Наименование характеристики	Значения характеристики
КСВН входа, в диапазонах частот, не более:	
- для модели PNA7	
от 5 до 25 МГц включ.	3,5
св. 25 до 100 МГц включ.	3,0
св. 100 до 150 МГц включ.	2,0
св. 150 МГц до 3,6 ГГц включ.	1,8
св. 3,6 до 6 ГГц включ.	1,4
св. 6 до 7 ГГц включ.	1,6
- для модели PNA20	
от 5 до 25 МГц включ.	3,5
св. 25 до 100 МГц включ.	3,0
св. 100 до 150 МГц включ.	2,0
св. 150 МГц до 3,6 ГГц включ.	1,8
св. 3,6 до 6 ГГц включ.	1,4
св. 6 до 11 ГГц включ.	1,6
св. 11 до 16 ГГц включ.	1,8
св. 16 до 24,5 ГГц включ.	1,9
св. 24,5 до 26,5 ГГц включ.	1,5
- для модели PNA33	
св. 5 до 25 МГц включ.	3,5
св. 25 до 100 МГц включ.	3,0
св. 100 до 150 МГц включ.	2,0
св. 150 МГц до 3,6 ГГц включ.	1,8
св. 3,6 до 6 ГГц включ.	1,4
св. 6 до 11 ГГц включ.	1,6
св. 11 до 16 ГГц включ.	1,8
св. 16 до 24,5 ГГц включ.	1,9
св. 24,5 до 26,5 ГГц включ.	1,5
св. 26,5 до 33 ГГц включ.	2,5
- для модели PNA40	
от 5 до 25 МГц включ.	3,5
св. 25 до 100 МГц включ.	3,0
св. 100 до 150 МГц включ.	2,0
св. 150 МГц до 3,6 ГГц включ.	1,8
св. 3,6 до 6 ГГц включ.	1,4
св. 6 до 11 ГГц включ.	1,6
св. 11 до 16 ГГц включ.	1,8
св. 16 до 24,5 ГГц включ.	1,9
св. 24,5 до 26,5 ГГц включ.	1,5
св. 26,5 до 40 ГГц включ.	2,5

8.8 Определение абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока в канале питающего напряжения

8.8.1 Абсолютную погрешность установки напряжения постоянного тока определить методом прямых измерений.

8.8.2 Подготовить к работе вольтметр В7-78/1, соединить выход канала питающего напряжения со входом вольтметра. Последовательно установить напряжения питания на выходах SUPPLY1, SUPPLY2 используя кнопки меню всплывающего окна, Supply configuration: 0, 1, 2, 4, 8 и 15 В ($U_{уст}$). Для каждого значения напряжения питания зафиксировать показания вольтметра ($U_{изм}$).

Вычислить абсолютную погрешность установки напряжения по формуле (5):

$$\Delta_{напр1} = U_{уст} - U_{изм} \quad (5)$$

8.8.3 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне установки напряжения постоянного тока в канале питающего напряжения от 0 до 15 В, значения абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока в каналах питающего напряжения находятся в пределах $\pm[0,025 U_{уст} + 0,025]$ В.

8.9 Определение абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока в каналах управляющего напряжения

8.9.1 Абсолютную погрешность установки напряжения постоянного тока определить методом прямых измерений.

8.9.2 Подготовить к работе вольтметр В7-78/1. Соединить выход канала питающего напряжения со входом вольтметра, Последовательно установить напряжения питания на выходах DUT Tune, Tune 1, Tune 2 используя кнопки меню всплывающего окна, Supply configuration: 0, 5, 10 и 15 В ($U_{уст}$) для источников питания Tune 1 и Tune 2, для источника питания DUT Tune провести измерения в точках минус 5, 0, 5, 10, 15 и 20 В. Для каждого значения напряжения питания зафиксировать показания вольтметра ($U_{изм}$).

Вычислить абсолютную погрешность установки напряжения по формуле (6):

$$\Delta_{напр1} = U_{уст} - U_{изм} \quad (6)$$

8.9.3 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока в каналах управляющего напряжения находятся в пределах:

- $\pm[0,01 U_{уст} + 0,002]$ для напряжений от минус 5 до 0 В включ.;
- $\pm[0,001 U_{уст} + 0,002]$ для напряжений св. 0 до 10 В включ.;
- $\pm[0,007 U_{уст} + 0,002]$ для напряжений св. 10 В.

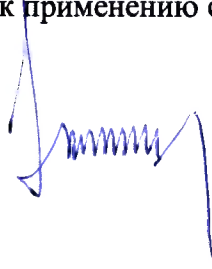
9 Оформление результатов проведения поверки

9.1 При положительных результатах поверки на анализаторы наносится оттиск поверительного клейма и выдается свидетельство установленной формы.

9.2 Значения характеристик, определённые в процессе поверки при необходимости заносят в документацию.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки применение анализатора запрещается, на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин бракования.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский