

УТВЕРЖДАЮ

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

_____ А.Н. Шипунов
«12» _____ 2020 г.
М.П. _____



Государственная система обеспечения единства измерений

Анализаторы спектра N9320B, N9322C

Методика поверки

651-20-036 МП

**р.п. Менделеево
2020 г.**

1. Общие сведения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы спектра N9320B, N9322C (далее – анализаторы), изготавливаемые компанией Keysight Technologies (Chengdu) Co., Ltd. & Keysight Technologies (China) Co., Ltd, КНР, и устанавливает методы и средства поверки анализаторов.

1.3 Интервал между поверками-1 год.

2 Операции и средства поверки

2.1 При поверке следует выполнять операции в порядке, перечисленном в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Пункт 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 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора	8.4	Да	Да
5 Определение среднего уровня собственных шумов	8.5	Да	Да
6 Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка	8.6	Да	Да
7 Определение абсолютной погрешности измерений уровня гармонического сигнала на частоте 50 МГц	8.7	Да	Да
8 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)	8.8	Да	Да
9 Определение погрешности из-за переключений входного аттенюатора	8.9	Да	Да

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

2.3 Допускается проведение периодической поверки 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.

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства поверки, перечисленные в таблице 2.

Таблица 2

Пункт методики	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
8.4	Частотомер электронно-счетный 53132А: диапазон частот: от 0 до 12,4 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 5 \cdot 10^{-6}$
8.4	Стандарт частоты рубидиевый FS725: пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты $\pm 5 \cdot 10^{-11}$
8.6, 8.7, 8.8, 8.9	Генератор сигналов E8257D: диапазон частот от 250 кГц до 20 ГГц; пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 2 \cdot 10^{-7}$
8.7, 8.8	Блок измерительный ваттметра (далее – измеритель мощности) N1914А: - с преобразователем измерительным термоэлектрическим N8481А (2 шт.): диапазон частот от 10 МГц до 18 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений мощности $\pm 5 \%$; - с преобразователем измерительным E9304А (2 шт.): диапазон частот от 9 кГц до 6 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений мощности $\pm 4 \%$
8.8	Измеритель мощности N1914А с преобразователем измерительным термоэлектрическим N8481А (2 шт.): диапазон частот от 10 МГц до 18 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений мощности $\pm 5 \%$
8.8	Генератор сигналов произвольной формы 33250А: диапазон частот от 1 мГц до 80 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частот $\pm 1 \cdot 10^{-6}$
<u>Вспомогательные средства</u>	
8.7, 8.8	Делитель мощности 11667А: диапазон частот до 18 ГГц
8.8	Аттенуатор коаксиальный фиксированный 8491В: диапазон частот от 0 до 18 ГГц, номинальное значение ослабления 20 дБ, погрешность $\pm 0,3$ дБ
8.5	Нагрузка коаксиальная 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 Поверка должна осуществляться лицами, имеющие высшее или среднее техническое образование и аттестованными в качестве поверителей в установленном порядке.

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 осциллографами 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 заземлённую оснастку. Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности антистатических защитных устройств.

6 Условия поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C 20 ± 5 ;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) от 84 до 106 (от 630 до 795) ;
- напряжение сети питания частотой (50 ± 1) Гц от 215,6 до 224,4.

7 Подготовка к поверке

7.1 Проверить наличие эксплуатационной документации и срок действия свидетельств о поверке на средства поверки.

7.2 Прогреть поверяемый анализатор и средства поверки в течение времени установления рабочего режима, установленного для них в руководствах по эксплуатации.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре 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.

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

8.2 Опробование

Подключить анализатор к сети питания и включить его согласно РЭ.

Нажать клавишу «Preset» для N9322C или «Preset/System» для N9320B на корпусе анализатора.

Убедиться в возможности установки режимов измерений и настройки основных параметров и режимов измерений анализатора.

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

8.3 Идентификация ПО

Идентификацию ПО (проверку идентификационного наименования и номера версии ПО) выполнить в процессе штатного функционирования поверяемого анализатора путём непосредственного сличения показаний дисплея прибора с идентификационными данными ПО.

Для проверки идентификационного наименования и номера версии ПО необходимо выполнить следующую последовательность операций:

- включить анализатор и дать время для загрузки операционной системы;
для N9322C
- после запуска встроенного ПО и автоматической самопроверки нажать кнопку «System» на передней панели анализатора;
- последовательно выбрать пункты «SystemInfo» и «ShowSystem» из меню, которое отображается в правой колонке на дисплее при помощи кнопок, расположенных рядом с экраном напротив соответствующих пунктов;
- версия ПО отобразится в окне «MCU firmware revision».
для N9320B
- после запуска встроенного ПО и автоматической самопроверки нажать кнопку «Preset/System»

на передней панели анализатора;

- последовательно выбрать пункты «More 1 of 3» и «ShowSoftware» из меню, которое отображается в правой колонке на дисплее при помощи кнопок, расположенных рядом с экраном напротив соответствующих пунктов;

- версия ПО отобразится в окне «MCU firmwarerevision».

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	N9320B	N9322C
Идентификационное наименование ПО	RF Spectrum Analyzer Firmware	RF Spectrum Analyzer Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	B.03.61	A.06.27
Цифровой идентификатор ПО	-	-

Результаты поверки считать положительными, если в результате проверки установлено, что ПО имеет идентификационные характеристики, приведенные в таблице 3. В противном случае анализатор бракуется.

8.4 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора

Определение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора провести путем измерения частоты частотомером 53132А, подключенным к выходному разъему «RFOUT 10 MHz» на задней панели анализатора (рисунок 1).

Частотомер перевести в режим работы от внешнего источника опорного сигнала частотой 10 МГц, который подать от стандарта частоты FS 725.

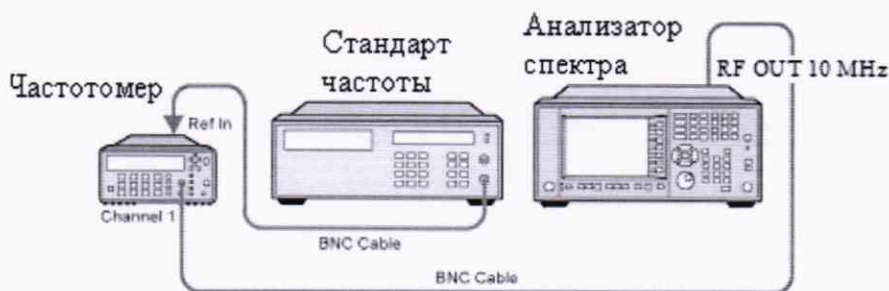


Рисунок 1

Измерить частоту опорного генератора анализатора.

Значение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора(δF), Гц, вычислить по формуле (1):

$$\delta F = \frac{F_{изм} - F_{ном}}{F_{ном}}, \quad (1)$$

где $F_{ном}$ – установленное значение частоты, Гц;

$F_{изм}$ – измеренное значение частоты, Гц.

Результаты поверки считать положительными, если значение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора находится в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ для анализаторов стандартного исполнения и $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ для анализаторов с опцией PFR. В противном случае анализатор бракуется.

8.5 Определение среднего уровня собственных шумов

Определение среднего уровня собственных шумов провести путем измерения уровня с усреднением показаний отсчетных устройств поверяемого анализатора в полосе пропускания

1 кГц при отсутствии сигнала на входе прибора при подключении на вход прибора нагрузки коаксиальной 50 Ом.



Рисунок 2

Рассчитать средний уровень собственных шумов по формуле (2):

$$P_{1Гц} = P_{1кГц} - 30 \text{ дБ} \quad (2)$$

Результаты поверки считать положительными, если средний уровень собственных шумов не превышает значений, указанных в таблице 4. В противном случае анализатор бракуется.

Таблица 4

Диапазон частот	Значения среднего уровня собственных шумов, дБм, не более (ослабления входного аттенюатора 0, усреднение не менее 40)	
	N9320B (полоса пропускания 10 Гц)	N9322C (полоса пропускания 1 Гц)
	предусилитель ВЫКЛ	
от 9 до 100 кГц включ.	-90 - 3 · (f/100 кГц)	-
св. 0,1 до 1 МГц включ.	-90 - 3 · (f/100 кГц)	-108
св. 1 до 10 МГц включ.	-124	-128
св. 10 до 500 МГц включ.	-130 + 3 · (f/1 ГГц)	-142
св. 0,5 до 3,0 ГГц включ.	-130 + 3 · (f/1 ГГц)	-
св. 0,5 до 2,5 ГГц включ.	-	-141
св. 2,5 до 4,0 ГГц включ.	-	-140
св. 4,0 до 6,0 ГГц включ.	-	-138
св. 6,0 до 7,0 ГГц включ.	-	-136
	предусилитель ВКЛ	
от 9 до 100 кГц включ.	-	-110
св. 0,1 до 1 МГц включ.	-108 - 3 · (f/100 кГц)	-131
св. 1 до 10 МГц включ.	-142	-148
св. 10 до 500 МГц включ.	-148 + 3 · (f/1 ГГц)	-161
св. 0,5 до 3,0 ГГц включ.	-148 + 3 · (f/1 ГГц)	-
св. 0,5 до 2,5 ГГц включ.	-	-159
св. 2,5 до 4,0 ГГц включ.	-	-158
св. 4,0 до 6,0 ГГц включ.	-	-155
св. 6,0 до 7,0 ГГц включ.	-	-150

8.6 Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка

Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка провести путем подачи на вход проверяемого анализатора гармонического сигнала уровнем минус 30 дБм (ослабления входного аттенюатора 0, предусилитель ВЫКЛ) с частотами f_1 равными 45; 295 и 895 МГц (для N9320B); 285, 912, 2700, 3500 МГц (для N9322C) и измерением по отсчетному устройству анализатора уровня сигнала на частоте $2f_1$.

Собрать схему, изображенную на рисунке 3.



Рисунок 3

Результаты поверки считать положительными, если относительный уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка, не превышает значений, приведенных в таблице 5.

Таблица 5

Наименование параметра	Значение	
	N9320B	N9322C
Относительный уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка (при уровне входного сигнала минус 30 дБм, предусилитель выключен, входной аттенюатор 0 дБ), дБн, не более		
- от 10 до 200 МГц включ.	-65	-
- св. 200 до 500 МГц включ.	-70	-
- св. 500 до 3 ГГц включ.	-73	-
- от 0,05 до 3 ГГц включ.	-	-65
- св. 3 до 7 ГГц включ.	-	-70

8.7 Определение абсолютной погрешности измерений уровня гармонического сигнала на частоте 50 МГц

Абсолютную погрешность измерений уровня гармонического сигнала определить путем подачи на вход поверяемого анализатора сигнала с генератора E8257D. Уровень сигнала на выходе генератора контролируется измерителем мощности N1914A с измерительными преобразователями E9304A.

Подготовить измеритель мощности к работе. Собрать схему, приведенную на рисунке 4.

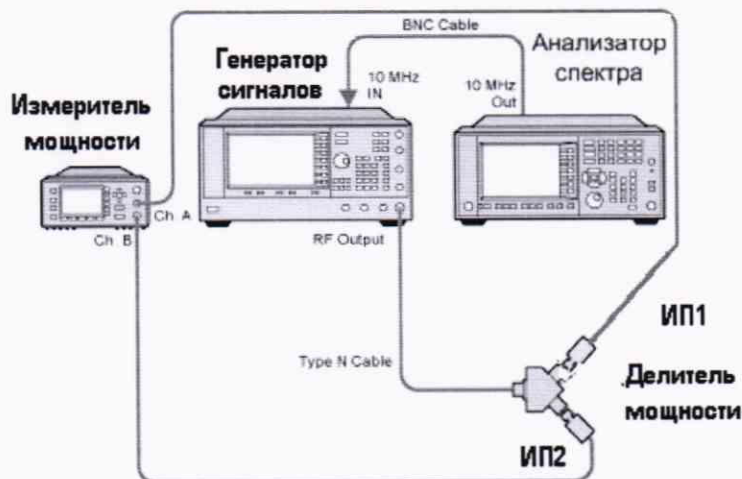


Рисунок 4

На генераторе E8257D установить частоту 50 МГц, уровень выходного сигнала установить таким, чтобы показания измерителя мощности по каналу с измерительным преобразователем ИП1 были 0 дБм. Изменяя уровень выходного сигнала генератора, произвести измерения погрешности деления делителя мощности при уровнях 0, минус 10, минус 20, минус 30, минус 40, минус 50 дБм. Зафиксировать погрешность деления и учитывать ее в дальнейших измерениях.

Отсоединить измерительный преобразователь ИП1 от делителя. Освободившийся разъем делителя мощности соединить с анализатором (рисунок 5).

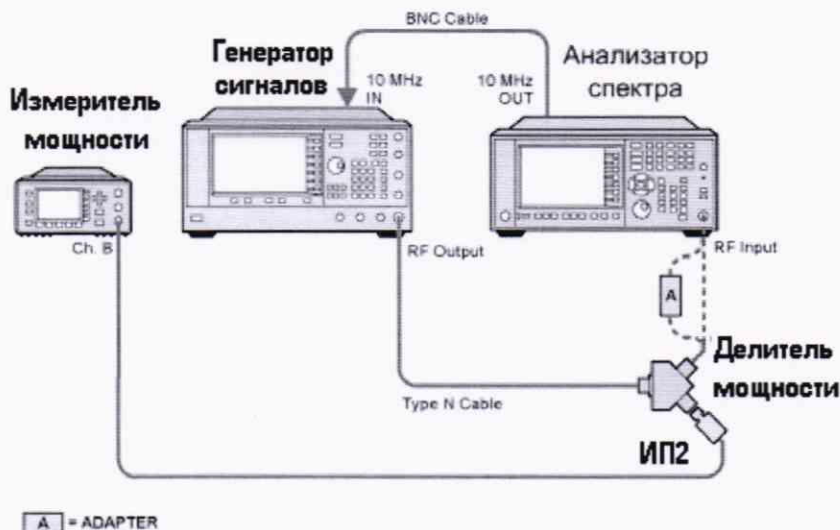


Рисунок 5

На анализаторе установить центральную частоту 50 МГц, предусилитель выключить, установить полосу пропускания 1 кГц.

Входной attenuator анализатора установить в положение 20 дБ для N9322C и 10 дБ для N9320B.

Произвести измерения уровней сигнала анализатором.

Погрешность определяется как разница значений мощности, измеренных анализатором и измерителем мощности.

Далее на анализаторе спектра включить предусилитель и повторить измерения (входной attenuator анализатора N9320B установить в положение 30 дБ).

Результаты поверки считать положительными, если значение абсолютной погрешности измерений уровня находится в пределах, приведенных в таблице 6. В противном случае анализатор бракуется.

Таблица 6

Наименование параметра	Значение	
	N9320B	N9322C
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня на частоте 50 МГц (уровень сигнала на входе от минус 50 до 0 дБм), дБ		
- входной attenuator 10 дБ, полоса обзора 1 кГц		
предусилитель выключен, уровень сигнала на входе минус 10 дБм	±0,3	-
предусилитель включён, уровень сигнала на входе минус 30 дБм	±0,4	-
- входной attenuator 20 дБ, полоса обзора 1 кГц		
предусилитель выключен	-	±0,3
предусилитель включён	-	±0,4

8.8 Определение неравномерности АЧХ

Неравномерность АЧХ в установленной полосе частот определить методом «постоянного входа».

Для определения неравномерности АЧХ в диапазоне частот от 100 до 300 кГц использовать генератор сигналов произвольной формы 33250А и измеритель мощности N1914А с измерительными преобразователями Е9304А и N8481А.

Для определения неравномерности АЧХ в диапазоне частот от 300 кГц до 7 ГГц использовать генератор сигналов Е8257D и измеритель мощности N1914А с измерительными преобразователями Е9304А в диапазоне частот до 6 ГГц и N8481А в диапазоне частот до 7 ГГц.

Подготовить измеритель мощности к работе. Собрать схему, приведенную на рисунке 4.

На генераторе установить уровень выходного сигнала таким, чтобы показания измерителя мощности по каналу с измерительным преобразователем ИП1 были минус 10 дБм. Изменяя частоту выходного сигнала генератора, уровень которого поддерживать постоянным, произвести измерения погрешности деления делителя мощности. Зафиксировать погрешность деления и учитывать ее в дальнейших измерениях.

Отсоединить измерительный преобразователь ИП1 от делителя. Освободившийся разъем делителя мощности соединить с анализатором спектра (рисунок 5).

На анализаторе установить полосу пропускания 1 кГц.

Входной аттенюатор анализатора установить в положение 20 дБ для N9322С и 10 дБ для N9320В.

Произвести измерения уровня сигнала анализатором, изменяя частоту выходного сигнала генератора, уровень которого поддерживают постоянным (минус 10 дБм).

Для определения неравномерности АЧХ с включенным предусилителем использовать аттенюатор с ослаблением 20 дБ.

Неравномерность АЧХ $\delta_{АЧХ}$, дБ, вычислить по формуле (3):

$$\delta_{АЧХ} = \pm \frac{1}{2} |A_{\text{макс}} - A_{\text{мин}}|, \quad (3)$$

где $A_{\text{макс}}$ и $A_{\text{мин}}$ – максимальное и минимальное показания измерительного устройства анализатора при изменении частоты входного сигнала в полосе частот, дБ.

Измерения проводить:

при выключенном предусилителе:

- для N9322С на частотах 0,1; 0,25; 1,0; 5,0; 10,0; 150,0; 450; 950; 1250; 1850; 2250; 2999; 3550; 3950; 4500; 5999; 6450; 7000 МГц;

- для N9320В на частотах 0,25; 1,0; 5,0; 10,0; 150,0; 450; 950; 1250; 1850; 2250; 2999 МГц;

при включенном предусилителе

- для N9322С на частотах 0,1; 0,25; 1,0; 5,0; 10,0; 150,0; 450; 950; 1250; 1850; 2250; 2999; 3550; 3950; 4500; 5999; 6450; 7000 МГц;

- для N9320В на частотах 1,0; 5,0; 10,0; 150,0; 450; 950; 1250; 1850; 2250; 2999 МГц.

Результаты поверки считать положительными, если неравномерность АЧХ анализатора относительно частоты 50 МГц не превышает значений, приведенных в таблице 7. В противном случае анализатор бракуется.

Таблица 7

Наименование параметра	Значение	
	N9320B	N9322C
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно частоты 50 МГц, дБ		
- входной attenuator 10 дБ		
предусилитель выключен		
от 200 кГц до 2 ГГц включ.	$\pm 0,5$	-
от 2 до 3 ГГц	$\pm 0,7$	-
предусилитель включён		
от 1 до 2 ГГц включ.	$\pm 0,6$	-
от 2 до 3 ГГц	$\pm 0,8$	-
- входной attenuator 20 дБ		
предусилитель выключен		
от 100 кГц до 3 ГГц включ.	-	$\pm 0,70$
от 3 до 4 ГГц включ.	-	$\pm 0,85$
от 4 до 7 ГГц	-	$\pm 1,00$
предусилитель включён		
от 100 кГц до 3 ГГц включ.	-	$\pm 0,70$
от 3 до 4 ГГц включ.	-	$\pm 0,90$
от 4 до 7 ГГц	-	$\pm 1,10$

8.9 Определение погрешности из-за переключений входного аттенюатора (для N9320B)

Погрешность из-за переключений входного аттенюатора проверить путем переключения аттенюатора анализатора от 0 до 60 дБ с шагом 10 дБ и измерения уровня входного сигнала после каждого переключения.

Результаты поверки считают положительными, если значения абсолютной погрешности измерений уровня из-за переключений входного аттенюатора от 0 до 60 дБ относительно 10 дБ находятся в пределах $\pm 0,4$ дБ.

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



О.В. Каминский