

СОГЛАСОВАНО

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

А.Н. Щипунов

« 03 » 12 2022 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Генераторы шума NC346

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 112-22-010

р.п. Менделеево
2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	3
2. Перечень операций поверки средства измерений	3
3. Требования к условиям проведения поверки	4
4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5. Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7. Внешний осмотр средства измерений	6
8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6
9. Определение метрологических характеристик средства измерений	7
10. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8
11. Оформление результатов поверки	10

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее - МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки генераторов шума NC346 (далее – ГШ) модификации: NC346A Precision и NC346Ka, изготавливаемых фирмой «Wireless Telecom Group Inc. Noisecom», 25 Eastmans Road, Parsippany, NJ 07054, США.

1.2 Первичной поверке подлежат ГШ до ввода в эксплуатацию и после ремонта. Периодической поверке подлежат ГШ, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.3 При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых ГШ к государственному первичному эталону единицы спектральной плотности мощности шумового радиоизлучения в диапазоне частот от 0,002 до 178,3 ГГц (ГЭТ21-2021) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений спектральной плотности мощности шумового радиоизлучения в диапазоне частот от 0,002 до 178,3 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 07.11.2022 № 2801.

1.4 Методика поверки реализуется посредством методов прямых и косвенных измерений.

1.5 Поверка ГШ может осуществляться только аккредитованным на проведение поверки в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации лицом в соответствии с его областью аккредитации.

1.6 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические характеристики, приведенные в таблице 1.

Таблица 1– Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот, ГГц – модификация NC346A Precision – модификация NC346Ka	от 0,01 до 18,00 вкл. от 0,10 до 40,00 включ.
Диапазон воспроизведения СПМШ, дБ: – модификация NC346A Precision – модификация NC346Ka	от 5 до 7 включ. от 10 до 17 включ.
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения уровня СПМШ, дБ – модификация NC346A Precision – модификация NC346Ka	±0,5 ±0,8
Коэффициент стоячей волны по напряжению (далее – КСВН) выхода СВЧ, не более: – модификация NC346A Precision, в диапазоне частот от 0,01 до 5,00 ГГц включ. св. 5,0 до 18,0 ГГц включ. – модификация NC346Ka, в диапазоне частот от 0,1 до 5,0 ГГц включ. св. 5,0 до 18,0 ГГц включ. св. 18,0 до 26,5 ГГц включ. св. 26,5 до 40,0 ГГц включ.	1,15 1,25 1,25 1,30 1,40 1,50

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки ГШ должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки ГШ

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Определение присоединительных размеров соединителей СВЧ выхода	да	да	9.1
Определение коэффициент стоячей волны по напряжению (далее – КСВН) выхода СВЧ ГШ в диапазоне рабочих частот	да	да	9.2
Определение диапазона воспроизведения и абсолютной погрешности воспроизведения СПМШ	да	да	9.3
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10

2.2 На основании решения эксплуатирующей организации допускается проведение поверки в ограниченном диапазоне частот, либо на отдельных частотах, не выходящих за рабочий частотный диапазон поверяемого ГШ.

Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке.

2.3 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 поверяемый ГШ бракуется и направляется в ремонт.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия, установленные в ГОСТ 8.395-80 «ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность окружающего воздуха, не более, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) от 84 до 106,0
(от 630 до 795)

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами с высшим или средним техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в установленном порядке и имеющими квалификационную группу электробезопасности не ниже второй.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с руководством по эксплуатации ГШ.N346A.N346Ka-2020 РЭ «Руководство по эксплуатации. Генераторы шума NC346 модификации: NC346A Precision, NC346Ka» (далее - РЭ) на поверяемый ГШ.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуемые средства поверки, в том числе рабочие эталоны и средства измерений, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.7, 9.2, 9.3	Вольтметр с диапазоном измерений напряжения постоянного тока от 100 мВ до 100 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока $\pm 0,3\%$	Вольтметр универсальный В7-78/1 (рег. № 52147-12)*
9.1	Измерители присоединительных размеров из набора мер коэффициентов передачи и отражения, пределы измеряемых отклонений от номинального значения присоединительного размера «A» (A_1 , A_2) $\pm 0,2$ мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений присоединительного размера «A» (A_1 , A_2) $\pm 0,008$ мм	Наборы мер коэффициентов передачи и отражения 85056А (рег. № 53567-13)
8.7, 9.2, 9.3	Мера напряжения и тока, диапазон выходного напряжения постоянного тока от + 26 до + 30 В	Мера напряжения и тока Е3641А (рег. № 26951-04)
9.2	Измеритель комплексных коэффициентов отражений в диапазоне частот от 0,01 до 40 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН $\pm (3 \cdot K_{cmU} + 2)\%$	Анализатор цепей векторный Е8363В (рег. № 37176-08)
8.6, 9.3	Измеритель спектральной плотности мощности шумового радиоизлучения 1 разряда в диапазоне от 1000 до 20000 К в диапазоне частот от 0,01 до 40 ГГц, значения суммарного относительного СКО $S\Sigma$ измерений СПМШ от 0,4 до 8,0 %	Государственный рабочий эталон единицы спектральной плотности мощности шумового радиоизлучения 1 разряда в диапазоне от 1000 до 20000 К в диапазоне частот от 0,002 до 178,3 ГГц (рег. № 3.1.ZZT.0214.2015)

* «рег. № ____» – регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений

5.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны и поверены, применяемые средства поверки утверждённого типа СИ в качестве эталонов единиц величин должны быть исправны и поверены с присвоением соответствующего разряда, по требованию государственных поверочных схем.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки ГШ необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00, а также требования безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на ГШ и средства поверки.

6.2 При проведении поверки ГШ необходимо соблюдать правила, приведённые в РЭ на

проверяемый ГШ и РЭ на средства поверки.

6.3 На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

6.4 При проведении всех видов работ с ГШ необходимо использовать антистатический браслет.

6.5 Запрещается производить соединение или разъединение кабеля питания ГШ при наличии напряжения электропитания +28 В.

6.6 Для исключения сбоев в работе измерения необходимо производить при отсутствии резких перепадов напряжения сети питания, вызываемых включением и выключением мощных потребителей электроэнергии и мощных импульсных помех.

6.7 Средства поверки должны быть надежно заземлены в соответствии с документацией.

6.8 Размещение и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний осмотр проверяемого ГШ проводить визуально.

При этом проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку;
- отсутствие видимых механических повреждений проверяемого ГШ, влияющих на его нормальную работу;
- чистоту и целостность соединителей проверяемого ГШ, а в случае обнаружения посторонних частиц провести чистку соединителей;
- отсутствие механических повреждений, шумов внутри корпуса проверяемого ГШ, обусловленных наличием незакрепленных деталей, следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей или агрессивных паров;
- состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировок.

П р и м е ч а н и е – Под механическими повреждениями следует понимать глубокие царапины, деформацию рабочей поверхности центрального или внешнего проводника соединителя ГШ, соосность и симметричность внешнего и внутреннего проводника соединителя ГШ, вмятины на корпусе, а также другие повреждения, непосредственно влияющие на технические характеристики.

7.2 Проверку комплектности, маркирования и пломбирования (наклейки) проверяемого ГШ производить путем внешнего осмотра и сличением с данными, приведенными в РЭ.

7.3 Результаты внешнего осмотра проверяемого ГШ считать положительными, если:

- фактическая комплектность проверяемого ГШ соответствует комплекту поставки, указанному в таблице 3 РЭ;
- отсутствуют механические повреждения соединителей и корпуса проверяемого ГШ;
- отсутствуют шумы внутри корпуса ГШ, обусловленные наличием незакрепленных деталей;
- отсутствуют следы коррозии металлических деталей и следы воздействия жидкостей или агрессивных паров;
- лакокрасочные покрытия не повреждены;
- маркировка разборчива;
- пломбы (наклейки на передней и задней стороне корпуса ГШ) не нарушены.

В противном случае результаты внешнего осмотра считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением операций поверки необходимо произвести подготовительные работы, оговоренные в РЭ на проверяемый ГШ и в РЭ применяемых средств поверки.

8.2 Убедиться в выполнении условий проведения поверки.

8.3 Выдержать проверяемый ГШ в условиях проведения поверки не менее двух часов,

если он находился до этого в отличных от них условиях.

8.4 Подготовить поверяемый ГШ и средства поверки к проведению измерений в соответствии с указаниями, приведенными в их РЭ.

8.5 Выдержать средства поверки во включенном состоянии в течение времени, указанного в их РЭ, для установления рабочего режима средств измерений.

8.6 Подготовить к работе компаратор в диапазоне частот от 0,01–40,0 ГГц из состава государственного рабочего эталона единицы спектральной плотности мощности шумового радиоизлучения 1 разряда в диапазоне от 1000 до 20000 К в диапазоне частот от 0,002 до 178,3 ГГц (далее - ГРЭ СПМШ) согласно его правилам содержания и применения.

8.7 Включить поверяемый ГШ в следующей последовательности:

– подготовить вольтметр универсальный В7-78/1 (далее - вольтметр) к измерению напряжения постоянного тока +28 В в соответствии с эксплуатационной документацией на него;

– подготовить к работе меру напряжения и тока Е3641А (далее - источник питания) согласно эксплуатационной документации на него;

– установить на выходе источника питания по показаниям вольтметра напряжение постоянного тока $(28,00 \pm 0,28)$ В;

– подключить, соблюдая полярность, к выходу источника питания вход «+28 В» поверяемого ГШ.

Напряжение +28 В подается на центральный проводник соединителя «+28 В» поверяемого ГШ, подключение кабеля питания к входу поверяемого ГШ должно осуществляться при отсутствии напряжения на выходе источника питания (на время подключения источник питания переводится в режим ограничения по току 0,1 А).

8.8 Подключить соединитель СВЧ выхода поверяемого ГШ ко входу компаратора. При необходимости использовать вспомогательное оборудование (см. таблицу 2).

Убедиться в наличии шумового сигнала на выходе компаратора во включенном состоянии поверяемого ГШ и его отсутствии – в выключенном состоянии.

8.9 Результаты опробования считать положительными, если разница уровней шумового сигнала на выходе компаратора при наличии напряжения питания на поверяемом ГШ и при его отсутствии составляет для NC346A Precision не менее 5 дБ, для NC346Ka не менее 10 дБ.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение присоединительных размеров соединителей СВЧ выхода

9.1.1 Определение присоединительных размеров соединителей СВЧ выхода, для генератора шума модификации NC346A Precision 3,5 мм «вилка» и для генератора шума модификации NC346Ka 2,92 мм «вилка», проводить с применением измерителей присоединительных размеров из набора мер коэффициентов передачи и отражения 85056А.

Измерения проводить в соответствии с указаниями эксплуатационной документации на набор мер коэффициентов передачи и отражения 85056А.

9.1.2 Определить присоединительный размер «A» соединителей СВЧ выхода ГШ (рисунок 1).

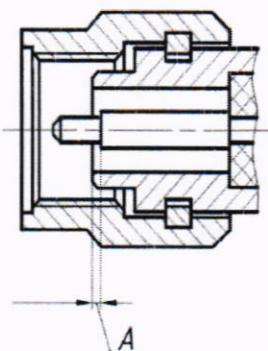


Рисунок 1 – Соединители типа 3,5мм «вилка» и 2,92 мм «вилка»

9.1.3 Результаты измерений занести в протокол.

9.2 Определение КСВН выхода СВЧ ГШ в диапазоне рабочих частот

9.2.1 Подготовить анализатор цепей векторный Е8363В (далее – Е8363В) к измерению КСВН в соответствии с РЭ на него, в диапазоне частот соответствующей модификации ГШ:

- для модификации ГШ NC346A Precision:
 - от 0,01 до 5,00 ГГц;
 - св. 5,0 до 18,0 ГГц вкл.;
- для модификации ГШ NC346Ka:
 - от 0,1 до 5,0 ГГц вкл.;
 - св. 5,0 до 18,0 ГГц вкл.;
 - св. 18,0 до 26,5 ГГц вкл.;
 - св. 26,5 до 40,0 ГГц вкл.

9.2.2 Включить поверяемый ГШ в последовательности приведенной в п. 8.7

9.2.3 Подключить выход СВЧ поверяемого ГШ к измерительному порту Е8363В.

9.2.4 Измерить КСВН выхода СВЧ поверяемого ГШ. Зафиксировать в протоколе максимальные значения КСВН (K_{cmU}), в диапазоне рабочих частот поверяемого ГШ.

9.3 Определение диапазона воспроизведения и абсолютной погрешности воспроизведения СПМШ ГШ

9.3.1 Подготовить к работе компараторы и генераторы шума из состава ГРЭ СПМШ, согласно его правилам содержания и применения, в диапазоне частот, соответствующем поверяемому ГШ.

9.3.2 Включить питание поверяемого ГШ в соответствии с п. 8.7.

9.3.3 Выполнить 5 раз (n=5) измерение значения воспроизведения СПМШ поверяемого ГШ N(f), в относительных единицах, методом сравнения с уровнем шума генераторов шума из состава ГРЭ СПМШ:

- для ГШ модификации NC346A Precision на частотах 0,01 ГГц, 0,1 ГГц; от 1,0 до 18,0 ГГц с интервалом 1 ГГц;

- для ГШ модификации NC346Ka на частотах 0,1 ГГц; от 1,0 до 26,0 ГГц с интервалом 1 ГГц; 26,5 ГГц; от 27,0 до 40,0 ГГц с интервалом 1 ГГц.

9.3.4 Результаты измерений занести в протокол.

9.3.5 Обработку результатов измерений выполнить в соответствии с п. 10.3

9.3.6 Абсолютную погрешность воспроизведения СПМШ рассчитать в соответствии с п. 10.4.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Присоединительные размеры соединителей СВЧ выхода определять методом прямых измерений и сравнения полученных результатов с нормированными значениями.

Результаты проверки считать положительными, если присоединительный размер «А» соединителя СВЧ выхода поверяемого ГШ находится в пределах от 0,0 до 0,1 мм.

10.2 КСВН выхода СВЧ ГШ в диапазоне рабочих частот поверяемого ГШ определять методом прямых измерений и сравнения полученных результатов с нормированными значениями при помощи анализатора цепей векторного Е8363В.

Результаты проверки считать положительными, если значения K_{cmU} , измеренные в соответствии с п.9.2:

- для модификации ГШ NC346A Precision в диапазоне частот:

- от 0,01 до 5,00 ГГц включ., не более 1,15;

- свыше 5,0 до 18,0 ГГц включ., не более 1,25;

- для модификации ГШ NC346Ka в диапазоне частот:

- от 0,1 до 5,0 ГГц включ., не более 1,25;

- св. 5,0 до 18,0 ГГц включ., не более 1,30;
- св. 18,0 до 26,5 ГГц включ., не более 1,40;
- св. 26,5 до 40,0 ГГц включ., не более 1,50.

10.3 Значение СПМШ определять методом компарирования и рассчитывать в следующей последовательности.

Вычислить средние значения СПМШ $\bar{N}(f)$ по формуле (1):

$$\bar{N}(f) = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n N(f)_i, \quad (1)$$

где $n=5$ – число измерений;

$N(f)_i$ – измеренное в соответствии с п.п.9.3.2-9.3.3 значение СПМШ i -го измерения, где $i=1\div 5$;

f – частота, на которой проводились измерения.

Результаты вычислений зафиксировать в протоколе.

Вычислить средние значения СПМШ $\bar{N}_{dB}(f)$, в дБ, по формуле (2):

$$\bar{N}_{dB}(f) = 10 \cdot \lg[\bar{N}(f)]. \quad (2)$$

Результаты вычислений зафиксировать в протоколе.

Результаты поверки считать положительными, если для поверяемого ГШ значения $\bar{N}_{dB}(f)$ на всех частотах находится в пределах:

- для модификации ГШ NC346A Precision от 5,0 до 7,0 дБ вкл.;
- для модификации ГШ NC346Ka от 10,0 до 17,0 дБ вкл.

При этом полученные результаты измерений СПМШ необходимо сравнить со значениями уровня СПМШ, полученными при индивидуальной калибровке ГШ при выпуске и нанесенные на корпус ГШ (или заводском сертификате калибровки). Полученные результаты годовой стабильности не должны превышать пределов допускаемой абсолютной погрешности генерируемого уровня СПМШ:

- для модификации ГШ NC346A Precision $\pm 0,5$ дБ;
- для модификации ГШ NC346Ka $\pm 0,8$ дБ.

10.4 Абсолютную погрешность воспроизведения СПМШ рассчитать в следующей последовательности.

Вычислить значения абсолютной погрешности определения СПМШ Δ_f по формуле (3):

$$\Delta_f = \sqrt{S_{\Sigma 0}^2 + \frac{\sum_{i=1}^n (N(f)_i - \bar{N}(f))^2}{n-1}}, \quad (3)$$

где $n=5$ – число измерений;

$S_{\Sigma 0}$ – погрешность ГРЭ СПМШ при передаче методом компарирования;

f – частота, на которой проводились измерения.

Вычислить значения абсолютной погрешности определения СПМШ $\Delta_{f dB}$, в дБ, по формуле (4):

$$\Delta_{f dB} = 10 \cdot \lg[1 + \frac{\Delta_f}{\bar{N}(f)}]. \quad (4)$$

Результаты вычислений зафиксировать в протоколе.

Результаты проверки считать положительными, если:

- значения $\Delta_{f dB}$ находятся в пределах:

– для модификации ГШ NC346A Precision в диапазоне частот от 0,01 до 18,0 ГГц $\pm 0,5$ дБ;

- для модификации ГШ NC346Ka в диапазоне частот от 0,1 до 40,0 ГГц $\pm 0,8$ дБ.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 ГШ признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

11.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца ГШ или лица, предъявившего его на поверку, на ГШ наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке, и (или) в паспорт ГШ вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

11.4 Знак поверки в виде наклейки наносится на свидетельство о поверке.

11.5 При выполнении сокращенной поверки (на основании решения или заявки на проведение поверки, эксплуатирующей организации) в свидетельстве о поверке указывать диапазон частот, либо отдельные частоты, не выходящие за рабочий частотный диапазон поверяемого ГШ, на которых была выполнена поверка.

11.6 ГШ, имеющий отрицательные результаты поверки, в обращение не допускается. На него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования по установленной форме.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский

Начальник лаборатории 112 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

М.В. Саргсян