

СОГЛАСОВАНО

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

_____ А.Н. Щипунов



» 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 вкл.
Диапазон воспроизведения СПМШ, дБ: – модификация NC346A Precision – модификация NC346Ka	от 5 до 7 вкл. от 10 до 17 вкл.
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 вкл. св. 5,0 до 18,0 ГГц вкл. – модификация NC346Ka, в диапазоне частот 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.	. 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 «А» («А ₁ », «А ₂ ») $\pm 0,2$ мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений присоединительного размера «А» («А ₁ », «А 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 $\Sigma\sigma_0$ 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

поверяемый 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 поверяемого ГШ проводить визуально.

При этом проверить:

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

Примечание – 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) поверяемого ГШ производить путем внешнего осмотра и сличением с данными, приведенными в РЭ.

7.3 Результаты внешнего осмотра поверяемого ГШ считать положительными, если:

- фактическая комплектность поверяемого ГШ соответствует комплекту поставки, указанному в таблице 3 РЭ;
- отсутствуют механические повреждения соединителей и корпуса поверяемого 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 поверяемый ГШ и в РЭ применяемых средств поверки.

8.2 Убедиться в выполнении условий проведения поверки.

8.3 Выдержать поверяемый 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 радиозлучения 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 «А» соединителей СВЧ выхода ГШ (рисунок 1).

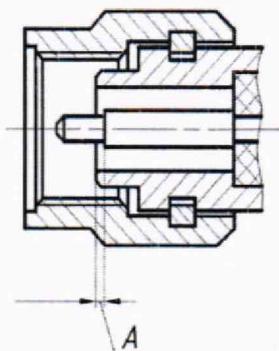


Рисунок 1 – Соединители типа 3,5мм «вилка» и 2,92 мм «вилка»

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 E8363B (далее – E8363B) 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 E8363B.

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 поверки 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 E8363B.

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 вкл., не более 1,15;
свыше 5,0 до 18,0 ГГц вкл., не более 1,25;

– для модификации ГШ NC346Ka в диапазоне частот:

от 0,1 до 5,0 ГГц вкл., 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 $\bar{N}_{дБ}(f)$, в дБ, по формуле (2):

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

Результаты вычислений зафиксировать в протоколе.

Результаты поверки считать положительными, если для поверяемого ГШ значения $\bar{N}_{дБ}(f)$ 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 $\Delta_{фдБ}$, в дБ, по формуле (4):

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

Результаты вычислений зафиксировать в протоколе.

Результаты проверки считать положительными, если:

- значения $\Delta_{фдБ}$ 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