



Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде
по обеспечению единства измерений _____

СОГЛАСОВАНО

Начальник

ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Т.Ф. Мамлеев



2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Генератор сигналов Г7 НОВО ГСП-20

Методика поверки

НДАЕ.434811.003МП

2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на генератор сигналов Г7 НОВО ГСП- 20 (далее – генератор) и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверок.

1.2 Сокращенная поверка не предусмотрена.

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача:

единиц времени и частоты в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13.10.2022 г. № 2360 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»;

единиц мощности электромагнитных колебаний в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. № 3461 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц»;

единиц мощности электромагнитных колебаний в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 09.11.2022 г. № 2813 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 118,1 ГГц», подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы времени частоты и шкалы времени ГЭТ 1-2022, государственному первичному эталону единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах ГЭТ 26-2010 и государственному первичному эталону единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 118,1 ГГц ГЭТ 167-2021.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Подготовка к поверке и опробование	8	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9	Да	Да
4 Определение диапазона частот выходного сигнала и пределов допускаемой абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала	9.1	Да	Да
5 Определение диапазона установки уровня мощности выходного сигнала, пределов допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности и максимального уровня выходной мощности	9.2	Да	Да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
6 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов на несущей частоте 1 ГГц	9.3	Да	Да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C 25 ± 5;
- относительная влажность воздуха, % от 45 до 80;
- атмосферное давление, кПа. от 84 до 106,7;
- напряжение питающей сети, В 230 ± 23;
- частота питающей сети, Гц 50 ± 0,5.

Примечание - При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать регламентируемым в их инструкциях по эксплуатации требованиям.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие высшее или среднее техническое образование и практический опыт в области радиотехнических измерений и аттестованные на право проведения поверки.

4.2 Поверитель должен изучить эксплуатационные документы на поверяемый генератор и используемые средства поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

5.2 Все средства поверки должны быть исправны и иметь действующие документы о поверке (знак поверки).

5.3 Допускается применение других средств поверки, удовлетворяющих требованиям настоящей методики поверки и обеспечивающих требуемую точность передачи единиц величин поверяемому генератору.

Таблица 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -10 до +60 °C, предел допускаемой погрешности измерений температуры ±0,4 °C; Средства измерений в диапазоне измерений относительной влажности от 10 до 95 %, предел допускаемой погрешности измерений ±3%; Средства измерений в диапазоне измерений абсолютного давления от 30 до 120 кПа, предел допус-	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 44744-10)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	каемой погрешности измерений $\pm 0,5$ кПа.	Анализатор спектра E4440A (рег. №35425-07)
	Средства измерений: диапазон рабочих частот от 3 Гц до 26,5 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности при измерении мощности, на опорной частоте 50 МГц относительно 10 дБ и выключенного предусилителя, при ослаблении внутреннего входного аттенюатора более 2 дБ, $\pm 0,18$ дБ	
	Средство измерений частоты, соответствующее рабочему эталону не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, утверждена приказом Росстандарта № 2360 от 13.10.2022. Диапазон рабочих частот от 0,001 Гц до 37,75 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 3 \cdot 10^{-10}$	Частотомер универсальный ЧЗ-89 (рег. №47058-11)
	Средства измерений: диапазон рабочих частот от 10 МГц до 50 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора $\pm 1 \cdot 10^{-7}$	Анализатор фазового шума FSWP50 (рег. №63528-16)
	Средство измерений мощности электромагнитных колебаний, соответствующее рабочему эталону не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц, утверждена приказом Росстандарта № 3461 от 30.12.2019 и государственной поверочной схеме для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 118,1 ГГц, утверждена приказом Росстандарта № 2813 от 09.11.2022 г. Диапазон рабочих частот от 0 до 40 ГГц, диапазон измеряемых уровней от минус 35 до 25 дБм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений мощности $\pm 0,14$ дБ	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP40T (рег. № № 69958-17)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<i>Вспомогательные средства поверки</i>		
п.9 Определение метрологических характеристик	Диапазон частот от 0 до 20 ГГц, ослабление 10 дБ	Аттенюатор коаксиальный Д2М-20-10-13Р-13

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При выполнении операций поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные Приказом Минтруда России от 15.12.2020 № 903 н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.2.091-2012 и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование. Любые подключения приборов производить только при отключенном напряжении питания средств измерений.

6.2 К выполнению операций поверки и обработке результатов наблюдений могут быть допущены только лица, аттестованные в качестве поверителя в установленном порядке.

6.3 Поверяемый генератор, а также используемые средства измерений должны быть надежно заземлены. Коммутации и сборки схем для проведения измерений должны проводиться только при выключенном сигнале генератора.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Внешний вид и комплектность проверить на соответствие данным, приведенным в руководстве по эксплуатации и в паспорте на генератор.

7.1.2 При проведении внешнего осмотра проверить:

- наличие и целостность наружных деталей и пломб (наклейки);
- соответствие комплектности эксплуатационной документации, наличие маркировок с указанием типа и заводского номер, четкость обозначений;
- чистоту и исправность соединительных розеток;
- отсутствие механических и электрических повреждений, влияющих на работу генератора.

7.1.3 Результаты внешнего осмотра считать положительными при отсутствии видимых дефектов. В противном случае, генератор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется для проведения ремонта.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 На поверку представляют генератор, полностью укомплектованный в соответствии с паспортом на него.

8.1.2 Во время подготовки к поверке поверитель знакомится с нормативной документацией на генератор и подготавливает все материалы и средства измерений, необходимые для проведения поверки.

8.1.3 Контроль условий проведения поверки по пункту 3.1 провести перед началом поверки, а затем периодически, но не реже одного раза в час.

8.1.4 Перед началом проведения опробования и поверки обязательно обеспечить равенство потенциалов корпуса измерительных приборов и генератора.

8.2 Опробование средств измерений

8.2.1 Подключить генератор к источнику питания и включить его в сеть. Перед выполнением первого измерения выдержать генератор с подключённым напряжением питания не менее 60 мин.

8.2.2 Соединить розетку «USB-B» генератора с розеткой «USB-A» управляющего компьютера.

8.2.3 Запустить на управляющем компьютере программу «НОВО ГСП-20».

8.2.4 На экране компьютера должно появиться окно с интерфейсом программы, в левом нижнем углу окна должна отобразиться строка со следующей информацией: версия dll, название генератора, номер версии программы управления, серийный номер генератора, внутренняя температура.

8.2.5 Соединить розетку RF генератора с входной розеткой анализатора спектра E4440A.

8.2.6 Установить параметры выходного сигнала генератора: частота сигнала 1000 МГц, уровень сигнала 0 дБм. Установить параметры измерения на анализаторе спектра E4440A: центральная частота 1000 МГц, опорный уровень 10 дБм, полоса обзора 100 кГц, RBW 100 Гц. На экране анализатора наблюдать спектр сигнала.

8.2.7 Соединить розетку LF генератора с входной розеткой анализатора спектра E4440A.

8.2.8 Установить параметры выходного сигнала генератора: частота сигнала 1 МГц, уровень сигнала 0 дБм. Установить параметры измерения на анализаторе спектра E4440A: центральная частота 1 МГц, опорный уровень 10 дБм, полоса обзора 10 кГц, RBW 10 Гц. На экране анализатора наблюдать спектр сигнала.

8.2.9 Соединить розетку ULF генератора с входной розеткой анализатора спектра E4440A.

8.2.10 Установить параметры выходного сигнала генератора: частота сигнала 1 кГц, уровень сигнала 0 дБм. Установить параметры измерения на анализаторе спектра E4440A: центральная частота 1 кГц, опорный уровень 10 дБм, полоса обзора 100 Гц, RBW 10 Гц. На экране анализатора наблюдать спектр сигнала.

8.2.11 Генератор считать работоспособным, если программа управления запускается без появления сообщений об ошибках и на всех выходных розетках генератора наблюдается появление сигналов с установленными значениями частоты и выходной мощности. В противном случае генератор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

8.3 Идентификация ПО

8.3.1 Генераторы работают под управлением внешнего ПК, на котором установлено ПО «НОВО ГСП-20», которое управляет аппаратной частью генератора. ПО размещается на оптическом/электронном носителе, поставляемом в комплекте поставки.

8.3.2 Метрологически значимая часть ПО установлена в генераторах. Влияние ПО не приводит к выходу метрологических характеристик генераторов за пределы допускаемых значений. Конструкция генераторов исключает возможность несанкционированного влияния на ПО и измерительную информацию (отсутствие доступа к внутренним интерфейсам, механическое опечатывание).

8.3.3 Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений по Р 50.2.077-2014 соответствует уровню «низкий».

8.3.4 Идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО приведены в таблице 3

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	НОВО ГСП-20
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.00.01, не ниже

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Определение диапазона частот выходного сигнала и пределов допускаемой абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала

9.1.1 Подготовить к работе частотомер универсальный ЧЗ-89.

9.1.2 Соединить розетку ULF генератора с входной розеткой частотомера универсального ЧЗ-89. Включить генератор и запустить программное обеспечение «НОВО ГСП-20» в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.1.3 Установить следующие параметры выходного сигнала генератора: частота сигнала, $f_{ген}$: 0,0001 МГц, уровень сигнала: 0 дБм.

9.1.4 При помощи частотомера ЧЗ-89 выполнить измерения частоты генератора $f_{изм}$. Произвести расчёт абсолютной погрешности установки частоты по формуле: $\delta f = f_{изм} - f_{ген}$. Занести полученные значения δf в таблицу 3.

9.1.5 Повторить измерения по п. 9.1.4 на частотах 0,001 МГц и 0,02 МГц.

9.1.6 Соединить розетку LF генератора с входной розеткой частотомера универсального ЧЗ-89.

9.1.7 Повторить измерения по п. 9.1.4 на частотах 0,0001 МГц, 1 МГц и 60 МГц.

9.1.8 Соединить розетку RF генератора с входной розеткой частотомера универсального ЧЗ-89.

9.1.9 Повторить измерения по п. 9.1.4 на частотах 50 МГц, 1000 МГц и 22000 МГц.

9.1.10 Результаты поверки считать положительными, если расчётные значения абсолютной погрешности установки частоты для всех установленных частот находятся в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 3 таблицы 3. В противном случае результаты поверки по данному пункту методики считать отрицательными и генератор признается непригодным к применению.

Таблица 3

Выходная розетка / Частота сигнала, МГц	Расчётное значение абсолютной погрешности установки частоты, $f_{ген} - f_{изм}$, Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты, $\pm(2 \cdot 10^{-6} \cdot f_{ген} + 0,03)$, Гц
1	2	3
«ULF OUT» / 0,0001		$\pm 0,0302$
«ULF OUT» / 0,001		$\pm 0,032$
«ULF OUT» / 0,02		$\pm 0,07$
«LF OUT» / 0,0001		$\pm 0,0302$
«LF OUT» / 1		$\pm 2,03$
«LF OUT» / 60		± 120
«RF OUT» / 50		± 100

1	2	3
«RF OUT» / 1000		±2000
«RF OUT» / 22000		±44000

9.2 Определение диапазона установки уровня мощности выходного сигнала, пределов допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного сигнала и максимального уровня мощности выходного сигнала

9.2.1 Определение диапазона установки уровня мощности выходного сигнала, пределов допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного сигнала и максимального уровня мощности выходного сигнала проводить с использованием ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP40T (далее ваттметр) с подключённым к нему аттенуатором коаксиальным Д2М-20-10-13Р-13, S-параметры которого измерены на анализаторе цепей векторном и загружены в ваттметр для корректировки показаний.

9.2.2 Включить генератор и запустить программное обеспечение «НОВО ГСП-20» в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.2.3 Подключить к розетке ULF генератора ваттметр.

9.2.4 Установить частоту выходного сигнала генератора 0,0001 МГц.

9.2.5 Последовательно установить уровень выходного сигнала генератора 0 дБм, 10 дБм, 25 дБм, максимально возможное значение. Произвести измерение выходной мощности $P_{изм}$. Занести в таблицу 4 полученные значения $P_{изм}$

9.2.6 Установить частоту выходного сигнала генератора 0,001 МГц. Повторить выполнение пункта 9.2.5

9.2.7 Установить частоту выходного сигнала генератора 0,02 МГц. Повторить выполнение пункта 9.2.5

9.2.8 Подключить к розетке LF генератора ваттметр.

9.2.9 Установить частоту выходного сигнала генератора 0,0001 МГц.

9.2.10 Последовательно установить уровень выходного сигнала генератора минус 10 дБм, 0 дБм, плюс 15 дБм, максимально возможное значение. Произвести измерение выходной мощности $P_{изм}$. Занести в таблицу 4 полученные значения $P_{изм}$.

9.2.11 Установить частоту выходного сигнала генератора 60 МГц. Повторить выполнение пункта 9.2.10

9.2.12 Установить частоту выходного сигнала генератора 1 МГц. Повторить выполнение пункта 9.2.10

9.2.13 Подключить к розетке RF генератора ваттметр.

9.2.14 Установить частоту выходного сигнала генератора 50 МГц.

9.2.15 Последовательно установить уровень выходного сигнала генератора минус 10 дБм, 0 дБм, плюс 23 дБм, максимально возможное значение. Произвести измерение выходной мощности $P_{изм}$. Занести в таблицу 4 полученные значения $P_{изм}$.

9.2.16 Установить частоту выходного сигнала генератора 1000 МГц. Повторить выполнение пункта 9.2.15

9.2.17 Установить частоту выходного сигнала генератора 12000 МГц. Повторить выполнение пункта 9.2.15

9.2.18 Установить частоту выходного сигнала генератора 20000 МГц.

9.2.19 Последовательно установить уровень выходного сигнала генератора минус 10 дБм, 0 дБм, плюс 15 дБм, максимально возможное значение. Произвести измерение выходной мощности $P_{изм}$. Занести в таблицу 4 полученные значения $P_{изм}$.

9.2.20 Результаты проверки считать положительными, если измеренные значения уровней мощности находятся в пределах допускаемых значений $P_{мин}$ и $P_{макс}$ указанных в столбцах 3 и 5 таблицы 4. В противном случае результаты проверки по данному пункту методики считать отрицательными и генератор признается непригодным к применению.

Таблица 4

Установки генератора		Нижний предел допускаемых значений (Рмин), дБм	Измеренное значение (Ризм), дБм	Верхний предел допускаемых значений (Рмакс), дБм
Выходная розетка / Частота сигнала, МГц	Уровень, дБм			
1	2	3	4	5
«ULF OUT» / 0,0001	0	-1,00		+1,00
	+10	+9,00		+11,00
	+25	+24,00		+26,00
	Макс. знач.	+25,00		—
«ULF OUT» / 0,001	0	-1,00		+1,00
	+10	+9,00		+11,00
	+25	+24,00		+26,00
	Макс. знач.	+25,00		—
«ULF OUT» / 0,02	0	-1,00		+1,00
	10	+9,00		+11,00
	+25	+24,00		+26,00
	Макс. знач.	+25,00		—
«LF OUT» / 0,0001	-10	-11,00		-9,00
	0	-1,00		+1,00
	+15	+14,00		+16,00
	Макс. знач.	+15,00		—
«LF OUT» / 1	-10	-11,00		-9,00
	0	-1,00		+1,00
	+15	+14,00		+16,00
	Макс. знач.	+15,00		—
«LF OUT» / 60	-10	-11,00		-9,00
	0	-1,00		+1,00
	+15	+14,00		+16,00
	Макс. знач.	+15,00		—
«RF OUT» / 50	-10	-11,00		-9,00
	0	-1,00		+1,00
	+23	+22,00		+24,00
	Макс. знач.	+23,00		—
«RF OUT» / 1000	-10	-11,00		-9,00
	0	-1,00		+1,00
	+23	+22,00		+24,00
	Макс. знач.	+23,00		—
«RF OUT» / 12000	-10	-11,00		-9,00
	0	-1,00		+1,00
	+15	+14,00		+16,00
	+23	+22,00		+24,00
	Макс. знач.	+23,00		—
«RF OUT» / 20000	-10	-11,00		-9,00
	0	-1,00		+1,00
	+15	+14,00		+16,00
	Макс. знач.	+15,00		—

9.3 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов на несущей частоте 1 ГГц

9.3.1 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов на несущей частоте 1 ГГц проводить с использованием анализатора фазового шума FSWP50 (далее анализатор).

9.3.2 Включить генератор и запустить программное обеспечение «НОВО ГСП-20» в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.3.3 Подключить анализатор к выходу RF генератора.

9.3.4 Установить следующие параметры генератора:

- частота выходного сигнала 1 ГГц;
- уровень мощности выходного сигнала 0 дБм.

9.3.5 На анализаторе установить следующие параметры:

- количество корреляций 1;
- диапазон измерения отстроек от 10 Гц до 1 МГц.

9.3.6 Измерить значение спектральной плотности мощности фазовых шумов нажатием кнопки «Measure» и установив маркер на значение отстройки 1 кГц и 10 кГц.

9.3.7 Результаты поверки считать положительными если измеренное значение спектральной плотности мощности фазовых шумов на несущей частоте 1 ГГц при отстройке 1 кГц не превышает минус 110 дБн/Гц, при отстройке 10 кГц не превышает минус 120 дБн/Гц. В противном случае результаты поверки по данному пункту методики считать отрицательными и генератор признается непригодным к применению.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Генератор признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

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

10.3 По заявлению владельца генератора или лица, представившего его на поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие генератора метрологическим требованиям) наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке, и (или) паспорт генератора вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

10.4 Знак поверки в виде наклейки наносится на переднюю панель генератора.

10.5 По заявлению владельца генератора или лица, представившего его на поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие генератора метрологическим требованиям) выдается извещение о непригодности к применению.

10.6 Обязательное оформление протокола поверки не требуется. По заявлению владельца генератора или лица, представившего его на поверку, возможно оформление протокола поверки.

Начальник отдела ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

К.С. Черняев

Научный сотрудник ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

О.Б. Шпилевский