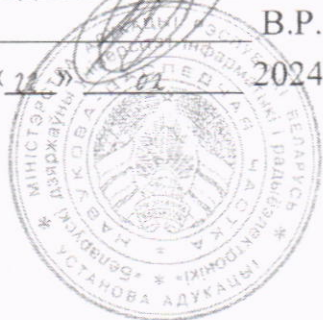


СОГЛАСОВАНО

Проректор по научной работе
Учреждения образования
«Белорусский государственный
университет информатики и
радиоэлектроники»

В.Р. Стемпицкий

« 23 » 02 2024



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по оценке соответствия БелГИМ

А.Д. Шевцова-Ронина

« 23 » 02 2024

Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь

ГЕНЕРАТОРЫ Г4-МВМ

Методика поверки

МРБ МП.3853-2024

Разработчик:

Начальник Центра 1.9 НИЧ БГУИР

Д.А. Кондрашов

« 20 » 02 2024

Главный научный сотрудник

Центра 1.9 НИЧ БГУИР

А.В. Гусинский

« 20 » 02 2024

Научный сотрудник

Центра 1.9 НИЧ БГУИР

М.М. Касперович

« 20 » 02 2024



Минск, 2024

Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на генераторы Г4-МВМ (далее – генераторы) производства учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», научно-исследовательская часть (БГУИР НИЧ) и устанавливает методы и средства поверки.

Обязательные метрологические требования к генераторам приведены в приложении А.

1 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	последующей поверке
1 Внешний осмотр	6.1	Да	Да
2 Опробование	6.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик	6.3	–	–
3.1 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты выходного сигнала	6.3.1	Да	Да
3.2 Определение максимальной мощности выходного сигнала	6.3.2	Да	Да
3.3 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности	6.3.3	Да	Да
Примечание – Если при проведении той или иной операции поверки получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают.			

2 Средства поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики
6.3	Частотомер электронно-счетный CNT-90XL: диапазон измерений частоты: от 0,001 Гц до 40 ГГц; пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты $\pm 2 \cdot 10^{-8}$



25 АПР 2024

Окончание таблицы 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики
6.3	Измеритель поглощаемой мощности E4418B с первичными измерительными преобразователями: преобразователь N8485A диапазон частот от 0,01 до 26,5 ГГц; диапазон измерений мощности от минус 30 до плюс 20 дБм (от 0,001 до 100 мВт); пределы допускаемой относительной погрешности измерения мощности $\pm 4,5$ %. преобразователь N8486AR диапазон частот от 26,5 до 40,0 ГГц; диапазон измерений мощности от минус 30 до плюс 20 дБм (от 0,001 до 100 мВт); пределы допускаемой относительной погрешности измерения мощности $\pm 5,0$ %
6.2; 6.3	Термогигрометр UNITESS THB1. диапазон измерений температуры от 0 °С до плюс 50 °С; пределы абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,3$ °С; диапазон измерений относительной влажности от 10 % до 90 %; пределы абсолютной погрешности измерения относительной влажности $\pm 3,0$ %
Примечания 1 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью. 2 Все эталоны должны иметь действующие знаки поверки и (или) свидетельства о поверке (калибровке).	

3 Требования к квалификации поверителей

К проведению измерений при поверке и (или) обработке результатов измерений допускают лиц, имеющих необходимую квалификацию в области обеспечения единства измерений.



4 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Наименование характеристики, единица измерения	Допускаемые значения
Температура окружающего воздуха, °C	от 15 до 25
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80

5 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проверить выполнение требований условий поверки;
- подготовить к работе эталоны, применяемые при поверке, в соответствии с руководством по эксплуатации на них;
- осуществить предварительный прогрев эталонов для установления их рабочего режима.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра устанавливают соответствие генератора следующим требованиям:

- отсутствие видимых повреждений;
- целостность корпуса генератора, соединительных проводов и кабелей, четкость маркировки;
- клеммы и разъемы должны быть чистыми.

Проверяют комплектность и маркировку генератора в соответствии с эксплуатационной документацией.

Результат внешнего осмотра считается положительным, если выполняются указанные требования.

6.2 Опробование

Для проведения опробования необходимо включить генератор, дождаться завершения процесса прогрева. После чего на дисплее генератора отобразится информация с предустановленными значениями частоты и мощности. При помощи кнопок передней панели генератора изменить значения частоты и мощности, убедиться, что изменяются соответствующие значения на дисплее генератора.

Для проверки версии программного обеспечения необходимо подключить генератор к персональному компьютеру (ПК) по средствам последовательного интерфейса (USB). На ПК запустить программу для обеспечения работоспособности работы ПК с генератором по командам SCPI, например, MU



Данная программа записана на CD-диске, входящем в комплект поставки генератора. Отправить на генератор команду «*IDN?». В ответе на запрос должна содержаться информация о версии ПО.

Результаты опробования считаются положительными, если обеспечивается возможность управления параметрами генератора, а версия программного обеспечения не ниже 1.0.

6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты выходного сигнала

Определение относительной погрешности воспроизведения частоты выходного сигнала проводят по схеме, приведенной на рисунке 1.

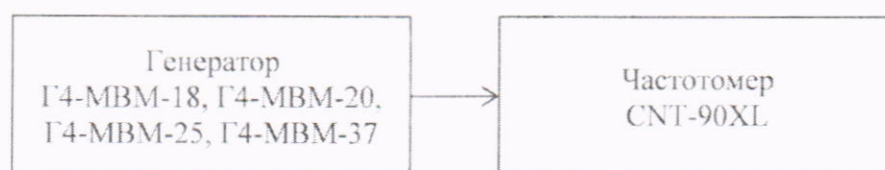


Рисунок 1

Переводят генератор в режим непрерывной генерации (НГ). Измерения проводят через 5 мин после включения генератора. Мощность устанавливают таким образом, чтобы частотомер начал измерения.

Используя режим ручной перестройки частоты, на генераторе последовательно устанавливают фиксированные частоты, приведенные в таблице 4.

Таблица 4

Модификация генератора	Частота, ГГц				
	0,01	5,00	10,00	15,00	18,00
Г4-МВМ-18	0,01	5,00	10,00	15,00	18,00
Г4-МВМ-20	0,01	5,00	10,00	15,00	20,00
Г4-МВМ-25	17,44	19,50	21,50	24,00	25,95
Г4-МВМ-37	25,95	29,00	32,00	35,00	37,50

Измеряют частоту выходного сигнала с помощью частотомера.

Относительную погрешность воспроизведения частоты выходного сигнала δ_f вычисляют для каждой из установленных частот по формуле

$$\delta_f = \frac{f_{\text{ном}} - f_{\text{и}}}{f_{\text{ном}}}, \quad (1)$$

где $f_{\text{ном}}$ – номинальное значение частоты, установленное на генераторе, Гц.

$f_{\text{и}}$ – значение частоты, измеренное частотомером, Гц.



25 АПР 2024

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения относительной погрешности воспроизведения частоты на каждой из заданных частот находятся в пределах, указанных в приложении А.

6.3.2 Определение максимальной мощности выходного сигнала

Определение максимальной мощности выходного сигнала генераторов проводят в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 2.

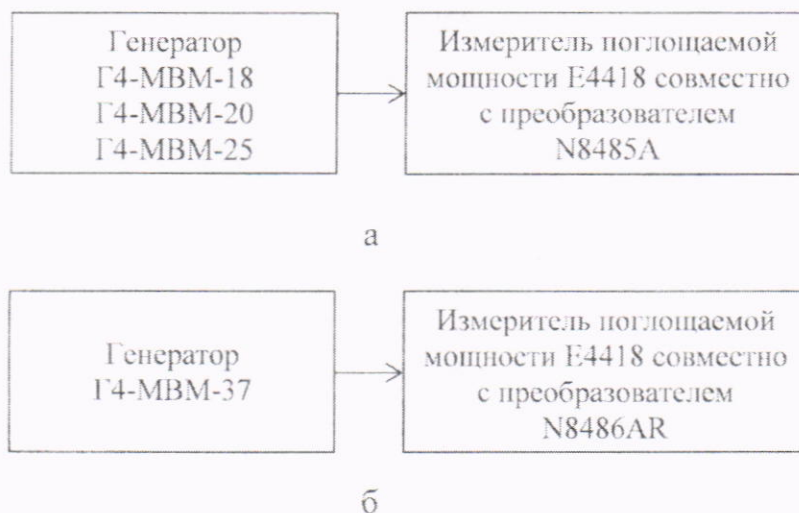


Рисунок 2

В режиме работы генератора НГ устанавливают фиксированные частоты, приведенные в таблице 4. Для задания максимального уровня мощности необходимо ввести плюс 19 дБм при помощи панели генератора. Мощность сигнала измеряют измерителем поглощаемой мощности.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если максимальные значения мощности выходных сигналов на каждой из заданных частот не менее значений, указанных в приложении А.

6.3.3 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности

Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности проводят по схеме рисунка 2. В режиме работы НГ на генераторе устанавливают фиксированные частоты и значения уровней мощности, приведенные в таблице 5.



Таблица 5

Уровень мощности, дБм	Частота, ГГц			
	Г4-MBM-18	Г4-MBM-20	Г4-MBM-25	Г4-MBM-37
-15	0,01; 5,00;	0,01; 5,00;	17,44;	25,95;
-5	10,00; 15,00;	10,00; 15,00;	19,50;	29,00;
0	18,00	20,00	21,50;	32,00;
+10	5,00; 10,00;	5,00; 10,00;	24,00;	35,00;
	15,00; 18,00	15,00; 20,00	25,95	37,50

Абсолютную погрешность установки уровня выходной мощности δ_P , дБ, вычисляют для каждого установленных значений уровней и частот по формуле

$$\delta_P = P_{\text{ном}} - P_{\text{изм}}, \quad (2)$$

где $P_{\text{ном}}$ – номинальное значение мощности, установленное на генераторе, дБм;
 $P_{\text{изм}}$ – значение мощности, измеренное измерителем поглощаемой мощности, дБм.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности на каждой из заданных частот и уровней находятся в пределах, указанных в приложении А.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Результаты поверки заносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б.

7.2 При положительных результатах поверки генератора на него наносят знак поверки и (или) выдают свидетельство о поверке:

- для генераторов, применяемых при измерениях в сфере законодательной метрологии, по форме, установленной [1];
- для генераторов, применяемых при измерениях вне сферы законодательной метрологии, по форме, установленной в технических нормативных правовых актах в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений, локальных правовых актах юридического лица или индивидуального предпринимателя, осуществляющих поверку.

7.3 При отрицательных результатах первичной поверки генератора выдают заключение о непригодности:

- для генераторов, применяемых при измерениях в сфере законодательной метрологии, по форме, установленной [1];
- для генераторов, применяемых при измерениях вне сферы законодательной метрологии, по форме, установленной в технических нормативных правовых актах в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений, локальных правовых актах юридического лица или индивидуального предпринимателя, осуществляющих поверку.



При отрицательных результатах последующей поверки генератора выдают заключение о непригодности:

– для генераторов, применяемых при измерениях в сфере законодательной метрологии, по форме, установленной [1];

– для генераторов, применяемых при измерениях вне сферы законодательной метрологии, по форме, установленной в технических нормативных правовых актах в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений, локальных правовых актах юридического лица или индивидуального предпринимателя, осуществляющих поверку.

Ранее нанесенный знак поверки подлежит уничтожению путем приведения его в состояние, непригодное для дальнейшего применения, предыдущее свидетельство о поверке прекращает свое действие.



Приложение А
(обязательное)

Обязательные метрологические требования к генераторам

Обязательные метрологические требования к генераторам Г4-МВМ приведены в таблице А.1.

Таблица А.1

Наименование	Значение
Диапазон воспроизведения рабочих частот, ГГц – для генераторов Г4-МВМ-18 – для генераторов Г4-МВМ-20 – для генераторов Г4-МВМ-25 – для генераторов Г4-МВМ-37	от 0,01 до 18,00; от 0,01 до 20,00; от 17,44 до 25,95; от 25,95 до 37,50
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты выходного сигнала генераторов при работе от внутреннего опорного генератора	$\pm 2 \cdot 10^{-7}$
Максимальная мощность выходного сигнала, мВт, не менее – для генераторов Г4-МВМ-18 и Г4-МВМ-20 в диапазоне частот от 0,01 до 0,1 ГГц – для генераторов Г4-МВМ-18 в диапазоне частот от 0,1 (включительно) до 18 ГГц – для генераторов Г4-МВМ-20 в диапазоне частот от 0,1 (включительно) до 20 ГГц – для генераторов Г4-МВМ-25 в диапазоне частот от 17,44 до 25,95 ГГц – для генераторов Г4-МВМ-37 в диапазоне частот от 25,95 до 37,50 ГГц	2 20 10 10 10
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности генераторов, дБ – для генераторов Г4-МВМ-18 и Г4-МВМ-20 – для генераторов Г4-МВМ-25 и Г4-МВМ-37	$\pm 1,5$ $\pm 1,0$



Приложение Б
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ № _____

поверки _____

наименование средства измерений

тип _____ № _____

принадлежащего _____

наименование организации

Изготовитель _____

наименование изготовителя

Дата проведения поверки _____

с ... по ...

Поверка проводится по _____

обозначение документа, по которому проводят поверку

Средства поверки

Таблица Б.1

Наименование средства измерений, тип	Заводской номер

Условия поверки

Таблица Б.2

Наименование характеристики, единица измерения	Измеренное значение
Температура окружающего воздуха, °C	
Относительная влажность воздуха, %	

Результаты поверки

1 Внешний осмотр _____

соответствует/не соответствует

2 Опробование _____

соответствует/не соответствует



3 Определение метрологических характеристик

3.1 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты выходного сигнала

Таблица Б.3

Установленное номинальное значение частоты $f_{ном}$, МГц	Измеренное частотомером значение частоты $f_{из}$, Гц	Относительная погрешность установки частоты δ_f	Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты

3.2 Определение максимальной мощности выходного сигнала

Таблица Б.4

Установленное значение частоты, МГц	Измеренная максимальная мощность выходного сигнала генератора, мВт	Допускаемое значение максимальной мощности выходного сигнала, не менее, мВт

3.3 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности

Таблица Б.5

Установленное номинальное значение мощности $P_{ном}$, дБм	Установленное значение частоты, МГц	Измеренное измерителем поглощаемой мощности значение уровня мощности генератора $P_{изм.}$, дБм	Абсолютная погрешность установки уровня мощности δ_P , дБ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности, дБ

Заключение _____
соответствует/ не соответствует

Свидетельство о поверке (заключение о непригодности) № _____

Поверитель _____
подпись

расшифровка подписи _____



Библиография

- [1] Правила осуществления метрологической оценки в виде работ по государственной поверке средств измерений
Утверждены постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 21 апреля 2021 г. № 40

