ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«РАДИО, ПРИБОРЫ И СВЯЗЬ»
603009, Россия, г. Нижний Новгород, проспект Гагарина, д. 168, офис 405

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог
ФБУ «Нижегородский ЦСМ»

_____Т.Б. Змачинская

«__15__»_____июня_____2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ НИЗКОЧАСТОТНЫЕ Г3-140

Методика поверки

РПИС.411645.039МП

г. Нижний Новгород

2026 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика устанавливает методику первичной и периодической поверки генераторов сигналов низкочастотных Г3-140 (далее генераторы).

1.2 При поверке генераторов должны быть подтверждены метрологические требования (характеристики), установленные при утверждении типа.

1.3 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемых генераторов к следующим государственным эталонам:

– ГЭТ 1-2022 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 № 2360 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»;

– ГЭТ 89-2008 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18.08.2023 № 1706 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^{9}$ Гц».

– ГЭТ 188-2010. Государственный первичный эталон единицы коэффициента гармоник в диапазоне от 0,001 до 100 % для сигналов с основной гармоникой в диапазоне частот от 10 до 200000 Гц согласно государственной поверочной схеме по ГОСТ Р 8.762-2011.

1.4 При проведении поверки генераторов используются методы прямого измерения и сличения с помощью компаратора.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной и периодической поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер (раздела) пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средств измерений)	Да	Да	8
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:			10
Определение абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала при работе от внутреннего опорного генератора	Да	Да	10.1
Определение относительной погрешности установки выходного напряжения	Да	Да	10.2
Определение коэффициента гармоник выходного напряжения	Да	Да	10.3

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверку генераторов следует проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С 20±5;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- напряжение переменного тока, В 230±23;
- частота переменного тока, Гц 50±0,5.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки генераторов допускаются поверители из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучившие настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации на поверяемый генератора, эксплуатационную документацию на средства поверки и имеющие стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

Таблица 2 – Средства измерений для поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8.2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью ±1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с погрешностью ±2 %	Приборы комбинированные Testo 622 рег. № 53505-13
п.10.1 Определение погрешности установки частоты выходного сигнала при работе от внутреннего опорного генератора	Средства измерений времени и частоты, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4 разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360, в диапазоне значений частот от 1 Гц до 10 МГц	Частотомеры электронно-счетные серии Ч3-85 рег. № 75631-19

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.10.2 Определение погрешности установки выходного напряжения	Средства измерений переменного электрического напряжения с диапазоном воспроизводимых напряжений от 0,1 до 10 В, в диапазоне частот от 5 Гц до 10 кГц, погрешность ±0,15 %;	Калибраторы универсальные Н4-6 рег. № 16690-97
	Средства измерений переменного электрического напряжения, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 18.08.2023 № 1706, в диапазоне измеряемого напряжения от 0,1 до 10 В, в диапазоне частот от 5 Гц до 10 кГц;	Мультиметры цифровые 34401A, 34460A, 34461A рег. № 54848-13
	Средства измерений переменного электрического напряжения с диапазоном измеряемого напряжения от 0,1 до 10 В, в диапазоне частот от 10 кГц до 1 МГц; погрешность измерений ±0,15 %;	Вольтметры высокочастотные В3-100 рег. № 72902-18
	Средства измерений переменного электрического напряжения с диапазоном измеряемого напряжения на частоте 1 МГц от 0,01 мВ до 0,1 В, уровень шумов на частоте 1 МГц в полосе 10 Гц не более минус 120 дБ/мВт, нелинейность шкалы от 0 до 70 дБ ±0,2 дБ	Анализаторы спектра R&S FSP рег. № 26744-04
п.10.3 Определение коэффициента гармоник	Средства измерений коэффициента гармоник, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2-го разряда по ГПС ГОСТ Р 8.762-2011, с диапазоном частот от 10 Гц до 200 кГц; диапазон измеряемых коэффициентов гармоник от 0,002 %;	Измерители нелинейных искажений С6-22 рег. № 69447-17
	Средства измерений коэффициента гармоник в диапазоне частот от 100 кГц до 10 МГц, динамический диапазон измерений ≥ 86 дБ.	Анализаторы спектра R&S FSP рег. № 26744-04
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

5.2 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены, эталоны - аттестованы, и иметь действующую запись о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые генераторы и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверяется:

- соответствие внешнего вида и маркировки генератора описанию типа и эксплуатационной документации на него;
- отсутствие внешних повреждений поверяемого генератора, которые могут повлиять на его метрологические характеристики;
- целостность предусмотренных пломб от несанкционированного доступа согласно описанию типа.

7.2 Генератор, не отвечающий перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Порядок установки генератора на рабочее место, включения, управления приведены в руководстве по эксплуатации РПИС. 411645.039РЭ.

8.2 Выполнить контроль условий поверки в соответствии с требованиями, указанными в разделе 3 настоящей методики поверки.

8.3 Выдержать генератор в условиях проведения поверки не менее двух часов, если он находился в отличных от них условиях.

8.4 Определение метрологических характеристик должно проводиться после времени установления рабочего режима генератора и средств поверки, указанного в соответствующей эксплуатационной документации.

8.5 Опробование (проверка функционирования) генератора проводят путем проверки функционирования в соответствии с руководством по эксплуатации РПИС. 411645.039РЭ.

8.6 Генератор допускается к дальнейшей поверке, если результат опробования положительный.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения (далее - ПО), проводят путем их сравнения с идентификационными данными, приведенными в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения прибора

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	LFGenerator_G3-140
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0.0

9.2 Идентификационные данные прибора отображаются в информационном окне «Меню» в строке заголовка. Указаны наименование ПО, серийный номер, версия ПО.

9.3 Результаты проверки ПО считают положительными, если установлено полное соответствие идентификационных данных встроенного ПО генератора данным, приведенным в таблице 3.

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

10.1 Определение абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала при работе от внутреннего опорного генератора проводят путем измерения частоты генерируемых колебаний с помощью электронно-счетного частотомера Ч3-85/6

В генераторе Г3-140 устанавливают частоту 5 Гц и уровень выходного напряжения 1 В. Частотомер устанавливают в режим измерения периода, вход открытый, входное сопротивление канала 50 Ом, времени счета 20 секунд, фильтр 100 кГц включен и фиксируют показания частотомера в миллисекундах.

В генераторе Г3-140 устанавливают частоту 1000 кГц. Частотомер устанавливают в режим измерения частоты, фильтр 100 кГц отключен, времени счета 10 секунд и фиксируют показания частотомера.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если при измерении на частоте 5 Гц показания частотомера находились в пределах от 199,9990 до 200,001 мс, а при измерении на частоте 1000000 Гц в пределах от 999995 до 1000005 Гц.

10.2 Определение относительной погрешности установки выходного напряжения

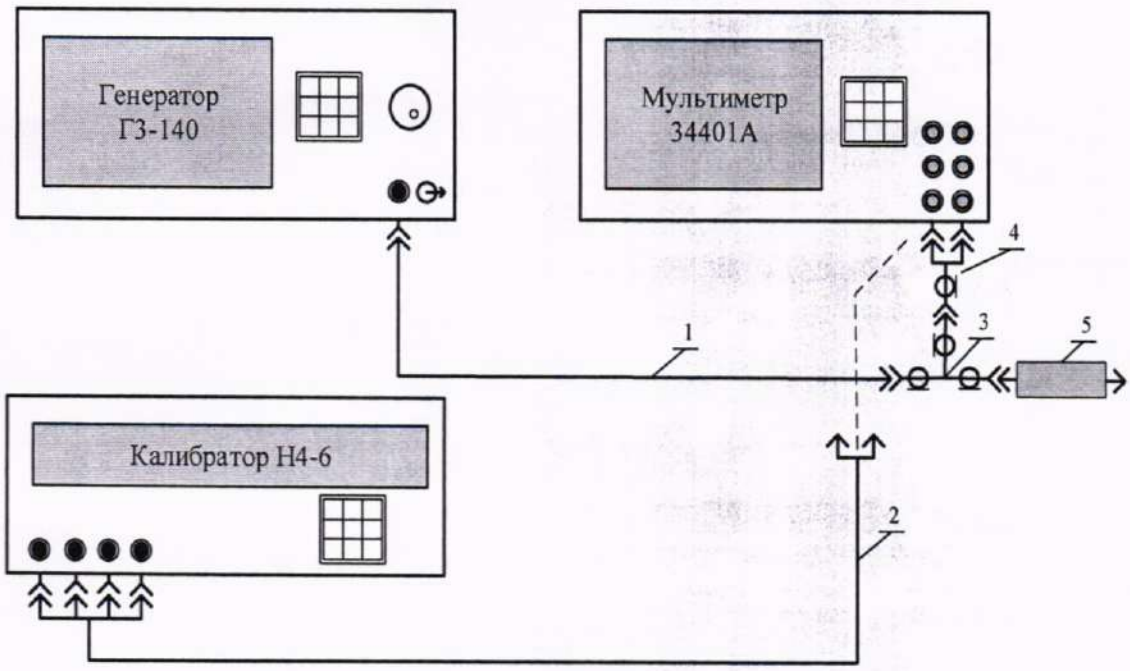
Погрешность установки выходного напряжения определяют в диапазоне напряжения от 0,1 до 10 В на частотах 5; 10; 100 Гц; 1; 10; 100; 500; 1000 кГц (п.10.2.1), в диапазоне от 0,01 мВ до 0,1 В на частоте 1000 кГц (п.10.2.2).

10.2.1 Погрешность установки выходного напряжения в диапазоне напряжения от 0,1 до 10 В определяют:

- на частотах 5, 10 Гц методом сличения с помощью компаратора. В качестве калиброванного источника сигнала используется калибратор Н4-6, в качестве компаратора мультиметр 34401А;
- на частотах 100 Гц, 1; 10 кГц методом прямых измерений с помощью мультиметра 34401А;
- на частотах 100; 500; 1000 кГц методом прямых измерений с помощью вольтметра В3-100.

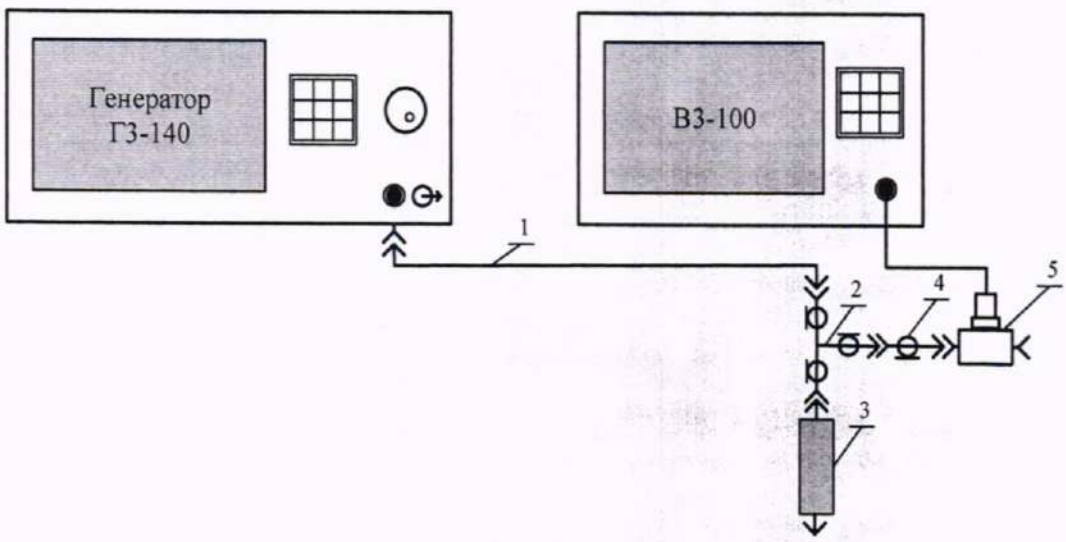
Измерения проводятся при значениях уровня выходного напряжения 10 В на нагрузке 600 Ом и установленным в генераторе режимом работы на нагрузку 600 Ом; при значениях уровня выходного напряжения 5; 1; 0,1 В на нагрузке 50 Ом и установленным в генераторе режимом работы на нагрузку 50 Ом.

Схемы подключения приборов приведены на рисунках 1, 2.



1 – кабель соединительный ВЧ 685671.019 (из комплекта поставки генератора);
2 – кабель соединительный (из комплекта поставки калибратора Н4-6);
3 – переход-тройник 236.011 (из комплекта поставки генератора);
4 – переход 236.012 (из комплекта поставки генератора);
5 – нагрузка 5.521.006 (из комплекта поставки генератора).

Рисунок 1 – Схема соединения приборов при определении относительной погрешности установки выходного напряжения на частотах 5; 10; 100 Гц; 1; 10 кГц.



1 – кабель соединительный 685671.019 (из комплекта поставки генератора)
2 – переход-тройник 236.011 (из комплекта поставки генератора)
3 – нагрузка 5.521.006 (из комплекта поставки генератора)
4 – переход коаксиальный 2.236.472-01 (из комплекта поставки В3-100)
5 – тройниковой переход ТП3-100 (из комплекта поставки В3-100)

Рисунок 2 – Схема соединения приборов при определении относительной погрешности установки выходного напряжения на частотах 100; 500 ;1000 кГц.

Относительную погрешность установки выходного напряжения генератора на каждой из частот для измеренных значений напряжения рассчитать по формуле:

$$\delta_1 = \frac{U_2 - U_1}{U_1} \cdot 100 \quad (1)$$

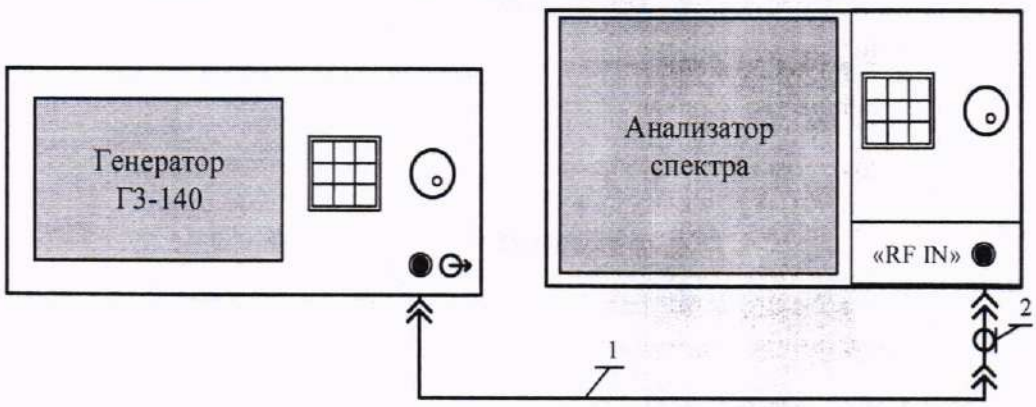
где U_1 — напряжение измеренное мультиметром на выходе калибратора Н4-6 или установленные значения выходного напряжения в генераторе, В;

U_2 – напряжение измеренное мультиметром или вольтметром на выходе генератора, В.

Результаты выполнения операции поверки генераторов по определению относительной погрешности в диапазоне от 0,1 до 10 В считаются положительными, если значения относительной погрешности в проверяемых точках, не превышают ±0,5 % для значений выходного напряжения 10; 5; 1 В и ±0,6 % для значения выходного напряжения 0,1 В.

10.2.2 Погрешности установки выходного напряжения в диапазоне напряжения от 0,01 мВ до 0,1 В на частоте 1000 кГц проводят методом измерения отношения установленных уровней выходного напряжения относительно значения 0,1 В с помощью анализатора спектра.

Приборы соединяют в соответствии с рисунком 3



1 – кабель соединительный ВЧ 685671.019 (из комплекта поставки генератора)

2 – переход коаксиальный 2.236.472-01 (из комплекта поставки В3-100)

Рисунок 3 – Схема соединения приборов при определении относительной погрешности установки выходного напряжения 31,60; 10,00; 1,00; 0,10; 0,01 мВ на частоте 1000 кГц.

Измерения проводят в следующей последовательности:

- установить в генераторе частоту сигнала 1000 кГц и значение выходного напряжения 0,1 В, режим работы на нагрузку 50 Ом;
- установить в анализаторе спектра следующие параметры: центральная частота (FREQ/CENTER) 1000 кГц, полоса обзора (SPAN) 10 Гц, опорный уровень (AMPT/REF LEVEL) 0 дБм, полоса пропускания (RES BW) 10 Гц, видео – фильтр (VIDEO BW) 10 Гц, маркер максимум (MKR PEAK);
- зафиксировать в анализаторе спектра установленный маркер в качестве опорного;
- установить в генераторе значение выходного напряжения 31,60 мВ;
- зафиксировать показания дельта маркера (Nи) для значения выходного напряжения 31,60 мВ;

Относительную погрешность установки выходного напряжения в поверяемых точках определить по формуле:

$$\delta_2 = \delta_{0,1В} + \delta_1 \quad (2)$$

где $\delta_{0,1В}$ – относительная погрешность установки уровня 0,1 В на частоте 1000 кГц определенная в п.10.2.1, %;

δ_1 – относительная погрешность установки ослабления относительно уровня 0,1 В, %.

Погрешность δ_1, в процентах, определяется по формуле:

$$\delta_1 = (10^{\frac{(N_и - N_р)}{20}} - 1) \cdot 100 \quad (3)$$

где Nи – измеренное значение ослабления, дБ;

Np – расчетное значение ослабления, дБ, соответствующее поверяемой точке.

Повторить измерения и определить погрешность установки выходного напряжения при значении выходного напряжения генератора 10 мВ.

Примечание – Расчетное значение ослабления Np для установленных значений выходного напряжения генератора 31,60; 10,00 мВ соответственно равно минус 10; минус 20 дБ.

После измерения относительной погрешности установки выходного напряжения 10 мВ установить в анализаторе опорный уровень (AMPT/REF LEVEL) минус 20 дБм, входной аттенюатор (AMPT/RF ATTEN MANUAL) 0 дБ.

- установить маркер максимум и зафиксировать маркер в качестве опорного;
- установить в генераторе значение выходного напряжения 1 мВ;
- зафиксировать показания дельта маркера (Nи) для значения выходного напряжения 1 мВ.

Относительную погрешность установки выходного напряжения в поверяемых точках определить по формуле:

$$\delta_3 = \delta_{10мВ} + \delta_1 \quad (4)$$

где $\delta_{10мВ}$ – относительная погрешность установки уровня 10 мВ на частоте 1000 кГц, %;

δ_1 – относительная погрешность установки ослабления относительно уровня 10 мВ, % (определяется по формуле 3)

Повторить измерения и определить погрешность установки выходного напряжения 0,1; 0,01 мВ.

Примечание – Расчетное значение ослабления Np для установленных значений выходного напряжения генератора 1; 0,1; 0,01 мВ соответственно равно минус 20; минус 40; минус 60 дБ.

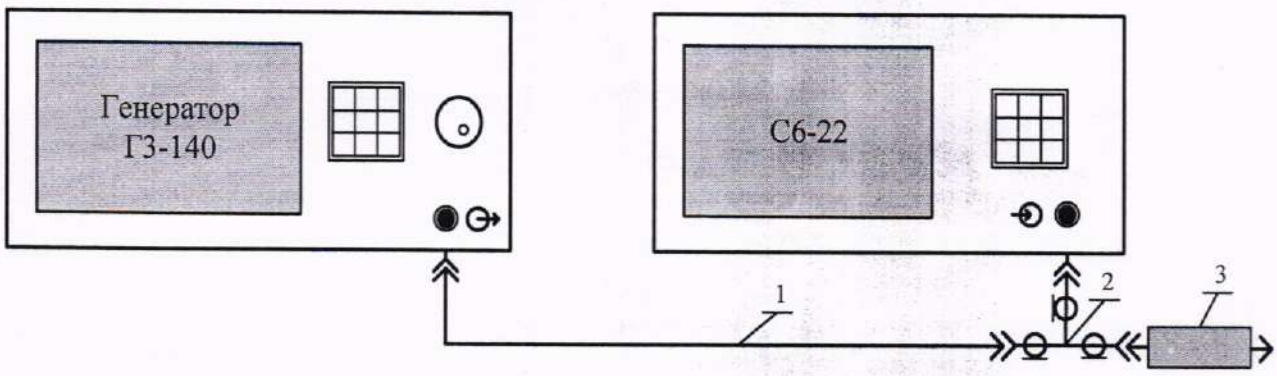
Результаты выполнения операции поверки генераторов по определению относительной погрешности в диапазоне от 0,01 мВ до 0,1 В считаются положительными, если значения относительной погрешности в поверяемых точках, вычисленные по формуле (4), не превышают значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Частота выходного сигнала	Установленное значение выходного напряжения, мВ	Предел допускаемой относительной погрешности, %
1000 кГц	31,60	±0,8
	10,00	±1,5
	1,00	±1,6
	0,10	±2,5
	0,01	±11,5

10.3 Определение коэффициента гармоник выходного напряжения проводят на частотах 10; 100 Гц; 1; 20; 60; 100; 200; 500, 1000 кГц при значениях напряжения 10 В на нагрузке 600 Ом и 5 В на нагрузке 50 Ом.

10.3.1 Определение коэффициента гармоник выходного напряжения на частотах до 200 кГц включительно проводят с использованием измерителя нелинейных искажений С6-22, согласно схеме соединения приборов, приведенной на рисунке 4.



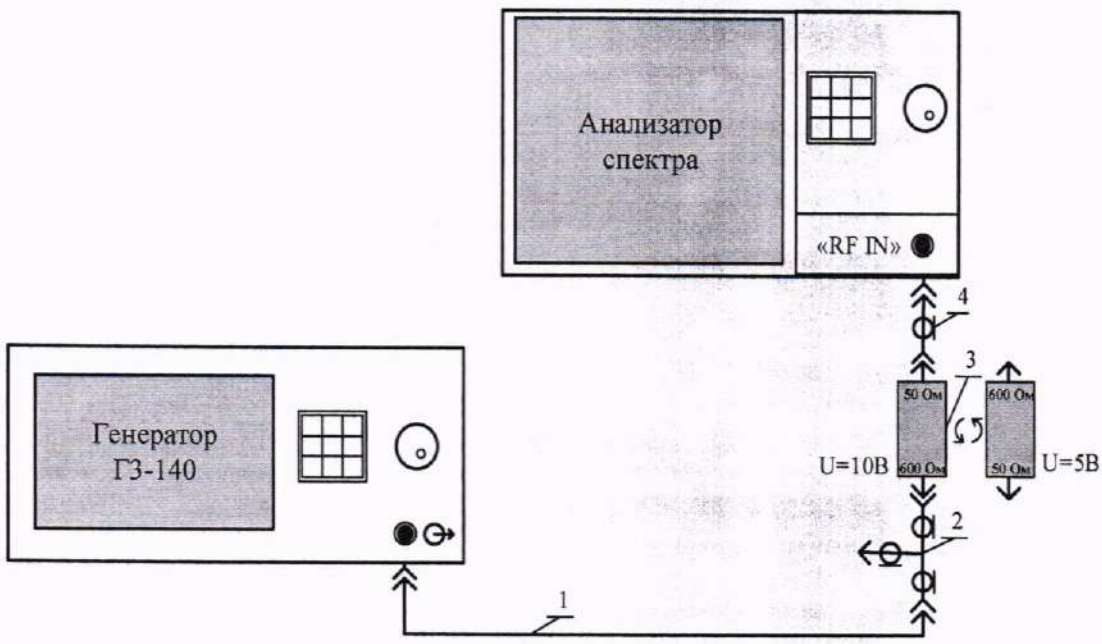
1 – кабель соединительный ВЧ 685671.019 (из комплекта поставки генератора)
2 – переход-тройник 236.011 (из комплекта поставки генератора)
3 – нагрузка 5.521.006 (из комплекта поставки генератора)

Рисунок 4 – Схема соединения приборов для определения коэффициента гармоник на частотах до 200 кГц

Результаты выполнения операции поверки генераторов по определению коэффициента гармоник выходного напряжения на частотах до 200 кГц считаются положительными, если измеренные значения коэффициента гармоник выходного напряжения не превышают:

- 0,005 % на частотах 10, 100 Гц, 1 и 20 кГц;
- 0,008 % на частоте 60 кГц;
- 0,01 % на частоте 100 кГц;
- 0,02 % на частоте 200 кГц.

10.3.2 Определение коэффициента гармоник выходного напряжения на частотах 500 кГц и 1000 кГц проводят с помощью анализатора спектра FSP согласно схеме соединения приборов, приведенной на рисунке 5.



1 – кабель соединительный ВЧ 685671.019 (из комплекта поставки генератора)
2 – переход-тройник 236.011 (из комплекта поставки генератора)
3 – нагрузка 5.521.006 (из комплекта поставки генератора)
4 – переход коаксиальный 2.236.472-01 (из комплекта поставки В3-100)

Рисунок 5 Схема соединения приборов для определения коэффициента гармоник на частотах 500 и 1000 кГц

Измерения проводят в следующей последовательности:

- установить в генераторе частоту сигнала Fн=500 кГц;
- значение выходного напряжения 10 В на нагрузке 600 Ом или 5 В на нагрузке 50 Ом;
- установить в анализаторе спектра следующие параметры: центральная частота (FREQ/CENTER) Fн, полоса обзора (SPAN) 100 Гц, опорный уровень (AMPT/REF LEVEL) 10 дБм, входной аттенюатор (AMPT/ RF ATTEN MANUAL) 50 дБ, полоса пропускания (RES BW) 10 Гц, видео – фильтр (VIDEO BW) 10 Гц, маркер максимум (MKR PEAK); единица измерения (AMPT/UNIT) Вольт.
- измерить значение напряжения первой гармоники U_1 на частоте Fн;
- установить в анализаторе спектра последовательно центральную частоту 2·Fн, 3·Fн и измерить значение второй U_2 и третьей гармоники U_3.

Коэффициент гармоник $K_г$ вычисляют по формуле:

$$K_г = \frac{\sqrt{U_2^2+U_3^2}}{U_1} \cdot 100\% \qquad (5)$$

Повторить измерения и вычислить коэффициент гармоник выходного напряжения на частоте Fн=1000 кГц.

Результаты выполнения операции поверки генераторов по определению коэффициента гармоник выходного напряжения на частотах 500; 1000 кГц считаются положительными, если значения коэффициента гармоник выходного напряжения, вычисленные по формуле (5), не превышают значений:

- 0,05 % на частоте 500 кГц;
- 0,10 % на частоте 1000 кГц.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки метрологических характеристик заносятся в протоколы в соответствии с формой протокола, установленной организацией, проводящей поверку.

11.2 Сведения о результатах поверки в целях её подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

Знак поверки на генератор наносится давлением на специальную мастику двух пломб, расположенных в крепежных отверстиях упоров задней панели генератора.

11.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие генератора установленным метрологическим требованиям) оформляют свидетельство о поверке по установленной форме и (или) вносят в формуляр запись о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

11.4 В случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие поверяемого генератора установленным метрологическим требованиям) по заявлению владельца средства измерений или лица, предъявившего его на поверку, выдают извещение о непригодности к применению установленной формы.