

СОГЛАСОВАНО

Начальник ФГБУ
«ГНМЦ» Минобороны России



Т.Ф. Мамлеев

2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Установки измерительные LF1
Методика поверки

МП ГЖШК.411219.002

2025 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на установки измерительные LF1 (далее – установки LF1), изготовленные АО «ЛИТ-ФОНОН», используемые в качестве рабочих средств измерений и устанавливает метрологические требования, которые должны быть подтверждены в результате поверки, а также методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Прослеживаемость к государственным первичным эталонам единиц величин обеспечивается в соответствии с:

государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022;

государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456 к государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используются метод прямых измерений и метод сличения.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Таблица 1 - Перечень операций поверки

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	6
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	7
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9

2.2 Допускается проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений в соответствии с заявлением владельца СИ, с обязательным указанием в паспорте установки LF1 и в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от 10 до 35;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 86,6 до 106,7.

3.2 Также необходимо учитывать требования эксплуатационной и технической документации к условиям окружающей среды применяемых при поверке эталонов, средств измерений и вспомогательного оборудования.

4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 3.1 Контроль условий поверки	<p>Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$.</p> <p>Средство измерений влажности воздуха в диапазоне измерений от 25 % до 90 % с абсолютной погрешностью не более $\pm 3\text{ }%$.</p> <p>Средство измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 80 до 110 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5\text{ кПа}$</p>	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 44744-10.
п. 9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	<p>Эталон единицы сопротивления переменного тока в диапазоне значений от 100 до 5000 Ом, в диапазоне частот от 250 до 550 кГц, соответствующий требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456.</p> <p>Средство воспроизведения частоты напряжения переменного тока значением $1 \cdot 10^6\text{ Гц}$ с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 3 \cdot 10^{-7}$.</p> <p>Вспомогательное оборудование</p>	<p>Измеритель иммитанса E7-20, рег. № 27904-18.</p> <p>Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-136, рег. № 44849-10.</p> <p>Комплект поверочный ГЖШК.434110.001</p>
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

4.2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений и эталоны единиц величин должны быть утвержденного типа, поверены (аттестованы) и иметь действующие документы о поверке (аттестации).

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в технической документации на поверяемое СИ, в технической документации на применяемые при поверке эталоны, СИ и вспомогательное оборудование.

5.2 Все подключения между приборами необходимо проводить при обесточенном выходе установки LF1 и применяемых средств поверки.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При внешнем осмотре установить соответствие установки LF1 требованиям технической документации изготовителя, а также описанию и изображению, приведенному в описании типа. При внешнем осмотре убедиться в:

- отсутствию механических повреждений;
- отсутствию признаков несанкционированного вмешательства (целостность пломб или защитных наклеек согласно описания типа);
- чистоте разъемов (при необходимости провести очистку);
- исправности кабелей измерительных и кабелей питания;
- четкости маркировки, соответствия заводского номера указанному в паспорте СИ.

Проверить комплектность установки LF1 в соответствии с эксплуатационной (технической) документацией изготовителя.

Результаты внешнего осмотра считать положительными, если установка LF1 удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, комплектность установки LF1 полная. В противном случае поверка не проводится до устранения выявленных недостатков.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать установку LF1 в выключенном состоянии в условиях, указанных в п. 3.1, в течение не менее 8 ч. Контроль условий поверки осуществлять с помощью СИ, приведенных в таблице 2, в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- установить на персональный компьютер (ПК) программное обеспечение (ПО) и драйвер USB. Инструкция по установке находится на установочном диске;
- собрать рабочее место в соответствии со схемой электрических соединений, представленной на рисунке 1;

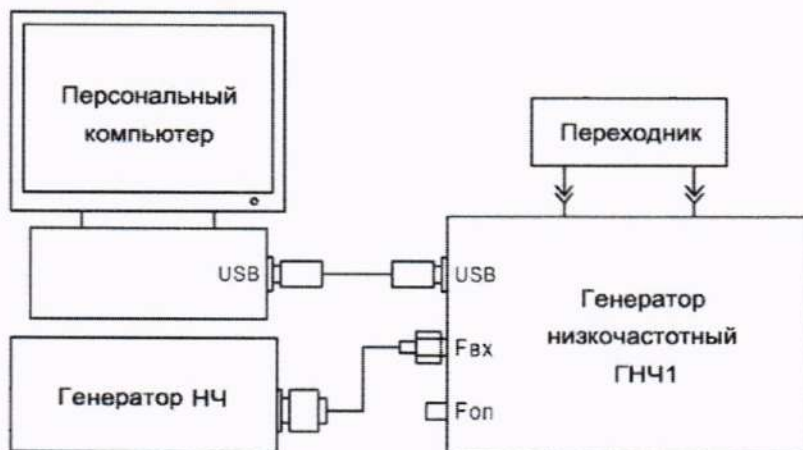


Рисунок 1. Схема электрических соединений установки LF1

- включить питание ГНЧ1;
- запустить рабочую программу;
- открыть окно «Установка измерительная LF1 / регулировка параметров» нажатием кнопки «Регулировка параметров измерителя». Открыть вкладку «Подключение». Настроить подключение генератора ГНЧ1 к компьютеру. Подробнее процесс подключения описан в разделе «Подготовка к работе» файла справки, доступном после установки рабочей программы;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- включить средства поверки в сеть питания и выдержать их во включенном состоянии в течение времени, указанного в их эксплуатационной документации, для установления рабочего режима. Для установки LF1 время прогрева составляет не менее 5 мин.

7.2 Калибровка и опробование

Калибровка установки LF1 позволяет скорректировать уход частоты опорного генератора.

Чтобы выполнить калибровку открыть окно «Установка измерительная LF1 / регулировка параметров». Открыть вкладку «Калибровка ОГ» и следовать указаниям на экране ПК. Закрывать окно «Установка измерительная LF1 / регулировка параметров».

Собрать рабочее место в соответствии со схемой электрических соединений, представленной на рисунке 2, установив контрольный резистор 1000 Ом из поверочного комплекта в переходник установки. Нажать кнопку «Пуск».

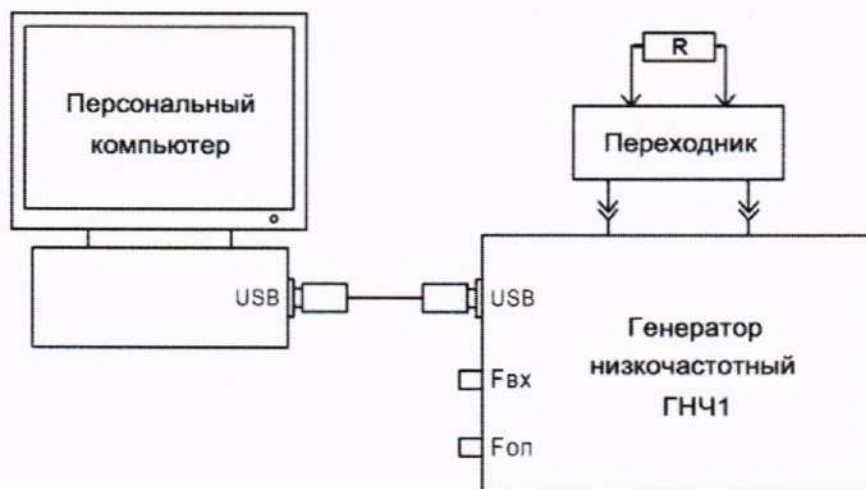


Рисунок 2. Схема электрических соединений установки LF1

Результаты опробования считать положительными, если в панели «Параметры и результаты измерений» (в левой части программы) отображается частота, сопротивление и отсутствуют сообщения об ошибках. Нажать кнопку «Стоп».

8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Осуществить проверку соответствия заявленных в описании типа идентификационных данных ПО:

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО;
- цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода);
- алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО.

Для этого на «Рабочем столе» ПК запустить программу «Установка измерительная LF1» или файл LF1_x32.exe с помощью «Проводника».

Наименование программы в заголовке окна программы должно быть «Установка измерительная LF1».

В рабочем окне программы нажать кнопку «≡» (Дополнительные параметры измерителя), в открывшемся меню нажать кнопку «i» (Сведения о приборе...).

В нижнем левом окне программы будут отображены:

- номер версии программы, который должен быть не менее «1.1.3»;
- цифровой идентификатор ПО (хеш-сумма), который должен быть C2C98ACA5BA2DE6DF169DFD08CC4022C;
- алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО: MD5.

Результаты проверки считать положительными если идентификационные данные ПО соответствуют указанным требованиям.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Определение относительной погрешности измерений частоты встроенного частотомера

Относительную погрешность измерений частоты встроенного частотомера определить с помощью метода прямых измерений.

Выполнить подключения в соответствии с рисунком 1.

Установить на выходе подключённого генератора ГЗ-136 частоту 1 МГц.

Запустить рабочую программу.

Убедиться, что в рабочей программе задан внутренний опорный генератор (в окне, вызываемом нажатием кнопки «Дополнительные параметры измерителя»).

При необходимости изменения настроек снимать флажок «Блокировка управления»

Открыть окно «Установка измерительная LF1 / регулировка параметров» нажатием кнопки «Регулировка параметров измерителя».

Во вкладке «Тест оборудования» установить флажок «Внешн. FX».

Для обеспечения максимальной точности установить разрешение по частоте 0,01 ppm.

Нажать кнопку «ПУСК».

Измерить с помощью встроенного частотомера частоту на выходе генератора НЧ.

Относительную погрешность измерения частоты встроенного частотомера (δF) вычислить по формуле:

$$\delta F = (F_{\text{изм}} - F_{\text{ном}}) / F_{\text{ном}} \quad (1)$$

где $F_{\text{изм}}$ – значение частоты, измеренное встроенным частотомером, расположенное в окошке «F, Гц»; $F_{\text{ном}}$ – значение частоты на выходе генератора ГЗ-136.

Результаты поверки считать положительными, если значение относительной погрешности измерения частоты встроенного частотомера находится в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ (или ± 1 Гц).

В противном случае установка LF1 дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

9.2 Определение абсолютной погрешности измерения динамического сопротивления кварцевых резонаторов

9.2.1 Абсолютную погрешность измерения динамического сопротивления кварцевых резонаторов определить с помощью метода сличения.

Выполнить подключения в соответствии с рисунком 2.

9.2.2 Измерить сопротивление контрольного резистора 100 Ом из поверочного комплекта с помощью измерителя иммитанса E7-20 на частоте 500 кГц, записать результат в таблицу 3 как $R_{изм1}$.

9.2.3 Установить контрольный резистор 100 Ом в переходник установки LF1.

В главном окне программы, используя переключатели «Диапазон, кГц» выбрать диапазон I.

Используя полосу прокрутки «Перестройка частоты» (название подсвечивается при наведении курсора «мыши»), установить минимальную частоту.

Нажать кнопку «Пуск» и выполнить измерение сопротивления.

Результаты измерений записывать в таблицу 3 как $R_{изм2}$.

Нажать кнопку «Стоп».

Используя полосу прокрутки «Перестройка частоты», установить максимальную частоту.

Нажать кнопку «Пуск» и выполнить измерение сопротивления.

Нажать кнопку «Стоп».

Используя панель «Диапазон, кГц» выбрать диапазон II.

Используя полосу прокрутки «Перестройка частоты», установить минимальную частоту.

Нажать кнопку «Пуск» и выполнить измерение сопротивления.

Нажать кнопку «Стоп».

Используя полосу прокрутки «Перестройка частоты», установить максимальную частоту.

Нажать кнопку «Пуск» и выполнить измерение сопротивления.

Нажать кнопку «Стоп».

Таблица 3 – Результаты измерений

Номинальное значение сопротивления контрольного резистора, Ом	Выбранный поддиапазон и значение перестройки частоты	Действительное значение сопротивления контрольного резистора, Ом ($R_{изм1}$)	Измеренное значение сопротивления контрольного резистора, Ом ($R_{изм2}$)	Абсолютная погрешность измерения динамического сопротивления, Ом	Пределы допускаемых абсолютных погрешностей измерения динамического сопротивления, Ом
1	2	3	4	5	6
100	I диапазон Минимальная частота				± 20
100	I диапазон Максимальная частота	-			± 20
100	II диапазон Минимальная частота	-			± 20
100	II диапазон Максимальная частота	-			± 20
330	I диапазон Минимальная частота				± 43
330	I диапазон Максимальная частота	-			± 43
330	II диапазон Минимальная частота	-			± 43

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
330	II диапазон Максимальная частота	-			± 43
1000	I диапазон Минимальная частота				± 110
1000	I диапазон Максимальная частота	-			± 110
1000	II диапазон Минимальная частота	-			± 110
1000	II диапазон Максимальная частота	-			± 110
2200	I диапазон Минимальная частота				± 230
2200	I диапазон Максимальная частота	-			± 230
2200	II диапазон Минимальная частота	-			± 230
2200	II диапазон Максимальная частота	-			± 230
4990	I диапазон Минимальная частота				± 509
4990	I диапазон Максимальная частота	-			± 509
4990	II диапазон Минимальная частота	-			± 509
4990	II диапазон Максимальная частота	-			± 509

9.2.4 Повторить действия по п.п. 9.2.2, 9.2.3 аналогично для контрольных резисторов 330 Ом, 1000 Ом, 2200 Ом, 4990 Ом.

9.2.5 Абсолютную погрешность измерения динамического сопротивления вычислить по формуле:

$$\Delta R = R_{\text{изм2}} - R_{\text{изм1}} \quad (2)$$

где $R_{\text{изм2}}$ – измеренное значение контрольного резистора с помощью установки LF1; $R_{\text{изм1}}$ – измеренное значение контрольного резистора с помощью измерителя иммитанса E7-20.

9.2.6 Результаты поверки считать положительными, если абсолютные погрешности измерений динамического сопротивления находятся в пределах, указанных в таблице 3.

В противном случае установка LF1 дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

9.3 Определение повторяемости частоты возбуждения кварцевых резонаторов

9.3.1 Проверку повторяемости частоты возбуждения кварцевых резонаторов выполнить с помощью метода прямых измерений.

Осуществить подключения в соответствии с рисунком 3.

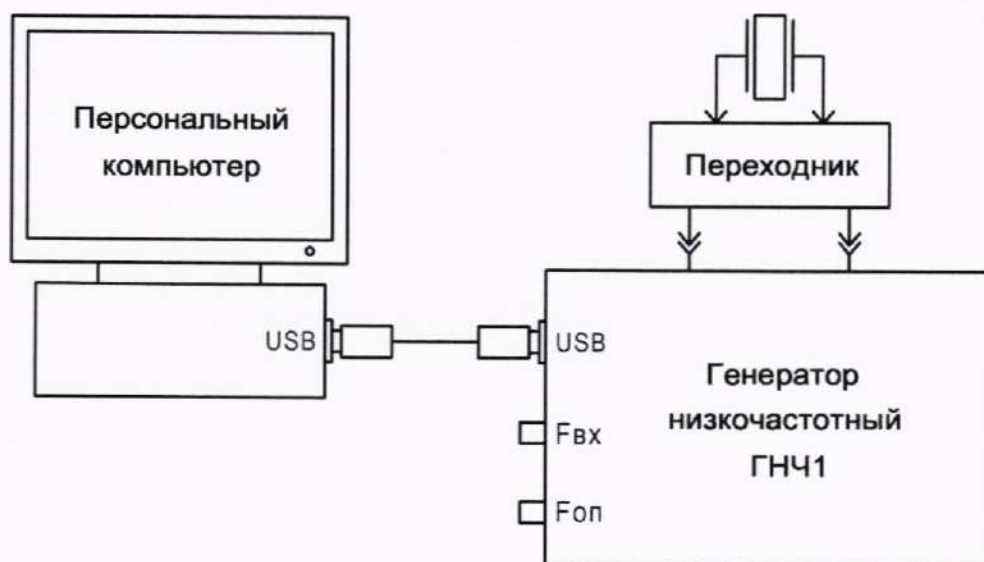


Рисунок 3. Схема электрических соединений

9.3.2 Установить проверочный резонатор из поверочного комплекта в переходник установки LF1.

Для минимизации изменения температуры резонатора в результате движения воздуха (кондиционер, вентилятор и др.) рекомендуется накрыть резонатор пенопластовым колпаком.

Выждать 3 минуты для стабилизации температуры резонатора.

9.3.3 Выполнить десятикратное измерение частоты резонатора (согласно п. 7.2 Руководства по эксплуатации установки LF1) в следующем порядке:

в рабочем окне программы вписать номинальную частоту резонатора в поле «Fn, кГц»;

нажать кнопку «Rмин» (настройка генератора на частоту минимального сопротивления резонатора);

записать измеренное значение в таблицу «Результаты измерений» (в главном окне программы справа снизу) нажатием кнопки «Измерить и добавить результат в таблицу (Пробел)»;

в аналогичном порядке повторить измерения оставшееся количество раз.

9.3.4 Рассчитать среднее значение частоты резонатора.

9.3.5 Рассчитать отклонение каждого измеренного значения частоты резонатора от среднего значения.

9.3.6 Результаты поверки считать положительными, если рассчитанное отклонение частоты по п. 9.3.5 находится в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-6}$.

В противном случае установка LF1 бракуется и направляется в ремонт.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты измерений и расчетов заносятся в протокол поверки произвольной формы, обеспечивающий отражение полученных результатов всех операций поверки.

10.2 При положительных результатах поверки наносится знак поверки в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ № 2510 от 31.07.2020 г., делается

отметка в паспорте установки LF1, при необходимости оформляется свидетельство о поверке.

При проведении поверки меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений в паспорте установки LF1 и в свидетельстве о поверке указывается информация об объеме проведенной поверки.

Дополнительные требования по дальнейшей защите СИ от несанкционированного вмешательства путем установки пломб (защитных наклеек) не предусмотрены.

10.3 При отрицательных результатах поверки, выявленных при любой из операций поверки, описанных в таблице 1, выдается извещение о непригодности в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ № 2510 от 31.07.2020 г.

10.4 Сведения о результатах поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФГИС «Аршин»).

Начальник отдела
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

А. Мазур

Старший научный сотрудник отдела
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

А. Заболотнов