

Приложение  
к приказу Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от «22» декабря 2023 г. № 2771

Государственная система обеспечения единства измерений  
Генераторы инфранизкочастотные высоковольтные  
VLF-28CMF, VLF-4022CMF, VLF-6022CMF, VLF-90CMF, VLF-12011CMF  
Методика поверки  
с изменением № 1

Федеральное бюджетное учреждение  
«Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и  
испытаний в Калужской области»  
(ФБУ «Калужский ЦСМ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора  
по метрологии  
ФБУ «Калужский ЦСМ»



А.Ф. Лебедев

«16» ноября 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Генераторы инфранизкочастотные высоковольтные VLF-28CMF, VLF-  
4022CMF, VLF-6022CMF, VLF-90CMF, VLF-12011CMF

Методика поверки

с изменением 1

г. Калуга  
2023 г.

## Содержание

1	Общие положения	3
2	Перечень операций поверки средства измерений	3
3	Требования к условиям проведения поверки	3
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку	3
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7	Внешний осмотр средства измерений	5
8	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6
8.1	Подготовка к поверке	6
8.2	Контроль условий поверки	6
8.3	Опробование средства измерений	6
9	Определение метрологических характеристик	6
9.1	Определение переходного сопротивления заземления	6
9.2	Проверка сопротивления изоляции цепей питания	6
9.3	Проверка электрической прочности изоляции цепей питания	6
9.4	Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерения напряжения переменного тока	7
10	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8
11	Оформление результатов поверки	9

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на генераторы инфранизкочастотные высоковольтные VLF-28CMF, VLF-6022CMF, VLF-90CMF, VLF-12011CMF, изготавливаемые фирмой High Voltage, Inc.", США (далее - генераторы) и устанавливает порядок проведения первичной и периодической поверок.

1.2 Первичной поверке подлежат генераторы до ввода в эксплуатацию и выходящие из ремонта.

Периодической поверке подлежат генераторы, находящиеся в эксплуатации.

1.3 Поверка обеспечивает прослеживаемость к государственному эталону:

– Государственный первичный специальный эталон единицы электрического напряжения постоянного тока – вольт в диапазоне от 1 до 500 кВ (положительной и отрицательной полярностей) ГЭТ 181 – 2022.

1.4 Поверка генераторов проводится методом прямых измерений.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки генераторов должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Определение переходного сопротивления заземления	Да	Нет	9.1
Проверка сопротивления изоляции цепей питания	Да	Нет	9.2
Проверка электрической прочности изоляции цепей питания	Да	Нет	9.3
Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерения напряжения переменного тока	Да	Да	9.4

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 1, поверка прекращается и генератор признается непригодным к применению.

## 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт. ст.);
- напряжение питающей сети переменного тока от 207 до 253 В;

## 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Поверка генераторов должна осуществляться лицами со средним или высшим техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в установленном порядке, изучившими эксплуатационные документы на поверяемые средства измерений, основные средства измерений и настоящую методику поверки.

## 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки генераторов применяются средства поверки (основные и вспомогательные), перечисленные в таблице 2.

Таблица 2 – Основные и вспомогательные средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п.8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °С до 25 °С с абсолютной погрешностью <math>\pm 1</math> °С;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с относительной погрешностью <math>\pm 2</math> %;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью <math>\pm 200</math> Па;</p> <p>Средства измерений напряжения питающей сети в диапазоне от 207 до 253 В, с относительной погрешностью <math>\pm 1,0</math> %;</p>	<p>Термогигрометр ИВА-6 рег. № 21501-07</p> <p>Термогигрометр ИВА-6 рег. № 21501-07</p> <p>Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, рег. № 10069-11</p> <p>Мультиметр цифровой АРРА-105N, рег. № 21501-07</p>
п. 9.1 Определение переходного сопротивления заземления	Средства измерений сопротивления заземления в диапазоне от 0 до 0,3 Ом, класс точности 2,5	Измеритель сопротивления заземления Ф4103-М1, рег. № 11374-09
п. 9.2 Проверка сопротивления изоляции цепей питания	Средства измерений сопротивления изоляции цепей питания в диапазоне от 0 до 100 МОм, класс точности 1,0	Мегаомметр М4100/3, рег. № 3424-73
п.9.3 Проверка электрической прочности изоляции цепей питания	Средства установки выходного напряжения от 0 до 10 кВ, с относительной приведенной погрешностью установки выходного напряжения $\pm 4$ %	Универсальная пробойная установка УПУ-10
	Средства измерений времени от 0 до 60 мин, с абсолютной погрешностью $\pm 0,1$ с	Секундомер СОПр-1-2, рег. № 11519-11

Продолжение Таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 9.4 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерения напряжения переменного тока	Средства измерений напряжения переменного тока от 1 до 100 кВ, с относительной погрешностью $\pm 0,5 \%$	Делитель напряжения ДН-100э, рег. № 26544-08
	Средства измерений напряжения переменного тока от 0 до 100 В, с относительной погрешностью $\pm 0,2 \%$	Прибор комбинированный цифровой Щ301-1, рег. № 8638-82

5.2 При поверке генераторов допускается использовать аналогичные средства поверки, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 2, которые обеспечат измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

5.3 Средства измерений, указанные в таблице 2 должны быть исправны, поверены (аттестованы) в установленном порядке.

## 6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Помещение для проведения поверки должно соответствовать правилам техники безопасности и производственной санитарии.

6.2 При проведении поверки генераторов необходимо соблюдать правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок и требования безопасности, определенные в эксплуатационных документах на поверяемое средство измерений, а также оборудование и средства измерений, применяемые при поверке.

6.3 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок напряжением свыше 1 кВ и имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже IV.

6.4 Все средства измерений, участвующие в поверке должны быть надежно заземлены.

6.5 Высоковольтные блоки генераторов во время поверки должны находиться за ограждением, снабженном блокировками.

## 7 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие проверяемого прибора следующим требованиям:

- комплектность и маркировка должны соответствовать руководству по эксплуатации;
- все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях;
- не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, измерительных приборов, органов управления. Незакрепленные или отсоединенные части прибора должны отсутствовать. Внутри корпуса не должно быть посторонних предметов. Все надписи на панелях должны быть четкими и ясными;
- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

Генераторы, не соответствующие перечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подвергаются и бракуются.

## **8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

### **8.1 Подготовка к поверке**

8.1.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверены документы, подтверждающие электрическую безопасность;
- проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75;
- средства измерения, используемые при поверке, поверены и подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации;
- поверяемый генератор установить на горизонтальную поверхность строго в вертикальном положении, соблюдая условия и правила, предусмотренные руководством по эксплуатации.

### **8.2 Контроль условий поверки**

8.2.1 Контроль условий проведения поверки по пункту 3.1 должен быть проведен перед началом поверки.

8.2.2 Результаты контроля условий поверки считать положительными, если значения температуры окружающего воздуха, относительной влажности воздуха, атмосферного давления, напряжения питающей сети переменного тока, частоты питающей сети и коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения соответствуют значениям, приведенным в пункте 3.1.

### **8.3 Опробование средства измерений**

8.3.1 При опробовании генератора необходимо проверить работоспособность индикаторов и органов управления. Режимы работы генератора, устанавливаемые при переключении различных органов управления, и значения напряжения, отображаемые на индикаторах, должны соответствовать требованиям руководства по эксплуатации.

8.3.2 Результаты опробования считаются положительными, если выполняются требования пункта 8.3.1. В противном случае результаты опробования считаются отрицательными, генераторы дальнейшей поверке не подвергаются и бракуются.

## **9 Определение метрологических характеристик**

### **9.1 Определение переходного сопротивления заземления**

9.1.1 Определение переходного сопротивления заземления выполнять с помощью измерителя сопротивления заземления Ф4103-М1, который включается между клеммой заземления и корпусом блока управления генератора, а также между клеммой заземления высоковольтного блока генератора и его корпусом. В качестве контрольных точек на корпусе использовать головки крепежных винтов задней либо передней панелей. Измерения проводить на пределе измерений «0.3 Ом».

Измеренное значение сопротивления должно быть не более 0,05 Ом.

9.1.2 При несоблюдении этого требования и наличии дефектов генератор дальнейшей поверке не подвергается и бракуется.

### **9.2 Проверка сопротивления изоляции цепей питания**

9.2.1 Проверку сопротивления изоляции цепей питания выполнять с помощью мегаомметра М4100/3, который включается между контактами сетевой вилки и корпусом генератора.

Измеренное значение сопротивления должно быть не менее 2 МОм.

9.2.2 При несоблюдении этого требования и наличии дефектов генератор дальнейшей поверке не подвергается и бракуется.

### **9.3 Проверка электрической прочности изоляции цепей питания**

9.3.1 Проверку электрической прочности изоляции цепей питания выполнять с помощью пробойной установки УПУ-10, выход которой включается между соединенными между собой контактами сетевой вилки и корпусом генератора.

Выходное напряжение пробойной установки поднимать плавно, без рывков, до значения 1500 В, выдержать испытательное напряжение в течение 1 минуты, после чего плавно уменьшить до нуля.

Во время подачи испытательного напряжения не должно быть пробоя или поверхностного перекрытия изоляции.

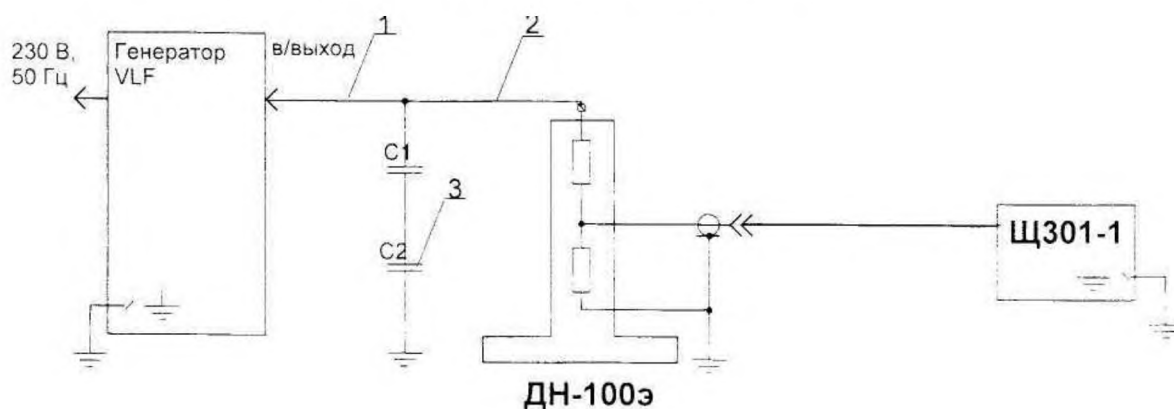
9.3.2 При несоблюдении этого требования и наличии дефектов генератор дальнейшей проверке не подвергается и бракуется.

#### **9.4 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерения напряжения переменного тока**

Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерения напряжения переменного тока производить методом прямого измерения напряжения, воспроизводимого поверяемым генератором, эталонным делителем напряжения ДН-100э и прибором комбинированным цифровым Ц301-1.

Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерения напряжения переменного тока проводить в следующем порядке:

9.4.1 Собрать схему измерений, изображенную на рисунке 1.



- 1 – выходной высоковольтный кабель генератора
- 2 – провод ПВВ-1
- 3 – C1, C2 – конденсаторы ФМ 100-22

Рисунок 1 – Схема подключения для определения пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения переменного тока.

9.4.2 Установить органы управления генератором следующим образом:

- переключатель «METER MODE» – в положение «mA»;
- переключатель «OUTPUT FREQUENCY» – в положение «0.1 Hz»;
- регулятор выходного испытательного напряжения «OUTPUT ADJUST» в положение «0» (против часовой стрелки до упора).

9.4.3 подключить генератор к сети питания и включить выключатель сетевого питания «MAIN POWER».

9.4.4 Нажать кнопку «ON» выключателя «HIGH VOLTAGE».

9.4.5 Перед первым подъемом испытательного напряжения следует выждать примерно 10 минут для того, чтобы масляный насос удалил воздух из системы охлаждения высоковольтного блока.

9.4.6 Перевести прибор Ц301-1 в режим измерения постоянного напряжения в диапазоне 100 В.

9.4.7 Установить регулятор «OUTPUT ADJUST» в положение 2. Нажать кнопку «ON» выключателя «HIGH VOLTAGE». Когда стрелка прибора отклонится до максимально возможного уровня в положительной части шкалы прибора, установите переключатель



«OUTPUT FREQUENCY» в промежуточное положение между значениями «0,1 Hz» и «0,05 Hz». Таким образом, электромеханическое устройство заблокируется, тем самым позволяя провести поверку генератора в режиме постоянного тока.

9.4.8 Регулятором «OUTPUT ADJUST» установить значение величины выходного напряжения генератора соответствующее 10 – 15 % от конечного значения диапазона воспроизведения. Величину устанавливаемого напряжения контролировать по прибору «PEAK KILOVOLTS». Диапазоны воспроизведения напряжения переменного тока для каждой модификации генератора приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока.

Характеристика	Значение				
	VLF-28CMF	VLF-4022CMF	VLF-6022CMF	VLF-90CMF	VLF-12011CMF
Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока, кВ	от 0 до 28	от 0 до 40	от 0 до 60	от 0 до 90	от 0 до 120

9.4.9 Произвести измерение значения величины выходного напряжения генератора, фиксируя показания прибора Ц301-1.

9.4.10 Последовательно произвести измерения по пунктам 9.4.8 – 9.4.9 устанавливая на поверяемом генераторе выходное напряжение, соответствующее 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от конечного значения диапазона воспроизведения выходного напряжения переменного тока.

Примечание: для модификации генераторов VLF-12011CMF устанавливать максимальное выходное напряжение 100 кВ.

9.4.11 Определить основную относительную погрешность измерения напряжения переменного тока по формуле:

$$\delta_U = \frac{U_x - U_o \times K_d}{U_o \times K_d} \times 100\% \quad (1)$$

где  $U_x$  – значение напряжения, установленное на поверяемом генераторе;

$U_o$  – значение напряжения, измеренное прибором Ц301-1;

$K_d$  – коэффициент деления делителя ДН-100э.

9.4.12 За относительную погрешность измерения напряжения переменного тока принимается наибольшее из значений  $\delta_u$ , определенное по формуле (1).

## 10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерения напряжения переменного тока.

10.1.1 Результаты поверки считают положительными, если полученные значения допускаемой относительной погрешности измерения напряжения переменного тока не превышают  $\pm 2\%$ .

10.2 При положительных результатах поверки соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, поверяемого генератора подтверждено.

10.3 При отрицательных результатах поверки соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, поверяемого генератора не подтверждено и поверяемый генератор признается непригодным к применению.

## 11 Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результатах поверки заносятся в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений ФГИС «АРШИН».

11.2 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, в случае положительных результатов поверки выдается свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

11.3 В случае отрицательных результатов поверки выдается извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием причин.

11.4 Требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

Начальник сектора поверки  
средств измерений электромагнитных  
и радиотехнических величин  
ФБУ «Калужский ЦСМ»



А.В. Мозуль

Ведущий инженер по метрологии  
сектора поверки средств измерений  
электромагнитных и  
радиотехнических величин  
ФБУ «Калужский ЦСМ»



А.В. Поляков