

СОГЛАСОВАНО

Начальник ФГБУ
«ГНМЦ» Минобороны России

Т.Ф. Мамлеев
« 15 » 08 2024
М.п.



Государственная система обеспечения единства измерений

Вольтметры URE 3
Методика поверки

МП ПШФИ.410114.001МП

2024

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на вольтметры URE 3, изготовленные фирмой «Rohde & Schwarz GmbH & Co», Германия, 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 постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520 к государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2023;

государственной поверочной схемой для средств измерений переменного электрического напряжения в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденной приказом Росстандарта от 03.09.2021 № 1942 к государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 27-2009;

государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 № 2360 к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений.

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 (формуляре) вольтметра URE 3 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 18 до 28;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 86,6 до 106,7;
- напряжение питающей сети, В от 198 до 242;
- частота питающей сети, Гц от 47 до 53.

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
1	2	3
п. 3.1 Контроль условий поверки	<p>Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 15 °C до 30 °C с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,4$ °C.</p> <p>Средство измерений влажности воздуха в диапазоне измерений от 25 % до 90 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %.</p> <p>Средство измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 80 до 110 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа.</p> <p>Средство измерений напряжения питающей сети в диапазоне измерений от 190 до 250 В с относительной погрешностью не более $\pm 0,5$ %.</p> <p>Средство измерений частоты питающей сети в диапазоне измерений от 45 Гц до 55 Гц с относительной погрешностью не более $\pm 0,1$ %</p>	<p>Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 44744-10.</p> <p>Мультиметр В7-64, рег. № 16688-97</p>
п. 7.3 Определение электрической прочности и электрического сопротивления изоляции	<p>Пробойная установка с испытательным напряжением не менее 1,5 кВ.</p> <p>Измеритель сопротивления изоляции не менее 20 МОм с относительной погрешностью не более $\pm 1,5$ %</p>	<p>Универсальная пробойная установка УПУ-10.</p> <p>Мегаомметр Е6-17, рег. № 4952-75</p>

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п. 9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	<p>Эталон единицы напряжения постоянного тока в диапазоне от 1 мВ до 300 В, соответствующий требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по Приказу Росстандарта 28.07.2023 № 1520.</p> <p>Эталон единицы напряжения переменного тока в диапазоне от 50 мкВ до 300 В, соответствующий требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по Приказу Росстандарта от 3.09.2021 № 1942.</p> <p>Средство воспроизведения частоты напряжения переменного тока в диапазоне от 0,02 до $3 \cdot 10^7$ Гц с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 1,5 \cdot 10^{-3}$</p>	<p>Система измерительная автоматизированная постоянного напряжения К6-10, рег. № 27520-04.</p> <p>Калибратор переменного напряжения Н5-5, рег. № 41272-09.</p> <p>Калибратор универсальный Н4-7, рег. № 22125-01.</p> <p>Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-136, рег. № 44849-10.</p> <p>Генератор сигналов измерительный 2023А, рег. № 25112-03</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 обесточенных разъемах вольтметра URE 3 и применяемых средств поверки.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При внешнем осмотре установить соответствие вольтметра URE 3 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 вольтметра URE 3 в соответствии с эксплуатационной (технической) документацией изготовителя.

Результаты внешнего осмотра считать положительными, если вольтметр URE 3 удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, комплектность вольтметра URE 3 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 вольтметр URE 3 в выключенном состоянии в условиях, указанных в п. 3.1, в течение не менее 2 ч. Контроль условий поверки осуществлять с помощью СИ, приведенных в таблице 2, в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- 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;
- включить вольтметр URE 3 в сеть питания и выдержать его во включенном состоянии в течение не менее 30 мин.

7.2 Опробование

После подачи на вольтметр URE 3 питающего напряжения автоматически запускается программа самотестирования. Дождаться выполнения программы.

Результаты опробования считать положительными, если по завершении самотестирования высвечивается сообщение «Selftest O.K.».

7.3 Определение электрической прочности и электрического сопротивления изоляции (операции проводятся только при первичной поверке или после ремонта)

7.3.1 Электрическую прочность изоляции проверить между закороченными токоведущими разъемами питания и защитным выводом «⊥» (при включенном тумблере «Power») на переменном токе. Вольтметр URE 3 при этом должен быть отключен от сети питания.

Соединить клеммы пробойной установки с токоведущими разъемами вольтметра URE 3.

Включить питание пробойной установки.

Плавное повышение испытательного напряжения до значения 1,5 кВ.

Выдержать вольтметр URE 3 под воздействием испытательного напряжения в течение 1 минуты.

Результаты поверки считать положительными, если вольтметр URE 3 выдерживает испытательное напряжение, на что указывает отсутствие внезапного возрастания тока.

7.3.2 Электрическое сопротивление изоляции проверить между закороченными токоведущими разъемами питания и защитным выводом «⊥» (при включенном тумблере «Power»). Вольтметр URE 3 при этом должен быть отключен от сети.

Соединить клеммы измерителя сопротивления изоляции с токоведущими разъемами вольтметра URE 3.

Измерить электрическое сопротивление изоляции.

Результаты поверки считать положительными, если сопротивление изоляции составляет не менее 20 МОм.

8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Осуществить проверку соответствия заявленных в описании типа идентификационных данных ПО:

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО.

Идентификационные данные отображаются на дисплее вольтметра URE 3 после включения его в сеть питания.

В левой части дисплея должны быть отображены:

- идентификационное наименование прошивки ПО «URE 3»;
- номер версии, который должен быть не менее «3.2».

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 абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

Абсолютную погрешность измерений напряжения постоянного тока определить с помощью метода прямых измерений.

Выполнить подключение приборов в соответствии с рисунком 1.

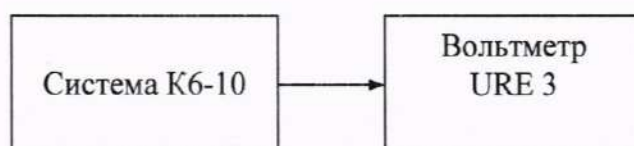


Рисунок 1. Структурная схема соединения приборов

Перевести вольтметр URE 3 в режим измерения напряжения постоянного тока в следующем порядке.

Нажать кнопку «MODE».

С помощью функциональных кнопок группы «MENU» выбрать режим работы «DC».

Выбрать младший поддиапазон измерений (10 mV) в соответствии с таблицей 3 нажатием кнопки «RANGE» и затем нажатием функциональных кнопок «↑» или «↓».

Установить на выходе системы K6-10 первое значение выходного напряжения (поверяемая отметка) в соответствии с таблицей 3.

Нажатием кнопки «MEAS» зафиксировать измеренное вольтметром URE 3 значение напряжения (U_n) для данной поверяемой отметки.

Аналогично провести измерения остальных значений напряжений в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

Поддиапазон измерений	Поверяемые отметки, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, В
1	2	3
10 mV	0,001	$\pm 0,000011$
	0,003	$\pm 0,000013$
	0,005	$\pm 0,000015$
	0,008	$\pm 0,000018$
	0,010	$\pm 0,00002$
100 mV	0,01	$\pm 0,00011$
	0,03	$\pm 0,00013$
	0,05	$\pm 0,00015$
	0,08	$\pm 0,00018$
	0,10	$\pm 0,00020$

Продолжение таблицы 3

1	2	3
1 V	0,1	±0,0011
	0,3	±0,0013
	0,5	±0,0015
	0,8	±0,0018
	1,0	±0,0020
10 V	1,0	±0,0110
	2,5	±0,0125
	5,0	±0,0150
	7,5	±0,0175
	10	±0,0200
100 V	10	±0,110
	25	±0,125
	50	±0,150
	74	±0,174
	100	±0,200
1000 V	100	±1,10
	200	±1,20
	300	±1,30

Нажатием кнопки «Сброс» системы К6-10 отключить выходное напряжение.

Абсолютные погрешности измерения напряжения для каждой поверяемой отметки рассчитать по формуле:

$$\Delta U = U_{\text{и}} - U_{\text{в}}, \quad (1)$$

где $U_{\text{и}}$ – измеренное значение напряжения вольтметром URE 3, В; $U_{\text{в}}$ – воспроизводимое системой К6-10 значение напряжения, В.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерения напряжений для каждой поверяемой отметки находятся в пределах, указанных в таблице 3.

В противном случае вольтметр URE 3 дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

9.2 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока

Абсолютную погрешность измерений напряжения переменного тока определить с помощью метода прямых измерений.

Выполнить подключение приборов в соответствии с рисунком 2.

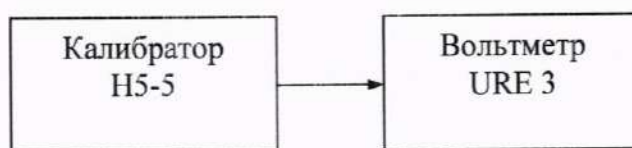


Рисунок 2. Структурная схема соединения приборов

Подключение выполнять в соответствии с п. 2.2.4 Руководства по эксплуатации на калибратор H5-5.

Перевести вольтметр URE 3 в режим измерения напряжения переменного тока в следующем порядке.

Нажать кнопку «MODE».

С помощью функциональных кнопок группы «MENU» выбрать режим работы «AC».

Нажать кнопку «RMS/PK».

С помощью функциональных кнопок группы «MENU» выбрать режим «RMS».

Перед измерениями на поддиапазонах 1, 3 и 10 мВ использовать функцию «Обнуление» вольтметра, для чего до подачи входного сигнала соединить входные клеммы, выждать 1 минуту, нажать кнопку «ZERO», затем функциональные кнопки «ON» и «EXEC».

Выбрать младший поддиапазон измерений (1 мВ) в соответствии с таблицей 4 нажатием кнопки «RANGE» и затем нажатием функциональных кнопок «↑» или «↓».

Установить на выходе калибратора Н5-5 первое значение выходного напряжения и частоту (поверяемая отметка) в соответствии с таблицей 4.

Нажатием кнопки «MEAS» зафиксировать измеренное вольтметром URE 3 значение напряжения (U_n) для данной поверяемой отметки.

Аналогично провести измерения значений напряжений (до отметки 3 В поддиапазона 3 В) в соответствии с таблицей 4.

По завершении измерений установить нулевое значение и отключить выходное напряжение калибратора Н5-5, отсоединить его от поверяемого вольтметра.

Выполнить подключение калибратора Н4-7 в соответствии с рисунком 2.

Аналогично провести измерения остальных значений напряжений в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

Поддиапазон измерений	Поверяемые отметки, В	Частота	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения,	Применяемое средство поверки
1	2	3	4	5
1 мВ	0,00005	1 кГц	$\pm 0,00025$ мВ	калибратор Н5-5
	0,0003	1 МГц	$\pm 0,0045$ мВ	
	0,0005	3 МГц	$\pm 0,0100$ мВ	
	0,0008	10 МГц	$\pm 0,0400$ мВ	
	0,0010	20 МГц	$\pm 0,1000$ мВ	
3 мВ	0,0003	1 кГц	$\pm 0,0015$ мВ	
	0,0008	1 МГц	$\pm 0,0056$ мВ	
	0,0015	3 МГц	$\pm 0,030$ мВ	
	0,0023	10 МГц	$\pm 0,115$ мВ	
	0,0030	20 МГц	$\pm 0,0003$ В	
10 мВ	0,01	30 МГц	$\pm 0,0008$ В	
30 мВ	0,03	20 МГц	$\pm 0,0012$ В	
100 мВ	0,1	10 МГц	$\pm 0,0017$ В	
300 мВ	0,3	3 МГц	$\pm 0,0030$ В	
1 В	1	1 МГц	$\pm 0,0070$ В	
3 В	3	100 кГц	$\pm 0,015$ В	
10 В	10	10 кГц	$\pm 0,050$ В	калибратор Н4-7
30 В	3,0	1 МГц	$\pm 0,021$ В	
	10	500 кГц	$\pm 0,070$ В	
	20	200 кГц	$\pm 0,14$ В	
	30	100 Гц	$\pm 0,15$ В	

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
100 V	10	1 МГц	$\pm 0,15$ В	
	20	200 кГц	$\pm 0,30$ В	
	100	1 Гц	$\pm 0,50$ В	
300 V	20	500 кГц	$\pm 0,50$ В	
	300	0,1 Гц	$\pm 1,50$ В	

По завершении измерений установить нулевое значение и отключить выходное напряжение калибратора Н4-7, отсоединить его от поверяемого вольтметра.

Абсолютные погрешности измерения напряжения для каждой поверяемой отметки рассчитать по формуле 1, где в данном случае $U_{\text{и}}$ – измеренное значение напряжения вольтметром URE 3, В; $U_{\text{в}}$ – воспроизводимое калибраторами Н5-5 или Н4-7 значение напряжения для соответствующих отметок, В.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерения напряжений для каждой поверяемой отметки находятся в пределах, указанных в таблице 4.

В противном случае вольтметр URE 3 дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

9.3 Определение абсолютной погрешности измерений частоты напряжения переменного тока

Абсолютную погрешность измерений частоты напряжения переменного тока определить с помощью метода прямых измерений.

Выполнить подключение в соответствии с рисунком 3.

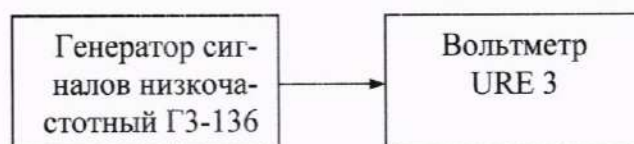


Рисунок 3. Структурная схема соединения приборов

Перевести вольтметр URE 3 в режим измерения частоты в следующем порядке.

Нажать кнопку «MODE».

С помощью функциональных кнопок группы «MENU» выбрать режим работы «FRQ».

Установить на выходе генератора ГЗ-136 первое значение частоты (поверяемая отметка) в соответствии с таблицей 5.

Нажатием кнопки «MEAS» зафиксировать измеренное вольтметром URE 3 значение частоты ($F_{\text{и}}$) для данной поверяемой отметки.

Аналогично провести измерения остальных значений частоты в соответствии с таблицей 5.

Для поверяемой отметки « $3 \cdot 10^7$ Гц» использовать генератор сигналов измерительный 2023А, выход «LF Output».

Таблица 5

Поверяемые отметки, Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты, Гц
1	2
0,02	$\pm 0,0001$
0,1	$\pm 0,0005$
1	$\pm 0,0050$
10	$\pm 0,0500$

Продолжение таблицы 5

1	2
100	$\pm 0,5000$
1000	$\pm 5,0000$
$1 \cdot 10^4$	$\pm 50,000$
$1 \cdot 10^5$	$\pm 500,00$
$1 \cdot 10^6$	$\pm 5000,0$
$1 \cdot 10^7$	± 50000
$3 \cdot 10^7$	± 150000

Абсолютные погрешности измерения частоты для каждой поверяемой отметки рассчитывать по формуле:

$$\Delta F = F_{\text{и}} - F_{\text{в}}, \quad (2)$$

где $F_{\text{и}}$ – измеренное значение частоты вольтметром URE 3, Гц; $F_{\text{в}}$ – воспроизводимое генератором значение частоты, Гц.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерения частоты для каждой поверяемой отметки находятся в пределах, указанных в таблице 5.

В противном случае вольтметр URE 3 дальнейшей поверке не подвергается, 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 формуляре вольтметра URE 3, оформляется свидетельство о поверке.

При проведении поверки меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений в формуляре вольтметра URE 3 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