



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест – Москва»



_____ А.Д. Меньшиков

«15» 09 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**МИЛЛИВОЛЬТМЕТРЫ ПРОФКИП ВЗ-62,
ПРОФКИП ВЗ-63, ПРОФКИП ВЗ-71**

Методика поверки

РТ-МП-7339-441-2020

г. Москва
2020 г.

Введение

Настоящая методика поверки распространяется на милливольтметры ПрофКиП ВЗ-62, ПрофКиП ВЗ-63, ПрофКиП ВЗ-71 (далее по тексту – милливольтметры) и устанавливает порядок и объём их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1 Операции поверки

1.1. При поверке выполняют операции, перечисленные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции | Номер пункта методики | Обязательность проведения при поверке | |
|---|-----------------------|---------------------------------------|---------------|
| | | первичной | периодической |
| Внешний осмотр | 6.1 | да | да |
| Опробование | 6.2 | да | да |
| Идентификация программного обеспечения | 6.3 | да | да |
| Определение абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала и выходного напряжения встроенного калибратора | 6.4 | да | да |
| Определение абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока | 6.5 | да | да |
| Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений частоты | 6.6* | да | да |
| * Проверка характеристик по п.6.6 осуществляется при наличии опции измерения частоты в поверяемом милливольтметре | | | |

1.2 В случае выявления несоответствия требованиям в ходе выполнения любой операции, указанной в таблице 1, поверяемый милливольтметр бракуют, поверку прекращают, и на него оформляют извещение о непригодности.

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки милливольтметров рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 2.

Таблица 2- Применяемые средства поверки

| Номер пункта документа по поверке | Наименование средства поверки | Основные технические характеристики | |
|-----------------------------------|--|--|---|
| | | Диапазон измерений | Пределы допускаемой погрешности |
| 6.4 | Частотомер универсальный CNT-90XL | от 0,001 Гц до 40 ГГц | $\pm 2 \cdot 10^{-7}$ |
| 6.4 | Мультиметр цифровой 34470A | от 3 Гц до 300 кГц от 100 мВ до 750 В | $\pm (0,0015U_{\text{изм}} + 0,0005 \cdot U_{\text{пр}})$ |
| 6.5 | Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T | от -30 до 20 дБ (1 мВт) | от 0 Гц до 100 МГц $\delta P \leq 0,8\%$ от 100 МГц до 8 ГГц $\delta P \leq 1,5\%$ от 8 ГГц до 18 ГГц |

| | | | |
|----------|---|--|--------------------------|
| | | | $\delta P \leq 2,5\%$ |
| 6.5 | Калибратор напряжения переменного тока Н5-6/1 | от 10 кГц до 1000 МГц от 10^{-3} до 3 В | от 0,3+0,01 до 5,0+0,2 А |
| 6.5, 6.6 | Генератор сигналов СВЧ R&S SMF100A | от 100 кГц до 43,5 ГГц | $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ |
| 6.6 | Генератор сигналов произвольной формы 33520B | от 1 мкГц до 30 МГц | $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ |

2.2 Применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

2.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого милливольтметра в необходимом диапазоне частот с требуемой точностью.

3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки милливольтметров необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и правила охраны труда.

3.2 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, освоившие работу с милливольтметрами и применяемыми средствами поверки и изучившие настоящую методику.

3.3 На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

3.4 Для исключения сбоев в работе, измерения необходимо производить при отсутствии резких перепадов напряжения питания сети, вызываемых включением и выключением мощных потребителей электроэнергии и мощных импульсных помех.

4 Условия поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5
- относительная влажность воздуха, %, не более 95

5 Подготовка к поверке

Подготовку милливольтметра и оборудования, перечисленного в таблице 2, проводят в соответствии с требованиями, изложенными в соответствующих эксплуатационных документах.

Убедиться в выполнении условий проведения поверки.

Выдержать средства поверки и поверяемый милливольтметр во включенном состоянии в течение времени, указанного в руководстве по эксплуатации.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре убедиться в:

- отсутствию механических повреждений корпуса и соединительных элементов, нарушающих работу милливольтметра или затрудняющих работу;
- все надписи на панелях должны быть четкими и ясными;
- разъемы не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

П р и м е ч а н и е – К механическим повреждениям относятся глубокие царапины, деформации на рабочих поверхностях центрального или внешнего проводников соединителей,

вмятины на корпусе, а также другие повреждения, непосредственно влияющие на технические характеристики.

Результаты внешнего осмотра считать положительными, если милливольтметр удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, комплектность полная. Милливольтметры, имеющие дефекты, к поверке не допускаются.

6.2 Опробование

Включить милливольтметр. Дождаться загрузки встроенного программного обеспечения.

Проверить работоспособность дисплея и функциональных клавиш в соответствии с РЭ. Режимы, отображаемые на дисплее, должны соответствовать выбранным при нажатии соответствующих клавиш.

Результаты опробования считать положительными, если после загрузки встроенного программного обеспечения и во время работы с милливольтметром отсутствуют сообщения о неисправности, милливольтметр реагирует на нажатие кнопок. Режимы, отображаемые на дисплее, соответствуют выбранным при нажатии соответствующих клавиш. Милливольтметры, имеющие отрицательные результаты опробования, к поверке не допускаются.

6.3 Идентификация программного обеспечения

Провести проверку версии (идентификационный номер). Нажать кнопку «System», далее нажать кнопку (стрелка вниз).

Проверить в появившемся окне информации, считать номер версии ПО милливольтметра.

Результаты проверки считать положительными, если номер в поле версия ПО не ниже 16.04.27.

6.4 Определение абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала и выходного напряжения встроенного калибратора

– подключить частотомер к выходу встроенного калибратора милливольтметра, измерить частоту выходного сигнала с помощью частотомера;

– рассчитать абсолютную погрешность установки частоты выходного сигнала Δf , кГц, по формуле

$$\Delta f = f_{\text{изм}} - 100, \quad (1)$$

где $f_{\text{изм}}$ – измеренная частота выходного сигнала с помощью частотомера, кГц

– подключить цифровой мультиметр к выходу встроенного калибратора милливольтметра через проходную нагрузку 50 Ом;

– цифровой мультиметр перевести в режим измерения переменного напряжения, измерить выходное напряжение;

– рассчитать абсолютную погрешность напряжения встроенного калибратора ΔU , В, по формуле

$$\Delta U = U_{\text{изм}} - 1, \quad (2)$$

где $U_{\text{изм}}$ – измеренное напряжение с помощью цифрового мультиметра, В.

Результаты поверки по данному пункту считаются удовлетворительными, если полученные значения абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала не превышают ± 5 кГц и абсолютная погрешность установки выходного напряжения не превышает $\pm 0,01$ В.

6.5 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока

6.5.1 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока с помощью ВЧ пробника (для всех модификаций милливольтметров)

- подготовить милливольтметр к измерению напряжения с ручным выбором пределов и малой скоростью измерений (SLOW);
- провести калибровку милливольтметра в соответствии с РЭ;
- соединить ВЧ тройник с согласованной нагрузкой и установленным в него ВЧ пробником с соответствующим выходным разъемом калибратора многофункционального Н5-6/1;
- при отсутствии сигнала на выходе калибратора, установить ноль испытуемого милливольтметра в соответствии с РЭ;
- установить частоту выходного сигнала калибратора 100 кГц и, поочередно устанавливая на калибраторе номинальные значения выходного напряжения переменного тока, а на поверяемом милливольтметре пределы измерений в соответствии с таблицей 3, провести измерение напряжения переменного тока;

Таблица 3 - Пределы измерений и значения напряжений на выходе калибратора

| Верхний предел измерений поверяемого милливольтметра | Выходное напряжение Н5-6/1 | Измеренное значение напряжения переменного тока | Допустимые показания поверяемого милливольтметра | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения |
|--|----------------------------|---|--|---|
| 40 мВ | 4 мВ | | от 3,68 до 4,32 мВ | ± (0,02·U _х +0,006·U _п) |
| | 20 мВ | | от 19,36 до 20,64 мВ | |
| | 40 мВ | | от 38,96 до 41,04 мВ | |
| 400 мВ | 40 мВ | | от 36,8 до 43,2 мВ | |
| | 200 мВ | | от 193,6 до 206,4 мВ | |
| | 400 мВ | | от 389,6 до 410,4 мВ | |
| 4 В | 0,4 В | | от 0,368 до 0,432 В | |
| | 2,0 В | | от 1,936 до 2,064 В | |
| | 3,0 В | | от 2,916 до 3,084 В | |

Примечание: U_х – значение измеряемой величины, В;
U_п – значение выбранного (установленного) верхнего предела измерений, В.

Затем поочередно устанавливая на калибраторе номинальные значения выходного напряжения переменного тока 40 мВ, 400 мВ, 3 В и верхние пределы поддиапазонов измерений 40 мВ, 400 мВ и 4 В соответственно, провести измерения напряжения переменного тока при помощи милливольтметра на каждой из частот сигнала калибратора 10 кГц; 100, 300, 600, 1000 МГц.

Рассчитать абсолютную погрешность измерений напряжения переменного тока ΔU , В, по формуле

$$\Delta U = U_{изм} - U_{эт}, \quad (3)$$

где U_{изм} – напряжение переменного тока измеренное с помощью милливольтметра, В,
U_{эт} – напряжение, установленное на калибраторе, В.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если полученные значения абсолютной погрешности не превышают значений, приведенных в таблице 4.

Таблица 4 – Допустимая абсолютная погрешность измерений напряжения переменного тока

| Диапазон частот | Пределы допускаемой абсолютной погрешности, В |
|--------------------------------|---|
| от 10 кГц до 99 кГц включ. | $\pm (0,04 \cdot U_x + 0,006 \cdot U_{\text{п}})$ |
| св. 99 кГц до 100 МГц включ. | $\pm (0,02 \cdot U_x + 0,006 \cdot U_{\text{п}})$ |
| св. 101 МГц до 200 МГц включ. | $\pm (0,04 \cdot U_x + 0,006 \cdot U_{\text{п}})$ |
| св. 201 МГц до 600 МГц включ. | $\pm (0,06 \cdot U_x + 0,006 \cdot U_{\text{п}})$ |
| св. 601 МГц до 1000 МГц включ. | $\pm (0,1 \cdot U_x + 0,008 \cdot U_{\text{п}})$ |

6.5.2 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока с помощью коаксиального детектора (только для милливольтметра ПрофКиП ВЗ-62 или ПрофКиП ВЗ-63).

- подготовить милливольтметр к измерению напряжения с ручным выбором пределов и малой скоростью измерений (SLOW);
- провести калибровку милливольтметра в соответствии с РЭ;
- соединить вход коаксиального детектора с соответствующим выходным разъёмом калибратора напряжения переменного тока Н5-6/1. При отсутствии сигнала на выходе калибратора, установить ноль поверяемого милливольтметра в соответствии с РЭ.

Установить частоту выходного сигнала калибратора 100 кГц и поочередно устанавливая на калибраторе номинальные значения напряжения переменного тока, а на поверяемом милливольтметре верхние пределы измерения напряжения переменного тока в соответствии с таблицей 3 настоящей Методики, провести измерение напряжения переменного тока;

- рассчитать абсолютную погрешность по формуле 3 настоящей Методики;
- затем поочередно устанавливая на калибраторе номинальные значения выходного напряжения переменного тока 40 мВ, 400 мВ, 3 В и верхние пределы измерения напряжения переменного тока 40 мВ, 400 мВ, и 4 В соответственно, провести измерения напряжения переменного тока при помощи милливольтметра на каждой из частот сигнала калибратора 10 кГц; 100, 300, 600, 1000 МГц;

Рассчитать абсолютную погрешность измерений напряжения переменного тока по формуле 3 настоящей Методики

Определение абсолютной погрешности измерений с коаксиальным детектором на частотах 1,6; 2,0 и 3,0 ГГц осуществляется методом сличения показаний поверяемого милливольтметра с результатами измерения уровня выходной мощности эталонным ваттметром NRP18T.

В качестве источника сигнала используется генератор сигналов R&S SMF100A.

Для милливольтметров ВЗ-62 измерения производятся на частотах: 1,6 и 2,0 ГГц при уровнях выходного сигнала генератора 70,7; 223,6 и 707 мВ.

Для милливольтметров ВЗ-63 измерения производятся на частотах: 1,6; 2,0 и 3,0 ГГц при уровнях выходного сигнала генератора 70,7; 223,6 и 707 мВ:

- поверяемый милливольтметр перевести в режим автоматического выбора пределов измерения;
- установить уровень выходного сигнала на генераторе - 70,7 мВ, подключить измерительный преобразователь ваттметра к генератору сигналов и снять показания;
- рассчитать действительное значение напряжения переменного тока генератора $U_{\text{эм}}$, В, по формуле

$$U_{\text{эм}} = \sqrt{P \cdot 50}, \quad (4)$$

где P – измеренная мощность с помощью измерителя мощности, Вт;
 50 – входное сопротивление измерителя мощности, Ом

– подключить коаксиальный детектор поверяемого милливольтметра к генератору сигнала, не изменяя уровень выходного сигнала, и отсчитать показания поверяемого милливольтметра;

– рассчитать абсолютную погрешность измерений напряжения переменного тока ΔU , В, по формуле

$$\Delta U = U_{изм} - U_{эт}, \quad (5)$$

где $U_{изм}$ – напряжение переменного тока, измеренное с помощью милливольтметра, В

- для милливольтметров ВЗ-62 и ВЗ-63 повторить измерения на указанных частотах для уровня выходного сигнала генератора 223,6 мВ и 707 мВ.

***ВНИМАНИЕ!** При проведении измерений на частотах 2 и 3 ГГц, необходимо вносить поправки к показаниям милливольтметра! Усреднённые погрешности на соответствующих частотах, отображены на графике, нанесённом на коаксиальный детектор. При этом поправка к показаниям вносится с противоположным знаком!

Результаты поверки по п.6.5.2 считаются удовлетворительными, если полученные значения абсолютных погрешностей не превышают значений, указанных в описании типа средства измерений и приведённых в таблице 5.

Таблица 5 – Абсолютная погрешность измерений напряжения переменного тока

| Диапазон частот | Пределы допускаемой абсолютной погрешности, В |
|-------------------------------|---|
| от 10 кГц до 99 кГц включ. | $\pm (0,04 \cdot U_x + 0,006 \cdot U_n)$ |
| св. 99 кГц до 100 МГц включ. | $\pm (0,02 \cdot U_x + 0,006 \cdot U_n)$ |
| св. 100 МГц до 200 МГц включ. | $\pm (0,04 \cdot U_x + 0,006 \cdot U_n)$ |
| св. 200 до 600 МГц включ. | $\pm (0,06 \cdot U_x + 0,006 \cdot U_n)$ |
| св. 600 до 1000 МГц включ. | $\pm (0,1 \cdot U_x + 0,008 \cdot U_n)$ |
| св. 1 до 1,6 ГГц включ. | $\pm (0,12 \cdot U_x + 0,01 \cdot U_n)$ |
| св. 1,6 до 2 ГГц включ. | $\pm (0,15 \cdot U_x + 0,01 \cdot U_n)$ |
| св. 2 до 3 ГГц | $\pm (0,16 \cdot U_x + 0,01 \cdot U_n)$ |

6.6 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений частоты (для милливольтметров с опцией измерения частоты)

Подготовить милливольтметр к измерению частоты (время измерения 1 с, НЧ фильтр отключён) в соответствии с РЭ.

Поочередно подать на вход для измерения частоты сигнал частотой 10 кГц, 1 МГц с генератора сигналов произвольной формы и 100, 3000 МГц с генератора сигналов СВЧ, уровень выходной мощности -10 дБ (1 мВт).

Рассчитать абсолютную погрешность измерений частоты Δ , Гц, по формуле

$$\Delta = f - f_{эт}, \quad (6)$$

где f – частота, измеренная милливольтметром, Гц;

$f_{эт}$ – установленная частота сигнала на выходе генератора, Гц.

Результаты поверки по данной операции по данному пункту считаются удовлетворительными, если обеспечивается измерение частоты с установленным уровнем сигнала на входе, а так же полученные значения погрешности измерений не превышают значений, рассчитанных по формуле

$$\Delta = \pm 5 \cdot 10^{-6} \cdot f + 1 \text{ ед. счёта} \quad (7)$$

7 Оформление результатов поверки

7.1 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке согласно действующим правовым нормативным документам.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

7.2 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности с указанием причин.

И.о. начальника лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»



С.Н. Гольшак

Главный специалист по метрологии лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»



А.С. Каледин