



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

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

где $f_{изм}$ – 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

$$\Delta U = U_{изм} - 1, \quad (2)$$

где $U_{изм}$ – 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.	$\pm (0,04 \cdot U_x + 0,006 \cdot U_{п})$
св. 99 кГц до 100 МГц включ.	$\pm (0,02 \cdot U_x + 0,006 \cdot U_{п})$
св. 100 МГц до 200 МГц включ.	$\pm (0,04 \cdot U_x + 0,006 \cdot U_{п})$
св. 200 до 600 МГц включ.	$\pm (0,06 \cdot U_x + 0,006 \cdot U_{п})$
св. 600 до 1000 МГц включ.	$\pm (0,1 \cdot U_x + 0,008 \cdot U_{п})$
св. 1 до 1,6 ГГц включ.	$\pm (0,12 \cdot U_x + 0,01 \cdot U_{п})$
св. 1,6 до 2 ГГц включ.	$\pm (0,15 \cdot U_x + 0,01 \cdot U_{п})$
св. 2 до 3 ГГц	$\pm (0,16 \cdot U_x + 0,01 \cdot U_{п})$

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