



СОГЛАСОВАНО:
Главный метролог
ООО «ТМС РУС»

М.П.

А.А. Саморуков

«19» августа 2022г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Регистраторы данных многофункциональные CR1000, CR6

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-ТМС-052/22

г. Москва
2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	5
6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	5
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	5
7.1. Подготовка к поверке	5
7.2. Опробование	6
8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	6
9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИ.....	7
9.1. Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока	7
9.2. Определение погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	7
9.3. Определение погрешности измерений частоты.....	7
9.4. Определение погрешности измерений сопротивления	8
10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	8
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	10

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на регистраторы данных многофункциональные CR1000, CR6, производства «Campbell Scientific, Inc.», США (далее – РДМ) и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Поверка регистраторов в соответствии с настоящей методикой поверки обеспечивает передачу единиц:

- напряжения – вольта (В) методом прямых измерений или методом непосредственного сличения от эталонов 3 разряда в соответствии Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 3457 от 30.12.2019 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы», что обеспечивает прослеживаемость к ГЭТ 13-01;

- частоты – герца (Гц) методом прямых измерений от эталонов 5 разряда в соответствии Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 13.10.2022 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты», что обеспечивает прослеживаемость к ГЭТ 1-2022;

- электрического сопротивления – ома (Ом) методом прямых измерений от эталонов 4 разряда в соответствии Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока», что обеспечивает прослеживаемость к ГЭТ 14-2014.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Таблица 1 – Операции поверки

№	Наименование этапа поверки	№ пункта методики поверки	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр средства измерений	6	да	да
2	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	да	да
3	Проверка программного обеспечения средства измерений	8	да	да
4	Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока	9.1	да	да ¹
5	Определение погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	9.2	да	да ¹
6	Определение погрешности измерений частоты	9.3	да ²	да ^{1,2}
7	Определение погрешности измерений сопротивления	9.4	да ²	да ^{1,2}
8	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да
9	Оформление результатов поверки	11	да	да

¹ – допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов из состава средства измерений, для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений;

² – для РДМ CR1000 в комплекте с многоканальными измерительными модулями AVW200 или AVW216.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от +18 до +25;
- относительная влажность, %, не более 85

Примечания:

- условия измерений дополнительно должны учитывать требования эксплуатационных документов на средства поверки.

4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться следующие средства, соответствующие требованиям таблицы 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
1	2	3	4
Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталон 5-го разряда ГПС, утв. приказом Росстандарта № 2360 от 13.10.2022, генератор сигналов	Диапазон от 0,1 до 6,5 кГц; пределы допускаемой относительной погрешности не более $\pm 4 \cdot 10^{-5}$; Максимальное напряжение, приложенное к выходу не менее 1 В	Генераторы сигналов произвольной формы DG4102 (Регистрационный номер типа СИ: 56012-13)
	Эталон 4-го разряда ГПС, утв. приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019, мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная	Диапазон от 40 Ом до 670 кОм; Пределы допускаемой относительной погрешности не более $\pm 0,05\%$	Магазины сопротивлений M630 (Регистрационный номер типа СИ: 60123-15)
	Эталон 3-го разряда ГПС, утв. приказом Росстандарта № 3457 от 30.12.2019, вольтметр	Диапазон от 1 мВ до 5 В; Пределы допускаемой относительной погрешности для каждого поверяемого значения не более $\pm 1 \cdot 10^{-4}$	Мультиметры 3458А (Регистрационный номер типа СИ: 25900-03)
	Эталон 3-го разряда ГПС, утв. приказом Росстандарта № 3457 от 30.12.2019, калибратор напряжения	Диапазон от 1 мВ до 5 В; Пределы допускаемой относительной погрешности для каждого поверяемого значения не более $\pm 1 \cdot 10^{-4}$	Калибраторы многофункциональные CALIBRO 14x (Регистрационный номер типа СИ: 39949-15)

Таблица 2 – Средства поверки

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
1	2	3	4
Вспомогательные средства поверки	Резисторы	Номинальное сопротивление 100 ± 1 Ом (2 штуки) или $50 \pm 0,5$ Ом, 1000 ± 10 Ом	Прецизионные резисторы постоянные С2-29В
	Осциллограф	–	Осциллографы цифровые RIGOL DS2000 (Регистрационный номер типа СИ: 54989-13)
Определение условий проведения поверки	Средства измерений температуры	Диапазон измерений от $+10$ °С до $+35$ °С, предел допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 1 °С	Термогигрометры ИВА-6 мод. ИВА-6Н-Д (Регистрационный номер типа СИ: 46434-11)
	Средства измерений влажности	Диапазон измерений от 0 % до 90 %, предел допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 2 %	

Примечание: допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими передачу единицы величины с погрешностью, не превышающей указанной в графе 3 таблицы 2.

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, предусмотренные указаниями по безопасности, изложенными в эксплуатационной документации на РДМ, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого РДМ и входящих в комплект модулей, следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида описанию типа средства измерений;
- наличие и читаемость надписей и условных обозначений;
- соответствие заводских номеров, указанным в эксплуатационной документации;
- отсутствие видимых повреждений корпуса и разъемов.

Результаты внешнего осмотра считают положительными, если РДМ и входящие в комплект модули соответствуют перечисленным требованиям.

При отрицательных результатах внешнего осмотра РДМ к дальнейшей поверке не допускают и признают непригодным к применению.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Подготовку к поверке и опробование РДМ проводят в следующем порядке:

7.1. Подготовка к поверке

7.1.1 Подготовка РДМ

РДМ подключают к ПК через интерфейс RS-232 или USB, в зависимости от модификации РДМ.

Через внешнее программное обеспечение (далее – ПО) «Device Configuration Utility» устанавливают соединение с RDM.

В соответствии с руководством по эксплуатации загружают в РДМ программу проведения измерений.

7.1.2 Подготовка многоканальных измерительных модулей AVW200, AVW216 (далее – модули)

Примечание: при проведении поверки модулей, входящих в комплект РДМ, рекомендуется подключать данные модули к ПК автономно, через собственный интерфейс RS-232. При получении результатов измерений непосредственно через РДМ, Операции по п.7.2 не проводятся.

Модуль подключают к ПК через интерфейс RS-232.

Через внешнее ПО «Device Configuration Utility» устанавливают соединение с модулем.

Во вкладке «Deployment»/«Measurement» устанавливают для обоих каналов значения Begin Frequency = 100, End Frequency = 6500 и нажимают кнопку «Apply».

7.2. Опробование

Осциллограф переводят в ждущий режим развёртки или в режим однократного запуска по фронту сигнала.

Каналы, предназначенные для измерений частоты колебаний струнных датчиков поочередно подключают к осциллографу и, при проведении измерений, наблюдают на экране осциллографа импульс возбуждения. Сигнал должен иметь синусоидальную незатухающую форму, в противном случае РДМ к дальнейшей поверке не допускают и признают непригодным к применению.

Примечание: для автономно подключенных модулей, инициирование однократного измерения частоты колебаний струнных датчиков проводится во вкладке «Terminal» отправкой команд «1» и «2», соответствующих номеру канала.

Для РДМ, во вкладке «Data Monitor»/«Public» наблюдают увеличение параметра «Record No» с интервалом, установленным в загруженной программе измерений, в противном случае РДМ к дальнейшей поверке не допускают и признают непригодным к применению.

8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Идентификацию встроенного ПО осуществляют посредством внешнего ПО «Device Configuration Utility».

Переходят во вкладку «Deployment»/«Datalogger» (для РДМ) или «Deployment»/«Communications» (для модулей). Версия встроенного ПО отображается в графе «OS Version».

Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если версия встроенного программного обеспечения, не ниже указанной в таблице 3.

Таблица 3 - Идентификационные данные ВПО

Модификация РДМ	CR1000	CR1000X	CR6	AVW200, AVW216
Идентификационное наименование ВПО	CR1000 OS	CR1000X OS	CR6 OS	AVW200 OS
Номер версии (идентификационный номер ВПО), не ниже	29.00	1.01	06.00	XX.06
Цифровой идентификатор ВПО	отсутствует			

При отрицательном результате проверки РДМ к дальнейшей поверке не допускают и признают непригодным к применению.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИ

9.1. Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока

Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока проводят методом прямых измерений или методом непосредственного сличения.

Поверку в полном объеме и поверку отдельных измерительных каналов из состава средства измерений проводят в дифференциальном режиме измерений с реверсированием входного сигнала и автоматическим выбором поддиапазонов измерений при значениях напряжения на входе РДМ, соответствующих 0%; 40-60%; 90-99,5% верхнего предела каждого поддиапазона измерений.

Воспроизведение значения 0 осуществляется соединением входных клемм поверяемого канала РДМ коротким отрезком медного провода.

Калибратор напряжения подключают к входу РДМ в соответствии с руководством по эксплуатации. При поверке методом непосредственного сличения мультиметр подключают параллельно калибратору.

Для каждого контрольного значения напряжения вычисляют абсолютную погрешность измерений по формуле:

$$\Delta_i = U_{i \text{ изм.}} - U_i, \quad (1)$$

где $U_{i \text{ изм.}}$ – показания РДМ;

U_i – установленное на входе РДМ напряжение.

При проведении поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений определение метрологических характеристик проводят для каждого поверяемого поддиапазона при контрольных значениях напряжения на входе РДМ, соответствующих 0 %, 20-30 %, 45-55%, 70-80%, 90-99,5% верхнего предела поддиапазона измерений, и вычисляют абсолютную погрешность измерений по формуле 1.

9.2. Определение погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока

Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока проводят методом прямых измерений в следующем порядке:

Вольтметр подключают к выходу РДМ в соответствии с руководством по эксплуатации.

Для каждого поверяемого канала при контрольных значениях напряжения на выходе РДМ, соответствующих 0 %, 20-30 %, 45-55%, 70-80%, 90-100% верхнего предела воспроизведения, вычисляют абсолютную погрешность воспроизведения по формуле:

$$\Delta_j = U_j - U_{j \text{ изм.}}, \quad (2)$$

где U_j – установленное на выходе РДМ напряжение;

$U_{j \text{ изм.}}$ – показания вольтметра.

9.3. Определение погрешности измерений частоты

Определение погрешности измерений частоты проводят методом прямых измерений в следующем порядке:

Подключают выводы РДМ или модуля к выходу генератора сигналов согласно схеме, приведенной на рисунке 1.

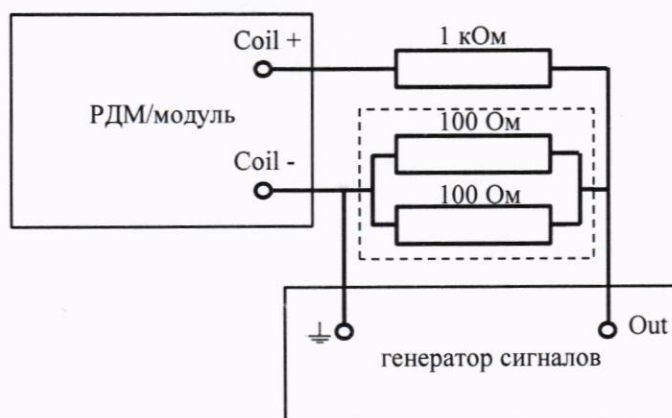


Рисунок 1 – Схема подключения РДМ при определении погрешности измерений частоты

Проводят однократные измерения частоты $f_{изм.i}$ регистратором при установленных на выходе генератора синусоидальных сигналах с размахом 100 ± 10 мВ и частотами f_i равными $101 \pm 0,5$ Гц и $6499 \pm 0,5$ Гц.

Рассчитывают значения относительной погрешности измерений частоты по формуле:

$$\delta_i = \left| \frac{f_{изм.i} - f_i}{f_i} \right| \quad (3)$$

9.4. Определение погрешности измерений сопротивления

Определение погрешности измерений сопротивления проводят методом прямых измерений в следующем порядке:

Подключают входные клеммы поверяемого канала РДМ (модуля) к мере электрического сопротивления.

Устанавливают показания меры сопротивления на нулевое значение и вычисляют начальное сопротивление $R_{нач.}$, как среднее арифметическое не менее 5 результатов измерений сопротивления.

Устанавливают значения сопротивления R_i соответствующие 40 Ом, 100 Ом, 1 кОм, 10 кОм, 100 кОм, 670 кОм.

При каждом значении R_i проводят серию измерений сопротивления и вычисляют измеренное регистратором значение $R_{изм.i}$, как среднее арифметическое не менее 5 результатов измерений сопротивления, и записывают значения в протокол.

Рассчитывают значения относительной погрешности измерений сопротивления по формуле:

$$\delta_j = \frac{R_{изм.i} + R_{нач.} - R_i}{R_i} \cdot 100\% \quad (4)$$

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Регистратор признаётся соответствующим установленным метрологическим требованиям, если рассчитанные значения погрешности измерений находятся в пределах, указанных в таблице 4. В противном случае регистратор признают непригодным к применению.

Таблица 4 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение		
	CR1000	CR1000X	CR6
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока	$\pm (6 \cdot 10^{-4} \cdot U + A)$	$\pm (4 \cdot 10^{-4} \cdot U + B)$	$\pm (4 \cdot 10^{-4} \cdot U + C)$
Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока, В	от -2,5 до 2,5	от -4 до 4	от -2,5 до 2,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	$\pm (6 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0,8 \text{ мВ})$	$\pm (1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2 \text{ мВ})$	$\pm (1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1,2 \text{ мВ})$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты входного сигнала ¹	$\pm 1,3 \cdot 10^{-4}$		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений электрического сопротивления ¹ , %	$\pm 0,25$		

¹ – для РДМ CR1000, только при подключении многоканальных измерительных модулей AVW200 или AVW216;
U – показания РДМ

Таблица 5 – Значения коэффициента А

Поддиапазон измерений, мВ	В дифференциальном режиме измерений с реверсированием входного сигнала, мкВ	В дифференциальном режиме измерений без реверсирования входного сигнала, мкВ	В несимметричном режиме измерений, мкВ
от -5000 до 5000	2000	4000	4000
от -2500 до 2500	1000	2000	2000
от -250 до 250	101	202	203
от -25 до 25	11	22	23
от -7,5 до 7,5	4	8	9
от -2,5 до 2,5	2	4	5

Таблица 6 – Значения коэффициента В

Поддиапазон измерений, мВ	В дифференциальном режиме измерений с реверсированием входного сигнала, мкВ	В дифференциальном режиме измерений без реверсирования входного сигнала, мкВ	В несимметричном режиме измерений, мкВ
от -5000 до 5000	0,5	2	2
от -1000 до 1000	0,25	1	1
от -200 до 200	0,15	0,5	0,5

Таблица 7 – Значения коэффициента С

Поддиапазон измерений, мВ	В дифференциальном режиме измерений с реверсированием входного сигнала, мкВ	В дифференциальном режиме измерений без реверсирования входного сигнала, мкВ	В несимметричном режиме измерений, мкВ
от -5000 до 5000	10	40	40
от -1000 до 1000	5	12	12
от -200 до 200	2	6	6

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки оформляют в соответствии с действующими нормативными документами об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке.

Протокол поверки оформляется в произвольной форме.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при оформлении свидетельства на бумажном носителе).

Руководитель направления
ООО «ТМС РУС»



А.А. Борисенко