

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии  
Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева»  
Уральский научно-исследовательский институт метрологии –  
филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-  
исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева»  
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)

СОГЛАСОВАНО

Директор УНИИМ – филиала

ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

Е.П. Соби́на

10 04 2025 г.



«ГСИ. Кальциметры КМ.  
Методика поверки»

МП 99-251-2024

Екатеринбург  
2025 г.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

1. РАЗРАБОТАНА Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)
2. ИСПОЛНИТЕЛЬ младший научный сотрудник лаб. 251, Аронов И.П.
3. СОГЛАСОВАНА директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» в 2025 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения .....	4
2	Нормативные ссылки .....	4
3	Перечень операций поверки средства измерений .....	4
4	Требования к условиям проведения поверки .....	5
5	Требования к специалистам, осуществляющим поверку .....	5
6	Метрологические и технические требования к средствам поверки .....	5
7	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки .....	6
8	Внешний осмотр средства измерений .....	6
9	Подготовка к поверке и опробование средства измерений .....	6
10	Проверка программного обеспечения средства измерений .....	6
11	Определение метрологических характеристик средства измерений .....	7
12	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям .....	7
13	Оформление результатов поверки .....	7
	ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	9



## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на кальциметры КМ (далее – кальциметры). Кальциметры подлежат первичной и периодической поверке. Поверка кальциметров должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки прослеживаемость кальциметров обеспечивается к ГЭТ 3-2020 «Государственный первичный эталон единицы массы-килограмма» в соответствии с приказом Росстандарта от 04.07.2022 г. № 1622 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы».

1.3 В настоящей методике поверки реализована поверка методом прямых измерений.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки кальциметров, используемых в качестве рабочих средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений массовых долей кальцита и доломита, %	от 0 до 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений массовых долей кальцита и доломита, %	$\pm 15$

## 2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие документы:

- Приказ Министерства труда и Социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- Приказ Росстандарта № 1622 от 04.07.2022 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы»;
- ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

## 3 Перечень операций поверки средства измерений

3.1 При поверке должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	8
Подготовка к поверке и опробование	да	да	9
Проверка программного обеспечения	да	да	10
Проверка метрологических характеристик средства измерений	да	да	11
Определение абсолютной погрешности измерений массовых долей кальцита и доломита	да	да	11.1



Наименование операции	Обязательность проведения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Проверка диапазона измерений массовых долей кальцита и доломита	да	да	11.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	12

3.2 В случае невыполнения требований хотя бы к одной из операций поверка прекращается, кальциметр бракуется.

#### 4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °C	от + 22 до + 26
- относительная влажность, %, не более	85
- атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7

#### 5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению работ по поверке кальциметров допускаются лица, прошедшие обучение в качестве поверителя, изучившие РЭ на кальциметры и настоящую методику поверки.

#### 6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют оборудование согласно таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 5 °C до плюс 40 °C с абсолютной погрешностью не более 1 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 85 %, с абсолютной погрешностью не более 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа, с абсолютной погрешностью не более ±0,5 кПа	Термогигрометры электронные «CENTER» моделей 310, 311, 313, 314, 315, 316 (рег.№ 22129-09)
п.11 Определение метрологических характеристик средства измерений	Весы лабораторные, диапазон измерений массы не менее чем от 0,01 до 5 г, пределы допускаемой погрешности измерений массы не более ±0,005 г	Весы лабораторные электронные BP221S (рег.№ 17935-98)
	Стандартный образец состава доломита, интервал допускаемых аттестованных значений массовой доли оксида магния от 15 % до 30 %,	ГСО 7222-96



Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	границы абсолютной погрешности аттестованного значения массовой доли оксида магния при $P=0,95$ не более $\pm 0,50$ %;	ГСО 8845-2006
	Стандартный образец состава известняка, интервал допускаемых аттестованных значений массовой доли оксида кальция от 50 % до 60 %, границы абсолютной погрешности аттестованного значения массовой доли оксида кальция при $P=0,95$ не более $\pm 0,5$ %;	

6.2 Стандартные образцы, применяемые для поверки, должны быть утвержденного типа и иметь действующий паспорт, средства измерений должны быть утвержденного типа и поверены.

6.3 Допускается использовать при поверке другие стандартные образцы и средства измерений утвержденного типа, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемого кальциметра с требуемой точностью.

## **7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования Приказа Министерства труда и Социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», требования ГОСТ 12.2.007.0

## **8 Внешний осмотр средства измерений**

8.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида кальциметра сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие видимых повреждений кальциметра;
- соответствие комплектности, указанной в РЭ;
- наличие обозначения и заводского номера, четкость маркировки, а также отсутствие повреждений и дефектов, влияющих на работоспособность кальциметра.

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

9.1 Проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра в соответствии с п.6 настоящей методики поверки.

9.2 Перед проведением поверки кальциметр готовят к работе в соответствии с РЭ, проверяют работоспособность органов управления и регулировки кальциметра.

9.3 Стандартные образцы готовят к поверке в соответствии с их паспортами.

9.4 При включении кальциметра должны отсутствовать сообщения об ошибках.

## **10 Проверка программного обеспечения средства измерений**

10.1 Проводят проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения (далее – ПО) кальциметра: после включения кальциметра на экран дисплея выводится идентификационный кадр с краткой информацией. Наименование и номер версии встроенного ПО кальциметра должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 4.

10.2 Проводят проверку идентификационных данных внешнего ПО кальциметра: в строке команд выбирают пункт «?». Наименование и номер версии внешнего ПО кальциметра должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 4.



Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	Встроенное	Внешнее
Идентификационное наименование ПО	КМ	Carbon
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.X*	4.X.X.X*
Цифровой идентификатор ПО	-	-

\* «X» является метрологически незначимой частью ПО и принимает значения от 0 до 99

## 11 Определение метрологических характеристик средства измерений

11.1 Определение абсолютной погрешности измерений массовых долей кальцита и доломита

11.1.1 Для кальциметров модификации КМ-04МС и КМ-05МС проводят измерения массовых долей кальцита и доломита каждой приготовленной в соответствии с Приложением А смеси на основе ГСО 7222-96 и ГСО 8845-2006. Результаты измерений массовых долей заносят в протокол.

11.2 Проверка диапазона измерений массовых долей кальцита и доломита

11.2.1 Проверку диапазона измерений массовых долей кальцита и доломита проводят одновременно с определением абсолютной погрешности по п. 11.1 настоящей методики поверки.

## 12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.1 Используя результаты измерений, полученные в п. 11.1 настоящей методики поверки, рассчитать значения абсолютной погрешности каждого результата измерений массовых долей кальцита и доломита каждой смеси на основе стандартных образцов по формулам

$$\Delta_{Caij} = W_{Caij} - A_{Caij} \quad (1)$$

$$\Delta_{Mgij} = W_{Mgij} - A_{Mgij} \quad (2)$$

где  $W_{Caij}$  –  $j$ -й результат измерений массовой доли кальцита  $i$ -ой смеси, %;

$W_{Mgij}$  –  $j$ -й результат измерений массовой доли доломита  $i$ -ой смеси, %;

$A_{Caij}$  –  $j$ -ое расчетное значение массовой доли кальцита  $i$ -ой смеси, %;

$A_{Mgij}$  –  $j$ -ое расчетное значение массовой доли доломита  $i$ -ой смеси, %.

12.2 Полученные значения абсолютной погрешности измерений массовой доли кальцита по формуле (1) и массовой доли доломита по формуле (2) для всех результатов измерений должны соответствовать требованиям таблицы 1.

12.3 За диапазон измерений принимают диапазон измерений массовых долей кальцита и доломита, указанный в таблице 1, если полученные по формуле (1) и по формуле (2) значения удовлетворяют требованиям таблицы 1.

## 13 Оформление результатов поверки

13.1 Результаты поверки оформляются протоколом в произвольной форме.

13.2 При положительных результатах поверки кальциметр признают пригодным к применению.

13.3 Нанесение знака поверки на кальциметры не предусмотрено. Пломбирование кальциметров не предусмотрено.

13.4 При отрицательных результатах поверки кальциметр признают непригодным к применению.

13.5 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утвержденными действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений или в случае отрицательных результатов поверки выдает извещение о непригодности к применению средства измерений.

13.6 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком.

**Младший научный сотрудник лаб. 251 УНИИМ –  
филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»**



**И.П. Аронов**



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

### ПРОЦЕДУРА ПРИГОТОВЛЕНИЯ СМЕСЕЙ С ИЗВЕСТНЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ МАССОВЫХ ДОЛЕЙ КАЛЬЦИТА И ДОЛОМИТА

А.1 Приготовление смесей (отдельных навесок) с известными значениями массовых долей кальцита и доломита проводят путем смешения ГСО 7222-96 и ГСО 8845-2006 в соответствии с таблицей А.1 в следующем порядке.

А.2 Последовательность приготовления смеси №1

1) На чистое, сухое часовое стекло отбирают навеску ГСО 8845-2006 массой  $m_1=100$  мг, весы обнуляют и на тоже часовое стекло отбирают навеску ГСО 7222-96 массой  $m_2=900$  мг.

2) Затем, полученную смесь количественно переносят в камеру для образца.

3) Рассчитывают значение массовых долей кальцита  $A_{Ca}$  и доломита  $A_{Mg}$ , %, по формулам:

$$A_{Ca} = \left[ \frac{m_1 \frac{A_{CaO} \cdot M_{CaCO_3}}{M_{CaO}} + m_2 \cdot M_{CaCO_3} \left( \frac{A'_{CaO}}{M_{CaO}} - \frac{A_{MgO}}{M_{MgO}} \right)}{m_1 + m_2} \right] \quad (A.1)$$

$$A_{Mg} = \left[ \frac{m_2}{m_1 + m_2} \right] \left[ \frac{A_{MgO} \cdot M_{CaMg(CO_3)_2}}{M_{MgO}} \right] \quad (A.2)$$

где  $m_1$  - масса навески ГСО 8845-2006, мг;

$m_2$  - масса навески ГСО 7222-96, мг;

$A_{CaO}$  - аттестованное значение массовой доли оксида кальция в ГСО 8845-2006, %;

$A'_{CaO}$  - аттестованное значение массовой доли оксида кальция в ГСО 7222-96, %;

$A_{MgO}$  - аттестованное значение массовой доли оксида магния в ГСО 7222-96, %;

$M_{CaCO_3}$  - молярная масса карбоната кальция, равная 100,0868 г/моль;

$M_{CaO}$  - молярная масса оксида кальция, равная 56,0774 г/моль;

$M_{CaMg(CO_3)_2}$  - молярная масса карбоната магния-кальция, равная 184,4008 г/моль;

$M_{MgO}$  - молярная масса оксида магния, равная 40,3044 г/моль.

А.3 Оставшиеся смеси с известными значениями массовых долей кальцита и доломита готовят путем смешения ГСО 7222-96 и ГСО 8845-2006 аналогично, в соответствии с таблицей А.1. Каждую смесь готовят в количестве не менее двух штук.

Таблица А.1 - Значения масс навесок ГСО 8845-2006 и ГСО 7222-96 для приготовления смесей с известными значениями массовых долей кальцита и доломита

№ смеси	Масса навески ГСО 8845-2006 $m_1$ , мг	Масса навески ГСО 7222-96 $m_2$ , мг	Расчетное значение массовой доли кальцита $A_{Ca}$ , %*	Расчетное значение массовой доли доломита $A_{Mg}$ , %*
1	100	900	17,80	81,2
2	500	500	53,50	45,11
3	900	100	89,20	9,02

\* При расчете значений массовых долей кальцита и доломита подготовленных смесей принимали, что:

- ГСО 7222-96 имеет аттестованное значение массовой доли оксида кальция 32,41 % и аттестованное значение массовой доли оксида магния 19,72 %;

- ГСО 8845-2006 имеет аттестованное значение массовой доли оксида кальция 54,98 %. В случае использования ГСО с другими аттестованными значениями, расчетные значения массовых долей кальцита и доломита подготовленных смесей определяют по формулам (А.1) - (А.2).