

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ЦЕНТР МЕТРОЛОГИИ СЕРТИФИКАЦИИ КАРТЕСТ»
(ООО «ЦМС КАРТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ООО «ЦМС КАРТЕСТ»

А.А. Клоков

2026 г.



ГСИ. Анализаторы оптико-эмиссионные VELES

Методика поверки

МП КРТ-01-2026

Москва

2026 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы оптико-эмиссионные VELES (далее – анализаторы) и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок. Поверка анализаторов должна осуществляться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость анализаторов к государственному первичному эталону единиц массовой (молярной, атомной) доли и массовой (молярной) концентрации компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе кулонометрии ГЭТ 176-2026 согласно государственной поверочной схеме для средств измерений содержания неорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23.03.2026 года № 534.

Настоящей методикой поверки предусмотрена поверка методом прямых измерений.

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

Таблица 1 – Метрологические требования к анализаторам

Наименование характеристики	Значение для модификаций			
	Mobile PRO	CM-165	CM-145	CM-700
Диапазон измерений массовой доли элементов ¹⁾ , %	от 0,001 до 100			
Предел допускаемого относительного среднеквадратического отклонения результатов измерений массовой доли элементов, %, в поддиапазонах измерений:				
от 0,001 до 0,1 % включ.	15,0	15,0	10,0	
св. 0,1 до 10,0 % включ.	10,0	5,0	5,0	
св. 10,0 до 50,0 % включ.	5,0	3,0	3,0	
св. 50,0 до 100 % включ.	1,5	1,5	1,5	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массовой доли элементов, %, в поддиапазонах измерений:				
от 0,001 до 0,01 % включ.	±30	±20	±15	
св. 0,01 до 0,1 % включ.	±15	±10	±10	
св. 0,1 до 50 % включ.	±10	±5	±5	
св. 50 до 100 % включ.	±3	±3	±3	
Предел допускаемого относительного среднеквадратического отклонения выходного сигнала, %	5	2	2	
¹⁾ Диапазон измерений может быть ограничен изготовителем в соответствии с требованиями пользователя, указывается в Паспорте на конкретный экземпляр анализатора и не может быть изменен в процессе эксплуатации				

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие документы:

Приказ Минтруда России от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

Приказ Росстандарта от 23.03.2026 г. № 534 «Об утверждении Государственного первичного эталона единиц массовой (молярной, атомной) доли и массовой (молярной) концентрации компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе кулонометрии и Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания неорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах»;

ГОСТ 12.2.007.0–75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

3 Перечень операций поверки

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

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность проведения операции при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр средства измерений	да	да	8
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	9
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	10
4 Определение метрологических характеристик средства измерений:			
Определение относительного среднеквадратического отклонения результатов измерений массовой доли элементов	да	да	11.1
Определение относительной погрешности измерений массовой доли элементов	да	да	11.2
Определение относительного среднеквадратического отклонения выходного сигнала	да	да	11.3
5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	12

3.2 В случае невыполнения требований хотя бы к одной из операций поверка прекращается, анализатор бракуется, и выполняются операции по п. 13.4.

3.3 На основании письменного заявления владельца анализатора или лица, представившего анализатор на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проведение периодической поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений (поверка в сокращенном объеме) с указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

4 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 5 до 40;
- относительная влажность воздуха (без конденсации), %, не более 90.

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению работ по поверке анализатора допускаются лица, прошедшие специальное обучение в качестве поверителя, инструктаж и обученные работе с анализатором.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют средства поверки, приведенные в 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
Раздел 9 Подготовка к поверке и опробование	Диапазоны измерений: относительной влажности от 10 % до 95 %, температуры от +5 °С до +40 °С, абсолютная погрешность по каналу относительной влажности $\pm 3,0$ %, по каналу температуры $\pm 0,4$ °С	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
Раздел 11 Определение метрологических характеристик средства измерений	Интервал аттестованных значений массовой доли элементов от 0,002 % до 22,60 %, доверительные границы абсолютной погрешности массовой доли элементов от $\pm 0,0002$ % до $\pm 0,1$ %, при $P=0,95$	Стандартные образцы сталей легированных типов 12X18H9T, 08X18H10T, 10X17H13M2T, 10X23H18, 36X18H25C2, 08X15H24B4TP (комплект СО ЛГ70-ЛГ75), ГСО 10756-2016
	Интервал аттестованных значений массовой доли элементов от 0,0005 % до 0,317 %, доверительные границы абсолютной погрешности массовой доли элементов от $\pm 0,0001$ % до $\pm 0,006$ %, при $P=0,95$	Стандартные образцы сталей углеродистых типов 08Ю, 08пс, 05кп, С235 (комплект ИСО 002 - ИСО 005), ГСО 10117-2012
	Интервал аттестованных значений массовой доли элементов от 0,0018 % до 0,45 %, доверительные границы абсолютной погрешности массовой доли элементов от $\pm 0,0002$ % до $\pm 0,01$ %, при $P=0,95$	Стандартные образцы сталей углеродистых и легированных типов 10ХСНД, 35, 15ХСНД, 45, 14Г2 (комплект ИСО УГ120-УГ124), ГСО 10231-2013
	Интервал аттестованных значений массовой доли элементов от 0,0045 % до 2,09 %, доверительные границы абсолютной погрешности массовой доли элементов от $\pm 0,0002$ % до $\pm 0,03$ %, при $P=0,95$	Стандартные образцы сталей типов У12А, 60С2, 05кп, 38Х2МЮА, 20Х1М1Ф1БР, 45ХН2МФА, 10ХСНД, 27ХН2МФЛ, 7ХГ2ВМФ, ХВГ (комплект ИСО УГ0л-УГ9л), ГСО 11018-2018
	Интервал аттестованных значений массовой доли элементов от 0,0003 % до 91,96 %, доверительные границы абсолютной погрешности массовой доли элементов от $\pm 0,00002$ % до $\pm 0,07$ %, при $P=0,95$	Стандартные образцы состава латуни марки Л96 (комплект VSLT1), ГСО 10879-2017

6.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены, стандартные образцы должны иметь действующий паспорт.

6.3 Допускается использовать при поверке другие средства измерений утвержденного типа и поверенные, другие стандартные образцы утвержденного типа в пределах срока годности, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 3.

7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Минтруда России № 903н от 15 декабря 2020 г., требования ГОСТ 12.2.007.0.

8 Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре установить:

- соответствие внешнего вида анализатора сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие видимых повреждений анализатора;
- соответствие комплектности, указанной в РЭ;
- четкость обозначений и маркировки.

8.2 В случае, если при внешнем осмотре анализатора выявлены повреждения или дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, то поверка может быть продолжена только после устранения этих повреждений или дефектов.

9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Анализатор подготовить к работе, провести тестирование в соответствии с РЭ.

9.2 Подготовить стандартные образцы утвержденных типов (далее – ГСО), предусмотренные в качестве средств поверки в соответствии с инструкциями по применению с учетом диапазона измерений, установленного изготовителем и указанного в Паспорте анализатора, а также установленных программ работы анализатора под конкретную матрицу (тип сплава).

9.3 Опробование

Провести контроль условий поверки с помощью прибора комбинированного в соответствии с таблицей 3.

Провести пробную процедуру измерения массовой доли элементов в образце из комплекта анализатора. Убедиться, что анализатор функционирует и результаты измерения выводятся на экран персонального компьютера с использованием программного обеспечения (далее – ПО) анализатора.

10 Проверка программного обеспечения средства измерений

Провести проверку идентификационных данных метрологически значимой части ПО анализатора. Идентификационные данные метрологически значимой части ПО выводятся при обращении к подпункту меню анализатора «О программе». Идентификационные данные ПО должны соответствовать указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	VelesCore
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2.7.15.0
Примечание – В номере версии неизменяемая часть 2.7. отвечает за метрологически значимую часть ПО	

11 Определение метрологических характеристик средства измерений

11.1 Определение относительного среднеквадратического отклонения результатов измерений массовой доли элементов

11.1.1 Определение относительного среднеквадратического отклонения результатов измерений массовой доли элементов провести с использованием стандартных образцов, указанных в таблице 3. Стандартные образцы подобрать таким образом, чтобы обеспечить наличие хотя бы одного элемента в каждом проверяемом поддиапазоне измерений.

В соответствии с главой 3 РЭ с применением образцов из комплекта анализатора провести:

- процедуру автопрофилирования (коррекции дрейфа);
- настройку интенсивностей (в ПО анализатора именуемую как «стандартизация»).

Затем провести измерения массовой доли элементов в подготовленном ГСО и считать полученные результаты с использованием ПО анализатора.

Примечание – При необходимости, провести типовую настройку под конкретную матрицу (тип сплава).

11.1.2 Провести не менее пяти измерений массовой доли выбранных элементов (длина волны эмиссии для выбранных элементов устанавливается автоматически при помощи ПО анализатора).

11.2 Определение относительной погрешности измерений массовой доли элементов

Для определения относительной погрешности измерений массовой доли элементов используются результаты, полученные по п.11.1.

11.3 Определение относительного среднеквадратического отклонения выходного сигнала

Определение относительного среднеквадратического отклонения выходного сигнала анализаторов проводят путем измерений интенсивности эмиссионного излучения марганца (Mn), массовая доля которого в стандартном образце находится в диапазоне от 0,1 % до 1,0 %, например, по ГСО 10231-2013 из таблицы 3.

Провести не менее 10 измерений интенсивности выходного сигнала на длине волны, выбранной при помощи ПО.

12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.1 Для результатов измерений, полученных по 11.1, для каждого ГСО рассчитать среднее арифметическое значение массовой доли i -ого элемента (C_i , %) и относительное среднеквадратическое отклонение измерений массовой доли i -ого элемента (S_i , %) по формулам:

$$C_i = \frac{\sum_{j=1}^n C_{ij}}{n}, \quad (1)$$

$$S_i = \frac{100}{C_i} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (C_{ij} - C_i)^2}{n-1}}, \quad (2)$$

где C_{ij} – j -ый результат измерений массовой доли для i -ого элемента в ГСО, %;

n – количество измерений.

Полученные значения относительного среднеквадратического отклонения результатов измерений массовой доли элементов не должны превышать пределов, приведенных в таблице 1.

12.2 Для результатов измерений, полученных по 11.1, рассчитать относительную погрешность измерений массовой доли i -ого элемента (δ_i , %) по формуле:

$$\delta_i = \frac{\frac{t \cdot S_i}{\sqrt{n}} + \theta_i}{\frac{S_i}{\sqrt{n}} + \frac{\theta_i}{\sqrt{3}}} \cdot \sqrt{\frac{S_i^2}{n} + \frac{\theta_i^2}{3}}, \quad (3)$$

где t – коэффициент Стьюдента для $P=0,95$ и $n=5$;

θ_i – значение неисключенной систематической составляющей относительной погрешности, %, рассчитанное по формуле:

$$\theta_i = \frac{100}{C_{Ai}} \cdot |C_i - C_{Ai}| + |\delta_{C_{Ai}}|, \quad (4)$$

где C_{Ai} – аттестованное значение массовой доли для i -ого элемента в ГСО, %;

$\delta_{C_{Ai}}$ – значение относительной погрешности аттестованного значения для i -ого элемента в ГСО, %.

Полученные значения относительной погрешности измерений массовой доли элементов не должны превышать пределов, приведенных в таблице 1.

12.3 Для результатов измерений, полученных по 11.3, рассчитать относительное среднеквадратическое отклонение выходного сигнала (S_0 , %) по формулам:

$$X_0 = \frac{\sum_{j=1}^n X_{0j}}{n}, \quad (5)$$

$$S_0 = \frac{100}{X_0} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (X_{0j} - X_0)^2}{n-1}}, \quad (6)$$

где X_{0j} – j -ый результат измерений интенсивности выходного сигнала, усл.ед.;

n – количество измерений.

Полученные значения относительного среднеквадратического отклонения выходного сигнала не должны превышать пределов, приведенных в таблице 1.

13 Оформление результатов поверки

13.1 Оформляют протокол проведения поверки в произвольной форме.

13.2 Положительные результаты с учетом объема проведенной поверки (при проведении поверки в сокращенном объеме на основании письменного заявления владельца) оформляют в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510.

13.3 Нанесение знака поверки на анализатор и пломбирование не предусмотрено.

13.4 При отрицательных результатах поверки анализатор признают непригодным к дальнейшей эксплуатации и оформляют результаты в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510.

13.5 Сведения о проведенной поверке передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510.

13.6 По заявлению владельца анализатора или лица, представившего анализатор на поверку, при положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510, при отрицательных – извещение о непригодности к применению анализатора.