

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

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ООО «ЦМС КарТест»

А.А. Клоков

" 18 сентября 2024 г.



**ГСИ. Анализатор монохроматический
энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный
AVRORA MERAK – LEII
Методика поверки**

МП КРТ-05-2024

г. Москва
2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на анализатор монохроматический энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный AVRORA MERAK – LEI (далее - анализатор) и устанавливает методы и средства поверок. Поверка анализатора должна осуществляться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость анализатора к:

- Государственному первичному эталону единицы массы – килограмма ГЭТ 3-2020 по Приказу Росстандарта от 04.07.2022 г. №1622 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы»;

- Государственному первичному эталону единиц массовой (молярной) доли и массовой (молярной) концентрации органических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе жидкостной и газовой хромато-масс-спектрометрии с изотопным разбавлением и гравиметрии ГЭТ 208-2024 по Приказу Росстандарта от 10.06.2021 г. №988 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания органических и элементарноорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах»;

- Государственному первичному эталону единиц массовой (молярной, атомной) доли и массовой (молярной) концентрации компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе кулонометрии ГЭТ 176-2019 по Приказу Росстандарта от 19.02.2021 г. № 148 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания неорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах» и по Приказу Росстандарта от 17.05.2021 г. № 761 «О внесении изменений в приложение А к Государственной поверочной схеме для средств измерений содержания неорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах, утвержденной приказом Росстандарта от 19 февраля 2021 г. № 148».

1.3 Допускается по заявлению владельца средства измерений проведение периодической поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений (в поддиапазоне измерений, соответствующем поддиапазону эксплуатации (градуировки) средства измерений), и для меньшего числа измеряемых величин с обязательным отражением в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении Б к настоящей методике поверки

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении первичной и периодической поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7

Продолжение таблицы 1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия влияющих факторов:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 75.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица:

- имеющие опыт работы в области измерений физико-химического состава и свойств веществ;
- прошедшие инструктаж по технике безопасности;
- ознакомленные с руководствами по эксплуатации средств поверки и поверяемого анализатора.

Требования к количеству специалистов в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки отсутствуют.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблицах 2, 3.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °С до 25 °С с абсолютной погрешностью $\pm 1,0$ °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 75 %, с абсолютной погрешностью ± 3 %	Приборы комбинированные Testo 608-N1, Testo 608-N2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, модификации Testo-622 (пер. № 53505-13)
п. 10 Определение метрологических характеристик	Стандартный образец массовой доли серы в минеральном масле с аттестованным значением массовой доли серы от $0,9 \text{ млн}^{-1}$ до $1,9 \text{ млн}^{-1}$ с погрешностью ± 6 %	СО массовой доли серы в минеральном масле (СМ-01-СХ), ГСО 11439-2019
	Стандартный образец массовой доли серы в минеральном масле с аттестованным значением массовой доли серы от 0,00005 % до 0,05 % с погрешностью от ± 3 % до ± 20 %	СО массовой доли серы в нефти и нефтепродуктах (СО СН-ПА-1), ГСО 9819-2011
	Стандартный образец массовой доли серы в нефтепродуктах с аттестованным значением массовой доли серы от 0,0090 % до 0,0110 % с погрешностью $\pm 2,5$ %	СО массовой доли серы в нефтепродуктах (СН-ВНИИМ-0,01), ГСО 9032-2008
	Стандартный образец массовой доли серы в нефтепродуктах с аттестованным значением массовой доли серы от 0,0270 % до 0,0330 % с погрешностью $\pm 2,5$ %	СО массовой доли серы в нефтепродуктах (СН-ВНИИМ-0,03), ГСО 9033-2008
	Стандартный образец массовой доли серы в нефтепродуктах с аттестованным значением массовой доли серы от 0,090 % до 0,110 % с погрешностью $\pm 2,5$ %	СО массовой доли серы в нефтепродуктах (СН-ВНИИМ-0,1), ГСО 9035-2008
Стандартный образец массовой доли серы в нефтепродуктах с аттестованным значением массовой доли серы от 0,9 % до 1,1 % с погрешностью $\pm 2,5$ %	СО массовой доли серы в нефтепродуктах (СН-ВНИИМ-1), ГСО 9038-2008	

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10 Определение метрологических характеристик	Стандартный образец массовой доли серы в нефтепродуктах с аттестованным значением массовой доли серы от 4,90 % до 5,10 % с погрешностью $\pm 2,5$ %	СО массовой доли серы в нефтепродуктах (СН-ВНИИМ-5), ГСО 9042-2008
	Стандартный образец состава хлорбензола с аттестованным значением массовой доли хлорбензола от 99,3 % до 99,98 % с погрешностью $\pm 0,02$ %	СО состава хлорбензола (ХЛБ-ВНИИМ), ГСО 11533-2020; СО массовой доли хлорорганических соединений в нефти (имитатор) (СО ХН-ПА), ГСО 10741-2016

Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Операции поверки, требующие применение вспомогательных средств поверки	Требования к вспомогательным средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых вспомогательных средств поверки
п. 10 Определение метрологических характеристик	Изооктан эталонный или химически чистый по ГОСТ 12433-83 или изооктан «химически чистый» по ТУ 2631-082-44493179-02 изм.1	Изооктан эталонный по ГОСТ 12433-83
	Весы специального класса точности по ГОСТ OIML R76-1-2011	Весы неавтоматического действия SECURA 224 - 1ORU, рег.№ 55629-13
	Колбы мерные 2-го класса точности вместимостью 100 и 1000 см ³	Колбы мерные 2-го класса точности вместимостью 100 и 1000 см ³ по ГОСТ 1770-74
	Пипетки 2-го класса точности вместимостью 5 и 25 см ³	Пипетки 2-го класса точности вместимостью 5 и 25 см ³ , рег.№ 7577-02

Примечание – Допускается использовать при поверке другие вспомогательные средства поверки, удовлетворяющие требованиям, указанным в таблице.

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

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

– общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

– «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 года № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

– указания по технике безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на средства поверки;

– указания по технике безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на анализатор.

Помещение, в котором проводят поверку, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

– соответствие внешнего вида и маркировки описанию типа средства измерений и эксплуатационной документации на анализатор;

– отсутствие повреждений, препятствующих применению анализатора.

7.2 Анализатор, не отвечающий перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

8.1.1 Провести контроль условий поверки: произвести измерение температуры окружающего воздуха и относительной влажности воздуха средствами измерений, указанными в таблице 2.

8.1.2 Результат измерений температуры окружающего воздуха, относительной влажности воздуха должен находиться в пределах, указанных в разделе 3. В противном случае поверку не проводят до приведения условий поверки в соответствии с разделом 3.

8.1.3 Анализатор должен быть выдержан в помещении, в котором проводят поверку, в течение 2 часов, при окружающих условиях, указанных в п.3.1.

8.2 Опробование

При проведении опробования выполняется проверка общего функционирования при включении анализатора.

Включить кнопку питания анализатора и проверить, что анализатор проходит режим самодиагностики.

8.3 Результаты опробования считают положительными, если:

- режим самодиагностики выполнен положительно;
- анализатор выходит в режим измерений.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Проверка идентификации программного обеспечения (ПО) проводится на ПК.

Страница с версией ПО открывается во вкладке «Помощь».

9.2 Сравнить полученные данные с номером версии ПО, установленным при проведении испытаний в целях утверждения типа и указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	MerakSeries
Номер версии (идентификационный номер ПО)	V.1.5.0.3
Цифровой идентификатор ПО	-

Идентификационные данные ПО должны соответствовать указанным в таблице 4.

Анализатор, не отвечающий перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение относительной погрешности измерений массовой доли серы

10.1.1 Анализатор предоставляется на поверку с предварительно проведенной градуировкой.

10.1.2 Первичную поверку анализатора проводят во всем диапазоне измерений массовой доли серы с применением не менее двух стандартных образцов со значениями массовой доли серы, лежащими в диапазоне градуировки. Рекомендуемые контрольные точки и стандартные образцы для проведения первичной поверки приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Рекомендуемые контрольные точки и стандартные образцы для определения относительной погрешности измерений массовой доли серы при проведении первичной поверки

Поддиапазоны измерений массовой доли серы	Регистрационный номер СО, массовая доля серы
от 0,0001 % до 0,0010 % включ. (от 1 до 10 мг/кг включ.)	ГСО 11439-2019, от 0,9 млн ⁻¹ до 1,9 млн ⁻¹ ГСО 9819-2011, от 0,00005 % до 0,05 %
св. 0,001 % до 0,050 % включ. (св. 10 до 500 мг/кг включ.)	ГСО 9819-2011, от 0,00005 % до 0,05 % ГСО 9032-2008, от 0,0090 % до 0,0110 %
св. 0,05 % до 0,10 % включ. (св. 500 до 1000 мг/кг включ.)	ГСО 9035-2008, от 0,090 % до 0,110 %
св. 0,1 % до 5,0 % включ. (св. 1000 до 50000 мг/кг включ.)	ГСО 9038-2008, от 0,90 % до 0,110 % ГСО 9042-2008, от 4,90 % до 5,10 %

10.1.3 Периодическую поверку при градуировке средства измерений, отличающейся от заводских градуировок, проводят с применением не менее двух стандартных образцов и/или контрольных растворов со значениями массовой доли серы, лежащими в диапазоне градуировки средства измерений. Если градуировка средства измерений совпадает с заводской градуировкой, рекомендуемые стандартные образцы для проведения поверки приведены в таблице 5.

10.1.4 Заполняют чистую, сухую кювету стандартным образцом примерно до 75 % вместимости. Перед заполнением кюветы может возникнуть необходимость подогрева вязких образцов (с массовой долей серы выше 5 мг/кг) до 28-30 °С для облегчения наливания их в кювету. Между окошком кюветы и стандартным образцом не должно быть воздушных пузырьков.

10.1.5 Проводят по два измерения массовой доли серы (C_{ij}), мг/кг (%) для каждого стандартного образца, каждый раз используя свежеприготовленную кювету и свежую порцию стандартного образца.

10.2 Определение относительной погрешности измерений массовой доли хлора

10.2.1 Анализатор предоставляется на поверку с предварительно проведенной градуировкой.

10.2.2 Первичную поверку анализатора проводят во всем диапазоне измерений массовой доли хлора с применением не менее двух стандартных образцов и/или контрольных растворов со значениями массовой доли хлора, лежащими в диапазоне градуировки. Рекомендуемые контрольные точки, стандартные образцы и приготовленные контрольные растворы для проведения первичной поверки приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Рекомендуемые контрольные точки и стандартные образцы для определения относительной погрешности измерений массовой доли хлора при проведении первичной поверки

Поддиапазоны измерений массовой доли хлора	Регистрационный номер СО, массовая доля хлора
0,00002 % до 0,00010 % включ. (от 0,2 до 1,0 мг/кг включ.)	Контрольный раствор ГСО 11533-2020, (0,2–0,3) мг/кг Контрольный раствор ГСО 11533-2020, (0,8–1) мг/кг
св. 0,0001 % до 0,0010 % включ. (св. 1 до 10 мг/кг включ.)	Контрольный раствор ГСО 11533-2020, (2–10) мг/кг СО массовой доли хлорорганических соединений в нефти (имитатор) (СО СН-ПА-10), ГСО 10741-2016, (0,2-200) млн ⁻¹
св. 0,001 % до 0,010 % включ. (св. 10 до 100 мг/кг включ.)	Контрольный раствор ГСО 11533-2020, (80–100) мг/кг
св. 0,01 % до 0,10 % включ. (св. 100 до 1000 мг/кг включ.)	Контрольный раствор ГСО 11533-2020, (800–1000) мг/кг
св. 0,1 % до 5,0 % включ. (св. 1000 до 50000 мг/кг включ.)	Контрольный раствор ГСО 11533-2020, 0,1 % – 0,2 % Контрольный раствор ГСО 11533-2020, 4 % – 5 %

10.2.3 Контрольные растворы приготовить в соответствии с приложением А настоящей методики поверки.

10.2.4 Приготовленные контрольные растворы могут храниться в закрытой таре при комнатной температуре в течение не более 10 дней в темном месте.

10.2.5 При периодической поверке по заявлению владельца СИ допускается проводить поверку в диапазоне измерений, соответствующем диапазону градуировки владельца средства измерений.

Периодическую поверку при градуировке средства измерений, отличающейся от заводских градуировок, проводят с применением не менее двух стандартных образцов и/или контрольных растворов со значениями массовой доли хлора, лежащими в диапазоне градуировки средства измерений. Если градуировка средства измерений совпадает с заводской градуировкой, рекомендуемые стандартные образцы и/или контрольные растворы для проведения поверки приведены в таблице 6.

10.2.6 Заполняют чистую, сухую кювету стандартным образцом и/или контрольным раствором примерно до 75 % вместимости. Перед заполнением кюветы может возникнуть необходимость подогрева вязких образцов (с массовой долей хлора выше 1 %) до 28-30 °С для облегчения наливания их в кювету. Между окошком кюветы и образцом не должно быть воздушных пузырьков.

10.2.7 Проводят по два измерения массовой доли хлора (C_{ij}), мг/кг (%) для каждого стандартного образца и/или контрольного раствора, каждый раз используя свежеприготовленную кювету и свежую порцию образца.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 По результатам измерений для каждого стандартного образца рассчитывают среднее арифметическое значение массовой доли серы (хлора) (\bar{C}_i), мг/кг (%) по формуле (1):

$$\bar{C}_i = \frac{\sum c_{ij}}{2}, \quad (1)$$

где C_{ij} – полученное значение массовой доли серы (хлора), мг/кг (%).

и относительную погрешность измерений массовой доли серы (хлора) (δ), %, по формуле (2):

$$\delta = \frac{\bar{C}_i - C_{ати}}{C_{ати}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $C_{ати}$ – действительное значение массовой доли серы (хлора), указанное в паспорте стандартного образца и/или рассчитанное значение массовой доли серы (хлора) контрольного раствора, мг/кг (%);

\bar{C}_i – среднее арифметическое значение массовой доли серы (хлора), рассчитанное по формуле (1), мг/кг (%).

11.2 Результат поверки анализатора считать положительным, если:

- относительные погрешности измерений массовой доли серы, хлора, полученные при поверке, не превышают значений, указанных в приложении Б к настоящей методике поверки.

11.3 В случае несоответствия анализатора критериям, изложенным в п. 11.2, результат поверки анализатора считать отрицательным.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом произвольной формы.

12.2 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.

12.3 Нанесение знака поверки на анализатор не предусмотрено.

12.4 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.

12.5 Сведения о проведенной поверке передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказами Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510 и от 28.08.2020 г. № 2906.

Разработчик
Инженер по метрологии ООО «ЦМС КарТест»

 Е.С. Косьяненко

Приложение А
к МП КРТ-05-2024
(обязательное)

Методика приготовления контрольных растворов хлора

Для приготовления контрольных растворов используется стандартный образец состава хлорбензола (ХЛБ-ВНИИМ) ГСО 11533-2020 и растворитель изооктан эталонный по ГОСТ 12433-83 или изооктан «химически чистый» по ТУ 2631-082-44493179-02 изм.1, а также вспомогательные средства поверки (Таблица 3).

Для приготовления раствора 0Cl с массовой долей Cl 20 % или 40 % необходимо взять навеску стандартного образца в соответствии с таблицей А1 и растворить в колбе с притертой пробкой в небольшом количестве изооктана, довести массу раствора до 50 г. Навеску СО фиксируют с точностью до 0,0001 г, массу получившегося раствора – с точностью до 0,001 г. Колбу закрывают и тщательно перемешивают.

Таблица А1 – Расчет массы навески основного вещества

Наименование и химическая формула хлорорганического соединения	Молекулярная масса основного вещества, $M_{ов}$, а.е.м	Примерная масса навески стандартного вещества, $m_{ов}$, г	
		для раствора 40 %	для раствора 20 %
Хлорбензол, C_6H_5Cl	112,56	6,82	3,41

Точное значение массовой доли хлора в приготовленном растворе рассчитывают по формуле:

$$C(0Cl) = \frac{C(ов) \cdot 35,45 \cdot m(ов)}{m(p-ра) \cdot m(ов)}, \quad (A.1)$$

где $C(0Cl)$ – массовая доля хлора в нулевом растворе, %;

$C(ов)$ – массовая доля основного вещества в стандартном образце по паспорту, %;

$m(ов)$ – масса навески, г;

$m(p-ра)$ – масса раствора, г.

Контрольные растворы с массовой долей хлора 10 %, 5 %, 2,5 %, 1 %, 0,5 % готовят из контрольного раствора с концентрацией 20 % (обозначен в таблице А2 как 0Cl), доводя массу раствора приблизительно до 100 г. Примерные массы навесок контрольного раствора 0Cl приведены в таблице А2.

Таблица А2 – Расчет массовой доли хлора

Примерная навеска КР, г	Примерное значение массовой доли хлора, %	Индекс приготовленного контрольного раствора
50,0 г контрольного раствора 0Cl	10	1Cl
25,0 г контрольного раствора 0Cl	5	2Cl
50,0 г контрольного раствора 2Cl	2,5	3Cl
10,0 г контрольного раствора 1Cl	1,0	4Cl
5,0 г контрольного раствора 1Cl	0,5	5Cl

Точное значение массовой доли хлора в приготовленных растворах рассчитывают по формуле:

$$C(XCl) = \frac{C(irCl) \cdot m(irCl)}{M(p-ra)}, \quad (A.2)$$

где $C(XCl)$ – массовая доля хлора в X-ом контрольном растворе, %;
 $C(irCl)$ – массовая доля хлора в исходном контрольном растворе, %;
 $m(irCl)$ – масса навески исходного контрольного раствора, г;
 $M(p-ra)$ – масса раствора, г.

Контрольные растворы с массовой долей хлора менее 1% могут быть приготовлены из контрольного раствора 4Cl разбавлением изооктаном по объёму.

При использовании СО, средств измерений и реактивов, указанных в таблицах 2 и 3 настоящей методики поверки, относительная погрешность контрольных растворов с массовой долей хлора 10,0 %, 5,0 %, 2,5 %, 1,0%, приготовленных по данному приложению, не превышает 2,5 %, контрольных растворов с массовой долей хлора менее 1,0 % - 4 %

Приложение Б
 к МП КРТ-05-2024
 (обязательное)

Таблица Б1 – Метрологические характеристики анализатора

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений массовой доли серы, % (мг/кг*)	от 0,0001 до 5,0000 (от 1 до 50 000)
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массовой доли серы, %, в поддиапазонах измерений: - от 0,0001 % до 0,0010 % включ. (от 1 до 10 мг/кг включ.) - св. 0,001 % до 0,050 % включ. (св. 10 до 500 мг/кг включ.) - св. 0,05 % до 0,10 % включ. (св. 500 до 1000 мг/кг включ.) - св. 0,1 % до 5,0 % (св. 1000 до 50000 мг/кг)	±20 ±15 ±10 ±5
Диапазон измерений массовой доли хлора, % (мг/кг*)	от 0,00002 до 5,00000 (от 0,2 до 50 000)
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массовой доли хлора, %, в поддиапазонах измерений: - от 0,00002 % до 0,00010 % включ. (от 0,2 до 1,0 мг/кг включ.) - св. 0,0001 % до 0,0010 % включ. (св. 1 до 10 мг/кг включ.) - св. 0,001 % до 0,010 % включ. (св. 10 до 100 мг/кг включ.) - св. 0,01 % до 0,10 % включ. (св. 100 до 1000 мг/кг включ.) - св. 0,1 % до 5,0 % (св. 1000 до 50000 мг/кг)	±30 ±20 ±15 ±10 ±5
* ПО отображает результаты в ppm	