

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ
В СФЕРЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

УТВЕРЖДАЮ

**И.о. директора ФБУ «Федеральный
центр анализа и оценки техногенного
воздействия»**



С.А. Хахалин С.А. Хахалин

марта 2011 г.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОД

**МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ МАССОВОЙ
КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ РТУТИ В ПИТЬЕВЫХ,
ПОВЕРХНОСТНЫХ И СТОЧНЫХ ВОДАХ МЕТОДОМ
БЕЛЛАМЕННОЙ
АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ**

ПНД Ф 14.1:2:4.20-95

**Методика допущена для целей государственного
экологического контроля**

**МОСКВА 1995 г.
(издание 2011 г.)**

Право тиражирования и реализации принадлежит разработчику.

Методика рассмотрена и одобрена федеральным бюджетным учреждением «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия (ФБУ «ФЦАО»).

Главный инженер ФБУ «ФЦАО», к.х.н.



В.С. Талисманов

Полное или частичное тиражирование, копирование и размещение в Интернете и на любых других носителях информации данных материалов без письменного разрешения разработчика преследуется по ст. 146 Уголовного Кодекса Российской Федерации.

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящий документ устанавливает методику измерений массовой концентрации растворенной, нерастворенной формы и суммы растворенной и нерастворенной форм (далее сумма форм) ртути в питьевых, поверхностных и сточных водах методом беспламенной атомно-абсорбционной спектроскопии (метод "холодного пара").

Диапазон измерений от 0,00001 до 0,015 мг/дм³.

Если массовая концентрация ртути в анализируемой пробе превышает верхнюю границу диапазона, то допускается разбавление пробы таким образом, чтобы массовая концентрация ртути соответствовала регламентированному диапазону.

Концентрацию растворенных форм ртути определяют после кислотной обработки фильтрованной пробы. Концентрацию суммы форм - после кислотной обработки первоначальной пробы. Концентрацию нерастворенных форм рассчитывают по разности найденных значений концентраций суммы форм и растворенных форм. В зависимости от целей анализ может быть ограничен определением концентрации только растворенных форм или суммы форм ртути.

Мешающие влияния, обусловленные вариациями состава проб (матричный эффект) устраняют специальной подготовкой пробы воды к анализу.

Если содержание органических веществ незначительно, возможно прямое измерение в пробе воды **растворенных** форм ртути без предварительной минерализации кипячением с бихроматом калия и азотной кислотой.

2 ПРИПИСАННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Значения показателя точности измерений¹ – расширенной относительной неопределенности измерений по настоящей методике при коэффициенте охвата 2 приведены в таблице 1.

¹ В соответствии с ГОСТ Р 8.563-2009 (п. 3.4) в качестве показателя точности измерений использованы показатели неопределенности измерений).

Значения показателя точности методики используют при:

- оформлении результатов анализа, выдаваемых лабораторией;
- оценке качества проведения испытаний в лаборатории;
- оценке возможности использования настоящей методики в конкретной лаборатории.

Таблица 1 – Диапазон измерений, показатели неопределенности измерений

Диапазон измерений, мг/дм ³	Суммарная стандартная относительная неопределенность, u , %	Расширенная относительная неопределенность ² , U при коэффициенте охвата $k = 2$, %
<i>Питьевая вода</i>		
Св. 0,0001 до 0,002 включ.	22	44
Св. 0,002 до 0,015 включ.	17	34
<i>Поверхностная и сточная вода</i>		
От 0,00001 до 0,0001 включ.	34	68
Св. 0,0001 до 0,002 включ.	25	50
Св. 0,002 до 0,015 включ.	19	38

3 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА, МАТЕРИАЛЫ И РЕАКТИВЫ

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений, реактивы, вспомогательные устройства, материалы

3.1 Средства измерений и стандартные образцы

Анализатор ртути "Юлия-5К" или «Юлия-5КМ»

Весы лабораторные специального класса точности с ценой деления не более 0,1 мг, наибольшим пределом взвешивания не более 210 г по ГОСТ Р 53228-2008.

² Соответствует характеристике погрешности при доверительной вероятности $P = 0,95$.

Государственный стандартный образец (ГСО) состава ионов ртути с содержанием ртути 1 мг/см^3 и относительной погрешностью аттестованного значения массовой концентрации не более 1% при $P=0,95$. (Фон – азотная кислота 1 М).

3.2 Посуда, материалы

Плитка электрическая с закрытой спиралью, ГОСТ 14919-83.

Стаканы термостойкие В-1-150 ТС, ГОСТ 25336-82.

Колбы мерные наливные 2-(2)-25; (50, 100, 1000)-2, ГОСТ 1770-74.

Цилиндры мерные, ГОСТ 1770-74.

Пипетки мерные 4(5)-2-1-(2) 6(7)-2-5(10), ГОСТ 29227-91.

Стаканчики для взвешивания: СВ, ГОСТ 25336-82.

Колбы КН-1-150 ТС, ГОСТ 25336-82.

Фильтры мембранные «Владипор МФАС-ОС-2», 0,45 мкм, по ТУ 6-55-221-1-29-89.

Бумага индикаторная универсальная, ТУ 6-09-1181-89

Бутыли из стекла вместимостью 500-1000 см^3 для отбора и хранения проб.

П р и м е ч а н и я.

1 Допускается использование других средств измерений утвержденных типов, обеспечивающих измерения с установленной точностью.

2 Допускается использование другого оборудования с метрологическими и техническими характеристиками, аналогичными указанным.

3 Средства измерений должны быть поверены в установленные сроки.

3.3 Реактивы

Кислота азотная, ГОСТ 11125-84, ос.ч

Кислота соляная, ГОСТ 14261-77, ос.ч

Кислота серная, ГОСТ 14262-78 ос.ч

Калий двуххромовокислый, ГОСТ 4220-75, ч.д.а.

Калий марганцовокислый, ГОСТ 20490 ч.д.а.

Олово двуххлористое двуводное, ТУ 2623-032-00205067-2003, ч.д.а.

Вода деионизированная или бидистиллированная.

П р и м е ч а н и е.

Допускается использование реактивов, изготовленных по другой нормативно-технической документации, в том числе импортных.

4 МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ

Метод измерений основан на минерализации анализируемой пробы бихроматом калия с целью удаления всех органических соединений. Если содержание органических веществ незначительно, возможно прямое измерение в пробе воды растворенных форм ртути. Восстанавливают ртуть(II) до металлического состояния обработкой хлоридом олова(II). Отгонку ртути проводят током воздуха и анализируют ее в моноватомном парообразном состоянии методом беспламенной атомно-абсорбционной спектроскопии при длине волны $\lambda=253,7$ нм.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При выполнении измерений массовой концентрации ртути необходимо соблюдать следующие требования техники безопасности.

5.1 При выполнении анализов необходимо соблюдать требования техники безопасности при работе с химическими реактивами ГОСТ 12.1.007-76.

5.2 Электробезопасность при работе с электроустановками по ГОСТ Р 12.1.019-2009.

5.3 Организация обучения работающих безопасности труда по ГОСТ 12.0.004-90.

5.4 Помещение лаборатории должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

5.5 Запрещается включать в сеть и работать на анализаторе без заземления.

5.6 Содержание вредных веществ в воздухе не должно превышать установленных предельно допустимых концентраций в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88.

6 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРА

К выполнению измерений и обработке их результатов допускаются лаборанты и инженеры, обученные общим методам химико-аналитической работы, освоившие инструкцию по эксплуатации анализатора ртути "Юлия-5К", "Юлия-5КМ" и др., получивший удовлетворительные результаты при выполнении контроля процедуры измерений.

7 УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

При выполнении измерений в лаборатории должны быть соблюдены следующие условия:

Измерения проводятся в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- атмосферное давление $(84,0-106,7)$ кПа $(630-800)$ мм рт.ст);
- относительная влажность не более 80% при $t=25^\circ\text{C}$;
- напряжение сети (220 ± 22) В;
- частота переменного тока (50 ± 1) Гц.

8 ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

При подготовке к выполнению измерений должны быть проведены следующие работы: отбор проб, подготовка прибора к работе, приготовление вспомогательных растворов и градуировочных смесей, градуировка прибора.

8.1 Отбор проб

8.1.1 Отбор проб питьевых вод производится в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51593-2000 "Вода питьевая. Отбор проб".

Отбор проб поверхностных и сточных вод производится в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000 "Вода. Общие требования к отбору проб", ПНД Ф 12.15.1-08 "Методические указания по отбору проб для анализа сточных вод", ГОСТ 17.1.5.05-85.

8.1.2 Стекланные бутылки для отбора и хранения проб воды тщательно моют хромовой смесью или раствором для консервации проб, последовательно промывают дистиллированной водой, 2 раза азотной кислотой (1:1) и 3-4 раза дистиллированной водой, высушивают и хранят **плотно закрытыми**.

8.1.3 500 см³ дистиллированной воды ополаскивают пробоотборник, которым будет произведен последующий отбор проб воды и выливают в склянку для хранения. Это холостая проба, которую проводят через весь ход анализа и учитывают при расчете результата измерений.

8.1.4 Пробы воды (объемом не менее 300-500 см³) отбирают в стеклянные бутылки, предварительно ополоснутые отбираемой водой. Объем пробы воды при определении суммы форм ртути для облегчения перемешивания не должен превышать 2/3 объема бутылки для хранения пробы.

8.1.5 Для определения растворенных форм ртути пробы фильтруют через мембранный фильтр 0,45 мкм на месте (не позднее 3 часов после отбора). Затем консервируют, добавляя 2 см³ концентрированной азотной кислоты и 2 см³ бихромата калия на 500 см³ отобранной пробы.

8.1.6 Для определения суммы форм ртути нефилтрованную пробу консервируют, добавляя 2 см³ концентрированной азотной кислоты и 2 см³ бихромата калия на 500 см³ отобранной пробы.

Определение ртути в консервированных пробах проводят не позднее 3-х суток.

8.1.7 Для доставки в лабораторию посуду с пробами упаковывают в тару, обеспечивающую сохранность и предохраняющую от резких перепадов температуры. Пробы воды не должны подвергаться воздействию прямого солнечного света.

8.1.8 При отборе проб составляется сопроводительный документ по утвержденной форме, в котором указывается:

- цель анализа, предполагаемые загрязнители;
- место, время отбора;
- объем пробы;
- номер пробы;
- должность, фамилию отбирающего пробы, дата.

8.2 Подготовка прибора к работе

Подготовку прибора к работе и оптимизацию условий измерения проводят в соответствии с рабочей инструкцией по эксплуатации прибора.

8.3 Приготовление вспомогательных растворов

8.3.1 Приготовление раствора азотной кислоты (1:1).

К дистиллированной воде при перемешивании добавляют равный объем концентрированной азотной кислоты (используется для мытья посуды для отбора и хранения проб по п.8.1.2).

Срок хранения 6 месяцев.

8.3.2 Приготовление раствора калия двуххромовокислого с массовой концентрацией 40 г/дм³

Навеску 20 г калия двуххромовокислого растворяют в небольшом количестве дистиллированной воды, количественно переносят в колбу вместимостью 500 см³, доводят до метки дистиллированной водой.

Срок хранения не более 1 месяца.

8.3.3 Приготовление раствора разбавления

В мерную колбу вместимостью 1000 см³ помещают 50 см³ концентрированной азотной кислоты, 5 см³ раствора калия двуххромовокислого с концентрацией 40 г/дм³ (п.8.3.2), доводят объем до метки дистиллированной водой. Полученный раствор служит для разбавления рабочих градуировочных растворов ртути.

Срок хранения не более 3 месяцев

8.3.4 Приготовление раствора калия марганцовокислого с массовой концентраций 50 г/дм³

Навеску 5 г калия марганцовокислого растворяют в небольшом количестве дистиллированной воды, добавляют 0,5 см³ соляной кислоты концентрированной, количественно переносят в мерную колбу вместимостью 100 см³, доводят до метки дистиллированной водой. Раствор хранят в холодильнике в темной склянке не более года. В пробирке раствор меняют через 3-4 дня работы. Образование бурого налета оксида марганца свидетельствует о непригодности раствора.

8.3.5 Приготовление раствора олова двухлористого двухводного с массовой концентраций 60 г/дм³

Навеску 1,5 г олова двухлористого двухводного растворяют в небольшом количестве воды в стаканчике, количественно переносят в мерную колбу вместимостью 25 см³, добавляют 5 см³ соляной кислоты концентрированной, доводят до метки дистиллированной водой. Продувают потоком воздуха от микрокомпрессора анализатора через насадку с пористым стеклом 10-15 минут до нулевого значения. Если после длительной продувки на табло не выставлено нулевое значение, это свидетельствует о загрязнении реактива и его заменяют. Срок хранения не более 1 недели.

8.4 Приготовление градуировочных растворов

8.4.1 Приготовление первого исходного градуировочного раствора с массовой концентрацией ртути 100 мкг/см³

Вскрывают стеклянную ампулу стандартного образца состава раствора ртути с концентрацией 1,0 мг/см³. Отбирают пипеткой 5,0 см³ стандартного образца и помещают в мерную колбу вместимостью 50 см³, доводят объем до метки раствором разбавления.

Раствор хранят в стеклянной емкости с притертой пробкой в холодильнике 6 месяцев.

8.4.2 Приготовление второго исходного градуировочного раствора с массовой концентрацией ртути 1 мкг/см³

Готовят из первого исходного раствора, отбирая 0,5 см³ в мерную колбу вместимостью 50 см³ и доводят до метки раствором для разбавления.

Раствор хранят в стеклянной емкости с притертой пробкой в холодильнике 6 месяцев.

8.4.3 Приготовление третьего исходного градуировочного раствора с массовой концентрацией ртути 0,1 мкг/см³

Готовят из второго исходного раствора, отбирая 5 см³ в мерную колбу вместимостью 50 см³ и доводят до метки раствором для разбавления. Раствор хранят в стеклянной емкости с притертой пробкой в холодильнике 6 месяцев.

8.4.4 Приготовление первого рабочего градуировочного раствора с массовой концентрацией ртути 0,005 мкг/см³

Готовят из третьего исходного раствора, отбирая 2,5 см³ в мерную колбу вместимостью 50 см³ и доводят до метки раствором для разбавления. Раствор готовят в день использования.

8.4.5 Приготовление второго рабочего градуировочного раствора с массовой концентрацией ртути 0,0005 мкг/см³

Готовят из первого рабочего градуировочного раствора, отбирая 5 см³ в мерную колбу вместимостью 50 см³ и доводят до метки раствором для разбавления. Раствор готовят в день использования.

8.4.6 Приготовление третьего рабочего градуировочного раствора с массовой концентрацией ртути $0,00005 \text{ мкг/см}^3$

Готовят из второго рабочего градуировочного раствора, отбирая 5 см^3 в мерную колбу вместимостью 50 см^3 и доводят до метки раствором для разбавления. Раствор готовят в день использования.

Градуировку анализатора ртути проводят в соответствии с руководством по его эксплуатации.

8.5 Построение градуировочного графика

8.5.1 Устанавливают на цифровом табло измерительного блока нулевую точку.

8.5.2 Градуируют прибор, измеряя поглощение для рабочих градуировочных растворов (п.п 8.4.4-8.4.6) с учетом результата измерения для холостой пробы.

$$T_i = E_{\text{хол.}} - E_i,$$

где T_i - результат измерения поглощения для i -калибровочного раствора в относительных единицах;

$E_{\text{хол.}}$ - результат измерения холостой пробы в относительных единицах;

E_i - результат измерения для i -калибровочного раствора в относительных единицах.

По полученным данным строят градуировочный график, откладывая по оси абсцисс концентрацию ртути в градуировочных растворах в мг/дм^3 по оси ординат - среднее значение результата измерения поглощения в относительных единицах соответствующих градуировочных растворов.

Поскольку градуировочный график является линейным в каждом из поддиапазонов и заложен в память анализатора ртути, градуировку прибора проводят по одной концентрации ртути. Проверку градуировочного графика проводят в день выполнения измерений по раствору с массовой концентрацией ртути $0,5 \text{ мкг/дм}^3$, поскольку при работе с большими концентрациями в измерительном тракте прибора происходит накопление ртути, что приводит к необходимости его дополнительной очистки.

8.6 Контроль стабильности градуировочной характеристики

Контроль стабильности градуировочной характеристики проводят не реже одного раза в квартал, и/или при смене партий реактивов, после проверки или ремонта прибора. Средствами контроля являются вновь приготовленные образцы для градуировки (не менее 3 образцов).

Градуировочную характеристику считают стабильной при выполнении для каждого образца для градуировки следующего условия:

$$|X - C| \leq 0,01 \cdot 1,96 \cdot C \cdot u_{I(ТОЕ)}, \quad (1)$$

где X – результат контрольного измерений массовой концентрации ртути в образце для градуировки, мг/дм³;

C – аттестованное значение массовой концентрации ртути в образце для градуировки, мг/дм³;

$u_{I(ТОЕ)}$ – стандартное отклонение результатов измерений, полученных в условиях промежуточной прецизионности, %.

Значения $u_{I(ТОЕ)}$ приведены в Приложении А.

Если условие стабильности градуировочной характеристики не выполняется только для одного образца для градуировки, необходимо выполнить повторное измерение этого образца с целью исключения результата содержащего грубую погрешность.

Если градуировочная характеристика нестабильна, выясняют причины и повторяют контроль с использованием других образцов для градуировки, предусмотренных методикой. При повторном обнаружении нестабильности градуировочной характеристики строят новый градуировочный график.

Анализируемые пробы должны иметь $rH=1-2$.

В процессе выполнения одной серии измерений необходимо обеспечить постоянство скорости продувки кюветы.

Пробу необходимо продувать до возвращения показаний к выбранной нулевой отметке.

Для анализируемой пробы проводят не менее 4-5 параллельных определений. Одновременно в тех же условиях проводят “холостой опыт” для внесения поправки в результат определения.

9 ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Для определения концентрации суммы форм ртути пробу воды перемешивают в течение 5 минут в бутылки. Затем быстро (1-2 минуты) отбирают 50 см³ пробы мерным цилиндром, переносят в коническую колбу вместимостью 150 см³. Колбу покрывают часовым стеклом и кипятят на плитке 5 минут, не допуская исчезновения желтой окраски раствора: при необходимости добавляют порциями по 0,5 см³ раствора бихромата калия. По окончании кипячения раствор охлаждают, количественно переносят в мерную колбу вместимостью 100 см³ и доводят до метки раствором для разбавления.

Одновременно с обработкой пробы проводят "холостой опыт", заменяя анализируемую пробу 50 см³ дистиллированной воды, приготовленной по п.8.1.3.

В пробирку, входящую в комплект анализатора «Юлия-5К» или «Юлия-5КМ», отбирают необходимый объем (2 см³) раствора минерализованной пробы, устанавливают в пробирку барботер, включают микрокомпрессор и проверяют наличие в пробе легколетучих органических веществ. В случае их обнаружения продувают пробу воздухом до установления показаний прибора на выбранной нулевой отметке. Добавляют к пробе 0,3 см³ раствора олова двухлористого (п.8.3.5) на 2 см³ анализируемой пробы, измеряют поглощение в относительных единицах.

9.2 Для определения концентрации растворенной формы ртути, из пробы воды подготовленной по п.8.1.5 отбирают пипеткой 2 см³ фильтрованной пробы и продувают воздухом для удаления летучих примесей, добавляют 0,3 см³ хлорида олова и прямым измерением в пробе воды определяют содержание ртути, если содержание органических веществ незначительно.

10 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ

Массовую концентрацию ртути в анализируемой пробе (мг/дм³) рассчитывают по формуле

$$X = \frac{C - C_{хол}}{V} \cdot 100, \quad (2)$$

где V – объем пробы, взятой для анализа, см³;

C – массовая концентрация ртути, найденная по градуировочному графику, мг/дм³;

$C_{\text{хол}}$ – массовая концентрация ртути, найденная в "холостом опыте", мг/дм³;

100 – объем, до которого разбавляется проба.

За результат измерений X_{cp} принимают среднее арифметическое значение n параллельных определений.

$$X_{cp} = \frac{\sum X}{n}, \quad (3)$$

для которых выполняется следующее условие:

$$X_{\max} - X_{\min} \leq 0,01 \cdot CR_{0,95}(n) \cdot X_{cp}, \quad (4)$$

где $CR_{0,95}(n)$ – критический диапазон

$$CR_{0,95}(n) = f(n) \cdot \sigma_r \quad (5)$$

где $f(n)$ – коэффициенты критического диапазона, значения приведены в таблице 1 ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002;

σ_r – стандартное отклонение результатов измерений, полученных в условиях повторяемости, значения приведены в Приложении А.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Результат измерений в документах, предусматривающих его использование, может быть представлен в виде: $X \pm 0,01 \cdot U \cdot X$, мг/дм³,

где X – результат измерений массовой концентрации, установленный по п.10, мг/дм³;

U – значение показателя точности измерений (расширенная неопределенность измерений с коэффициентом охвата 2).

Значение U приведено в таблице 1.

Допускается результат измерений в документах, выдаваемых лабораторией, представлять в виде: $X \pm 0,01 \cdot U_n \cdot X$, мг/дм³ $P=0,95$ при условии $U_n < U$, где U_n – значение показателя точности измерений (расширенной неопределенности с коэффициентом охвата 2), установленное при реализации методики в лаборатории и обеспечиваемое контролем стабильности результатов измерений.

Примечание.

При представлении результата измерений в документах, выдаваемых лабораторией, указывают:

- количество результатов параллельных определений, использованных для расчета результата измерений;
- способ определения результата измерений (среднее арифметическое значение или медиана результатов параллельных определений).

12 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДИКИ В ЛАБОРАТОРИИ

12 КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

12.1 Общие положения

Контроль качества результатов измерений при реализации методики в лаборатории предусматривает:

- оперативный контроль процедуры измерений;
- контроль стабильности результатов измерений на основе контроля стабильности среднего квадратического отклонения (СКО) повторяемости, СКО промежуточной (внутрилабораторной) прецизионности и правильности.

Периодичность контроля исполнителем процедуры выполнения измерений и алгоритмы контрольных процедур, а также реализуемые процедуры контроля стабильности результатов измерений регламентируют во внутренних документах лаборатории.

Ответственность за организацию проведения контроля стабильности результатов измерений возлагают на лицо, ответственное за систему качества в лаборатории.

Разрешение противоречий между результатами двух лабораторий проводят в соответствии с 5.3.3 ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002.

12.2 Оперативный контроль процедуры измерений с использованием метода добавок

Оперативный контроль процедуры измерений проводят путем сравнения результата отдельно взятой контрольной процедуры K_x с нормативом контроля K .

Результат контрольной процедуры K_x рассчитывают по формуле:

$$K_k = | X'_{cp} - X_{cp} - C_d |, \quad (6)$$

где X'_{cp} – результат анализа массовой концентрации ртути в пробе с известной добавкой – среднее арифметическое n результатов параллельных определений, расхождение между которыми удовлетворяет условию (4);

X_{cp} – результат анализа массовой концентрации ртути в исходной пробе – среднее арифметическое n результатов параллельных определений, расхождение между которыми удовлетворяет условию (4);

C_d – величина добавки.

Норматив контроля K рассчитывают по формуле

$$K = 2 \sqrt{\sigma_{I(ТОБ)_{X'_{cp}}}^2 + \sigma_{I(ТОБ)_{X_{cp}}}^2}, \quad (7)$$

где $\sigma_{I(ТОБ)_{X'_{cp}}}, \sigma_{I(ТОБ)_{X_{cp}}}$ – стандартные отклонения промежуточной прецизионности, соответствующие массовой концентрации ртути в пробе с известной добавкой и в исходной пробе соответственно, мг/дм³.

Качество контрольной процедуры признают удовлетворительной, при выполнении условия:

$$K_k \leq K \quad (8)$$

При невыполнении условия (8) контрольную процедуру повторяют. При повторном невыполнении условия (8) выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам, и принимают меры по их устранению.

12.3 Оперативный контроль процедуры измерений с использованием образцов для контроля

Оперативный контроль процедуры анализа проводят путем сравнения результата отдельно взятой контрольной процедуры K_k с нормативом контроля K .

Результат контрольной процедуры K_k рассчитывают по формуле:

$$K_k = | C_{cp} - C | \quad (9)$$

где C_{cp} – результат анализа массовой концентрации ртути в образце для контроля – среднее арифметическое n результатов параллельных определений, расхождение между которыми удовлетворяет условию (4);

C – аттестованное значение массовой концентрации ртути в образце для контроля.

Норматив контроля K рассчитывают по формуле

$$K = 2\sigma_{I(ТОБ)}, \quad (10)$$

где $\sigma_{I(ТОБ)}$ – стандартное отклонение промежуточной прецизионности, соответствующие массовой концентрации ртути в образце для контроля, мг/дм³.

Качество контрольной процедуры признают удовлетворительной, при выполнении условия:

$$K_v \leq K \quad (11)$$

При невыполнении условия (11) контрольную процедуру повторяют. При повторном невыполнении условия (11) выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам, и принимают меры по их устранению.

13 ПРОВЕРКА ПРИЕМЛЕМОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ В ДВУХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Расхождение между результатами измерений, полученными в двух лабораториях, не должно превышать предела воспроизводимости R .

При выполнении этого условия приемлемы оба результата анализа, и в качестве окончательного может быть использовано их среднее арифметическое значение. Значения предела воспроизводимости приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Значения предела воспроизводимости при вероятности $P=0,95$

Диапазон измерений, мг/дм ³	Предел воспроизводимости (относительное значение допускаемого расхож- дения между двумя результатами измерений, полученными в разных лабораториях), R, %
<i>Питьевая вода</i>	
Св. 0,0001 до 0,002 включ.	50
Св. 0,002 до 0,015 включ.	36
<i>Поверхностная и сточная вода</i>	
От 0,00001 до 0,0001 включ.	78
Св. 0,0001 до 0,002 включ.	56
Св. 0,002 до 0,015 включ.	42

При превышении предела воспроизводимости могут быть использо-
ваны методы оценки приемлемости результатов анализа согласно раздела 5
ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(информационное)

Таблица А.1 – Бюджет неопределенности измерений

Источник неопределенности	Оцен-ка типа	Стандартная относительная неопределенность ³ , %		
		(0,00001 - 0,0001) мг/дм ³	(св. 0,0001 - 0,002) мг/дм ³	(св. 0,002 - 0,015) мг/дм ³
Приготовление градуировочных растворов, u_1 , %	В	2,5	2,5	2,5
Степень чистоты реактивов, u_2 , %	В	2,8	1,5	1,5
Подготовка проб к анализу, u_3 , %	В	2,2	1,8	1,8
Стандартное отклонение результатов измерений, полученных в условиях повторяемости ⁴ , $u_r(\sigma_r)$, %	А	23	17 (15)*	13 (12)*
Стандартное отклонение результатов измерений, полученных в условиях промежуточной прецизионности ⁴ , $u_{I(ТОЕ)}(\sigma_{I(ТОЕ)})$, %	А	26	19 (16)*	14 (12,5)*
Стандартное отклонение результатов измерений, полученных в условиях воспроизводимости, $u_R(\sigma_R)$, %	А	28	20 (18)*	15 (13)*
Суммарная стандартная относительная неопределенность, u_c , %		34	25 (22)*	19 (17)*
Расширенная относительная неопределенность, ($U_{\text{отн.}}$) при $k = 2$, %		68	50 (44)*	38 (34)*
П р и м е ч а н и я. 1 Оценка (неопределенности) типа А получена путем статистического анализа ряда наблюдений. 2 Оценка (неопределенности) типа В получена способами, отличными от статистического анализа ряда наблюдений. *Значения в скобках представлены для питьевых вод.				

³ Соответствует характеристике относительной погрешности при доверительной вероятности $P = 0,95$.

⁴ Согласно ГОСТ Р ИСО 5725-3-2002 учтено при расчете стандартного отклонения результатов измерений, получаемых в условиях воспроизводимости



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
(РОСПРИРОДНАДЗОР)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ
ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ»
(ФБУ «ФЦАО»)

СВИДЕТЕЛЬСТВО

об аттестации методики (метода) измерений

№ 006/01.00301-2010/2011

Методика измерений массовой концентрации ртути в питьевых, поверхностных и сточных водах методом беспламенной атомно-абсорбционной спектроскопии,

предназначенная для применения в организациях, осуществляющих контроль состава питьевых, поверхностных и сточных вод,

разработанная ФБУ «ФЦАО» 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11, стр. 1

и содержащаяся в ПНД Ф 14.1:2:4.20-95 «Методика измерений массовой концентрации ртути в питьевых, поверхностных и сточных водах методом беспламенной атомно-абсорбционной спектроскопии», 2011 г., на 20 листах

Методика (метод) аттестована (ан) в соответствии с Федеральным законом от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений и ГОСТ Р 8.563-2009.

Аттестация осуществлена по результатам метрологической экспертизы материалов по разработке методики (метода) измерений и экспериментальных исследований.

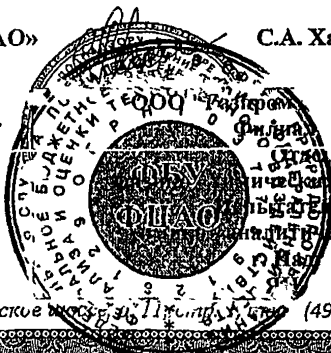
В результате аттестации методики (метода) измерений установлено, что методика (метод) измерений соответствует требованиям, предъявляемым ГОСТ Р 8.563-2009.

Показатели точности измерений приведены в приложении на 2 листах.

И.о. директора ФБУ «ФЦАО»

С.А. Хахалин

Дата выдачи: 15.03.2011 г.



125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11, стр. 1 (495) 943-29-44, www.fcso.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ

к свидетельству № 006/01.00301-2010/2011 об аттестации
методики измерений массовой концентрации ртути в питьевых,
поверхностных и сточных водах методом беспламенной
атомно-абсорбционной спектрометрии

на 2 листах

1 Показатели точности измерений¹ приведены в таблице 1

Таблица 1 – Диапазон измерений, показатели неопределенности измерений

Диапазон измерений, мг/дм ³	Суммарная стандартная относительная неопределенность, μ , %	Расширенная относительная неопределенность ² , U при коэффициенте охвата $k = 2$, %
От 0,00001 до 0,0001 включ.	34	68
Св. 0,0001 до 0,002 включ.	25 (22)*	50 (44)*
Св. 0,002 до 0,015 включ.	19 (17)*	38 (34)*

2 Бюджет неопределенности измерений массовой концентрации ртути

Таблица 2 – Бюджет неопределенности измерений массовой концентрации ртути

Источник неопределенности	Оцен-ка типа	Стандартная относительная неопределенность, %		
		(от 0,00001 – 0,0001) мг/дм ³	(св. 0,0001 – 0,002) мг/дм ³	(св. 0,002 – 0,015) мг/дм ³
Приготовление градуировочных растворов, u_1 , %	B	2,5	2,5	2,5
Степень чистоты реактивов, u_2 , %	B	2,8	1,5	1,5
Подготовка проб к анализу, u_3 , %	B	2,2	1,8	1,8
Стандартное отклонение результатов измерений, полученных в условиях повторяемости ³ , u_r (σ_r), %	A	23	17 (15)*	13 (12)*
Стандартное отклонение результатов измерений, полученных в условиях промежуточной прецизионности ³ , $u_{I(тов)}$ ($\sigma_{I(тов)}$), %	A	26	19 (16)*	14 (12,5)*
Стандартное отклонение результатов измерений, полученных в условиях воспроизводимости u_R (σ_R), %	A	28	20 (18)*	15 (13)*
Суммарная стандартная относительная неопределенность, u_c , %		34	25 (22)*	19 (17)*
Расширенная относительная неопределенность, ($U_{опн}$) при $k = 2$, %		68	50 (44)*	38 (34)*
Примечания.				
1 Оценка (неопределенности) типа A получена путем статистического анализа ряда наблюдений.				
2 Оценка (неопределенности) типа B получена способами, отличными от статистического анализа ряда наблюдений.				
* Значения в скобках представлены для питьевых вод.				

¹ В соответствии с ГОСТ Р 8.563-2009 (п. 3.4) в качестве показателя точности измерений использованы показатели неопределенности измерений).

² Соответствует характеристике погрешности при доверительной вероятности $P = 0,95$.

³ Согласно ГОСТ Р ИСО 5725-3-2002 учтено при расчете стандартного отклонения результатов измерений, получаемых в условиях промежуточной прецизионности.

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

к свидетельству № 006/01.00301-2010/2011 об аттестации
методики измерений массовой концентрации ртути в питьевых,
поверхностных и сточных водах методом беспламенной
атомно-абсорбционной спектрометрии
на 2 листах

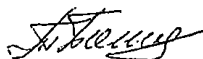
3 Нормативы для процедур обеспечения приемлемости результатов измерений

Таблица 3 - Нормативы для процедур обеспечения приемлемости результатов измерений

Наименование операции	Контролируемая (проверяемая) характеристика	Значение норматива при вероятности P = 0,95, %		
		(от 0,00001 – 0,0001) мг/дм ³	(св. 0,0001 – 0,002) мг/дм ³	(св. 0,002 – 0,015) мг/дм ³
Проверка приемлемости результатов измерений, полученных в условиях воспроизводимости	Модуль разности двух результатов измерений, полученных в условиях воспроизводимости, отнесенный к среднему арифметическому	R ⁴		
		78	56 (50)*	42 (36)*

*Значения в скобках представлены для питьевых вод.

Эксперт в области аттестации
методик (методов измерений)
Сертификат № RUM 02.33.00389
Дата выдачи: 24.11.2009 г.



Т.Н. Попова

⁴ Результаты измерений на идентичных образцах исследуемого объекта, полученные двумя лабораториями, будут различаться с превышением предела воспроизводимости (R) в среднем не чаще одного раза на 20 случаев при нормальном и правильном использовании методики измерений. Это проверено по экспериментальным данным, полученным в десяти лабораториях, при разработке данной методики.