

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ  
В СФЕРЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФБУ «Федеральный центр  
анализа и оценки техногенного  
воздействия»



С.А. Хахалин

*Хахалин* ноябрь 2011 г.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОД

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ  
МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ КАЛИЯ В  
ПИТЬЕВЫХ, ПОВЕРХНОСТНЫХ, ПОДЗЕМНЫХ  
ПРЕСНЫХ И СТОЧНЫХ ВОДАХ  
ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

ПНД Ф 14.1:2:3:4.265-2011

Методика допущена для целей государственного  
экологического контроля

МОСКВА 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

Федеральное бюджетное учреждение «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия» (ФБУ «ФЦАО»)  
Адрес: 125080, г. Москва, п/о № 80, а/я № 86  
Телефон/факс: (495) 781-64-95, телефон: (495) 943-29-44  
E-mail: [info@fcao.ru](mailto:info@fcao.ru), [www.fcao.ru](http://www.fcao.ru).

#### **Разработчик:**

Филиал ФБУ «ЦЛАТИ по ДФО» - ЦЛАТИ по Приморскому краю  
Адрес: 690091, г. Владивосток, Океанский пр., д. 13-А  
Телефон: (4232) 30-81-71, (4232) 30-81-71, факс: (4232) 22-95-78

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящий документ устанавливает методику измерений массовой концентрации калия в питьевых, поверхностных, подземных пресных и сточных водах гравиметрическим методом.

Диапазон измеряемых концентраций калия без изменения объема пробы – от 2 до 400 мг/дм<sup>3</sup>.

Если массовая концентрация калия превышает верхнюю границу диапазона, то допускается разбавление пробы таким образом, чтобы массовая концентрация соответствовала регламентированному диапазону.

Определению мешают ионы аммония, их влияние устраняют в ходе предварительной подготовки пробы (п.9.1).

## 2 ПРИПИСАННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Таблица 1 – Диапазоны измерений, значения показателей точности, воспроизводимости и повторяемости

Диапазоны измерений, мг/дм <sup>3</sup>	Показатель повторяемости (относительное среднеквадратическое отклонение повторяемости), $\sigma_r(\delta)$ , %	Показатель воспроизводимости (относительное среднеквадратическое отклонение воспроизводимости) $\sigma_R(\delta)$ , %	Показатель точности <sup>1</sup> (границы, в которых находится погрешность методики при $P=0,95$ ), $\pm 8$ , %
От 2 до 5 включ.	14	19	37
Св. 5 до 25 включ.	11	15	30
Св. 25 до 250 включ.	9	13	25
Св.250 до 400 включ.	8	9	17

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.

<sup>1</sup> Соответствует расширенной относительной неопределенности с коэффициентом охвата  $k = 2$

### **3 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И РЕАКТИВЫ**

При выполнении измерений должны быть применены следующие средства измерений, вспомогательное оборудование, посуда, реактивы и стандартные образцы.

#### **3.1 Средства измерений, вспомогательное оборудование**

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

Весы технические лабораторные по ГОСТ Р 53228-2008.

Сушильный шкаф электрический (до 200°C).

Колбы мерные 2-50(100,1000)-2 по ГОСТ 1770-74.

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

Плитка электрическая лабораторная с регулятором температуры и закрытой спиралью по ГОСТ 14919-83.

Фильтры обеззоленные по ТУ 6-09-1678-95.

Тигли фильтрующие ТФ по ГОСТ 25336-82.

#### **3.2 Посуда**

Колбы КН-2-100(250)-18 ТХС по ГОСТ 25336-82.

Стаканы химические Н-1-250 ТХС по ГОСТ 25336-82.

Воронки лабораторные В-75-110 ХС по ГОСТ 25336-82

Кварцевые стаканы или фарфоровые чашки по ГОСТ 19908-90 или ГОСТ 9147-80

Бутыли из полимерного материала и стекла с притертными или винтовыми пробками вместимостью 200-1000 см<sup>3</sup> для отбора проб и хранения реактивов.

#### **Примечания.**

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 и стандартные образцы**

Алюминия оксид по ТУ 6-09-426-75.

Кислота соляная по ГОСТ 3118-77.

**Натрий тетрафенилборат**

Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72.

Государственные стандартные образцы (ГСО) состава раствора ионов калия с массовой концентрацией 1 мг/см<sup>3</sup>, фон – вода. Относительная погрешность аттестованных значений массовой концентрации не более 1 % при Р=0,95.

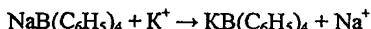
**Примечания.**

1 Все реактивы, используемые для анализа, должны быть квалификации ч.д.а. или х.ч.

2 Допускается использование реактивов, изготовленных по другой нормативно-технической документации, в том числе импортных, с квалификацией не ниже ч.д.а.

**4 МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ**

Метод основан на осаждении калия из раствора в виде тетрафенилбората и определении его гравиметрическим методом.



**5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ, ОХРАНЫ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

При выполнении измерений необходимо соблюдать следующие требования техники безопасности.

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

**5.2** Электробезопасность при работе с электроустановками соблюдается 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** Содержание вредных веществ в воздухе не должно превышать установленных предельно допустимых концентраций в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ

Выполнение измерений может производить химик-аналитик, владеющий техникой гравиметрического анализа и уложившийся в нормативы контроля при выполнении процедур контроля погрешности.

## 7 УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

Измерения проводятся в следующих условиях:

Температура окружающего воздуха  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ .

Относительная влажность не более 80% при температуре  $25^\circ\text{C}$ .

Атмосферное давление  $(84\text{--}106)$  кПа.

Частота переменного тока  $(50\pm 1)$  Гц.

Напряжение в сети  $(220\pm 22)$  В.

## 8 ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

При подготовке к выполнению измерений должны быть проведены следующие работы: отбор и хранение проб, подготовка посуды для отбора проб и фильтрующих тиглей.

### 8.1 Подготовка посуды для отбора проб

Бутыли для отбора и хранения проб воды обезжираивают раствором СМС, промывают водопроводной водой, хромовой смесью, водопроводной водой, а затем 3-4 раза дистиллированной водой.

### 8.2 Отбор и хранение проб

8.2.1 Отбор проб производится в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб», ГОСТ Р 51593-2000 «Вода питьевая. Отбор проб», ПНД Ф 12.15.1-08 «Методические указания по отбору проб для анализа сточных вод».

8.2.2 Пробы отбирают в посуду из полимерного материала, объем пробы должен составлять не менее  $200 \text{ см}^3$ .

Пробы не консервируют. Срок хранения 1 месяц.

Для доставки в лабораторию сосуды с пробами помещают в тару, обеспечивающую сохранение и предохраняющую от резких перепадов температуры.

**8.2.3** При отборе проб составляют сопроводительный документ по форме, в котором указывают:

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

### **8.3 Подготовка фильтрующих тиглей**

Чистые пронумерованные тигли высушивают при (110-120)°С до постоянной массы с погрешностью взвешивания  $\pm 0,0005$  г.

### **8.4 Приготовление вспомогательных растворов**

#### **8.4.1 Приготовление раствора соляной кислоты (1:1)**

Раствор получают путем разбавления концентрированной соляной кислоты (плотность 1,19 г/см<sup>3</sup>) дистиллированной водой в соотношении 1:1. Срок хранения раствора 6 месяцев.

#### **8.4.2 Приготовление раствора тетрафенилбората натрия**

Растворяют 1,2 г тетрафенилбората натрия в 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, прибавляют 0,5 г оксида алюминия и полученную суспензию сильно встряхивают. Через 5 минут фильтруют через плотный фильтр. Если первые порции фильтрата будут мутными, их вновь переносят на тот же фильтр. Срок хранения 2 недели.

#### **8.4.3 Приготовление промывной жидкости**

Разбавляют 100 см<sup>3</sup> раствора тетрафенилбората натрия (п.8.4.2) до 1 дм<sup>3</sup> дистиллированной водой. Используют свежеприготовленный раствор.

## **9 ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ**

### **9.1 Устранение мешающих влияний**

Мешающие определению ионы аммония удаляют предварительным прокаливанием сухого остатка. Для этого пробу объемом, достаточным для проведения анализа, помещают в кварцевую чашку и выпаривают на водяной бане досуха. Затем переносят в муфельную печь и прокаливают при температуре 400-450°С, пока остаток не станет белым. Полученный осадок растворяют в объеме дистиллированной воды, равном первоначальному объему взятой для выпаривания пробы.

## 9.2 Проведение анализа

В коническую колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> помещают 50 см<sup>3</sup> пробы с содержанием калия не более 50 мг/см<sup>3</sup> (если содержание калия превышает 50 мг/см<sup>3</sup>, то пробу разбавляют), подкисляют до pH=1-2, прибавляя несколько капель соляной кислоты (по п.8.4.1). Из раствора при комнатной температуре выделяют осадок прибавлением 8 см<sup>3</sup> раствора тетрафенилбората натрия (по п.8.4.2). Колбу помещают на 5-15 мин. в холодную (15°C) воду (не следует выдерживать дольше во избежание разрушения реактива). Выделившийся осадок отфильтровывают через предварительно доведенный до постоянного веса и взвешенный тигель с плотной фильтрующей пластинкой. Стенки колбы обмывают небольшим количеством промывной жидкости (по п.8.4.3) и тоже пропускают ее через тигель. Полученный на тигле осадок промывают 2-3 раза по 2 см<sup>3</sup> промывной жидкости, тщательно омывая стенки тигля и отсасывая промывную жидкость от осадка досуха. Затем промывают осадок и стенки тигля 3 раза дистиллированной водой по 2 см<sup>3</sup>. Промывание нужно проводить тщательно, чтобы удалить следы реактива, иначе результаты получатся завышенными. Фильтр с осадком тетрафенилбората калия высушивают при температуре (110-120)°С до постоянной массы с погрешностью взвешивания не более ±0,0005 г.

## 10 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Массовую концентрацию калия  $X$  (мг/дм<sup>3</sup>) рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 0,1091 \cdot 1000 \cdot 1000}{V}, \quad (1)$$

где:

$X$  – содержание ионов калия, мг/дм<sup>3</sup>;

$m_2$  – масса тигля с осадком, г;

$m_1$  – масса тигля без осадка, г;

0,1091 – коэффициент пересчета тетрафенилбората калия на калий;

$V$  – объем пробы, см<sup>3</sup>.

10.2 При необходимости за результат анализа принимают среднее арифметическое значение ( $X_{cp}$ ) двух параллельных определений  $X_1$  и  $X_2$

$$X_{cp} = \frac{X_1 + X_2}{2}, \quad (2)$$

для которых выполняется следующее условие:

$$|X_1 - X_2| \leq 0,01 \cdot r \cdot X_{cp} \quad (3)$$

где  $r$  - предел повторяемости, значения которого приведены в таблице 2.

При невыполнении условия (3) могут быть использованы методы проверки приемлемости результатов параллельных определений и установления окончательного результата согласно разделу 5 ГОСТ Р ИСО 5725-6.

**Таблица 2 – Диапазоны измерений, значения пределов повторяемости и воспроизводимости при вероятности Р=0,95**

Диапазоны измерений, мг/дм <sup>3</sup>	Предел повторяемости (относительное значение допускаемого расхождения между двумя результатами параллельных определений), $r, \%$	Предел воспроизводимости (относительное значение допускаемого расхождения между двумя единичными результатами измерений, полученными в разных лабораториях), $R, \%$
От 2 до 5 включ.	39	53
Св. 5 до 25 включ.	30	42
Св. 25 до 250 включ.	25	36
Св. 250 до 400 включ.	22	25

Расхождение между результатами измерений, полученными в двух лабораториях, не должно превышать предела воспроизводимости. При выполнении этого условия приемлемы оба результата измерений, и в качестве окончательного может быть использовано их среднее арифметическое значение. Значения предела воспроизводимости приведены в таблице 2.

При превышении предела воспроизводимости могут быть использованы методы оценки приемлемости результатов измерений согласно разделу 5 ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002.

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Результат измерений  $X$  (мг/дм<sup>3</sup>) в документах, предусматривающих его использование, может быть представлен в виде:  $X \pm \Delta$ ,  $P=0,95$ , где  $\Delta$  - показатель точности методики.

Значение  $\Delta$  рассчитывают по формуле:  $\Delta = 0,01 \cdot \delta \cdot X$ . Значение  $\delta$  приведено в таблице 1.

Допустимо результат измерений в документах, выдаваемых лабораторией, представлять в виде:  $X \pm \Delta$ ,  $P=0,95$ , при условии  $\Delta_s < \Delta$ , где

$X$  – результат измерений, полученный в точном соответствии с прописью методики;

$\pm \Delta_s$  - значение характеристики погрешности результатов измерений, установленное при реализации методики в лаборатории и обеспечивающее контролем стабильности результатов измерений.

## 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 (с использованием метода добавок, с использованием образцов для контроля и т.п.), а также реализуемые процедуры контроля стабильности результатов измерений регламентируются во внутренних документах 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  $K_k$  с нормативом контроля  $K$ .

Результат контрольной процедуры  $K_k$  рассчитывают по формуле:

$$K_k = |X'_{cp} - X_{cp} - C_\delta|, \quad (4)$$

где  $X'_{cp}$  – результат измерений массовой концентрации калия в пробе с известной добавкой – среднее арифметическое двух результатов параллельных определений, расхождение между которыми удовлетворяет условию (3);

$X_{cp}$  – результат анализа массовой концентрации калия в исходной пробе – среднее арифметическое двух результатов параллельных определений, расхождение между которыми удовлетворяет условию (3);

$C_\delta$  – величина добавки.

Норматив контроля  $K$  рассчитывают по формуле

$$K = \sqrt{\Delta_{n,X}^2 + \Delta_{n,X}^2}, \quad (5)$$

где  $\Delta_{n,X}$ ,  $\Delta_{n,X}$  – значения характеристики погрешности результатов анализа, установленные в лаборатории при реализации методики, соответствующие массовой концентрации калия в пробе с известной добавкой и в исходной пробе соответственно.

**Примечание.**

Допустимо характеристику погрешности результатов измерений при внедрении методики в лаборатории устанавливать на основе выражения:  $\Delta_n = 0,84 \cdot \Delta$ , с последующим уточнением по мере накопления информации в процессе контроля стабильности результатов измерений.

Процедуру измерений признают удовлетворительной при выполнении условия:

$$K_k \leq K \quad (6)$$

При невыполнении условия (6) контрольную процедуру повторяют. При повторном невыполнении условия (6) 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 измерений проводят путем сравнения результата отдельно взятой контрольной процедуры  $K_k$  с нормативом контроля  $K$ .

Результат контрольной процедуры  $K_k$  рассчитывают по формуле:

$$K_k = | C_{cp} - C |, \quad (7)$$

где  $C_{cp}$  – результат анализа массовой концентрации калия в образце для контроля – среднее арифметическое двух результатов параллельных определений, расхождение между которыми удовлетворяет условию (3);

$C$  – аттестованное значение образца для контроля.

Норматив контроля  $K$  рассчитывают по формуле

$$K = C \times \delta_n \times 0,01 \quad (8)$$

где  $\pm \delta_n$  – характеристика погрешности результатов анализа, соответствующая аттестованному значению образца для контроля.

Значения  $\delta$  приведены в таблице 1.

**Примечание.**

Допустимо характеристику погрешности результатов измерений при внедрении методики в лаборатории устанавливать на основе выражения:  $\Delta_n = 0,84 \cdot \Delta$ , с последующим уточнением по мере накопления информации в процессе контроля стабильности результатов измерений.

Процедуру анализа признают удовлетворительной при выполнении условия:

$$K_k \leq K \quad (9)$$

При невыполнении условия (9) контрольную процедуру повторяют. При повторном невыполнении условия (9) выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам, и принимают меры по их устранению.



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

№ 034/01.00301-2010/2011

Методика измерений массовой концентрации калия в питьевых, поверхностных, подземных пресных и сточных водах гравиметрическим методом,

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

разработанная Филиалом ФБУ «ЦЛАТИ по ДФО» - ЦЛАТИ по Приморскому краю, 690091, г. Владивосток, Океанский пр., д. 13-А

и содержащаяся в ПНД Ф 14.1:2:3:4:265-2011 «Методика измерений массовой концентрации калия в питьевых, поверхностных, подземных пресных и сточных водах гравиметрическим методом», 2011 г., на 12 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.

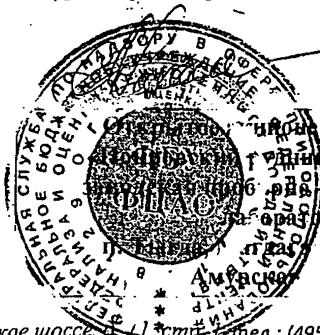
В результате аттестации методики (метода) измерений установлено, что методика (метод) измерений соответствует требованиям, предъявляемым ГОСТ Р 8.563-2009.

Показатели точности измерений приведены в приложении на 1 листе.

Директор ФБУ «ФЦАО»

С.А. Хахалин

Дата выдачи: 25.11.2011 г.



## ПРИЛОЖЕНИЕ

к свидетельству № 034/01.00301-2010/2011 об аттестации  
методики измерений массовой концентрации калия в питьевых, поверхностных,  
подземных пресных и сточных водах гравиметрическим методом  
на 1 листе

1 Диапазоны измерений, значения показателей точности, повторяемости и воспроизводимости

Диапазоны измерений, мг/дм <sup>3</sup>	Показатель повторяемости (относительное среднеквадратическое отклонение повторяемости), σ <sub>r</sub> (δ), %	Показатель воспроизводимости (относительное среднеквадратическое отклонение воспроизводимости) σ <sub>R</sub> (δ), %	Показатель точности <sup>1</sup> (границы, в которых находится погрешность методики при Р=0,95), ± δ, %
От 2 до 5 включ.	14	19	37
Св. 5 до 25 включ.	11	15	30
Св. 25 до 250 включ.	9	13	25
Св. 250 до 400 включ.	8	9	17

2 Диапазоны измерений, значения пределов повторяемости и воспроизводимости при вероятности Р=0,95

Диапазоны измерений, мг/дм <sup>3</sup>	Предел повторяемости (относительное значение допускаемого расхождения между двумя результатами параллельных определений), r, %	Предел воспроизводимости (относительное значение допускаемого расхождения между двумя единичными результатами измерений, полученными в разных лабораториях), R, %
От 2 до 5 включ.	39	53
Св. 5 до 25 включ.	30	42
Св. 25 до 250 включ.	25	36
Св. 250 до 400 включ.	22	25

Начальник отдела ФБУ «ФЦАО»  
Эксперт-метролог (Сертификат № RUM 02.33.00389,  
дата выдачи: 24.11.2009 г.)

Т.Н. Попова

<sup>1</sup> Соответствует расширенной относительной неопределенности с коэффициентом охвата k = 2.