

РД 52.24.391-95

**РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ  
ИЗМЕРЕНИЙ МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ НАТРИЯ И  
КАЛИЯ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ СУШИ ПЛАМЕННО-  
ФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

Ростов-на-Дону  
1995

РД 52.24.391-95

### Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Гидрохимическим институтом.

2 РАЗРАБОТЧИКИ Ю.Я. Винников, канд.хим.наук, А.А. Назарова, канд.хим.наук, Е.В. Тимченко

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Начальником ГУЭМЗ Росгидромета Цатуровым Ю.С. 17.04.95 г.

4 ОДОБРЕН Секцией по методам химического и радиологического мониторинга природной среды ЦКПМ Росгидромета 11.04.95 г., протокол N 2

5 СВИДЕТЕЛЬСТВА ОБ АТТЕСТАЦИИ МВИ Выданы Гидрохимическим институтом в 1995. N 43 и N 56

6 ЗАРЕГИСТРИРОВАН ЦКБ ГМП в 1995 г. N 391

7 ВЗАМЕН РД 52.24.43-87 и РД 52.24.56-88

По вопросам приобретения методик  
просим обращаться в

Эколого-аналитический  
информационный центр - СОЮЗ  
191119 Санкт-Петербург ул. К.Заслонова, 6  
т/ф.: (812) 575-5081, 575-5543 факс (812) 325-3479  
E-mail:help@christmas-plus.ru

## Введение

Ионы натрия и калия входят в число основных компонентов растворённого минерального вещества поверхностных вод суши. Источниками поступления этих металлов в водные объекты являются изверженные породы и продукты процессов их химического разложения - осадочные породы и растворимые соли (хлориды, сульфаты, карбонаты), а также бытовые и промышленные сточные воды и смывы с сельхозугодий.

В поверхностных водах суши концентрация натрия и калия колеблется в диапазоне 1 - 1000 мг/дм<sup>3</sup> и 0,6 - 300 мг/дм<sup>3</sup> соответственно в зависимости от физико-географических условий и геологических особенностей расположения водного объекта и интенсивности антропогенного воздействия на него. Обычно содержание калия существенно ниже, чем натрия и не превышает 20 мг/дм<sup>3</sup>.

Содержание натрия и калия в воде нормируется в зависимости от характера использования водного объекта. ПДК натрия для водных объектов хозяйственно-питьевого назначения составляет 200 мг/дм<sup>3</sup>, рыбохозяйственного - 120 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание калия нормируется только в воде рыбохозяйственных водоемов (ПДК 50 мг/дм<sup>3</sup>).

Наиболее распространенным методом для определения натрия и калия в поверхностных водах суши является пламенная фотометрия. Она обеспечивает определение обоих металлов на уровне много ниже ПДК.

**РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ****МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ  
ИЗМЕРЕНИЙ МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ НАТРИЯ И  
КАЛИЯ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ СУШИ ПЛАМЕННО-  
ФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

Дата введения 01.07.95 г.

**1 Назначение и область применения методики**

Настоящий руководящий документ устанавливает пламенно-фотометрическую методику выполнения измерений массовой концентрации натрия и калия в пробах поверхностных вод суши в диапазоне 1,0 - 50,0 мг/дм<sup>3</sup>. При анализе проб воды с массовой концентрацией натрия и калия, превышающей 50,0 мг/дм<sup>3</sup>, необходимо соответствующее разбавление пробы дистиллированной водой.

**2 Нормы погрешности и значения характеристик погрешности измерения**

В соответствии с ГОСТ 27384 норма погрешности при выполнении измерений натрия в природных водах в диапазоне массовых концентраций 1 - 50 мг/дм<sup>3</sup> составляет  $\pm 15\%$ , свыше 50 мг/дм<sup>3</sup> -  $\pm 10\%$ . Норма погрешности при выполнении измерений калия в природных водах в диапазоне массовых концентраций 1-5 мг/дм<sup>3</sup> составляют  $\pm 20\%$ , свыше 5 мг/дм<sup>3</sup> -  $\pm 15\%$ .

Установленные для настоящей методики значения характеристик погрешности и ее составляющих приведены в таблицах 1,2.

При выполнении измерений в пробах с массовой концентрацией натрия и калия свыше 50 мг/дм<sup>3</sup> после соответствующего разбавления погрешность измерения не превышает величины  $\Delta n$ , где  $\Delta$  - погрешность измерения концентрации натрия и калия в разбавленной пробе;  $n$  - степень разбавления.

Таблица 1 - Значения характеристик погрешности и ее составляющих при измерении натрия (P=0,95)

Диапазон измеряемых концентраций натрия, С, мг/дм <sup>3</sup>	Характеристики составляющих погрешности, мг/дм <sup>3</sup>		Характеристика погрешности, мг/дм <sup>3</sup> , Δ
	случайной, $\sigma(\dot{\Delta})$	систематической Δ <sub>c</sub>	
1,0 - 50,0	0,04+0,02·С	0,02+0,02·С	0,08+0,04·С

Таблица 2 - Значения характеристик погрешности и ее составляющих при измерении калия (P=0,95)

Диапазон измеряемых концентраций калия, С, мг/дм <sup>3</sup>	Характеристики составляющих погрешности, мг/дм <sup>3</sup>		Характеристика погрешности, мг/дм <sup>3</sup> , Δ
	случайной, $\sigma(\dot{\Delta})$	систематическо й Δ <sub>c</sub>	
1,0 - 50,0	0,02+0,025·С	0,025·С	0,03+0,055·С

### 3 Метод измерения

В основу определения положена способность атомов натрия и калия возбуждаться в пламени и при переходе в нормальное состояние излучать свет определенных длин волн. В испускаемом свете выделяют характерную для определяемого металла спектральную линию ( $\lambda=589$  нм для натрия и 768 нм для калия). Ее интенсивность, пропорциональная содержанию определяемого металла, регистрируется как аналитический сигнал.

Определению мешает наличие в воде ионов кальция при концентрации более 50 мг/дм<sup>3</sup>. Это мешающее влияние устраняют либо разбавлением пробы дистиллированной водой (при достаточно высоком



содержании натрия и калия), либо введением в анализируемые пробы специального буферного раствора (хлорида цезия и нитрата алюминия).

#### **4 Средства измерений, вспомогательные устройства, реактивы, материалы**

##### **4.1 Средства измерений, вспомогательные устройства**

4.1.1 Пламенный фотометр типа ПФМ по ТУ 3-3-561, ПАЖ-1 по ТУ 25-05-1431 или атомно-абсорбционный спектрофотометр типа С-115.

4.1.2 Весы аналитические 2 класса точности по ГОСТ 24104.

4.1.3 Весы технические лабораторные 4 класса точности по ГОСТ 24104 с пределом взвешивания 200 г.

4.1.4 Компрессор воздушный любого типа, обеспечивающий расход воздуха до 20 дм<sup>3</sup>/мин.

4.1.5 Шкаф сушильный общелабораторного назначения по ГОСТ 13474.

4.1.6 Плитка электрическая по ГОСТ 14919.

4.1.7 Колбы мерные не ниже 2 класса точности по ГОСТ 1770 вместимостью:

25 см<sup>3</sup> - 5

100 см<sup>3</sup> - 5

500 см<sup>3</sup> - 1

4.1.8 Пипетки градуированные не ниже 2 класса точности по ГОСТ 29227 вместимостью:

1 см<sup>3</sup> - 1

2 см<sup>3</sup> - 1

5 см<sup>3</sup> - 3

4.1.9 Пипетки с одной меткой не ниже 2 класса точности по ГОСТ 29169 вместимостью:

5 см<sup>3</sup> - 1

10 см<sup>3</sup> - 1

4.1.10 Цилиндр мерный по ГОСТ 1770 вместимостью 500 см<sup>3</sup> - 1

4.1.11 Стаканы химические по ГОСТ 25336 вместимостью:

50 см<sup>3</sup> - 20

100 см<sup>3</sup> - 1

1000 см<sup>3</sup> - 1

4.1.12 Стаканчики для взвешивания (бюксы) по ГОСТ 25336 - 2

4.1.13 Шпатель фарфоровый.

4.1.14 Сосуды полиэтиленовые для хранения градуировочных растворов.

4.1.15 Устройство для фильтрования проб с использованием мембранных или бумажных фильтров

Допускается использование других типов средств измерений, посуды и вспомогательного оборудования, в том числе импортных, с характеристиками не хуже, чем у приведенных в 4.1.

## 4.2 Реактивы и материалы

4.2.1 Стандартный образец состава водных растворов ионов натрия и калия или хлорид натрия по ГОСТ 4233, х.ч., и хлорид калия по ГОСТ 4234, х.ч.

4.2.2 Хлорид цезия по ГОСТ , ч.д.а.

4.2.3 Нитрат алюминия, нонагидрат, по ГОСТ , ч.д.а.

4.2.4 Вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

4.2.5 Пропан-бутан в баллоне.

4.2.6 Фильтры мембранные "Владипор МФА-МА", 0,45 мкм, по ТУ 6-05-1903 или другого типа, равноценные по характеристикам, или фильтры бумажные обеззоленные "синяя лента" по ТУ 6-09-1678.

Допускается использование реактивов, изготовленных по другой нормативно-технической документации, в том числе импортных, с квалификацией не ниже указанной в 4.2.

## 5 Отбор и хранение проб

Отбор проб производят в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05. При наличии значительного количества взвесей воду фильтруют через мембранный фильтр 0,45 мкм или бумажный фильтр. Пробы хранят в полиэтиленовой посуде в темном месте не более 6 мес.

## **6 Подготовка к выполнению измерений**

### **6.1 Приготовление буферного раствора**

2,5 г CsCl и 125 г  $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$  растворяют в 500 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Хранят в полиэтиленовой посуде.

### **6.2 Приготовление градуировочных растворов**

Градуировочные растворы, аттестованные по процедуре приготовления, готовят из стандартных образцов или хлоридов натрия и калия.

Массовая концентрация натрия или калия в градуировочном растворе должна составлять 1,000 г/дм<sup>3</sup>.

При использовании стандартных образцов производят разбавление исходных растворов в соответствии с инструкцией по их применению. Приготовление градуировочных растворов из твердых солей выполняют следующим образом:

1,2710 г хлорида натрия или 0,9535 г хлорида калия, предварительно высушенных при 105 °С в течение 2 ч, количественно переносят в мерную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>, растворяют в дистиллированной воде и объем раствора доводят дистиллированной водой до метки. Хранят в плотно закрытом полиэтиленовом сосуде не более 1 года.

Для всех градуировочных растворов погрешности, обусловленные процедурой приготовления, не превышают 0,5 % относительно приписанного значения массовой концентрации натрия или калия.

### **6.3 Подготовка измерительного прибора**

Пламенный фотометр или атомно-абсорбционный спектрофотометр готовят к работе в соответствии с инструкцией по их эксплуатации.

### **6.4 Установление градуировочных зависимостей**

В мерные колбы вместимостью 100 см<sup>3</sup> последовательно вносят 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 см<sup>3</sup> градуировочного раствора натрия (калия) с



массовой концентрацией  $1,000 \text{ мг/дм}^3$ . Объемы растворов доводят до меток на колбах дистиллированной водой и тщательно перемешивают. Массовая концентрация натрия (калия) в полученных растворах составит соответственно 0,0; 10,0; 20,0; 30,0; 40,0; 50,0  $\text{мг/дм}^3$ . Растворы используют в день приготовления.

25-30  $\text{см}^3$  каждого из полученных растворов переносят в стаканы вместимостью 50  $\text{см}^3$ , последовательно распыляют их в пламени горелки фотометра в соответствии с инструкцией по его эксплуатации и записывают показания прибора. Повторяют измерение и значения аналитического сигнала для каждой концентрации усредняют, если расхождение между ними не превышает 3 % для натрия и 5 % для калия. В противном случае следует вновь повторить измерение.

Градуировочные зависимости строят в координатах: массовая концентрация натрия (калия),  $\text{мг/дм}^3$  - средняя величина аналитического сигнала графически или устанавливают градуировочную зависимость в соответствии с инструкцией по эксплуатации используемого прибора. Градуировочную зависимость устанавливают перед выполнением каждой серии измерений.

## 7 Выполнение измерений

В мерные колбы вместимостью 25  $\text{см}^3$  вносят по 2,5  $\text{см}^3$  буферного раствора и доводят объемы растворов в колбах до метки водой анализируемых проб (при содержании кальция менее  $50 \text{ мг/дм}^3$  допускается вместо буферного раствора использовать 2,5  $\text{см}^3$  дистиллированной воды). Переносят пробы в стаканы вместимостью 50  $\text{см}^3$ , распыляют их в пламени горелки фотометра в соответствии с инструкцией по его эксплуатации и измеряют величину аналитического сигнала определяемого металла при соответствующей длине волны (589 нм для натрия и 768 нм для калия). Повторяют измерение и значения аналитического сигнала усредняют, если расхождение между ними не превышает 3 % при определении натрия и 5 % при определении калия по отношению к средней величине сигнала. В противном случае измерение повторяют.

Если величина аналитического сигнала пробы выше таковой для последней точки градуировочной зависимости, повторяют определение с меньшей аликвотой анализируемой воды. Для этого в мерную колбу вместимостью 25 см<sup>3</sup> вносят 2,5 см<sup>3</sup> буферного раствора, аликвоту анализируемой воды (1-10 см<sup>3</sup>) и доводят до метки дистиллированной водой.

## 8 Вычисление результатов измерений

Массовую концентрацию натрия (калия) в анализируемой пробе воды рассчитывают по формуле

$$C_x = 1,11 \cdot C_r, \quad (1)$$

где  $C_x$  - массовая концентрация натрия (калия) в анализируемой пробе, мг/дм<sup>3</sup>;

$C_r$  - массовая концентрация натрия (калия), найденная по градуировочной зависимости, мг/дм<sup>3</sup>;

1,11 - коэффициент, учитывающий разбавление пробы буферным раствором.

Если для анализа брали меньшую аликвоту пробы воды, массовую концентрацию натрия (калия) в анализируемой пробе рассчитывают по формуле

$$C_x = \frac{C_r \cdot 25}{V} \quad (2)$$

где  $C_x$  - массовая концентрация натрия (калия) в анализируемой пробе, мг/дм<sup>3</sup>;

$C_r$  - концентрация натрия (калия), найденная по градуировочной зависимости, мг/дм<sup>3</sup>;

$V$  - объем аликвоты анализируемой пробы воды, см<sup>3</sup>.

Результат измерения в документах, предусматривающих его использование, представляют в виде:

$$C_x \pm \Delta, \text{ мг/дм}^3 \quad (P = 0,95), \quad (3)$$

где  $\Delta$  - характеристика погрешности измерения для данной массовой концентрации натрия или калия (таблицы 1, 2).

Численное значение результата измерения должно оканчиваться цифрой того же разряда, что и значение характеристики погрешности.

### 9 Контроль погрешности измерений

Оперативный контроль погрешности проводят с использованием метода добавок совместно с методом разбавления пробы. Периодичность контроля - не менее одной контрольной на 15-20 рабочих проб за период, в течение которого условия проведения анализа неизменны.

Измеряют массовую концентрацию натрия или калия в исходной пробе ( $C_x$ ), в пробе, разбавленной в  $n$  раз ( $n = 1,5 - 2,5$ ) ( $C_p$ ) и в пробе, разбавленной в  $n$  раз с введенной добавкой ( $C_{рд}$ ). Величина добавки ( $C_d$ ) должна составлять 40-60 % от содержания натрия или калия в исходной пробе.

Результат контроля признают удовлетворительным, если:

$$|C_{рд} - C_p - C_d| + |n \cdot C_p - C_x| \leq K_n \quad (4)$$

Норматив контроля погрешности ( $K_n$ ) рассчитывают по формуле

$$K_n = \Delta_c + 3,31 \sigma(\dot{\Delta}) \quad (P=0,95), \quad (5)$$

где  $\Delta_c$  и  $\sigma(\dot{\Delta})$  - характеристики систематической и случайной

составляющих погрешности измерений массовой концентрации натрия или калия в пробе без добавки  $C_x$  (таблицы 1,2).

При превышении норматива повторяют измерение с использованием другой пробы. При повторном превышении норматива выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам, и



устраняют их.

## **10 Требования безопасности**

10.1 При выполнении измерений массовой концентрации натрия и калия в пробах поверхностных вод суши соблюдают требования безопасности, установленные в "Правилах по технике безопасности при производстве наблюдений и работ на сети Госкомгидромета", Л., Гидрометеиздат, 1983, или в "Типовой инструкции по технике безопасности для гидрохимических лабораторий служб Роскомвода", М., 1995.

10.2 По степени воздействия на организм вредные вещества, используемые при выполнении измерений, относятся к 3, 4 классам опасности по ГОСТ 12.1.007.

10.3 Содержание используемых вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать установленных предельно допустимых концентраций в соответствии с ГОСТ 12.1.005.

10.4 Оператор, которому поручено выполнение анализа, должен быть проинструктирован о мерах предосторожности при работе с горючими и сжатыми газами и электрооборудованием.

## **11 Требования к квалификации оператора**

К выполнению измерений и обработке их результатов допускаются лица с высшим профессиональным образованием или со средним профессиональным образованием и стажем работы в лаборатории не менее 1 года.

## **12 Затраты времени на проведение анализа**

На приготовление растворов и реактивов в расчете на 100 определений - 1,0 чел.-ч.

На определение калия или натрия в серии из 10 проб (включая установление градуировочной зависимости) - 3,0 чел.-ч.

Затраты времени на подготовку посуды включены в затраты времени на проведение анализа.

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**СВИДЕТЕЛЬСТВО N 43  
об аттестации МВИ**

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ массовой концентрации натрия в поверхностных водах суши пламенно-фотометрическим методом.

ОСНОВАНА на способности атомов натрия возбуждаться в пламени и при переходе в нормальное состояние излучать свет определенных длин волн. В испускаемом свете выделяют характерную для натрия спектральную линию ( $\lambda = 589$  нм). Ее интенсивность, пропорциональная содержанию натрия, регистрируется как аналитический сигнал.

РАЗРАБОТАНА Гидрохимическим институтом.

РЕГЛАМЕНТИРОВАНА в РД 52.24.391-95.

АТТЕСТОВАНА в соответствии с ГОСТ Р 8.563 (ГОСТ 8.010).

АТТЕСТАЦИЯ проведена Гидрохимическим институтом на основании результатов экспериментальных исследований в 1987 г., и метрологической экспертизы материалов в 1995 г.

В результате аттестации МВИ установлено:

1. МВИ соответствует предъявляемым к ней метрологическим требованиям и обладает следующими основными метрологическими характеристиками:

Значения характеристик погрешности и ее составляющих ( $P=0,95$ )

Диапазон измеряемых концентраций натрия, С, мг/дм <sup>3</sup>	Характеристики составляющих погрешности, мг/дм <sup>3</sup>		Характеристика погрешности, мг/дм <sup>3</sup> , $\Delta$
	случайной, $\sigma(\Delta)$	систематической $\Delta_c$	
1,0 - 50,0	0,04+0,02·С	0,02+0,02·С	0,08+0,04·С

2. Оперативный контроль погрешности измерений проводят в соответствии с разделом 9 РД 52.24.391-95.

3. Дата выдачи свидетельства март 1994 г.

Главный метролог ГУ ГХИ



А.А. Назарова



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**СВИДЕТЕЛЬСТВО N 56**

об аттестации МВИ

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ массовой концентрации калия в поверхностных водах суши пламенно-фотометрическим методом.

ОСНОВАНА на способности атомов калия возбуждаться в пламени и при переходе в нормальное состояние излучать свет определенных длин волн. В испускаемом свете выделяют характерную для калия спектральную линию ( $\lambda = 768$  нм). Ее интенсивность, пропорциональная содержанию калия, регистрируется как аналитический сигнал.

РАЗРАБОТАНА Гидрохимическим институтом.

РЕГЛАМЕНТИРОВАНА в РД 52.24.391-95.

АТТЕСТОВАНА в соответствии с ГОСТ Р 8.563 (ГОСТ 8.010).

АТТЕСТАЦИЯ проведена Гидрохимическим институтом на основании результатов экспериментальных исследований в 1987-1988 гг., и метрологической экспертизы материалов в 1995 г.

В результате аттестации МВИ установлено:

1. МВИ соответствует предъявляемым к ней метрологическим требованиям и обладает следующими основными метрологическими характеристиками:

Значения характеристик погрешности и ее составляющих ( $P=0,95$ )

Диапазон измеряемых концентраций калия, $C$ , мг/дм <sup>3</sup>	Характеристики составляющих погрешности, мг/дм <sup>3</sup>		Характеристика погрешности, мг/дм <sup>3</sup> , $\Delta$
	случайной, $\sigma(\dot{\Delta})$	систематической $\Delta_c$	
1,0 - 50,0	$0,02+0,025 \cdot C$	$0,025 \cdot C$	$0,03+0,055 \cdot C$

2. Оперативный контроль погрешности измерений проводят в соответствии с разделом 9 РД 52.24.391-95.

3. Дата выдачи свидетельства **март 1995 г.**

Главный метролог ГУ ГХИ



А.А. Назарова