ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель Председателя
Государственного комитета РФ
по охране окружающей среды
_____ А.А.Соловьянов
"25" июня 1998 г.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВ

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ СОДЕРЖАНИЯ РТУТИ В ТВЕРДЫХ ОБЪЕКТАХ МЕТОДОМ АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ (МЕТОД "ХОЛОДНОГО ПАРА")

ПНД Ф 16.1:2.3:3.10 -98

Методика допущена для целей государственного экологического контроля

МОСКВА
1998г.

gost.e-ecolog.ru

Право тиражирования и реализации принадлежит разработчику.

Методика рассмотрена и одобрена Главным управлением аналитического контроля и метрологического обеспечения природоохранной деятельности (ГУАК) и Главным метрологом Госкомэкологии России.

Главный метролог
Госкомэкологии России

Начальник ГУАК Г.М.Цветков

Разработчик: Центр Исследования и Контроля Воды

Адрес: 195009, г. Санкт-Петербург, ул. Комсомола, д. 9, литер К.
Телефон/факс: (812) 542 72 38

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ

Настоящая методика выполнения измерений (МВИ) распространяется на различные твердые объекты (почвы, компосты, кеки, осадки очистных сооружений, пробы растительного происхождения и др.) и предназначена для определения содержания ртути методом беспламенной атомно-абсорбционной спектрофотометрии (метод "холодного пара").

Диапазон измерений содержания ртути: от 0,1 мкг/г до 5,0 мкг/г при навеске 0,2 - 0,3 г и разведении конечного раствора до 100 $см^3$ (диапазон содержания ртути для растворов 0,2 - 10 $мкг/дм^3$).

Если определяемые концентрации превышают верхний предел, указанный в МВИ, следует уменьшить величину навески или увеличить разбавление конечного раствора.

2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Методика выполнения измерений обеспечивает с доверительной вероятностью P = 0,95 получение результатов анализа с погрешностью, не превышающей значений, приведенных в таблице 1.

Таблица 1

Наименование элемента	Диапазон измерений, мкг/г	Доверительные границы погрешности, ±δ, %
ртуть	от 0,1 до 5,0	50

Примечание: Нормирование характеристик погрешностей проведено с учетом возможного разбавления анализируемого раствора.

3. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ

3.1. Средства измерений

Атомно-абсорбционный спектрофотометр С-115-М1 или любой другой атомно-абсорбционный спектрофотометр, имеющий аналогичные технические и метрологические характеристики.

Приставка для атомизации ртути Ртуть-115, или любая другая приставка, имеющая аналогичные технические и метрологические характеристики.

ГСО состава водных растворов ионов ртути с концентрацией 0,1 $мг/см^3$
Цилиндр мерный 1-10-2, 1-25-2, 1-50-2, 1-100-2 по ГОСТ 1770-74.
Колба мерная 2-100-2, 2-250-2, по ГОСТ 1770-74.
Пипетка 4 (4а)-2-5 по ГОСТ 29227-91.

Весы лабораторные общего назначения 2-го класса точности с наибольшим пределом взвешивания 200 г по ГОСТ 24104-88.

Дозатор пипеточный ДП -1-1000 по ТУ 64-16-78-91.

Термометр от 0 до 100°С 2-го класса точности по ГОСТ 28498-90.

Набор гирь Г-2-210 ГОСТ 7328-82Е.

Стандартные образцы состава почвы чернозема типичного (комплект СЧТ ГСО 2507-83, 2508-83, 2509-83).

3.2. Вспомогательные устройства

Стаканчик для взвешивания типа СВ-14/8 по ГОСТ 25336-82.

Колба КН-2-250-34 ТХС по ГОСТ 25336-82.

Фильтры бумажные обеззоленные, синяя лента по ТУ 6-09-1678-86.

Плитка электрическая по ГОСТ 14919-83Е.

Компрессор диафрагменный СО-45Б.

Шкаф сушильный общелабораторный по ТУ 50-239-84.

Ступка и пестик фарфоровые по ГОСТ 9147-80.

Сита почвенные с сеткой 1 мм по ГОСТ 6613-86.

3.3. Реактивы

Олово двухлористое, 2-водное, ч.д.а. по ГОСТ 36-78.

Калий марганцовокислый, х.ч. по ГОСТ 20490-75.

Калий надсернокислый, ч.д.а. по ГОСТ 4146-74.

Кислота азотная, х.ч. по ГОСТ 4461-77 или о.с.ч. по ГОСТ 11125-84.

Кислота серная, х.ч. по ГОСТ 4204-77 или о.с.ч. по ГОСТ 14262-78.

Кислота соляная квалификации х.ч. по ГОСТ 3118-77 или о.с.ч. по ГОСТ 14261-77.

Гидроксиламина гидрохлорид квалификации ч.д.а. ГОСТ 5456-79.

Вода бидистиллированная ОСЧ-27-5 по ТУ 6-09-2502-77.

Допускается использование других средств измерений, оборудования и реактивов, в том числе импортных, с техническими и метрологическими характеристиками не хуже указанных.

4. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ

4.1. Метод основан на минерализации анализируемой пробы смесью азотной и серной кислот в присутствии калия марганцовокислого и калия надсернокислого, восстановлении всех присутствующих форм ртути до металлической путем обработки двухлористым оловом, вытеснением паров ртути из пробы воздухом с последующим измерением величины оптического поглощения на характеристической длине волны 253,7 нм методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии, основанном на избирательном поглощении резонансного излучения нейтральными атомами ртути.

4.2. Мешающие влияния паров воды устраняют, удаляя следы влаги из образовавшихся паров ртути путем их пропускания через осушитель перед тем, как они попадут в оптическую кювету. Возможное влияние на результат измерения летучих соединений, в том числе органических, которые могут образоваться в процессе минерализации пробы и которые поглощают свет на характеристической длине волны атомов ртути, устраняют путем барботажа пробы в реакторе до введения в нее двухлористого олова, при непрерывном контроле величины оптического поглощения.

5.ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. При выполнении анализов необходимо соблюдать требования техники безопасности при работе с химическими реактивами по ГОСТ 12.4.021.

5.2. Электробезопасность при работе с электроустановками соблюдается по ГОСТ 12.1.019.

5.3. Помещение лаборатории должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009.

5.4. Исполнители должны быть проинструктированы о мерах безопасности при работе с атомно-абсорбционным спектрофотометром и приставкой для атомизации ртути в соответствии с инструкцией, прилагаемой к приборам. Организация обучения работающих безопасности труда производится по ГОСТ 12.0.004.

6. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ

Измерения должен выполнять специалист-химик, прошедший соответствующий курс подготовки по работе на атомно-абсорбционном спектрофотометре с приставкой для атомизации ртути. Пробоподготовку может осуществлять лаборант или техник, имеющий навыки работы в химической лаборатории.

7. УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

При подготовке к выполнению измерений и при их проведении необходимо соблюдать следующие условия:

температура окружающего воздуха,	°С	20 ± 5
атмосферное давление,	кПа	101 ± 4
		((760 ± 30) мм.рт.ст.)
относительная влажность воздуха,	%	65 ± 15
напряжение питания сети,	В	220 + 22 /-33
частота питающей сети,	Гц	50 ± 1

8. ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

8.1. Отбор проб

Отбор проб и их подготовка к анализу производится в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-84, ГОСТ 28168-89 или другими нормативными документами, утвержденными и применяемыми в установленном порядке.

8.2. Приготовление растворов

Для приготовления растворов используется бидистиллированная вода, не содержащая ртути в концентрации, обнаруживаемой по методике при холостом определении.

8.2.1. Приготовление раствора калия марганцовокислого с массовой концентрацией 50 г/дм^3

На лабораторных весах взвешивают 5 г калия марганцовокислого и помещают в мерную колбу вместимостью 100 см^3. Доводят бидистиллированной водой до метки и тщательно перемешивают.

8.2.2. Приготовление раствора калия надсернокислого с массовой концентрацией 50 г/дм^3

На лабораторных весах взвешивают 5 г калия надсернокислого и помещают в мерную колбу вместимостью 100 см^3. Доводят бидистиллированной водой до метки и тщательно перемешивают.

8.2.3. Приготовление раствора двухлористого олова с массовой концентрацией 100 г/дм^3

На лабораторных весах взвешивают 10,0 г двухлористого олова 2-водного и помещают в мерную колбу 100 см^3 . Мерным цилиндром вместимостью 25 см^3 отмеряют 25 см^3 концентрированной соляной кислоты и наливают ее в ту же колбу. При слабом нагревании (до 60 - 80°С) и перемешивании полностью растворяют двухлористое олово до просветления раствора. После охлаждения раствора доводят его до метки бидистиллированной водой и тщательно перемешивают. Для удаления следов ртути раствор восстановителя барботируют потоком воздуха, пропуская полученные пары через оптическую кювету. Качество очистки контролируют по отсутствию оптического поглощения на характеристической длине волны ртути 253,7 нм.

Срок хранения раствора - не более двух недель.

8.2.4. Приготовление раствора гидроксиламина гидрохлорида с массовой концентрацией 200 г/дм^3

На лабораторных весах взвешивают 20 г гидроксиламина гидрохлорида, помещают в стакан вместимостью 100 см^3 и растворяют в 40 см^3 бидистиллированной воды. Затем количественно переносят в мерную колбу вме-

стимостью 100 см^3, доводя до метки бидистиллированной водой, и тщательно перемешивают.

Раствор готовят в день использования.

8.2.5. Приготовление раствора для поглощения ртути

В мерную колбу вместимостью 100 см^3 наливают 80 см^3 бидистиллированной воды. Мерным цилиндром вместимостью 10 см^3 отмеряют 5 см^3 концентрированной серной кислоты и осторожно приливают ее в мерную колбу с водой. На лабораторных весах взвешивают 2,0 г марганцовокислого калия. После охлаждения раствора добавляют марганцовокислый калий в мерную колбу и при помешивании растворяют его. Раствор доводят бидистиллированной водой до метки и тщательно перемешивают.

Срок хранения раствора - не более 1 месяца.

8.2.6. Приготовление основного градуировочного раствора с массовой концентрацией ионов ртути 0,1 г/дм^3

В качестве основного градуировочного раствора используют ГСО состава водных растворов ионов ртути с массовой концентрацией 0,1 г/дм^3 или приготавливают его путем соответствующего разбавления ГСО состава водных растворов ионов ртути более высокой массовой концентрацией ионов ртути.

8.2.7. Приготовление промежуточного градуировочного раствора № 1 с массовой концентрацией ртути 1 мг/дм^3

Пипеточным дозатором ДП-1-1000 отбирают 1 см^3 основного раствора ртути и переносят в мерную колбу вместимостью 100 см^3. Туда же добавляют 5 см^3 концентрированной азотной кислоты. Затем доводят обьем раствора до метки бидистиллированной водой.

Срок хранения раствора 1 месяц.

8.2.8. Приготовление рабочего градуировочного раствора № 2 с массовой концентрацией ртути 0,02 мг/дм^3

Мерной пипеткой отбирают 2 см^3 рабочего градуировочного раствора № 1 с массовой концентрацией ртути 1 мг/дм^3 и переносят в мерную колбу вместимостью 100 см^3. Туда же добавляют 5 см^3 концентрированной азотной кислоты. Доводят раствор до метки бидистиллированной водой.

Срок хранения раствора 1 месяц.

8.2.9. Приготовление серии градуировочных растворов

Градуировочные растворы с массовой концентрацией ртути 0,2; 0,5; 1,0; 5,0; 10,0 мкг/дм^3 готовят следующим образом.

В мерные колбы вместимостью 100 см^3 пипеточным дозатором ДП-1-1000 отбирают 1,0; 2,5; 5,0 см^3 рабочего градуировочного раствора ртути № 2 с массовой концентрацией 0,02 мг/дм^3 и 0,5; 1,0 см^3 рабочего градуи-

ровочного раствора ртути № 1 с массовой концентрацией 1 мг/дм^3. Затем туда же добавляют 2,5 см^3 концентриованной азотной кислоты, 5 см^3 концентрированной серной кислоты и нагревают на водяной бане 2 минуты при Т=95°С. Раствор охлаждают, добавляют 30 см^3 бидистиллированной воды, 15 см^3 раствора калия марганцовокислого с массовой концентрацией 50 г/дм^3 и 8 см^3 раствора калия надсернокислого с массовой концентрацией 50 г/дм^3. Затем коническую колбу помещают на водяную баню на 30 минут, поддерживая температуру около 95°С. После этого раствор охлаждают, переводят в мерную колбу на 100 см^3, доводят до метки бидистиллированной водой и тщательно перемешивают.

8.3. Подготовка проб к анализу

Анализируемая проба должна быть предварительно подготовлена для анализа в соответствии с требованиями нормативных документов.

8.3.1. В чистую и сухую коническую колбу вместимостью 100 см^3 помещают навеску анализируемой пробы массой 0,2 - 0,3 г. Добавляют 2,5 см^3 концентрированной азотной кислоты и 5 см^3 концентрированной серной кислоты. Нагревают на водяной бане при температуре 95 °С в течение двух минут. Охлаждают до комнатной температуры, добавляют 30 см^3 бидистиллированной воды, 15 см^3 калия марганцовокислого с массовой концентрацией 50 г/дм^3 и 8 см^3 раствора калия надсернокислого с массовой концентрацией 50 г/дм^3. Помещают на водяную баню и при Т=95 °С нагревают в течение 30 мин. Затем охлаждают до комнатной температуры, переводят в мерную колбу на 100 см^3 и доводят бидистиллированной водой до метки, тщательно перемешивая.

8.3.2. Холостую пробу готовят параллельно с остальными. В чистую и сухую коническую колбу вместимостью 100 см^3 приливают 20 см^3 бидистиллированной воды, затем 2,5 см^3 концентрированной азотной кислоты и 5 см^3 концентрированной серной кислоты. Нагревают на водяной бане при температуре 95 °С в течение двух минут. Охлаждают до комнатной температуры, добавляют 30 см^3 бидистиллированной воды, 15 см^3 калия марганцовокислого с массовой концентрацией 50 г/дм^3 и 8 см^3 раствора калия надсернокислого с массовой концентрацией 50 г/дм^3. Помещают на водяную баню и при Т=95 °С нагревают в течение 30 мин. Затем охлаждают до комнатной температуры, переводят в мерную колбу на 100 см^3 и доводят бидистиллированной водой до метки, тщательно перемешивая.

8.4. Настройка спектрофотометра

Настройка спектрофотометра производится согласно инструкции по эксплуатации.

Основные рекомендуемые параметры, определяющие режим работы спектрофотометра:

Параметр	Величина параметра
Длина волны, нм	253,7
Ширина щели, нм	1,0
Тип источника света	Ртутная лампа (типа ВСБ-2)
Ток генератора, мА	200
Напряжение на ФЭУ, В	1000

Настройка приставки для атомизации и измерения поглощения ртути производится в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Перед проведением измерений необходимо прогреть лампу в течение тридцати минут.

8.5. Построение градуировочного графика

Для построения градуировочного графика в диапазоне массовых концентраций ртути в растворе 0,2 - 10 мкг/дм^3 (в пробе 0,1 - 5,0 мкг/г) измеряют не менее трех раз величину атомного поглощения на резонансной длине волны для холостой пробы и затем для каждого из градуировочных растворов ртути, приготовленных по пункту 8.2.9., в порядке возрастания концентраций.

По результатам измерений строят график зависимости средней величины атомного поглощения ртути (А - абсцисса) от его массовой концентрации в растворе (Х, мкг/дм^3- ордината).

Методом наименьших квадратов рассчитывают уравнение градуировочного графика, определяя коэффициенты a и b:

$$X = a * (\bar{A}_{гр} - \bar{A}_{о}) + b$$

где $\bar{A}_{гр}$ и $\bar{A}_{о}$ - соответственно средние значения атомного поглощения ртути в градуировочном растворе и холостой пробе, относительные единицы.

При использовании в качестве управляющего и (или) запоминающего устройства компьютера определение градуировочных зависимостей может быть произведено при помощи специализированного программного обеспечения.

8.6. Контроль стабильности градуировочной характеристики

Контроль стабильности градуировочной характеристики осуществляется через каждые 15 анализируемых проб. Норматив контроля для поддиапазона 0,2 - 2,0 мкг/дм^3 - 30%, для поддиапазона 2,0 - 10 мкг/дм^3 - 10%. При смене реактивов, длительном перерыве работы прибора, отрицательных результатах контроля градуировочных характеристик осуществляется повторное построение градуировочных графиков.

9. ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

9.1. Измерение оптического поглощения

Устанавливают ноль показаний при включенном барботаже путем нажатия на приборную клавишу "Ноль". Поместив пробоотборник в пробирку с бидистиллированной водой, переводят спектрофотометр в режим "Измерение". Причем при градуировке и выполнении измерений расход воздуха устанавливают таким, чтобы уровень пробы в пробирке из-за барботажа увеличился бы приблизительно в два раза по сравнению с объемом пробы без барботажа. В дальнейшем величину расхода воздуха поддерживают постоянной и контролируют по манометру атомно-абсорбционного спектрофотометра.

Раствор анализируемой пробы в мерной колбе тщательно перемешивают. Отбирают 10 $см^3$ анализируемой пробы в мерную пробирку вместимостью 25 $см^3$. Пипеточным дозатором ДП-1-1000 отбирают 1$см^3$ раствора гидроксиламина гидрохлорида с массовой концентрацией 200 $г/дм^3$ и вносят в пробирку с пробой для удаления избытка марганцовокислого калия. Раствор барботируют в течение одной минуты, затем приливают 1 $см^3$ раствора двухлористого олова и снимают показания прибора не менее трех раз для каждого образца.

Холостое определение проводят параллельно с основными пробами, используя те же количества реактивов, что и при подготовке проб.

10. ВЫЧИСЛЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

10.1. Вычисление результатов измерений

По полученным величинам атомного поглощения анализируемой пробы (A_x) и холостой пробы (A_o) определяют величину атомного поглощения ртути:

$$A = A_x - A_o$$

На основании значения А по градуировочному графику находят значение массовой концентрации ртути в анализируемом растворе (X_p), $мкг/дм^3$.

Содержание ртути в пробе в мг/кг (X) рассчитывают по формуле:

$$X = (X_p * V) / m$$

где: X_p - массовая концентрация ртути в анализируемом растворе, найденная по градуировочному графику, $мкг/см^3$;

m - масса навески, г;

V - объем анализируемого раствора, $см^3$.

10.2. Форма представления результатов измерений

Результаты измерений содержания ртути в пробах почвы представляются в виде:

$$X \pm \Delta, \text{ мг/кг},$$

где: X - массовая концентрация ртути в пробе, мг/кг.

Δ - абсолютная погрешность определения массовой концентрации ртути, мг/кг, при доверительной вероятности P=0,95.

Значение Δ рассчитывается по формуле:

$$\Delta = (X * \delta) / 100$$

где δ, % - доверительные границы погрешности определения ртути, представленные в таблице 1.

11. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

11.1. Контроль стабильности результатов измерений

Контроль стабильности результатов измерений в лаборатории осуществляют по ГОСТ Р ИСО 5725-6, раздел 6, используя методы контроля стабильности стандартного отклонения промежуточной прецизионности и контроля стабильности показателя правильности рутинного анализа. В качестве средств контроля используют стандартные образцы состава почвы. При построении контрольных карт для расчета пределов действия и предупреждения используют значение стандартного отклонения промежуточной прецизионности при различиях по факторам «время», «оператор», «оборудование», $\sigma_{I(T.O.E)} = 20$ %.

При неудовлетворительных результатах контроля, например, превышение предела действия или регулярное превышение предела предупреждения, выясняют причины этих отклонений, в том числе повторяют градуировку прибора, проводят смену реактивов, проверяют работу оператора.

Периодичность проведения контроля стабильности результатов измерений устанавливают индивидуально для каждой лаборатории в соответствии с документами по внутрилабораторному контролю качества результатов анализа.

11.2. Оперативный контроль погрешности

При внедрении методики в практику работы лаборатории проводят контроль погрешности результатов измерений содержания ртути, анализируя стандартные образцы почвы. Образцы выбирают таким образом, чтобы по содержанию ртути они охватывали весь диапазон концентраций, определяемых по МВИ. Отклонение полученного результата анализа от аттестованного значения массовой доли ртути в стандартном образце не должно превышать значения погрешности, нормируемой в таблице 1.

После внедрения МВИ в практику работы лаборатории при необходимости проверки приемлемости результатов измерений, полученных в условиях воспроизводимости, проводят межлабораторные сравнительные испытания с использованием данной методики для оценки стандартного отклонения воспроизводимости. В случае невозможности организации межлабораторных сравнительных испытаний допускается, согласно МИ 2336-2002, оценить значение стандартного отклонения воспроизводимости, σ_R, по формуле: $\sigma_R = 1{,}2 \cdot \sigma_{I(T,O,E)}$. Проверку приемлемости результатов измерений в условиях воспроизводимости осуществляют по ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002, пункт 5.3.

Сопоставление альтернативных методов измерений проводят по ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002, раздел 8.

Центр Исследования и Контроля Воды
аккредитован в Системе аккредитации аналитических лабораторий (центров)
Госстандарта России, № Госреестра РОСС RU.0001.510045
Метрологическая служба аккредитована на право аттестации методик выполнения измерений и проведения метрологической экспертизы документов, в том числе применяемых в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора,
№ Госреестра 01.00031-97

199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9
Факс (812) 323 -04-79

СВИДЕТЕЛЬСТВО № 070020

о метрологической аттестации
методики выполнения измерений содержания ртути в твердых объектах (почвы, компосты, кеки, осадки очистных сооружений., пробы растительного происхождения) методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (метод «холодного пара»)
ЦВ 5.21.02-96 «А»

Методика выполнения измерений содержания ртути в твердых объектах (почвы, компосты, кеки, осадки очистных сооружений, пробы растительного происхождения) методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии,

разработанная Центром исследования и контроля воды,

регламентированная в документе:

«Методика выполнения измерений содержания ртути в твердых объектах (почвы, компосты, кеки, осадки очистных сооружений, пробы растительного происхождения) методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (метод «холодного пара»)» (ЦВ 5.21.02-96 «А»)

аттестована в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96.

Аттестация осуществлена по результатам экспериментального исследования МВИ и метрологической экспертизы материалов по ее разработке.

В результате аттестации установлено, что МВИ соответствует предъявляемым к ней метрологическим требованиям и обладает следующими основными метрологическими характеристиками:

Диапазон измерений содержания ртути, мг/кг	Характеристика погрешности (границы интервала, в котором погрешность находится с доверительной вероятностью P=0,95) ±δ, %
от 0,1 до 50	50

Свидетельство выдано 28 августа 1997 года

Директор — Н.П. Ушаков

Главный метролог — С.А. Виноградов

gost.e-ecolog.ru

..., Санкт-Петербург,
ул. Кавалергардская, 42
Телефон: (812) 323 0025
Факс: (812) 323 0479
E-mail: welcome@aqua-analyt.com,
Internet: gost.e-ecolog.ru