Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Определение концентрации химических веществ в воде централизованных систем питьевого водоснабжения

Сборник методических указаний
МУК 4.1.737—99—4.1.754—99

Выпуск 2

Издание официальное

Минздрав России
Москва•1999

gost.e-ecolog.ru

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Определение концентраций химических веществ в воде централизованных систем питьевого водоснабжения

Сборник методических указаний
МУК 4.1.737—99—4.1.754—99

Выпуск 2

ББК 51.21
О60

О60 **Определение** концентраций химических веществ в воде централизованных систем питьевого водоснабжения: Сборник методических указаний.—Вып. 2.—М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999.—175 с.

ISBN 5—7508—0185—3

1. Подготовлены авторским коллективом специалистов в составе: А. Г. Малышева (руководитель), Н. П. Зиновьева, Ю. Б. Суворова, И. Н. Топорова, Т. И. Голова (НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН).

2. Утверждены и введены в действие Первым заместителем министра здравоохранения Российской Федерации – Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко 10 апреля 1999 г.

3. Введены впервые.

ББК 51.21

Редактор Максакова Е. И.
Технические редакторы Смирнов В. В., Климова Г. И.
Верстка, корректура Юшкова Т. Г.

Подписано в печать 29.10.99

Формат 60x88/16 Печ. л. 11,0

Тираж 3000 экз. Заказ 6591

ЛР № 021232 от 23.06.97 г.

Министерство здравоохранения Российской Федерации
101431, Москва, Рахмановский пер., д. 3

Оригинал-макет подготовлен к печати Издательским отделом Федерального центра госсанэпиднадзора Минздрава России
125167, Москва, проезд Аэропорта, 11.
Отделение реализации, тел. 198-61-01

Отпечатано с оригинал-макета в филиале Государственного ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени Московского предприятия "Первая Образцовая типография" Министерства Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций
113114, Москва, Шлюзовая наб., 10
Тел.: 235-20-30

© Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999

Содержание

Предисловие 4
Область применения 7
Хромато-масс-спектрометрическое определение фенолов в воде 9
Хромато-масс-спектрометрическое определение фталатов и органических кислот в воде 21
Хромато-масс-спектрометрическое определение бензола, толуола, хлорбензола, этилбензола, о-ксилола, стирола в воде 33
Газохроматографическое определение диметилсульфида, сероуглерода, тиофена и диметилдисульфида в воде 46
Хромато-масс-спектрометрическое определение фенантрена, антрацена, флуорантена, пирена, хризена и бензо(а)пирена в воде 55
Инверсионное вольтамперометрическое измерение концентрации ионов цинка, кадмия, свинца и меди в воде 67
Газохроматографическое определение дивинилбензола в воде 78
Газохроматографическое определение диметилвинилкарбинола в воде 86
Газохроматографическое определение диметилового эфира терефталевой кислоты в воде 94
Газохроматографическое определение диэтилбензола в воде 103
Фотометрическое определение йода в воде 111
Газохроматографическое определение 2-метил-5-винилпиридина в воде 117
Газохроматографическое определение метилдиэтаноламина в воде 125
ВЭЖХ определение нитробензола в воде 133
Газохроматографическое определение стирола воде 141
Газохроматографическое определение фенола в воде 149
Ионохроматографическое определение формальдегида в воде 158
ВЭЖХ определение хлорпропамида в воде 167
Список литературы 176

Предисловие

По данным международных регистров в мире зарегистрировано около 16 млн. химических соединений, а общее число потенциально загрязняющих окружающую среду веществ определяется в пределах 40—60 тыс. Известно, что в сточных водах различных производств идентифицировано до 12 тыс. химических ингредиентов, в поверхностных и питьевых водах разных стран доказано присутствие до тысячи соединений. В Российской Федерации в соответствии с гигиеническими требованиями к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения установлены гигиенические нормативы содержания около 800 веществ, в поверхностных водах – около 1500. Однако не для всех нормируемых в воде веществ существуют методы аналитического контроля.

В современных условиях, когда количество опасных химических веществ постоянно возрастает, и каждый исследуемый водный объект может содержать специфические, ранее не определявшиеся вещества, особую актуальность приобретает задача контроля качества воды неизвестного состава, когда можно ожидать присутствия любых соединений.

Для совершенствования аналитического контроля качества воды следует исходить из следующего алгоритма:

- проведение обзорного анализа, включающего идентификацию и количественное определение возможно более полного спектра загрязняющих веществ в водах практически неизвестного состава;
- выбор ведущих показателей на основе выявленного компонентного состава по степени их гигиенической значимости с учетом комплекса критериев: уровни концентраций, групповая принадлежность, специфичность для сточных вод местных источников загрязнения, способность веществ к трансформации, возможность образования более токсичных продуктов трансформации;
- текущий контроль с использованием целевых анализов по выбранным ведущим показателям.

Схема проведения обзорного анализа воды неизвестного состава выглядит следующим образом. Методика исследования предусматривает изучение интегральных показателей, анализ неорганических веществ и анализ органических соединений. Интегральные показатели степени загрязненности воды включают определение pH, перманганатного индекса, биохимического потребления кислорода.

Для оценки степени загрязнения воды целесообразно определение ненормируемого показателя – общего, органического и неорганического углерода. Из комплекса неорганических веществ гигиеническую значимость имеют катионы металлов, ряд элементов (например, берилий, мышьяк, бор и др.) и анионный состав. Аналитическое исследование органических загрязняющих веществ в воде разделяют на анализ летучих и труднолетучих соединений. Выявление и анализ летучих соединений основан на их извлечении из воды газовой экстракцией инертным газом, улавливании сорбентом, термодесорбции, хроматографическом разделении на капиллярной колонке, идентификации по масс-спектрам. Такой подход позволяет определять низкомолекулярные галогенуглеводороды, ароматические соединения, кетоны, эфиры, альдегиды, спирты, нитрилы, нитросоединения, серусодержащие углеводороды. Рекомендуемая для обзорного анализа и контроля летучих органических соединений в воде хромато-масс-спектрометрическая методика приведена в сборнике "Методические указания по определению концентраций химических веществ в воде централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. МУК 4.1.646—4.1.660—96" (Вып. 1).

Решение идентификационной задачи и количественного определения труднолетучих органических соединений в воде требуют проведения следующих этапов работы: жидкостно-экстракционное или твердофазно-экстракционное выделение органических веществ; получение концентрата органических веществ упариванием элюата или экстракта; реэкстракция соединений из концентрата; хроматографическое разделение смеси веществ на капиллярной колонке; идентификацию по масс-спектрам; количественную оценку. Такой алгоритм аналитического исследования воды применяют для идентификации высокомолекулярных галогенсодержащих эфиров, насыщенных углеводородов и олефинов, аминов и амидов, бензидинов и ненасыщенных карбоновых кислот и их эфиров, анилинов, нитроароматических соединений, фталатов, фенолов, масел. Применение хромато-масс-спектрометрии обеспечивает возможность идентификации в воде органических углеводородов C_1-C_{40}, их кислород-, азот-, серу- и галогенсодержащих производных ниже уровня большинства гигиенических нормативов с определением более 100 веществ в одной пробе.

В настоящем сборнике приведены хромато-масс-спектрометрические методики, рекомендуемые для обзорного анализа и контроля труднолетучих органических соединений в воде. В сборник вошли

также методики инверсионного вольтамперометрического измерения концентраций металлов, хроматографического, в том числе газохроматографические, высокоэффективные жидкостнохроматографические, ионохроматографические и фотометрические методики контроля ряда органических соединений (всего 19 методических указаний).

Последовательность расположения методических указаний представлена следующим образом: сначала приведены многокомпонентные методы контроля (всего 6), далее – по алфавиту однокомпонентные методы контроля конкретных веществ (всего 13).

д. б. н. А. Г. Малышева

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель Министра здравоохранения Российской Федерации – Главный государственный санитарный врач Российской Федерации
Г. Г. Онищенко
10 апреля 1999 г.
МУК 4.1.737—99—4.1.754—99
Дата введения: с момента утверждения

Область применения

Методические указания по определению концентраций химических веществ в воде предназначены для использования органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора при осуществлении государственного контроля за соблюдением требований к качеству воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, водохозяйственными организациями, производственными лабораториями предприятий, контролирующими состояние водных объектов, а также научно-исследовательскими институтами, работающими в области гигиены водных объектов.

Включенные в сборник методические указания разработаны в соответствии с требованиями ГОСТа Р 8.563—96 "Методики выполнения измерений", ГОСТа 17.0.0.02—79 "Охрана природы. Метрологическое обеспечение контроля загрязненности атмосферы, поверхностных вод и почвы. Основные положения".

Методики выполнены с использованием современных физико-химических методов исследования, метрологически аттестованы и дают возможность контролировать содержание химических веществ на уровне и меньше их предельно допустимых концентраций в воде, установленных в СанПиНе 2.1.4.559—96 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества", а для веществ, не включенных в перечень этого документа, – в СанПиНе 4630—88 "Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения".

Издание официальное

Методические указания одобрены и приняты на бюро секции по физико-химическим методам исследования объектов окружающей среды Проблемной комиссии "Научные основы экологии человека и гигиены окружающей среды" и бюро Комиссии по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию Министерства здравоохранения Российской Федерации.

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель Министра здравоохранения Российской Федерации –
Главный государственный санитарный врач Российской Федерации
Г. Г. Онищенко
10 апреля 1999 г.
МУК 4.1.753—99
Дата введения: с момента утверждения

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Ионохроматографическое определение формальдегида в воде

Настоящие методические указания устанавливают методику количественного ионохроматографического анализа воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения для определения в ней содержания формальдегида в диапазоне концентраций 0,02—10,0 мг/дм^3.

CH_2O Мол. масса 30,03

Формальдегид – бесцветный газ с резким раздражающим запахом. Температура плавления – 92 °С, температура кипения – 19 °С. Хорошо растворим в воде, этаноле и эфире. Легко полимеризуется.

Формальдегид обладает общей токсичностью, раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей, глаз и кожных покровов. Предельно допустимая концентрация в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водоснабжения – 0,05 мг/дм^3, относится ко II классу опасности.

1. Погрешность измерений

Методика обеспечивает выполнение измерений формальдегида с погрешностью 19,7 % ($\delta_{отн.}$) при доверительной вероятности 0,95.

Издание официальное

Настоящие методические указания не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены без разрешения Департамента госсанэпиднадзора Минздрава России.

2. Метод измерений

Измерения концентраций формальдегида выполняют методом ионной хроматографии с кондуктометрическим детектором. Метод основан на окислении формальдегида перекисью водорода в щелочной среде до муравьиной кислоты с последующим ионохромаграфическим анализом.

Нижний предел обнаружения – 0,02 мг/дм^3.

Определению не мешают углеводороды, спирты, альдегиды, органические и неорганические кислоты, фенолы и другие органические соединения.

3. Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы и реактивы

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

3.1. Средства измерений

Ионный хроматограф типа 1С 1000, 1С 5000, 1С 2001 фирмы Biotronik (Германия) с кондуктометрическим детектором	
Весы аналитические, лабораторные типа ВЛА-200.	ГОСТ 24104—88Е
Линейка измерительная	ГОСТ 17435—72
Лупа измерительная	ГОСТ 8309—75
Меры массы	ГОСТ 7328—82Е
Шприц медицинский "Рекорд"	ГОСТ 22967—82Е
Посуда мерная стеклянная	ГОСТы 1770—74Е, 20292—74Е
Секундомер СДС пр 1—2—000	ГОСТ 5072—79
Флаконы стеклянные, вместимостью 10 см^3	
Термометр лабораторный шкальный ТЛ-2, пределы измерения 0—100 °С, цена деления – 1 °С	ГОСТ 215—73Е
Интегратор С-6 АХ фирмы Shimadzu, Япония	

3.2. Вспомогательные устройства

Хроматографическая разделяющая ионо-эксклюзионная колонка ВТ 111 OS

из стекла, длиной 350 мм и внутренним диаметром 9 мм	
Подавляющая стеклянная колонка ВТ SG, длиной 120 мм и внутренним диаметром 6 мм с катионитом в Ag^+ форме	
Концентрационная колонка, длиной 50 мм и внутренним диаметром 3 мм, заполненная сорбентом, аналогичным с разделяющей колонкой фирмы Biotronik, Германия	
Концентрационный насос, производительностью 0,1—9,9 $см^3$/мин фирмы Milton Roy, Германия	
Фильтр Шотта с размером пор 3 мкм	ГОСТ 9775—82
Дистиллятор	ТУ 61—1—121—79
Электроплитка	ГОСТ 14919—83

3.3. Материалы

Сорбенты для получения деионизованной воды "Sera1" фирмы Seradest, Германия

3.4. Реактивы

Вода дистиллированная	ГОСТ 6709—72
Кислота хлористоводородная, х. ч., пл. 1,19 г/$см^3$	ГОСТ 3118—77
Муравьиная кислота фирмы Merk (Германия)	
Натрия гидроксид, х. ч.	ГОСТ 4328—77
Перекись водорода ч. д. а. 30 %-ный раствор в воде	ТУ 6—02—570—75

4. Требования безопасности

4.1. При работе с реактивами соблюдают требования безопасности, установленные для работы с токсичными, едкими и легковоспламеняющимися веществами по ГОСТу 12.1.005—88.

4.2. При выполнении измерений с использованием ионного хроматографа соблюдают правила электробезопасности в соответствии с ГОСТом 12.1.019--79 и инструкцией по эксплуатации прибора.

5. Требования к квалификации операторов

К выполнению измерений допускают лиц, имеющих квалификацию не ниже инженера-химика, с опытом работы на ионном хроматографе.

6. Условия измерений

При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

6.1. Процессы приготовления растворов и подготовки проб к анализу проводят в нормальных условиях согласно ГОСТу 15150—69 при температуре воздуха (20 ± 10) °С, атмосферном давлении 630—800 мм рт. ст. и относительной влажности не более 80 %.

6.2. Выполнение измерений на ионном хроматографе проводят в условиях, рекомендованных технической документацией к прибору.

7. Подготовка к выполнению измерений

Перед выполнением измерений проводят следующие работы: приготовление растворов, подготовка хроматографической колонки, установление градуировочной характеристики, отбор и подготовка проб.

7.1. Приготовление растворов

Приготовление элюента. Элюент 1×10^{-4} М раствор хлористоводородной кислоты в деионизованой воде готовят разбавлением 0,1 М хлористоводородной кислоты. Срок хранения раствора – 3 дня.

0,1 М раствор хлористоводородной кислоты. 3,65 см³ кислоты (пл. – 1,19 г/см³) помещают в мерную колбу, вместимостью 1000 см³, доводят деионизованной водой до метки и тщательно перемешивают. Срок хранения раствора – 30 дней.

1 М раствор гидроксид натрия. 4 г реактива вносят в мерную колбу, вместимостью 100 см³, доводят деионизованной водой до метки и тщательно перемешивают. Срок хранения раствора – 30 дней.

Исходный раствор муравьиной кислоты в деионизованной воде ($c = 1000$ мг/дм³). 0,92 см³ муравьиной кислоты (пл. – 1,06 г/см³) помещают в мерную колбу, вместимостью 1000 см³, доводят деионизованной водой до метки и тщательно перемешивают. Срок хранения раствора – 3 мес.

Рабочий раствор № 1 муравьиной кислоты для градуировки (с = 10 мг/дм³) в деионизованной воде готовят из исходного раствора. 1 см³ исходного раствора помещают в мерную колбу, вместимостью 100 см³, доводят до метки деионизованной водой и тщательно перемешивают. Срок хранения – 1 мес.

Рабочий раствор № 2 муравьиной кислоты (с = 0,1 мг/дм³). 1 см³ рабочего раствора № 1 муравьиной кислоты (с = 10 мг/дм³) помещают в мерную колбу, вместимостью 100 см³, доводят до метки деионизованной водой. Готовят в день анализа.

7.2. Подготовка хроматографической колонки

Хроматографическую колонку промывают элюентом со скоростью 1 см³/мин при комнатной температуре в течение 10 мин. Записывают нулевую линию в рабочем режиме. При отсутствии дрейфа нулевой линии колонка готова к работе.

7.3. Установление градуировочной характеристики

Градуировочную характеристику устанавливают методом абсолютной градуировки на градуировочных растворах муравьиной кислоты по формиат иону.

Она выражает зависимость площади пика вещества на хроматограмме (мм²) при ручном расчете или мВ × с при обсчете с использованием интегратора) от концентрации (мг/дм³) по 5 сериям растворов для градуировки.

Каждую серию, состоящую из 6 растворов, готовят в мерных колбах, вместимостью 10 см³.

Таблица 1

Растворы для установления градуировочной характеристики при определении концентрации формиат иона (HCOO-)

Номер раствора	1	2	3	4	5	6
Объем рабочего раствора формиата № 1 (С = 10 мг/дм³), см³	0	0	0	0	1	10
Объем рабочего раствора формиата № 2 (С = 0,1 мг/дм³), см³	0	2	5	10	0	0
Содержание формиата, мг/дм³	0	0,02	0,05	0,1	1,0	10,0

Растворы доводят деионизованной водой до объема 10 $см^3$ (кроме растворов № 4, 6).

100 $мм^3$ растворов № 4—6 вводят в хроматограф с помощью дозировочной петли. 3 $см^3$ растворов № 1—3 вводят с помощью концентрационного насоса в концентрирующую колонку, помещенную на место петли, и анализируют при следующих условиях:

температура колонок	комнатная;
скорость подачи элюента	1 $см^3$/мин;
концентрация элюента	1×10^{-4} М HCl;
скорость подачи пробы при концентрировании	1 $см^3$/мин;
время удерживания формиата	8 мин 54 с.

На полученных хроматограммах рассчитывают площади пиков формиата и по средним результатам из 5 серий строят градуировочную характеристику.

7.4. Отбор проб

Пробы воды отбирают согласно ГОСТу 24481—80 в бутыли из темного стекла. Отобранные пробы воды хранят при 4 °С, срок хранения – 5 дней.

8. Выполнение измерений

10 $см^3$ пробы помещают в стеклянный флакон, добавляют 0,1 $см^3$ концентрированной перекиси водорода, 0,1 $см^3$ 20 %-ного раствора гидроксида натрия и затем 5—10 мг двуокиси марганца для каталитического разложения перекиси водорода. Раствор нагревают при 60—70 °С в течение 10 мин. При этом формальдегид количественно превращается в формиат ион. Анализируют полученный раствор без концентрирования или с концентрированием аналогично растворам для градуировки (п. 7.3).

На хроматограмме рассчитывают площадь пика формиат иона. Для получения результата измерения содержания вещества проводят анализ 2 параллельных проб воды.

Перед обработкой любых результатов необходимо проанализировать "холостую пробу" дистиллированной воды по п. 8, чтобы убедиться в отсутствии помех и загрязнений.

9. Обработка результатов измерений

Концентрацию формальдегида (C) в воде (мг/дм^3) вычисляют по формуле:

$$C = \frac{M_2}{M_1} \cdot m = k \cdot m = 0{,}67\, m \text{, где}$$

m – концентрация формиат иона в пробе, найденная по градуировочной характеристике, мг/дм^3;

$M_1 = 45{,}0$ – молекулярная масса формиат иона;

$M_2 = 30{,}0$ – молекулярная масса формальдегида.

$$k = \frac{M_2}{M_1} = \frac{30{,}0}{45{,}0} = 0{,}67$$

Вычисляют среднее значение концентрации формальдегида в воде:

$$\overline{C} = 0{,}5\left(\sum_{i=1}^{2} Ci\right)$$

Рассчитывают относительную разницу результатов 2 параллельных измерений 1 пробы:

$$C_1 - C_2 \le 0{,}01 \cdot d \cdot \overline{C} \text{, где}$$

d – оперативный контроль сходимости, равный 27,8 %.

10. Оформление результатов измерения

Средние значения результатов измерения содержания формальдегида в 2 параллельных пробах воды оформляют в протокол по форме:

Протокол №
количественного химического анализа формальдегида в воде

1. Дата проведения анализа _____
2. Место отбора пробы _____
3. Название лаборатории _____
4. Юридический адрес организации _____

Результаты химического анализа

Шифр или № пробы	Определяемый компонент	Концентрация, мг/дм³	Погрешность измерения, %

Руководитель лаборатории:
Исполнитель:

11. Контроль погрешности измерений

11.1. *Контроль сходимости.* Выполняют по п. 9. При превышении норматива оперативного контроля сходимости эксперимент повторяют. При повторном превышении норматива выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам контроля и устраняют их.

11.2. *Оперативный контроль погрешности.* Проводится при смене реактивов, после ремонта прибора. Образцами для контроля являются реальные пробы питьевой воды, к которым делаются добавки измеряемых веществ в виде раствора. Отбирают 2 пробы воды и к 1 из них делают добавку таким образом, чтобы содержание определяемых веществ увеличилось по сравнению с исходным на 50—150 %, так, чтобы концентрация в пробе не выходила за верхний диапазон. Каждую пробу анализируют в точном соответствии с прописью методики и получают результат анализа исходной рабочей пробы – $C_{исх.}$ и рабочей пробы и с добавкой – C^l. Результаты анализа исходной рабочей пробы – $C_{исх.}$ и с добавкой – C^l получают по возможности в одинаковых условиях, т. е. их получает 1 аналитик с использованием 1 набора мерной посуды, 1 партии реактивов и т. д.

Результаты контроля признаются удовлетворительными, если выполняется условие:

$$/C^l - C_{исх} - C/ < Kg \text{ , где}$$

C – добавка вещества, мкг/дм³;

Kg – норматив оперативного контроля погрешности, мг/дм³.

При внешнем контроле ($P = 0{,}95$) принимают:

$$Kg = \sqrt{\Delta^2 C^l + \Delta^2 C_{исх.}} \text{ , где}$$

ΔC^{l} и $\Delta C_{исх.}$ – характеристика погрешности для исходной пробы и пробы с добавкой, мг/дм³:

$$\Delta C_{исх.} = 0{,}01 \cdot \delta_{отн.} \cdot C_{исх.} \text{ и}$$

$$\Delta C^{l} = 0{,}01 \cdot \delta_{отн.} \cdot C^{l}$$

При внутрилабораторном контроле ($P = 0{,}90$) принимают:

$$K'g = 0{,}84 \cdot Kg$$

При превышении норматива оперативного контроля погрешности эксперимент повторяют. При повторном превышении указанного норматива выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам контроля, и устраняют их.

Методические указания разработаны А. Г. Малышевой (НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина, г. Москва), Л. А. Бубчиковой, Е. Е. Сотниковым (Всероссийский центр медицины катастроф "Защита", г. Москва).

Список литературы

1. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: СанПиН 2.1.4.559—96.—М.: ГКСЭН России, 1996.—111с.

2. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения: СанПиН 4630—88—М.: МЗ СССР, 1988.—60с.

3. Методические указания по определению концентраций химических веществ в воде централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения: Сборник методических указаний.—М.: МЗ России,1997.—112с.

gost.e-ecolog.ru