



УДК 543.3

Приборное обеспечение аналитического контроля качества воды

Куцева Н.К

Вода нужна везде: в быту, сельском хозяйстве, в различных отраслях промышленности. Без воды невозможно существование живой природы в целом. Но запасы воды на Земле безграничны, поэтому с водой надо обращаться бережно и разумно, очищая использованную человеком воду и возвращая ее в природу. Такие задачи невозможно решить без информации о качестве воды, которую получают в ходе проведения аналитического контроля.

Качество воды контролируется многими лабораториями. Прежде всего, это лаборатории водоканалов, Роспотребнадзора, Минприроды России, лаборатории производственного контроля предприятий различного профиля. В большинстве случаев это небольшие лаборатории, которые осуществляют контроль качества воды по ограниченному перечню показателей. В то же время в последние годы очень заметна тенденция к изменению ситуации в части расширения перечня определяемых показателей и улучшения приборного оснащения лабораторий. Требования к качеству воды различных типов в нашей стране установлены большим количеством нормативных документов: ГОСТы, СанПиНы, Гигиенические нормативы, Технические регламенты, Правила, Постановления правительства и пр. При этом практически для всех типов воды нормируются общие показатели качества: цветность, мутность, окисляемость, БПК, содержание нефтепродуктов, основных металлов и анионов.

Для определения большинства подобоных показателей не требуется сложного и дорогостоящего оборудования, особенно если лаборатория анализирует небольшое количество проб. Тем не менее, во многих лабораториях широко применяется автоматизация титриметрических и спектрофотометрических методов анализа благодаря использованию автоматических пипеток, дозаторов, титровальных установок, спектрофотометрических анализаторов. При определении ХПК уже давно используются специальные минерализаторы,

Представлен краткий обзор аналитического оборудования, необходимого для проведения аналитического контроля качества воды. Приведены примеры использования хроматографических систем для определения органических веществ в воде. Описан подход к выбору нового оборудования.

Ключевые слова. Анализ воды, контроль качества воды, аналитическое оборудование, ксенобиотики в воде

ры, как импортного (Hach-Lange, WTW, Velp Scientifice, Spectroquant, KLIVA и пр.), так и российского производства (Люмэкс, Эконикс-Эксперт), а нефтепродукты определяют не только с помощью ИК-спектрофотометров (КН, ИКН, ИКАН, АН) и флюората (Люмэкс), но и с применением ИК-Фурье спектрофотометров (Nicolet, Agilent, Bruker, Люмэкс, Симекс и пр.) и хроматографии. При определении БПК на смену прямого измерения содержания кислорода оксиметром все чаще приходит манометрический метод, основанный на измерении разницы давлений (OxiTop IS6 (WTW)). Поскольку кислород связывается микроорганизмами, давление над водой в закрытом сосуде уменьшается, и разница давлений, измеренная манометрическим датчиком, характеризует изменение содержания кислорода.

Следует отметить, что даже самое простое современное оборудование позволяет существенно улучшить прецизионность и точность анализа, повысить производительность труда химиков-аналитиков.

Хорошо зарекомендовали себя спектрофотометрические анализаторы со встроенными калибровками (Merck, Hach, Hanna, Эконикс-Эксперт), которые предполагают использование наборов готовых реактивов для определения ряда показателей. Часто подобные приборы применяют для определения хлора и проведения оперативного экологического мониторинга водных объектов. Однако, это оборудование не всегда подходит для определения низких содержаний загрязняющих компонентов, прежде всего, металлов.

В ряде случаев предельно допустимые концентрации (ПДК) металлов

Куцева Надежда Константиновна, кандидат химических наук, начальник отдела физико-химических методов анализа, kutseva@rossalab.ru

Пирогова Светлана Валерьевна, начальник сектора спектрофотометрии

Пирогов Николай Олегович, кандидат химических наук, начальник сектора хроматографии

Аналитический центр ЗАО «РОСА», 119297, Москва, ул. Родниковая, д.7, стр.35 mail@rossalab.ru



настолько низки (таблица 1), что определение этих элементов на требуемом уровне пополюины ПДК с помощью методов обычной спектрофотометрии проблематично, а порой просто невозможно. Что касается сточных вод, то существенный недостаток спектрофотометрических методик связан с мешающим влиянием матрицы пробы. Другой вопрос, с которым сталкиваются аналитики при определении металлов в сточных водах - это минерализация пробы. Обычное разложение с кислотами трудоемко и не всегда позволяет полностью перевести определяемые вещества в раствор. Альтернативой классическому кислотному разложению является микроволновая минерализация. В начале 90-х годов АЦ «РОСА» был первой лабораторией, где начали использовать такой способ пробоподготовки при выполнении рутинных анализов сточной воды. На сегодняшний день в российских лабораториях достаточно широко используются микроволновые системы, в том числе и отечественного производства (Milestone, Analytik Jena, SEM, Berghof, Люмэкс, Вольта и пр.).

Сейчас при определении металлов на смену спектрофотометрии пришли более чувствительные и селективные спектральные методы - пламенная и электротермическая атомно-абсорбционная спектрометрия, атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой, масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой. Эти методы обладают большими возможностями с точки зрения перечня определяемых показателей и типов анализируемой воды. В настоящее время на рынке аналитического оборудования предлагается большое количество спектральных приборов разных производителей - Perkin-Elmer, Agilent, Thermo, Bruker, Analytik Jena, Shimadzu, КОРТЭК, Люмэкс и пр.

Приборы, работающие в электротермическом режиме, снабжены устройством дейтериевой или Зееманской коррекции фона. Зееманская коррекция позволяет устранять мешающее влияние матрицы во всей области спектра, чего не происходит при использовании дейтериевого корректора фона, и это дает возможность определять такие элементы, как мышьяк и селен, даже в сложных матрицах.

При использовании высокочувствительного спектрального оборудования при определении следовых количеств металлов особые требования предъявляются к чистоте по-

суды, воды для лабораторного анализа и кислоты. Как правило, используют деионизованную воду. Чистота посуды, предназначенной для отбора проб, регулярно контролируется анализом смывов. Азотная кислота квалификации ос.ч. подвергается дополнительной очистке суббойлерной перегонкой с использованием специальных систем (например, Berghof, Witec и т.д.).

Среди инструментальных методов для анализа питьевой воды наиболее перспективен метод масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Несмотря на высокую стоимость оборудования, благодаря высокой чувствительности и производительности во всем мире этот метод постепенно вытесняет электротермическую атомную абсорбцию. В нашей стране ситуация иная. Из-за высокой стоимости не только масс-спектрометр, но и обычный пламенный атомно-абсорбционный спектрометр не всегда доступен для небольших лабораторий.

В России при определении ряда металлов достаточно широко распространены метод вольтамперометрии, обеспеченный приборами отечественных производителей (ИВА¹, Вольта, Аквилон, Эконикс-Эксперт, Техноаналит, Томьяналит и пр.) Преимуществами этого метода помимо невысокой стоимости оборудования является возможность определения форм элементов, например, As (III) и As (V). Хотя метод не дает возможности определить широкий спектр нормируемых в воде металлов, он позволяет определять и отдельные органические соединения в воде

(фенол, анилин), что также важно.

По результатам межлабораторных сравнительных испытаний, которые проводит ЗАО «РОСА», за период с 2013 года по 1 квартал 2015 года можно сказать, что на практике для определения металлов в российских лабораториях применяются разнообразные методы аналитической химии (общее число участников МСИ по металлам за этот период составляет от 200 до 700 лабораторий для разных показателей). Для определения железа и алюминия по-прежнему наиболее часто используется спектрофотометрия, для определения кадмия, хрома, свинца и меди - метод электротермической атомно-абсорбционной спектрометрии. Наряду с этим свинец и кадмий во многих лабораториях определяют методом инверсионной вольтамперометрии, цинк и марганец - методом пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии (рисунок).

В перечне определяемых в воде металлов особое место занимает ртуть. В подавляющем большинстве случаев ртуть определяют методом «холодного пара». Именно на этом методе основан принцип действия коммерческих приборов - анализаторов ртути как зарубежных, так и российских производителей (Cetac, Perkin-Elmer, Analytik Jena, Люмэкс, Метрология и пр.).

Перспективными методами анализа воды являются ионная хроматография и капиллярный электрофорез (Metrohm, Dionex, Аквилон и пр.), которые позволяют проводить определение не только анионного и основного катионного состава, но и ря-



АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

- ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ, РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ АНАЛИЗЫ ВОДЫ, ПОЧВЫ, ОСАДКОВ, РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ВОДОПОДГОТОВКИ
- МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ
- МЕЖЛАБОРАТОРНЫЕ СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ
- ШКОЛЫ-СЕМИНАРЫ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ЛАБОРАТОРИЙ

ЗАО «РОСА», 119297, Москва, ул. Родниковая, д. 7, стр. 35
Тел.: (495) 502-44-22 E-mail: mail@rossalab.ru www.rossalab.ru

1) предприятие прекратило выпуск вольтамперометрических анализаторов



■ **Таблица 1.** Предельно допустимые концентрации

Элемент	ПДК, мг/л	
	Питьевая вода централизованного водоснабжения	Природная вода водоема рыбохозяйственного значения
Бериллий	0,0002	0,0003
Кадмий	0,001	0,005
Медь	1	0,001
Ртуть	0,0005	0,00001
Свинец	0,03	0,006
Селен	0,01	0,002
Цинк	5	0,01

да органических соединений. Особенно удобно использовать подобное оборудование при больших объемах работ. Однако в силу все тех же финансовых причин метод ионной хроматографии довольно редко применяется в российских лабораториях.

Большинство спектральных приборов и ионных хроматографов можно укомплектовать автосамплерами.

В целом преимуществами использования этих методов анализа являются:

- экономия реактивов;
- отсутствие влияния окраски пробы и pH среды;
- сокращение продолжительности анализа и высокая производительность;
- применимость для анализа разных типов воды

Для определения в воде органических веществ широко применяются хроматографические методы анализа: газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография. Современные хроматографы (Agilent, Perkin-Elmer, Shimadzu, Thermo-Scientific, Waters, Bruker, Мета-хром, Научприбор, ЦветХром и пр.) позволяют определять различные органические вещества с очень высокой чувствительностью (по отдельным веществам до 0,001 мкг/л). Столь высокая чувствительность в газовой хроматографии достигается за счет использования капиллярных колонок и современных детекторов. Наиболее часто используются пламенно-ионизационные детекторы, для отдельных классов органических соединений применяют термоионный детекторы, детекторы электронного захвата. Для ВЭЖХ чаще всего используют флуоресцентные или спектрофотометрические детекторы. Для большинства анализов требуется предварительное концентрирование определяемых соединений (пробоподготовка). Пробоподготовку воды проводят путем жидкость-жидкостной или твердофазной экстракции. В ряде случаев столь трудоемкая стадия пробоподготовки не требуется. В этой свя-

зи следует отметить преимущества приставок для анализа равновесной паровой фазы (метод статического парофазного анализа - Head Space), которые используются в комбинации с хроматографами при определении летучих галогенорганических и ароматических соединений. Для определения следовых количеств летучих органических веществ, в том числе и галогенсодержащих, применяется концентрирование на сорбенте с последующей десорбцией (метод динамического парофазного анализа - Purdge&Trap).

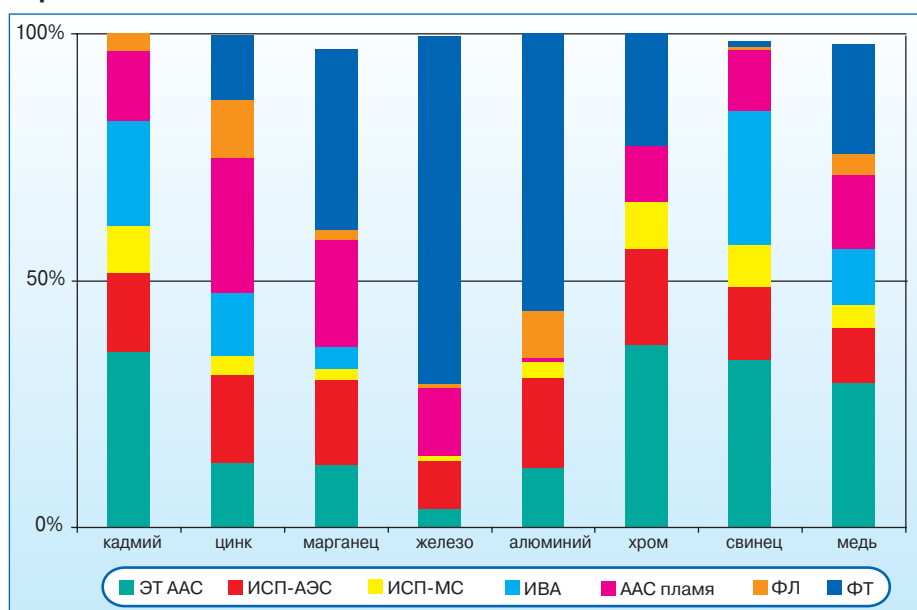
Учитывая многообразие органических соединений, присутствие которых возможно в воде, особенно важен метод хромато-масс-спектрометрии, позволяющий проводить идентификацию широкого спектра загрязняющих веществ и их последующее количественное определение.

Использование метода ГХ/МС для анализа воды широко распрост-

ранено во всем мире и Россия не является исключением. Подтверждением этого является наличие значительного количества аттестованных методик анализа воды [1-16].

При оценке качества воды поверхностных источников водоснабжения важной задачей является определение остаточных количеств пестицидов и соединений лекарственного происхождения. Решение этой непростой задачи возможно при использовании систем ультра высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с тандемной масс-спектрометрией (УВЭЖХ-МС/МС). Фирм-производителей подобного оборудования много: Agilent, AB Sciex, Bruker, Shimadzu, Thermo-Scientific и пр. Подобное оборудование широко применяется за рубежом для контроля содержания органических ксенобиотиков в воде. У нас в стране этот метод при анализе воды используется крайне редко, хотя в медицине и при анализе пищевых продуктов метод УВЭЖХ/МС/МС очень распространен. АЦ «РОСА» стал первой лабораторией в России, где разработаны и аттестованы методики определения остаточных количеств свободного акриламида, азотно-фосфорных пестицидов и отдельных лекарственных препаратов в воде. В наших методиках при использовании УВЭЖХ/МС/МС не требуется предварительное концентрирование пробы, а чувствительность по ряду соединений достигает 0,5 нг/л.

■ **Методы определения металлов, используемые в российских лабораториях**



Условные обозначения:

ЭТ ААС - электротермическая атомно-абсорбционная спектрометрия; ИСП-МС - масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой; ИСП-АЭС - атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой; ИВА - инверсионная вольтамперометрия; ААС пламя - пламенная атомно-абсорбционная спектрометрия; ФЛ - флуориметрия; ФТ - фотометрия.



В таблице 2 перечислены классы органических веществ, которые определяются в воде методом хроматографии и приборы, на которых выполняются эти анализы в АЦ «РОСА».

Наиболее жесткие требования действуют для питьевой воды и природной воды рыбо-хозяйственного назначения [17-19]. Помимо того, что перечни нормируемых показателей включают тысячи наименований, установлены столь низкие значения ПДК, что без специального оборудования не обойтись. Решение задачи контроля качества воды по расширенному списку показателей под силу только хорошо оснащенным аккредитованным специализированным аналитическим центрам.

Расширенное исследование качества воды можно провести и в аналитических подразделениях научно-исследовательских институтов. Однако такие организации в силу различных объективных причин далеко не всегда готовы выполнить большие объемы работ в сжатые сроки с учетом всех установленных требований к аккредитованным лабораториям, поскольку их деятельность часто не направлена на выполнение регулярных рутинных исследований.

Современные методы аналитической химии требуют весьма значи-

тельных затрат на оборудование, окупаемых только при полной загрузке. Стоимость оснащения современной лаборатории даже при минимальном наборе оборудования может достигать миллиона долларов. К этому также необходимо прибавить значительные средства на поддержание дорогостоящего оборудования в рабочем состоянии, не говоря уже о значительных затратах на реактивы и расходные материалы.

В АЦ «РОСА» довольно часто лаборатории обращаются за консультацией при выборе оборудования, которое они хотят приобрести.

Как же правильно решить задачу выбора оборудования? Несколько лет назад на русский язык было переведено практическое руководство [20], в котором отражены многие аспекты этого увлекательного процесса. Здесь же остановимся на некоторых основополагающих моментах, основанных на большом опыте работы АЦ «РОСА».

Если лаборатория уже имеет опыт работы на подобном оборудовании и новое приобретает на замену аналогичного прежнего прибора, все достаточно ясно и просто.

А как следует подходить к решению вопроса о приобретении совершенно нового для лаборатории оборудования?

Прежде всего, необходимость закупки любого, пусть даже не очень дорогостоящего оборудования, должна определяться потребностями. Это может быть:

- расширение перечня определяемых показателей;
- увеличение объема работ;
- необходимость повышения чувствительности определения.

При этом важно уже на этом предварительном этапе понять, какой метод анализа наиболее подходит для решения Ваших задач. Если речь идет о дорогостоящем оборудовании, перечисленные выше вопросы не являются решающими. Даже при наличии единовременных финансовых средств для покупки дорогого прибора надо оценить затраты на его последующее содержание и период, за который эти затраты окупятся.

Любой сложный прибор требует определенных условий для своей работы. Необходимы:

- помещения (чистота воздуха, вентиляция, часто требуется кондиционер);
- выполнение требований к электропитанию (указаны в рекомендациях фирмы-производителя);
- газы определенной чистоты (если для работы прибора они требуются), их постоянное наличие;

■ Таблица 2. Характеристики методов определения органических веществ

Органические соединения (количество определяемых веществ в группе)	Метод анализа/детектор	Прибор	Пробоподготовка
Фенолы (14)	ГХ/ПИД	Agilent 7890	Жидкостно-жидкостная экстракция
Летучие органические соединения (18)	ГХ/МС	Agilent 7890/5977/ Teledyne Tekmar Atomx	Purge & Trap
Азот- и фосфорсодержащие пестициды (16)	ГХ/ АФД	Agilent 6890	Жидкостно-жидкостная экстракция
Бензол и его производные (8)	ГХ/ПИД	Agilent 7890/G1888	Head Space
Полициклические ароматические соединения (15)	ВЭЖХ/ ФЛД	Agilent 1200	Жидкостно-жидкостная экстракция
Летучие галогенорганические соединения (18)	ГХ/ ЭЗД	PerkinElmer 680/ TurboMatrix 40	Head Space
Хлорфенолы (8)	ВЭЖХ/ СФД	PerkinElmer series 200	Жидкостно-жидкостная экстракция
Формальдегид и ацетальдегид	ВЭЖХ/ СФД	PerkinElmer series 200	Дериватизация и жидкостно-жидкостная экстракция
Глифосат (раундап)	ВЭЖХ/ ФЛД	PerkinElmer series 200	Дериватизация
Хлорсодержащие пестициды (13) и полихлорированные пестициды (27)	ГХ/ МС	Agilent 6890/5975	Жидкостно-жидкостная экстракция
Полулетучие органические соединения (29)	ГХ/ МС	Agilent 7890/5975	Жидкостно-жидкостная экстракция
Лекарственные препараты (8), акриламид и азотно-фосфорные пестициды (25)	УВЭЖХ/ МС/МС/МС	AB SCIEX QTrap 4500/Eksigent Ekspert ultraLC 100	Не требуется, прямой ввод пробы
Ацетон, метанол	ГХ/ ПИД	Agilent 6890	Не требуется

Условные обозначения:

ГХ - газовая хроматография; ВЭЖХ - высокоэффективная жидкостная хроматография; УВЭЖХ - ультравысокоэффективная жидкостная хроматография; ПИД - пламенно-ионизационный детектор; АФД - азотно-фосфорный детектор; МС - масс-детектор; СФД - спектрофотометрический детектор; ФЛД - флуоресцентный детектор; ЭЗД - электрозахватный детектор; МС/МС/МС - масс-детектор с тройным квадруполом.



- реактивы и расходные материалы определенного качества, в том числе стандартные образцы, возможность их постоянного приобретения, стоимость;

- аттестованные методики анализа;
- квалифицированный персонал.

Оценив возможность выполнения этих требований можно прикинуть, не проще ли передавать анализы на субподряд в какую-либо другую лабораторию.

Если же эти общие требования и условия могут быть соблюдены и не пугают Вас, есть средства на приобретение оборудования, наступает следующий этап - маркетинг рынка оборудования.

Современные аналитические приборы одного класса обычно близки по своим техническим характеристикам, представители фирм-производителей всегда весьма красочно описывают возможности оборудования, поэтому непросто разобраться в каких-то деталях. С чего же начинать?

Оценить технические характеристики прибора: при необходимости - инструментальный предел определения, надежность, стабильность работы.

Проверить факт внесения в Государственный реестр средств измерения, наличие методики поверки.

Проконсультироваться с пользователями оборудования.

Уточнить вопросы сервисного обслуживания (сколько сервис-инженеров, как оперативно приезжают по вызову, далеко ли находится представительство фирмы, какова стоимость услуг) и методической поддержки, возможность обучения работе на приборе.

Подсчитать примерную стоимость расходных материалов и обслуживания.

Выяснить условия послегарантийной поддержки.

После приобретения оборудования, прежде всего, необходимо составить краткую рабочую инструкцию и научиться работать на новом приборе. Для сложного оборудования это может занять годы. Желательно

интенсивно эксплуатировать прибор в гарантийный период. Если есть аттестованная методика необходимо заняться ее внедрением, если такой методики нет - приступить к разработке собственной методики. Если показатели, которые планируется определять на новом приборе, уже определялись другим методом или на другом приборе, следует сравнить результаты анализов, полученные разными методами (на разных приборах) на реальных пробах.

Таким образом, аналитический контроль качества воды невозможен без применения самого разного оборудования. Авторы не ставили задачу рассмотреть в статье все оборудование, используемое для контроля качества воды, и упомянуть всех возможных производителей, а лишь хотели отразить наметившуюся в стране тенденцию к соответствию приборного оснащения аналитических лабораторий современным требованиям экологического контроля. Несмотря на все экономические сложности с каждым годом повышается уровень оснащённости аналитических лабораторий. Пусть это не всегда самые современные и сложные приборы, возможно, такое оборудование и не нужно иметь в каждой лаборатории. Самое главное, чтобы оборудование хорошо работало и приносило реальную пользу в непростом и многогранном процессе контроля качества воды.

Литература:

1. ПНД Ф 14.1:2.4.251-08 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений суммарного содержания полихлорированных дибензо-*p*-диоксинов и дибензофуранов в пересчете на 2,3,7,8-тетрахлордибензо-*p*-диоксин в пробах питьевых, поверхностных природных и очищенных сточных вод методом хромато-масс-спектрометрии.
2. ПНД Ф 14.1:2.3:4.212-05 Методика определения 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты в питьевых, природных и сточных водах методом газовой хроматографии.
3. ПНД Ф 14.1:2.3:4.204-04 Методика определения хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов в питьевых, природных и сточных водах методом газовой хроматографии

4. МУК 4.1.737-99 Хромато-масс-спектрометрическое определение фенолов в воде.

5. МУК 4.1.739-99 Хромато-масс-спектрометрическое определение бензола, толуола, хлорбензола, этилбензола, *o*-ксилола, стирола в воде

6. МУК 4.1.649-96 Методические указания по хромато-масс-спектрометрическому определению летучих органических веществ в воде

7. МУК 4.1.738-99 Хромато-масс-спектрометрическое определение фталатов и органических кислот в воде

8. НДП 30.1:2.3.72-09 МВИ летучих органических соединений в питьевых, природных и сточных водах

9. НДП 30.1:2.3.68-2009 МВИ органических соединений в питьевых, природных и сточных водах

10. НДП 30.1:2.104-08 МВИ массовых концентраций манкоцеба в питьевых и природных водах методом хромато-масс-спектрометрии

11. НДП 30.1:2.111-10 МВИ массовых концентраций *N*-нитрозодиметиламина в питьевых и природных водах

12. НДП 30.1:2.3.117-2012 МВИ массовых концентраций фенолов и хлорфенолов в питьевых, природных и сточных водах

13. НДП 30.1:2.3.118-2012 МВИ массовых концентраций бисфенола А в питьевых и природных водах

14. НДП 30.1:2.120-2012 МВИ массовых концентраций летучих ароматических и галогенорганических соединений в питьевых и природных водах

15. НДП 30.1:2.124-2013 МВИ массовых концентраций хлорсодержащих органических кислот в питьевых и природных водах методом хромато-масс-спектрометрии

16. НДП 30.1:2.122-2014 Методика определения галоуксусных кислот в питьевых и природных водах методом газовой хроматографии

17. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

18. СанПиН 2.1.4.1116-02. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества.

19. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Утверждены приказом Росрыболовства 20 от 18 января 2010 г., зарегистрированы Минюстом России 16326 от 9 февраля 2010 г.

20. Мервин К. Мак-Мастер. Как покупать и продавать лабораторное оборудование. Практическое руководство. СПб, Профессия, 2011. - 240 с.

Instrumentation of analytical control of water quality

Куцева Надежда Константиновна, кандидат химических наук, начальник отдела физико-химических методов анализа, kutseva@rossalab.ru

Пирогова Светлана Валерьевна, начальник сектора спектрофотометрии

Пирогов Николай Олегович, кандидат химических наук, начальник сектора хроматографии

Аналитический центр ЗАО «РОСА», 119297, Москва, ул. Родниковая, д.7, стр.35 mail@rossalab.ru

The review of the analytical equipment for the analytical control of water quality was presented. Examples of the use of chromatographic systems for the determination of organic substances in water are given. The approach to the selection of new equipment is described

Key words. Water analysis, water quality monitoring, analytical equipment, xenobiotics in water