

УДК 628.1:543.42

Аналитическая система Spectroquant® для эффективного контроля качества воды

Д. М. СОКОЛОВ¹, М. С. СОКОЛОВ²

¹ Соколов Дмитрий Михайлович, кандидат биологических наук, генеральный директор ООО «МикроБио» 123060, Россия, Москва, 1-й Волоколамский проезд, 10, тел.: (495) 221-20-26, e-mail: info@mibio.ru

² Соколов Михаил Сергеевич, доктор биологических наук, научный консультант, ООО «МикроБио» Тел.: (495) 221-20-26, e-mail: info@mibio.ru

Аналитическая система Spectroquant® представляет собой комбинацию современного фотометра и набора высококачественных тестов. Система позволяет производить количественный анализ воды по более чем 100 основным показателям качества. Высокая надежность и качество измерений обеспечиваются проведением многоуровневого контроля всех компонентов системы. Утвержденные Госстандартом РФ методики выполнения измерений широко используются для химического экспресс-анализа воды.

Ключевые слова: аналитическая система, химический анализ воды, фотометр, кюветный тест, реагентный тест, методика выполнения измерений.

Spectroquant® analytical system includes an advanced photometer and a set of high quality tests. The system provides for the quantitative water analysis for more than 100 quality parameters. The high reliability and quality of measurements are ensured by multilevel control of all the system components. The measuring techniques approved by GosStandard (Federal Agency on Technical Regulation and Metrology) are widely used for the chemical express-analyses of water.

Key words: analytical system, chemical water analysis, photometer, cuvette test, reagent test, measuring technique.

Чистая вода жизненно необходима человеку, она используется практически во всех технологических процессах в промышленности и сельском хозяйстве. Независимо от назначения требуется ее регулярный, строгий аналитический контроль, в первую очередь, по *химическим показателям*. В частности, для питьевой воды утверждены гигиенические нормативы по 713 вредным химическим веществам (из них 16 *первого* и 258 *второго* классов опасности) [1–3].

Количественный инструментальный контроль химического состава воды в западных странах и на передовых предприятиях России уже в течение ряда лет успешно осуществляется с использованием аналитической системы Spectroquant®

(производитель – фирма *Merck*, Германия). С ее помощью в различных пробах воды количественно определяют содержание ионов алюминия, аммония, бария, железа, кадмия, калия, кальция, кобальта, магния, марганца, меди, молибдена, никеля, олова, ртути, свинца, серебра, хрома, цинка, нитратов, нитритов, хлоридов, цианидов, фторидов, фосфатов, полифосфатов, сульфатов, силикатов и др. Фотометрически определяются также важнейшие показатели качества воды: БПК, ХПК, содержание кислорода, озона, общего органического углерода, общего азота, общего фосфора, свободного хлора, ПАВ, фенолов, формальдегида, мышьяка и летучих органических кислот [3].



Рис. 1. Фотометр Spectroquant® Nova 60 с кюветными тестами



Рис. 2. Кюветные тесты для химического экспресс-анализа воды

Общая характеристика аналитической системы Spectroquant®

Система Spectroquant® включает фотометр Spectroquant® Nova 60 и тест-наборы для аналитического определения веществ, содержащихся в пробах воды [3; 4]. Система Spectroquant® позволяет быстро определять различные показатели воды, при этом используются утвержденные Госстандартом методики выполнения измерений. Тест-наборы распознаются по штрих-коду, и система автоматически рассчитывает концентрацию анализируемого вещества. Прибор может использоваться как в стационарных условиях, так и в мобильной лаборатории.

Фотометр Spectroquant® Nova 60 (рис. 1) определяет оптическую плотность водных растворов исследуемых веществ при 12 значениях длины волны (табл. 1). В приборе запрограммированы методики анализа свыше 130 различных веществ. Еще 50 методик могут быть записаны дополнительно. Фотометр характеризуется повышенной надежностью, в его памяти сохраняется до 1000 результатов ранее выполненных определений. В аналитической системе используются два типа тестов: *кюветные* и *реагентные*.

Кюветные тесты – круглые пробирки-кюветы (рис. 2) диаметром 16 мм, изготовленные из оптически чистого стекла и герметично закрытые завинчивающимися колпачками. Они содержат все реактивы, необходимые для определения

Таблица 1

Параметр	Характеристика фотометра Spectroquant® Nova 60
Дисплей	Графический
Длина волны, нм	340, 410, 445, 500, 525, 550, 565, 605, 620, 665, 690, 820
Способ определения	Светопоглощение, концентрация, светопропускание
Диапазон поглощения, А	От –0,3 до 3,2
Лампа	Вольфрамово-галогеновая
Дата/время	Встроенные календарь/часы
Набор кювет	Прямоугольные 10, 20, 50 мм, круглые 16 мм
Распознавание тестов	Автоматическое по штрих-коду
Обновление данных	Интернет
Интерфейс	RS 232
Методика анализа	Более 130 методик определения концентраций веществ
Время измерения, с	2
Сохранение данных	До 1000 определений
Специальные функции	Дополнительное программирование 50 методик
Электропитание	210–250 В, 50 Гц; встроенный аккумулятор 12 В
Рабочая температура, °С	От 5 до 40
Габариты (В×Г×Ш), мм	140×270×260
Масса, кг	2,3

вещества. Нанесенный на каждую пробирку-кювету штрих-код исключает ошибку при выборе метода анализа. После внесения в кювету исследуемого образца воды и завершения реакции ее помещают в фотометр для определения оптической плотности исследуемого вещества. Расчет концентрации производится автоматически в соответствии с заданными калибровочными коэффициентами. Конечный результат измерения регистрируется на дисплее фотометра.

Реагентные тесты содержат готовые реактивы во флаконах с удобной системой дозирования. Автоматическое распознавание тестов происходит при установке в кюветный отсек прибора специального устройства – *автоселектора*. Это пластиковая пробирка со штрих-кодом метода анализа. Прибор также автоматически распознает размер прямоугольных кювет (10, 20 или 50 мм), что необходимо для правильного расчета концентрации исследуемого вещества. Использование кюветы размером 50 мм повышает чувствительность метода. Реактивы добавляются к анализируемому образцу с помощью капелек, пипеток или мерных ложечек, которые входят в состав тест-набора. Кюветные и реагентные тесты хранятся при комнатной температуре в течение трех лет.

Система аналитического контроля качества измерений

Существует несколько уровней *контроля качества* системы Spectroquant®. В процессе контроля не только тестируется правильность работы фотометра, но и проверяются все необходимые компоненты измерительной системы (пипетки, тесты), оценивается влияние присутствующих в воде примесей, а также действия оператора. Благодаря встроенной *программе самопроверки* после каждого включения прибор автоматически диагностирует исправность своего состояния и сигнализирует о готовности к работе.

Проверка работы фотометра Spectroquant® Nova 60 проводится с использованием комплекта стандартных растворов PhotoCheck, сертифицированных Национальным институтом стандартов и технологий США. Светопоглощение этих высокостабильных окрашенных растворов проверено изготовителем на референтном фотометре при длине волны 445, 525 и 690 нм. Полученные значения оптической плотности стандартного образца должны соответствовать величине, указанной в описании к набору стандартов. Допустимая относительная ошибка измерений $\leq 0,5\%$. Если результаты соответствуют указанным величинам, прибор готов к проведению измерений.

Предусмотрена также возможность тестирования используемых в лаборатории *пипеток*. Проверка их объема осуществляется с помощью набора PipeCheck. Определенный объем жидкости, отмеренной пипеткой, добавляется к пробирке из набора для фотометрического контроля пипеток. Измеренные значения оптической плотности сравниваются с эталоном.

При анализе работы всей системы Spectroquant®, кроме фотометра и тестов, проверяются также действия самого оператора. Для проверочных измерений используют стандартные растворы – многокомпонентные (CombiCheck) и однокомпонентные (CertiPUR®). В процессе анализа вместо исследуемой пробы используется стандартный раствор CombiCheck (реагент R-1). Измеренная концентрация сравнивается с *концентрацией стандартного образца*. Для исключения любых случайных ошибок измерения рекомендуется проводить дважды. Допустимая относительная ошибка при этом не должна превышать 0,5%. Положительный результат проверки означает, что прибор, тесты и действия самого аналитика корректные, т. е. система Spectroquant® исправна и готова к работе. Такую проверку следует проводить регулярно, через каждые 15–20 измерений.

Проверка неизвестных образцов воды на наличие мешающих ионов, влияющих на результаты измерений, проводится с использованием *«метода добавок»*. К исследуемым пробам воды добавляется стандартный раствор CombiCheck (реагент R-2), затем определяется общая концентрация анализируемого вещества. Если по результатам анализа измерения ошибка концентрации добавленного вещества не превышает $\pm 10\%$ (от его истинной концентрации), то это означает, что мешающий («матричный») эффект у образца отсутствует. Превышение указанного предела свидетельствует о влиянии на результат анализа мешающих ионов. В этом случае необходимо провести очистку образца от мешающих примесей (например, мембранной фильтрацией), использовать специальные вспомогательные вещества-комплексоны либо разбавить образец дистиллированной водой.

Таким образом, использование сертифицированных стандартных растворов – PhotoCheck, CombiCheck, CertiPUR, PipeCheck – позволяет в целом оценить состояние всей аналитической системы Spectroquant®: правильность работы аналитика, самого прибора, тестов, градуировки лабораторных пипеток. Полученные при этом данные (включая наличие мешающих ионов) обеспечивают результаты, которым можно доверять.

Анализируемый показатель	Диапазон измерений, мг/дм ³	МВИ
Алюминий	0,02–1,2	01.1:1.2.3.4.11-05
Аммонийный азот	0,01–80	01.1:1.2.4.16-05
БПК	0,5–3000	01.1:1.2.4.42-06
Железо общее	0,005–5	01.1:1.4.2:2.18-05
Калий	5–300	01.1:4:1.2.4.13-05
Кислород	0,01–12	01.1.4:1.2.4.13-05
Марганец	0,01–10	01.1:1.4.2:2.15-05
Нитраты	0,1–25	01.1:1.2.3.4.14-05
Нитриты	0,002–1	01.1:1.2.4.13-05
Озон	0,01–7,5	01.1:2.3.4.19-05
ПАВ анионные	0,05–2	01.1:1.2.4.43-06
ПАВ катионные	0,1–7,5	01.1:1.2.4.180
ПАВ неионогенные	0,05–1,5	01.1:1.2.4.181
Сульфаты	5–1000	01.1.4:1.2.3.4.62
Углерод общий органический	5–80	01.1:1.2.4.44-06
Фенол	0,002–5	01.1:1.2.4.48-06
Формальдегид	0,02–8	01.1:1.2.4.46-06
Фосфаты, полифосфаты, общий фосфор	0,01–100	01.1:1.2.4.12-05
Фториды	0,1–20	01.1:1.2.4.20-05
Хлор свободный и связанный	0,01–7,5	01.1:1.2.3.4.40-06
Хлориды	1–150	01.1:1.2.4.41-06
ХПК	4–10000	01.1:1.2.17-05
Хроматы	0,01–3	01.1.4:1.2.4.13-05
Цианиды	0,002–0,5	01.1:1.2.4.47-06

Зарегистрированные методики выполнения измерений химического анализа воды

Фотометр Spectroquant® Nova 60 как средство измерения внесен в Государственный реестр РФ. Большинство методик с эталонными тестами фирмы Merck зарегистрированы в Госстандарте РФ (табл. 2). Методики исследования качества воды с применением фотометра Spectroquant® Nova 60 аттестованы Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии РФ. В 2012 г. запланирована регистрация количественных методов определения *цветности* и *мутности воды*, а также анализа воды на содержание *диоксида хлора* и *циануровой кислоты*.

Выводы

Аналитическая система Spectroquant® – это комбинация современного фотометра и готовых тестов. Она позволяет количественно анализировать воду на содержание более ста различных веществ. Система обеспечивает получение воспроизводимых и точных результатов в полном

соответствии с рекомендациями GLP (надлежащей лабораторной практики). Она адаптирована к рекомендациям современной концепции *аналитического контроля качества AQA* (Analytical Quality Assurance). Для этого предусмотрена разноуровневая процедура проверки качества измерений (самого прибора, всей системы Spectroquant® и мешающих ионов, затрудняющих анализ воды).

Система Spectroquant® проста в использовании, для работы с прибором аналитику не требуется какая-либо дополнительная подготовка. Применение системы Spectroquant® для анализа воды обеспечивает существенный выигрыш во времени и повышенную точность определения. Преимущество аналитической системы Spectroquant® заключается также в отсутствии построения калибровочных графиков и выполнения расчетов концентрации определяемого вещества. В целом использование готовых кюветных и реагентных тестов, их автоматическое распознавание, расчет концентрации исследуемого вещества обеспечивают простоту, высокую

точность и надежность анализа. Благодаря возможности автономной эксплуатации, компактности, небольшой массе, надежности, а также готовым тестам система Spectroquant® незаменима для использования в мобильных мини-лабораториях.

Измерительные устройства системы Spectroquant® официально одобрены Агентством по охране окружающей среды США (US EPA), и им присужден специальный знак качества. Высокая надежность системы Spectroquant® как средства количественного измерения различных химических веществ позволяет использовать ее для оперативного решения различных практических задач по оценке качества воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СанПиН 2.1.4.1116-02. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества.
2. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
3. Соколов Д. М. и др. Современные методы оценки качества питьевой воды // Прикладная токсикология. 2011. № 1.
4. <http://www.mibio.ru>. Реагенты и приборы для экспресс-анализа воды. Аттестованные методики измерений (дата обращения 02.04.2012).

Компания ООО «МикроБио»

специализируется в области микробиологического контроля и химического анализа воды. Современный метод исследования воды – это использование готовых тестов в комбинации с фотометрами. Фотометры Spectroquant® NOVA 60 и Pharo производства компании Merck (Германия) с готовыми тестами позволяют определять свыше 130 параметров



- ◆ Использование готовых методик, запрограммированных в приборе, позволяет сразу получать значение концентрации исследуемых веществ без построения калибровки
- ◆ Все методы и приборы зарегистрированы и аттестованы Госстандартом РФ
- ◆ ООО «МикроБио» является официальным дистрибьютором компаний **Merck, 3M, Panasonic, Telstar, IUL, Miele**

123060, Москва, 1-й Волоколамский проезд, 10
Тел.: (495) 221-20-26
info@mibio.ru
www.mibio.ru

- Тесты содержат все необходимые реактивы в специальной пробирке-кювете и могут использоваться как для проведения реакции, так и для измерения
- Нет необходимости в приготовлении растворов, утомительной калибровке и длительных расчетах. Прибор автоматически распознает тесты по штрих-коду, измеряет оптическую плотность в соответствии с записанной в прибор методикой при определенной длине волны
- Расчет концентрации выполняется автоматически в соответствии с заданными в методике калибровочными коэффициентами



На правах рекламы