

ВОЗМОЖНОСТИ количественного **ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ВОДЫ** при использовании КОМПЛЕКТНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ СОВМЕСТНО С ПОЛЕВЫМ КОЛОРИМЕТРОМ

Описаны возможности проведения экспресс-исследований гидрохимических показателей с применением портативных мини-экспресс-лабораторий производства ЗАО «Крисмас+» совместно с полевым фотоколориметром «Экотест-2020». Такие исследования характеризуются высокой точностью в сочетании с уменьшением времени и трудозатрат, возможностью их проведения, как в стационарных, так и в полевых условиях.

Введение

Применение колориметрических методов для химического экспресс-анализа проб объектов окружающей среды в полевых условиях в ряде случаев оказывается малоэффективным вследствие недостаточной точности результатов, получаемых с использованием цветных шкал окраски проб. При использовании подобных визуально-колориметрических методик фактическое значение относительной погрешности измерений концентрации химического компонента может достигать от 50-70 до 100 % и более, а соответствующие анализы считаются полуколичественными. Вместе с тем, в большинстве методов, реализованных в портативных комплектах производства ЗАО «Крисмас+», образующаяся в ходе анализа окрашенная проба может быть подвергнута не только визуальному колориметрированию по цветовой шкале, но и приборному колориметрированию. В результате приборного колориметрирования возникает аналитический сигнал, позволяющий выполнять количественные измерения. Практика химических измерений по стандартным колориметрическим методикам с использованием портативных фотоколориметров с автоном-

А.Г.Муравьев*,
кандидат химических наук, руководитель производственно-лабораторного комплекса, руководитель учебного центра, ЗАО «Крисмас+»

В.В.Данилова,
начальник производственно-лабораторного комплекса, ЗАО «Крисмас+»

Н.А.Осадчая,
заместитель начальника производственно-лабораторного комплекса, ЗАО «Крисмас+»



ном питанием взамен типовых лабораторных фотоколориметров широко распространена за рубежом [1]. В нашей стране практика подобных измерений, несмотря на их удобство и очевидную полезность, долгое время сдерживалась из-за отсутствия технологически отработанных и аттестованных отечественных полевых фотоколориметров, которые были бы современны (сопрягались с персональным компьютером), доступны по цене и имели бы подробную документацию для оператора. Особенно актуально приборное колориметрирование проб при исследовании образцов воды и почвы в полевых условиях [2, 3]. Именно отсутствие на рынке аналитических приборов доступных полевых колориметров мы считаем главным фактором, сдерживавшим применение колори-

* Адрес для корреспонденции: metodist-spb@mail.ru

метрических методов для количественных анализов в полевых условиях [4].

Следует отметить и такую тенденцию в оснащении химико-аналитических измерений, как использование полностью подготовленных к анализу реактивов и растворов, а также использование посуды и принадлежностей для анализа, выполненных на совершенно ином, нежели в традиционной российской химико-аналитической школе, эргономическом уровне [5].

Это делает доступными количественные химические измерения не только профессиональным аналитикам, но и широкой аудитории специалистов, не имеющих химико-аналитической подготовки (технологи, операторы, оперативные работники и т.п.), а также работникам сферы образования, где редко встретишь оснащенную химическую лабораторию [6]. И даже в хорошо оснащенных лабораториях, с широким приборным парком, применение экспресс-методов на основе тест-комплектов оказывается целесообразным, т.к. предоставляет первичную информацию о значении того или иного химического параметра, тем самым рационализируя процесс и создавая реальную экономию средств.

Именно этими признаками характеризуются производимые научно-производственным объединением ЗАО «Крисмас+» портативные комплекты для химического анализа, представленные разнообразными полевыми лабораториями, мини-экспресс-лабораториями, тест-комплектами. Однако если используемые в комплектах титриметрические методы имеют относительную погрешность не более $\pm 25\%$ и обеспечивают количественное определение химических веществ, то колориметрические методы, в их визуальном колориметрическом варианте, обеспечивают лишь полуколичественное определение.

В связи с появлением на российском рынке нескольких типов портативных полевых фотоколориметров появились возможности выполнения количественных измерений с применением всех методов, заложенных в полевые лаборатории, тест-комплекты и различные комплекты оборудования от ЗАО «Крисмас+» [7].

Специалистами производственно-лабораторного комплекса ЗАО «Крисмас+» проведена серия экспериментов, позволивших построить градуировочные характеристики, рассчитать угловые коэффициенты и определить диапазоны измерений (т.е. определить области линейности градуировочных характеристик) при использовании тест-комплектов в комплексе с фотоколориметром «Экотест-2020(8)» производства НПФ

А.А. Мельник,

кандидат педагогических наук, заместитель руководителя учебного центра, ЗАО «Крисмас+»

«Эконикс». Общая методика построения градуировочных характеристик соответствовала принятой в фотометрическом анализе [8].

Пример градуировочной характеристики, построенной для колориметрической методики определения ортофосфатов в воде (тест-комплект «Ортофосфаты»), приведен на *рис. 1*. Данное изображение, характерное и для других компонентов, получено в интерфейсе программы управления данными фотоколориметра «Этотест-2020(8)» при его использовании в режиме подключения к персональному компьютеру (программа прилагается к фотоколориметру).

Из приведенных на рисунке данных следует, что градуировочная характеристика практически линейна в диапазоне концентраций до 6,0 мг/л, подчиняясь известному уравнению $y=ax+v$,

причем систематическая составляющая «в» достаточно мала, хотя и имеет значимую величину. Возможность визуализации градуировочной характеристики, обеспечиваемая при измерениях ортофосфатов и других компонентов в воде с применением программного обеспечения фотоколориметра «Экотест-2020(8)», позволяет выявлять грубые ошибки и в то же время является удобной для оператора, минимизируя время выполнения операций.

Данные, полученные для ряда колориметрически определяемых компонентов с применением соответствующих тест-комплектов и иных изделий производства ЗАО «Крисмас+», приведены в *табл. 1*.

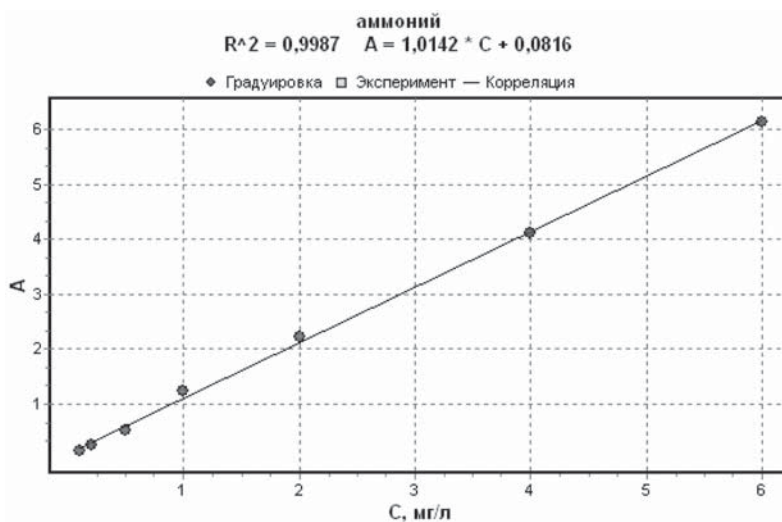


Рис. 1. Градуировочная характеристика, полученная для колориметрической методики определения в воде катиона аммония совместно с полевым колориметром «Экотест-2020(8)».

Обозначения: R^2 – квадрат коэффициента корреляции для текущих данных градуировки, А – оптическая плотность раствора, С – концентрация раствора.

Таблица 1

Сведения о методиках анализа воды с применением комплектных изделий производства ЗАО «Крисмас+» совместно с полевым колориметром «Экотест-2020(8)»

Определяемый компонент	Метод определения	Наименование изделия	Диапазон изменений, мг/л	Длина волны светодиода, нм
Алюминий	С алюминоном, в кислой среде, в присутствии сульфата аммония	ТК «Алюминий» ПКЛ «УКВ» КЛО «БЖЭ» Набор «НХС-вода»	0,03–4,0	525
Аммоний (вода природная и котловая)	С реактивом Несслера, в щелочной среде, в присутствии сегнетовой соли	ТК «Аммоний», «Аммоний КВ» ПКЛ «ВХЭЛ», «НКВ», «НКВ-Р», «НКВ-Рм», «РПЛ-почва», «УКВ»	0,1–6,0	400
Гидразин	С пара-диметил-аминобенальдегидом, в кислой среде	ТК «Гидразин» ПКЛ «УКВ»	0,05–1,7	400
Железо общее				
(вода природная)	С о-фенантролином, в кислой среде, в присутствии гидроксиламина солянокислого	ТК «Железо» ПКЛ «НКВ», «НКВ-Р», «УКВ» КЛО «КПЭ», «БЖЭ», «ЭОС» Набор «НХС-вода»	0,08–3,0	525
(вода котловая)	С сульфосалициловой к-той в щелочной среде в присутствии персульфата натрия	ТК «Железо КВ» ПКЛ «ВХЭЛ»	0,1–2,0	400
Нитраты (вода природная и котловая)	С порошком Zn, в кислой среде, в присутствии сульфаниловой к-ты и -нафтиламина	ТК «Нитраты» ПКЛ «НКВ», «НКВ-Р», «РПЛ-почва», «ВХЭЛ», «УКВ» КЛО «КПЭ», «БЖЭ», «ЭОС»	0,08–2,0	525
Нитриты	С реактивом Грисса, в кислой среде	ТК «Нитриты» ПКЛ «НКВ» КЛО «ЭОС»	0,02–0,9	525
Формальдегид	С ацетилацетоном, в кислой среде, в присутствии ионов аммония	ТК «Формальдегид» ПКЛ «УКВ»	0,03–0,5	525
Фосфаты (по PO_4^{3-})	С молибдатом аммония, в кислой среде, в присутствии SnCl_2	ТК «Ортофосфаты» ПКЛ «Фосфор», «НКВ-Р», «РПЛ-почва», «УКВ», «СЛКВ»	0,03–6,0	660
Цветность	Хром-кобальтовая шкала	ТК «Цветность» ПКЛ «НКВ-Р», «НКВ-Рм» КЛО «КПЭ», «БЖЭ»	40–1000 град. цветности	400

Примечание. Сокращения в таблице: ТК – тест-комплект, ПКЛ – портативная комплектная лаборатория, КЛО – комплект лабораторного оборудования.

Оценка показателей точности измерений, проведенная на основе сходимости данных при построении градуировочных характеристик, показала удовлетворительный коридор ошибок, не влияющий значимым образом на погрешность измерений в выбранном диапазоне концентраций. В результате проведенной работы выпущен сборник методик фотоколориметрического анализа 10 при-

оритетных химических компонентов, определяемых в воде и водных вытяжках [9]. Соответственно откорректирована техническая документация (руководства для оператора) на тест-комплекты и полевые лаборатории, а также комплекты оборудования на их основе в части введения разделов, описывающих операции при количественном колориметрическом анализе.

Полученные данные и результаты проведенной работы позволяют применять портативные комплекты производства ЗАО «Крисмас+» в полном объеме задач количественного химического анализа, что позволяет эффективно работать в полевых и лабораторных условиях различным группам потребителей, включая операторов, не имеющих профессиональной химико-аналитической подготовки.

Заключение

Таким образом, открываются новые возможности в количественных исследованиях гидрохимических показателей. Исследования могут производиться в полевых условиях непосредственно у объекта исследования без доставки проб в лабораторию.

Литература

1. Water analysis handbook. HACH Company, Loveland, Colorado, USA. 1992. (500) p.
2. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. 3-е изд. Санкт-Петербург: «Крисмас+», 2004. 248 с.
3. Муравьев А.Г. Оценка экологического состояния почвы. Практическое руководство / А.Г. Муравьев, Б.Б. Каррыев, А.Р. Ляндз-

Ключевые слова:

гидрохимия,
фотокolorиметр,
экспресс-анализ

- берг/ Под ред. А.Г. Муравьева. 2-е изд. Санкт-Петербург: «Крисмас+», 2008. 216 с.
4. Муравьев А.Г. О применении тест-методов в укладках контроля химических параметров окружающей среды: тест-методы химического анализа. Саратов: «Научная книга», 2004. 30 с.
 5. Комплектная полевая лаборатория «НКВ». Руководство по применению. Санкт-Петербург: «Крисмас+», 2008. 18 с.
 6. Комплексная экологическая практика школьников и студентов. Программы, методики, оснащение. Учебно-методическое пособие / Под ред. Л.А. Коробейниковой, А.Г. Муравьева. 3-е изд. Санкт-Петербург: «Крисмас+», 2002. 268 с.
 7. Красный Д.В. Новые аналитические приборы для фотометрии серии «ЭКОТЕСТ®» производства НПП «ЭКОНИКС» / Д.В. Красный, В.М. Бару // Экологические системы и приборы, 2007. № 10. С. 25-27.
 8. Коренман И.М. Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений. М.: «Химия», 1970. 343 с.
 9. Сборник методик измерения массовой концентрации химических веществ фотометрическим методом с применением тест-комплектов совместно с фотокolorиметром типа «Экотест 2020». Санкт-Петербург: «Крисмас+», 2008. 83 с.



A.G.Muravev, V.V.Danilova, N.A. Osadchaya, A.A. Melnik

QUANTITATIVE RAPID ANALYSIS OF WATER BY FIELD COLORIMETER

The possibility of rapid hydrochemical indicator research using handheld mini-express-laboratory of CJSC «Krismas +» with the field photokolorimeter «Ecotest 2020» is

described. Such studies are characterized by high accuracy combined with a reduction of time and effort required for the research, the possibility of carrying

out measurements both in the stationary and in the field conditions.

Key words: hydrochemistry, photokolorimeter, express-analysis