

THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
THE ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE FOR SCIENTIFIC AND TECHNICAL
INFORMATION
(VINITI)

PROBLEMS OF ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES

Review information

№ 9

Founded in 1972

Moscow 2018

A Monthly Journal

CHIEF EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

Arskij Yu. M., Academician of the Russian Academy of Sciences

Editorial Board Members:

Borisenko I. N., Kartseva E. V., Koroleva L. M., Kravtsov V. F.,

Ostasova G. Y., Potarov I. I., Schetina I. A., Yudin A. G.

Editorial office: 125190, Russia, Moscow, Usyevich st., 20
The All-Russian Research Institute for Scientific and Technical Information
Department of Scientific Information on Global Problems

Telephone: 499-152-55-00

ipotarov37@mail.ru

© VINITI, 2018



ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.

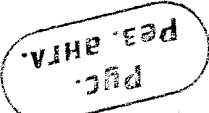
КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

УДК 502.175

13-14

Мерз 3, 13

ВОЗМОЖНОСТИ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ И
СПЕКТРОЭЛИПСОМЕТРИИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ
КАЧЕСТВА ЖИДКИХ РАСТВОРОВ



д.ф.-м.н., проф. Крапивин В.Ф., д.ф.-м.н., проф. Мкртчян Ф.А.,
д.т.н. Ковалев В.И., к.ф.-м.н. Руквиничков А.И., к.ф.-м.н., доц. Климов В.В.,
Ковалев В.В., Красножен Л.А., Алешина О.В.

(Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН)

OPPORTUNITIES OF SPECTROPHOTOMETRY AND
SPECTROELLIPSOMETRY FOR DIAGNOSTICS OF QUALITY
OF LIQUID SOLUTIONS

Кравитин В.Ф., Мкртчян Ф.А., Ковалев В.И., Руквиничков А.И.,
Климов В.В., Ковалев В.В., Красножен Л.А., Алешина О.В.
(Kotelnikov Institute of Radioengineering and Electronics, RAS)

Разработана адаптивная оптическая инструментально-информационная система для диагностики жидких растворов. Система состоит из спектрофотометра и спектроэллипсометра, информационного интерфейса, набора алгоритмов идентификации спектральных образов, базы спектральных эталонов, алгоритмов решения обратных задач спектрофотометрии, спектроэллипсометрии и алгоритма обучения распознаванию спектральных образов. Система может быть использована службами МЧС, гидрометеорологическими организациями и службами водоснабжения при решении задач оперативной диагностики качества питьевой воды и сточных вод.

An adaptive optical instrumental-information system for the diagnostics of liquid solutions has been developed. The system consists of a spectrophotometer and spectroellipsometer, an information interface, a set of algorithms for identifying spectral images, a database of spectral standards, algorithms for solving inverse problems of spectrophotometry, and an algorithm for learning the recognition of spectral images. The system can be used by the services of the Ministry of Emergency Measures, hydrometeorological organizations and water supply services when solving the problems of operative diagnostics of the quality of drinking water and sewage.

Введение

В последнее время интенсивно развивается спектральная поляризационно-оптическая аппаратура для исследований в реальном масштабе времени: многоканальные поляризационные спектрофотометры, спектрополяриметры, спектральные эллипсометры и дихрометры, нефелометры, рефрактометры. Использование в современных поляризационно-оптических приборах эффективных моду-

полученному новому спектру. Точность решения задачи зависит от способа оценки этой близости.

Имеется множество алгоритмов, которые обеспечивают оценку концентрации химических элементов в жидком растворе. Здесь возможны две ситуации:

(1) Однокомпонентный раствор легко может быть описан широким набором спектров, распознавание которых осуществляется при прямом расчете концентрации химического вещества в нем, например, с помощью интерполяции между ближайшими спектрами;

(2) многокомпонентный раствор при большом числе химических веществ в нем потребует огромного количества обучающих измерений, если ориентироваться на сравнение спектральных образов, что приводит к необходимости поиска других алгоритмов идентификации таких растворов.

Различные версии САИ испытывались в лабораторных и полевых условиях, как с использованием семиканального спектрофотометра [2], так и 35-ти канального спектроанализатора [4, 5]. Эти испытания способствовали совершенствованию оптических устройств и развитию новых алгоритмов обработки данных измерений.

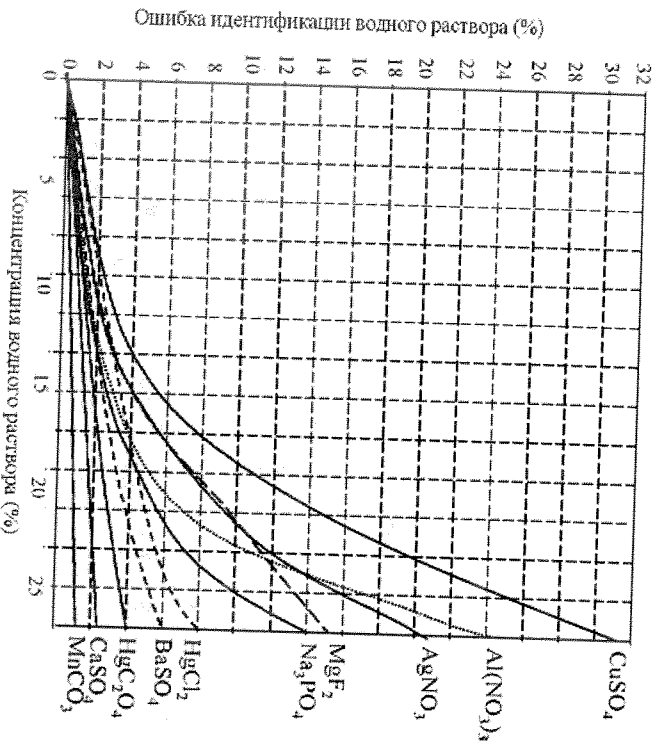


Рис. 4. Зависимость ошибки идентификации жидкого раствора от его концентрации.

На рис. 4 показаны зависимости точности идентификации растворов от их концентрации при одинаковом наполнении базы спектральных эталонов.

Из рис. 4 видно, что эффективность диагностики жидких растворов может быть оптимизирована за счет комбинированного использования различных алгоритмов распознавания их спектральных образов. Значительное возрастание ошибки

идентификации наступает после наступления момента насыщения раствора. Это связано с тем, что за счет возрастания концентрации нерастворенного вещества снижается прозрачность раствора и быстро наступает момент, когда в множестве спектральных образов снижается различимость элементов.

Заключение

Рассмотренные в данной работе обучаемые информационно-измерительные АСФР и САИ для автоматизации гидрохимических исследований может найти применение при диагностике качества сточных вод промышленной предприятия в режиме реального времени. Современные производственные возможности многих фирм, занимающихся производством лазерной техники, позволяют изготовить эту систему в виде автономного устройства с его установкой в сточный канал. Также система может быть выполнена в виде переносного устройства, с помощью которого оператор может в реальном времени осуществлять контроль качества водных ресурсов без взятия образцов и проведения химических анализов в лаборатории.

Литература

1. Крапивин В.Ф., Мкртчян Ф.А. Методы решения обратных задач спектроанализометрии. // Экологические системы и приборы, 2015, №2, с. 40-48.
2. Потатов И.И., Крапивин В.Ф., Солдатов В.Ю. Имитационная система для гидрологических и гидрохимических исследований. // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, 2015, №8, с. 3-46.
3. Ковалев В. И., Руквишников А. И., Ковалев С. В., Ковалев В. В. Светодиодный широкодиапазонный спектральный эллипсомер с переключенным ортогональным состоянием поляризации. // Оптический журнал, 2016, Т.83, В.3, С. 55-59.
4. Kovalov V. I., Ali M., Kovalov S. V., Kovalov V. V. Possibilities of achromatization of coaxial asulmetric phaseshifters with an even number of reflections // Opt. and Spectr. 2014. V. 117. № 1. P. 118-120.
5. Ковалев В.И., Руквишников А.И., Мкртчян Ф.А., Ковалев В.В., Ковалев С.В. Автоматический светодиодный фотометр - рефрактометр для исследования жидких сред. Доклады МНТРОЭС им. А.С. Попова, Серия: Проблемы экоинформатики, Выпуск XII, Москва, 2016, с. 215-216.
6. Suzuki M., Namshita K., Kotani T. et al // Rev. Sci. Instrum. 1995. V.66.P.1589.
7. Виссе М. Риктон, John E. Greivenkamp. Automated measurement of the refractive index of fluids APPLIED OPTICS. Vol. 47, No. 10, 1504, 2008.

References

1. Karavin V.F., Mkrtyan F.A. Methods for solving inverse problems of spectroellipsometry. // Environmental systems and devices, 2015, No. 2, pp. 40-48.
2. Potatov I.I., Karavin V.F., Soldatov V.Yu. Simulation system for hydrological and hydrochemical research. // Problems of the Environment and Natural Resources, 2015, No. 8, pp. 3-46.
3. Kovalov V.I., Rukvishnikov A.I., Kovalov S.V., Kovalov V.V. LED wide-range spectral ellipsometer with switching of orthogonal polarization states. // Optical Journal, 2016. V. 83, R.3. С. 55-59.