

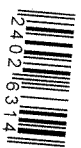
J14896874

Разм 1

Вид 1

// Пробл. окруж. среды и природ. ресурсов.
Обз. инф. / ВИНТИ РАН. — 2016. — № 10. — AL

14227 СИД J14896874 ИЧВ
ISSN 0235-5019



RII ГР: БП
12.08.2016 [to2/0/3]
9-1245212-1

ФИ

ИСИПЕР.НПАР.НСР
ИСИВ.НЗ
№ 10

Founded in 1972

Moscow 2016

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.,
Ostaeva G. Y., Potapov I. I., Schetina I. A., Yudin A. G.*

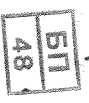
Editorial office: 125190, Russia, Moscow, Usiyevich st., 20
The All-Russian Research Institute for Scientific and Technical Information
Department of Scientific Information on Global Problems
Telephone: 499-152-55-00
ipotarov37@mail.ru

© VINITI, 2016

ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ И ОХРАНЫ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 502.504:001

МЕТОД ДИАГНОСТИКИ КАЧЕСТВА ЖИДКИХ РАСТВОРОВ



Доктор физ.-мат наук, профессор В.Ф. Крапивин,
доктор физ.-мат наук, профессор Ф.А. Мкртчян,
кандидат техн. наук И.И. Поганов,
кандидат физ.-мат наук В.Ю. Солдагов¹

ИИИ.22

¹Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова,
Российская академия наук, Москва, Российская Федерация.

Е-mail: vkravt@yandex.ru
²Всероссийский институт научной и технической информации,
Российская академия наук, Москва, Российская Федерация.
Е-mail: ipotarov37@mail.ru

DIAGNOSTICS METHOD FOR LIQUID SOLUTIONS

V.F. Kravtsov, F.A. Mkrtychyan, I.I. Potapov, V.Yu. Soldatov



*Марсианская миссия, питьевая вода, жидкое топливо, диагностика, жидкий
распределитель, спектральный анализ, спектральный образ, распознавание, микроволно-
вая радиометрия.*

*Mars' mission, drinking water, liquid fuel, diagnostics, liquid solution,
spectrodiagram, spectral image, recognition, microwave radiometry.*

В данной статье излагается новая технология диагностики жидкостей с применением интерференциальной оптики и микроволновой радиометрии. Марсианская миссия связана с решением многих задач оперативной диагностики жидкостей (включая питьевую воду), медицинских растворов и жидкого топлива. Эта статья предлагает новый метод решения этих задач, как в процессе космического полета, так и на Марсе. Предлагаемый метод состоит в создании базы данных спектральных эталонных жидких растворов, полученных с помощью многоканального спектрального анализатора или радиометрического комплекса, и использования для адаптивного распознавания спектральных образцов. Описаны алгоритмы идентификации спектральных образцов жидких растворов с демонстрацией примеров их применения. Алгоритмы основаны на решении обратной задачи спектрометрической и микроволновой радиометрии. Эти алгоритмы сравнены между собой на основе соответствующих экспериментальных измерений. Указаны задачи, решение которых необходимо реализовать для адаптации предложенной технологии к космическим условиям. Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по гранту № 16-01-00213_а.

This paper describes new technology for the diagnostics of liquids with the use of optical tools and microwave radiometry. Manned mission to Mars aims at solving many problems associated with operational diagnostics of liquid solutions (including drinking water), medical issues, and liquid fuels. This paper proposes a new method to solve these problems both during the flight and the stay on the surface of the planet. The proposed method consists of a database development of spectral images of liquid solu-

Таблица 8.
Точность различных версий МФАИМС при диагностике многокомпонентных растворов.

Водный раствор	Версия МФАИМС и ее погрешность (%)			
	МФАИМС-128	МФАИМС-8	МФАИМС-35	МФАИМС-512
$\text{HNO}_3 + \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{S}$	12,9	14,1	14,2	8,9
$\text{Na} + \text{Cu} + \text{Zn} + \text{Mn} + \text{glucose}$	14,3	15,2	14,4	9,3
$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7 + \text{SCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$	13,1	14,9	13,8	7,6
$\text{P}_2\text{H}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{PCl}_5$	14,4	15,5	12,9	8,3
$\text{P}_2\text{O}_5 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{PO}_4$	12,6	13,7	13,1	7,7

Таблица 9.

Сравнительные результаты химических анализов и измерений с применением МФАИМС качества воды в устье лагуны Ньюок Нгот во время сухого сезона и в период отлива.

Химическая компонента	Лабораторный анализ, ppm	МФАИМС-8, ppm	Ошибка, %	МФАИМС-35, ppm	Ошибка, %
CaSO_3	110,01	121,45	10,4	103,74	5,7
PO_4^{3-}	0,01	0,01,15	15,2	0,0108	8,1
HCO_3^-	134,23	121,08	9,8	140,4	4,6
SO_4^{2-}	1818,83	1675,14	7,9	1738,8	4,4
NH_4^+	0,009	0,0103	14,6	0,0097	7,8
Mg^{2+}	534,86	578,18	8,1	507,58	5,1
Ca^{2+}	190,38	172,87	9,2	199,71	4,9

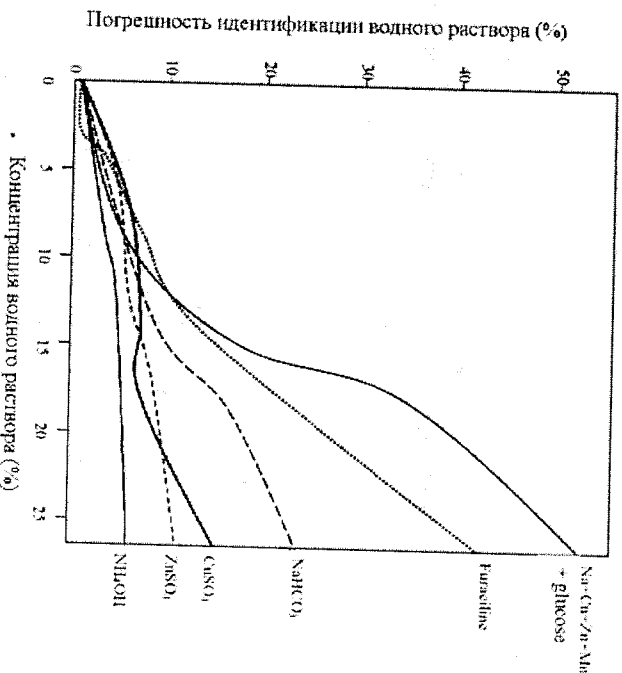


Рис. 14. Зависимость ошибки идентификации водного раствора от его концентрации.

Табл. 6 характеризует точность упомянутых выше трех алгоритмов идентификации спектральных образов ряда водных растворов. Видно, что наибольшей точностью обладает использование векторных представлений спектральных образов. Именно в этой форме заложены широкие возможности повышения точности идентификации спектральных образов. Здесь ясно, что точность идентификации напрямую зависит от количества заложённых в базу данных МФАИМС спектральных эталонов и концентрации раствора. Рис. 14 показывает зависимость точности идентификации раствора от его концентрации при одинаковом наполнении базы спектральных эталонов.

5. Заключение

Рассмотренная выше технология диагностики водной среды применялась при изучении качества водных ресурсов в некоторых регионах России и Южного Вьетнама [1,4]. Опыт многолетних гидрофизических экспериментов показал, что применение МФАИМС в различных ее модификациях позволяет экономить время и другие ресурсы при получении исчерпывающих оценок качества различных водоемов. Самое главное, проведя обучение МФАИМС путем наполнения базы спектральных эталонов различных образцов водных объектов, мы исключаем во время гидрохимических исследований этап взятия образцов воды и их изучения в химической или биофизической лаборатории. Тем более вопрос усложняется при космическом полете, так как при космическом полете невозможно такое изучение из-за отсутствия соответствующим образом ориентированной лаборатории.

Система диагностики и идентификации качества жидкостей, описанная в данной работе, может быть реализована в виде компактного устройства небольших габаритов и веса. Вопрос о возможном ее использовании в нештатных условиях, несомненно, требует проведения ряда дополнительных исследований.

- определение жидких растворов, которые будут использоваться на борту космического корабля и в дальнейшем на Марсе и для диагностики которых будет использована изложенная здесь технология;
- реализация процедур обучения распознаванию спектральных образов этих жидкостей в земных условиях путем формирования базы спектральных эталонов, обеспечивающей надежный уровень диагностики;
- реализация измерений спектров жидкостей в ограниченном объеме на Международной космической станции (МКС) с целью выявления изменений в спектрах одинаковых растворов, полученных на Земле и в условиях невесомости, и поиска закономерностей в этих изменениях;
- модернизация МФАИМС с учетом полученных результатов сопоставления спектров одинаковых растворов, изученных на Земле и МКС;
- проведение испытаний одной из версий МФАИМС непосредственно в марсианских условиях при одном из подготовительных полетов.

Литература

1. Потапов И.И., Крапивин В.Ф., Мкртчян Ф.А., Солдагов В.Ю. Диагностика жидкостей в условиях космической экспедиции на Марс. // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, 2015. №10. С. 3-25.
2. Шутко А.М., Крапивин В.Ф. Оперативная диагностика, оценка масштабов и уменьшение последствий стрессовых природных процессов. София: Академическое издательство им. Проф. Мариина Дринова. - 2011. - 287 с.