

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

# PROBLEMS OF ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES

Review information

№ 10

Founded in 1972

Moscow 2015

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  
ipotapov37@mail.ru

© VINITI, 2015

АНР 2  
Х 2  
А 2  
3-24  
ТЕОРИИ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ И ОХРАНЫ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
ЮМО В.АВ  
ВАС. АВ

УДК 504.064

ДИАГНОСТИКА ЖИДКОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ КОСМИЧЕСКОЙ  
ЭКСПЕДИЦИИ НА МАРС

К.Т.Н. Потапов И.И.<sup>1</sup>, д.ф.-м.н., проф. Крашенин В.Ф.<sup>2</sup>,

д.ф.-м.н., проф. Мкртчян Ф.А.<sup>2</sup>, к.ф.-м.н. Солдатов В.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский институт научной и технической информации РАН, Москва

<sup>2</sup> Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Москва

DIAGNOSTICS OF THE LIQUIDS UNDER A SPACE MISSION ON MARS

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

*Марсианская миссия, питьевая вода, жидкое топливо, диагностика, жидкий  
распор, спектрофлуориметр, спектральный образ, распознавание, микро-  
волновая радиометрия*

*Mars mission, drinking water, liquid fuel, diagnostics, liquid solution, spectrofluorimeter, spectral image, recognition, microwave radiometry*

В данной статье излагается новая технология диагностики жидкостей с применением инструментальных средств оптики и микроволновой радиометрии. Марсианская миссия связана с решением многих задач оперативной диагностики жидкостей (включая питьевую воду), медицинских расстановок 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 эмпирических расстановок, полученных с помощью многоканального спектрофлуориметра или радиометрического комплекса, и используемых для адаптивного распознавания спектральных образов. Описаны алгоритмы идентификации спектральных образов жидких расстановок с демонстрацией примеров их применения. Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по грантам № 13-01-00023\_a и № 14-01-31117 мол. 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 solutions supplied by a multiple-channel spectrofluorimeter or microwave radiometers and the diagnostics of liquid solutions using this database. In addition, the process of learning and the expert system for adaptive recognition of liquid solutions is described. Finally, the test of the expert system is demonstrated for a series of liquid solutions. This study was supported by the Russian Fund for Basic Research (Grants No. 13-01-00023\_a and 14-01-31117 мол. а).

**Точность различных версий МФАИМС при диагностике  
многосоставных водных растворов.**

Водный раствор	Версия МФАИМС и ее ошибка (%).			
	МФАИМС-128	МФАИМС-8	МФАИМС-35	МФАИМС-512
CuSO <sub>4</sub>	7,1	12,0	8,2	4,3
NaCl	6,5	9,1	7,3	2,7
CaCl <sub>2</sub>	4,4	6,7	5,3	1,9
AlCl <sub>3</sub>	4,6	6,8	6,1	1,8
NaHCO <sub>3</sub>	5,4	8,7	7,2	2,3
NH <sub>4</sub> OH	5,3	7,9	6,6	2,1
ZnSO <sub>4</sub>	4,9	8,1	5,1	1,9
Furaciline	4,4	6,3	4,6	1,7
Bifidimberctium	3,7	9,3	4,1	2,1
Potassium iodide	5,2	8,8	3,9	1,8
Nitrofolal	5,1	8,8	3,9	1,8
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	4,5	8,7	5,4	1,8
MgF <sub>2</sub>	6,7	8,6	5,5	1,9
Na <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	3,3	10,2	7,1	3,1
BaSO <sub>4</sub>	6,2	7,8	3,9	2,7
Hg <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	5,6	8,5	6,6	1,8
CaSO <sub>4</sub>	4,5	9,5	5,2	1,3
Propolis	3,8	4,9	5,0	1,1
				0,9

Таблица 7

**Точность различных версий МФАИМС при диагностике  
многосоставных водных растворов.**

Водный раствор	Версия МФАИМС и ее погрешность (%).			
	МФАИМС-128	МФАИМС-8	МФАИМС-35	МФАИМС-512
HNO <sub>3</sub> +C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH+H <sub>2</sub> S	12,9	14,1	14,2	8,9
Na+Cu+Zn+Mn+glucose	14,3	15,2	14,4	9,3
H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>7</sub> +SCL <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	13,1	14,9	13,8	7,6
P <sub>2</sub> H <sub>4</sub> +H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> +PCl <sub>5</sub>	14,4	15,5	12,9	8,3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +HNO <sub>3</sub> +H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	12,6	13,7	13,1	7,7

Таблица 8

**Сравнительные результаты химических анализов и измерений  
с применением МФАИМС качества воды в устье дельты Нъюк Нотот  
во время сухого сезона и в период отливов.**

Химическая компонента	Лабораторный анализ, ррпм	МФАИМС-8, ррпм	Ошибка, %	МФАИМС-35, ррпм		Ошибка, %
				МФАИМС-35	МФАИМС-512	
CaCO <sub>3</sub>	110,01	121,45	10,4	103,74		5,7
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0,01	0,01,15	15,2	0,0108		8,1
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	134,23	121,08	9,8	140,4		4,6
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1818,83	1675,14	7,9	1738,8		4,4
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,009	0,0103	14,6	0,0097		7,8
Mg <sup>2+</sup>	534,86	578,18	8,1	507,58		5,1
Ca <sup>2+</sup>	190,38	172,87	9,2	199,71		4,9

Таблица 9

**Заключение**

Рассмотренная выше технология диагностики водной среды применяется 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, провели обучение МФАИМС путем наполнения базы спектральных эталонных 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 наземных 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 МКС с целью выяснения 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.

**Литература**

1. Вербо В.С., Гуляев Ю.В., Шутко А.М., Крапивин В.Ф. (ред.) СВЧ-радиометрия земной и водной поверхности: от теории к практике. Софий: Академическое Изд-во им. Проф. Марина Дринова.- 2014.- 296 с.
2. Шутко А.М., Крапивин В.Ф. Оперативная диагностика, оценка масштабов и уменьшение последствий стрессовых природных процессов. Софий: Академическое издательство им. Проф. Марина Дринова.- 2011.- 287 с.
3. Azejev G.G. Electrolites: Methods for calculation of the physicochemical parameters of multicomponent system. -New York: Veggell House, 2001. -368 pp.
4. Baker V.R. Water and Martian landscape. -Nature, 2001. -V.412. P. 228-236.
5. Baker V.R. Water recycling on Mars. - Nature, 2007. - V.446. - P. 150-151.
6. Dohm J.M., Anderson R.C., Baker V.R., Varlow N.G., Miyamoto H., Davies A.G., Taylor J., Boynton W.V., Keller J., Kertu K., James D., Faith A.G., Schirmer-Makusch D., Slavocicija L.M., Matijevic L., Ort G., Strom R.G., Williams P., Ferris J.C., Rodriguez J.A.P., de Pablo M.A., Kapitallake S. Recent geological and hydrological activity on Mars: the Tharsis/Elysium corridor. -Planetary and Space Science, 2008. - V.56. - P. 985-1013.
7. Heldmann J.L., Toon O.V., Roland W.H., Mellon J.P., McKay C.P., and An D.T. Formation of Martian gullies by the action of liquid water flowing. -Journal of Geophysical Research, 2005. - V.110.-. P. 1-9.