

32. Gerngross T.U. // Nat. Biotechnol. 1999.-17.- p/541-542.
33. Kashiyama Y., Takeshima T. et al. // Proc Natl Acad. Sci.- 2000.
34. Haslam F., Wolff O. Anthroposophical approach to medicine // Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart. Anthroposophic Press.-1982.
35. Wing R., Hill J. // Obesity Reviews. [http://www.lww.com/NWCR\\_join.htm](http://www.lww.com/NWCR_join.htm).
36. J. Westenhofer J., Falck b., Steffeldt A., Finthmann J. // International Journal of Obesity.- 2004.-28.- S.334-335.
37. He F.J., MacGregor G.A. // Cochrane Database of Systematic Reviews 2004.
38. Karraanen H., Merimaa E. // Progress in Cardiovascular Diseases.- 2006.- v.49, N2.- P.59-75
39. He F.J., Marmot N.M., MacGregor G.A. // J.of Human Hypertension.-2008.- N 22.-P.4-11.
40. Alderman H.M. J.of Hypertension.-2008.- N 22.-P.1-3.
41. Symon E.M., Singer A.M. et al. // The J.of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences.- 2008.- N 63.- P. 1034-1042.
42. He F.J., Marmot N.M., MacGregor G.A. // J.of Human Hypertension.-2008.- N 51.-P.629-634.
43. Simonetti G.D., Raito L., et al. // Hypertension.-Aug 2008.
44. WHO Media Centre. - 3 March 2003.
45. World Action on Salt and Health. <http://www.actiononsalt.org.uk/home/wash.htm>.
46. CDC: MMWR.- 27 march 2009.-N 58.- P.281-283.
47. Center for Science in the Public Interest: Salt. <http://www.cspinet.org/salt/index.html>.
48. Food Standards Agency: science on Salt // [http://www.salt.gov.uk/science\\_on\\_salt.html](http://www.salt.gov.uk/science_on_salt.html).
49. European Food Safety Authority; EFSA-Q-2003-018.21 April 2005.
50. Wikipedia, the free encyclopedia: Vitis\_labrusca. // [http://en.wikipedia.org/wiki/Vitis\\_labrusca](http://en.wikipedia.org/wiki/Vitis_labrusca).
51. *Soyland S.* // <http://www.wildflavours.com/index.cfm?>
52. OECD Environmental Health and Safety Publications Series on the Safety of Novel Food and Feeds, Consensus Document on Key Nutrients and Key Toxicants in Low Erucic Acid Rapeseed (Canola) // <http://www.olis.oecd.org/olis/2001/doc.nsf>.
53. Schornmiller Handbuch der Lebensmittelchemie, Fette und Lipotide, band 4, Springer Verlag, 1969.- P.809.

МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

БП  
71

95-114

Рис.  
Рез. 2014

Моро 95, 114  
20.01.14

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

А-р физ.-мат. наук В.Ф. Крушин<sup>1</sup>, канд. техн. наук И.И. Потанов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Москва  
<sup>2</sup> Всероссийский институт научной и технической информации РАН, Москва

Обсуждены вопросы идентификации фазового состояния гидрохимической системы с помощью введения индикаторов, отражающих притягательность и биологическую сложность. Показано, что с помощью этих индикаторов возможно надежно оценивать состояние гидрохимической системы. Приведены примеры таких оценок. Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (грант РФФИ №16-01-00213-а).

**Ключевые слова:** гидрохимическая система, индикатор, фазовое состояние, шкала, модель

## THE PHASE STATE IDENTIFICATION OF HYDROCHEMICAL SYSTEM

V.F. Krushin, I.I. Potanov

The identification questions of hydrochemical system state are discussed by means of indicators reflecting a spottiness and biospottiness. It is shown that reliable assessment of hydrochemical system state can be realized by means of these indicators. Examples of such assessments are given.

**Keywords:** hydrochemical system, indicator, phase state, scale, model

### Введение

Одной из актуальных задач изучения сложных гидрофизических систем является поиск методов и алгоритмов оценки стабильности их состояния. Наиболее распространённый и широко используемый подход к решению этой задачи состоит в анализе устойчивости математической модели системы. Понятие стабильности гидрофизической системы обычно отождествляется с классическим определением устойчивости по Лагранжу, когда система возвращается в устойчивое состояние после возмущения по различным причинам. К сожалению, характеристика стабильности, как правило, определяется на основе аналитических решений линеаризованных уравнений, которые приблизительно описывают поведение системы при ее реакции на внешние воздействия. При рассмотрении сложной системы линейные аппроксимации оказываются по множеству обстоятельств не эффективными, так как выявляют не все ее устойчивые состояния. В частности, линейных

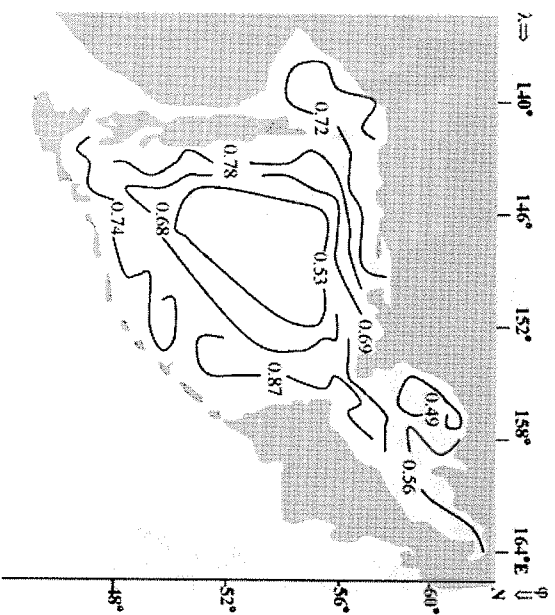


Рис. 12. Пространственное распределение индикатора биологичности  $\xi = \xi / \xi_{\max}$  акватории Охотского моря (табл. 2) в весенне-летний период.

### Заключение

Наличие фазового портрета гидрохимического объекта облегчает принятие решения об оценке его состояния и проведении мероприятий по его охране. Понятие фазового портрета антропогенной системы в обобщенном смысле несколько отличается от рассмотренного здесь. Для получения фазовых траекторий необходимо иметь достаточно упрощенную модель системы. Безусловно, знание структуры фазового пространства с выделением особых точек, соответствующих состояниям равновесия системы или ее стационарным движениям, помогает выдвинуть, например, опасные сочетания внешних воздействий. Возникающие здесь трудности в основном связаны с невозможностью аналитического решения соответствующих дифференциальных уравнений и соответствующего затруднения при восстановлении фазового пространства по результатам их численного решения. Поэтому для практических применений вводятся различные индикаторы и шкалы, которые позволяют идентифицировать фазовые состояния изучаемой системы на их основе.

Рассмотренные здесь индикаторы «плотности» и «биологичности» определяются в основном неоднородностью соответствующих физико-химических полей. Изменчивость различных процессов и явлений в гидрохимической системе, что можно охарактеризовать поведением этих индикаторов, охватывает широкий диапазон пространственных и временных масштабов. Этот широкий спектр изменчивости можно рассматривать как множество более узких спектральных диапазонов, в пределах каждого из которых выделяется некоторый доминантный фактор, влияющий на биологи-

ческие и химические процессы. Отожествление шкал этих индикаторов с фазовыми состояниями гидрохимической системы позволяет упростить процедуру мониторинга и исключить лишние источники информации, оптимизируя структуру и расположение наблюдательных пунктов. Например, в случае датчуги Ньюк Нюг вместо десяти пунктов наблюдения достаточно использовать один пункт при сохранении уровня надежности при оценке состояния датчуги.

### Литература

1. *Виноградов М.Е.* Экосистема пелагиали Тихого океана. М.: Наука, 1975, 408 с.
2. *Виноградов М.Е., Крайнин В.Ф., Менинчук В.В., Флейшман Б.С., Шуйкина Э.Д.* Математическая модель функционирования экосистемы пелагиали тропических районов океана (по материалам 50-го рейса НИС «Витязь»). Осанологрия, 1973, №5, с. 852-866.
3. *Виноградов М.Е., Крайнин В.Ф., Флейшман Б.С., Шуйкина Э.Д.* Исследование математической модели для анализа повеления экосистемы океанской пелагиали. Осанологрия, 1975, Т. XV, №2, с. 313-319.
4. *Кудачкин В.Ф., Кондратьев К.Д.* Глобальные изменения окружающей среды: эконинформатика. - С.-П.: Изд-во СПб ун-та. - 2002. - 724 с.
5. *Кудачкин В.Ф., Муртыгин Ф.Д., Казнов В.В., Ковалева В.И.* Возможности СВЧ-радиометрии и спектроанализометрии в мониторинге водных систем. В кн.: Н.П. Даверов (ред.) *Фундаментальные исследования океанов и морей*, том.2. М.: Наука, 2006, с. 512-531.
6. *Лобковский А.И., Левченко А.Г., Леонтов А.В., Амбросяков А.К.* Геоэкологический мониторинг морских нефтегазовых акваторий. М.: Наука, 2005, 326 с.
7. *Муртыгин Ф.Д., Шаповалов С.М., Казнов В.В., Ковалева В.И.* Аппаратно-программная система мониторинга водной среды с использованием возможностей СВЧ-радиометрии и спектроанализометрии. Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, 2012, №9, с. 3-34.
8. *Ничипор А.Е.* Программная технология открытых систем в автоматизации обработки данных геоинформационного мониторинга. Кандидатская диссертация, 01.04.01. Москва, ИРЭ РАН, 2000, 137 с.
9. *Нидин М.А., Шольветин S.* The global distribution of net primary production: resolving the paradox. *Ecological Monographs*, 2009, V.79, No.3, pp. 343-377.
10. *Kirkels K.* Space heterogeneity of hydrophysical/hydrochemical fields in shallow overgrown lake. *Limnological Review*, 2005, No.5, pp. 117-122.
11. *Lemertsh W.K., Skogerboe G.V., Fligg H. (Eds.)* Analysis of ecological systems: State-of-the-art in ecological modeling. Copenhagen, Denmark: Elsevier, 1983, 997 pp.
12. *Razekian A.D., Keener J., Wing A.D., Knight R., Drwager J.E.* Geophysical and hydrochemical identification of flow paths with implications for water quality at an ARX site. *Groundwater Monitoring & Remediation*, 2014, Vol.34, No.3, pp. 105-116.
13. *Schlitzer R., Maffioletti P., Naeffiger N.* Global ocean productivity and the fluxes of carbon and nutrients: combining observations and models. *Valdipore USA. Joint Global Ocean Flux Study*, 2002, Report No. 38, 69 pp.
14. *Stedim A.V., Kol'kov I.N., Repelin I.I., Kirtshenko A.V., Sidorovskaya N.B., Kirtshayev R.K.* The physical state of finely dispersed soil-like system with drilling sludge as an example. *Eurasian Soil Science*, 2011, Vol.44, No.2, pp. 163-172.