

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 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.,  
Ostava G. Y., Potapov 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  
iprotarov37@mail.ru

© VINITI, 2016

УДК 502.504 : 001 : 8

## ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

БП  
48

канд. техн. наук И.И. Потанов<sup>1</sup>, канд. физ.-мат. наук В.Ю. Солдатов<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

## MODELLING OF THE GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGES

I. I. Potapov, V. Yu. Soldatov

БИБЛ. 30

*Биосфера, модель, природа, общество, климат, живучесть  
Biosphere, model, nature, society, climate, survivability*

Рис.  
Рез. англ.

Рассмотрены задачи параметрического описания глобальных процессов в окружающей среде с участием человека. Предложена структура глобальной модели системы природа-общество. Отмечены трудности ее построения. Указаны основные структурные решения при синтезе глобальной модели. Обсуждены вопросы применения глобальной модели для решения задачи оценки живучести системы природа-общество. Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (Грант РФФИ №16-01-00213-а).

The problems of parametrical description of global processes in the environment are considered with the human activity. Structure of the global model for the nature-society system is proposed. Difficulties are shown for the global model synthesis. Basic structural solutions are shown for the global model synthesis. It is discussed the questions concerning the global model applications for the solving of the tasks when it is needed to assess the nature-society system survivability. This study was supported by the Russian Fund for Basic Researches (Grant #16-01-00213-a).

## Введение

Анализ трендов состояния окружающей природной среды за последние десятилетия показывает ухудшение многих жизненно важных сред с перспективой развития неблагоприятных последствий для развития человечества, особенно населения бедных стран, для которых сокращение природных ресурсов ставит вопрос о выживании. Отметим лишь некоторые тенденции.

• Население Земли неуклонно возрастает, природные ресурсы истощаются. Количество пищи на одного человека уменьшается. Воздух и вода с каждым годом становятся все более загрязненными. Мировая экосистема постепенно расчленяется.

цией указанных характеристик, а в целом ситуация в каждый момент описывается теоретико-игровой моделью [4].

Объективная оценка динамики природной среды  $N = (N_1, N_2)$  возможна при определенных допущениях с помощью моделей биосферы  $N_1$  и биомата  $N_2$ . Также модели разработаны многими авторами и накопленный здесь опыт охватывает примеры точечных, региональных, боксовых, комбинированных и пространственных моделей [9,20,21]. Этот опыт позволяет перейти к синтезу глобальной модели нового типа, охватывающей ключевые связи между уровнями иерархии природных и антропогенных процессов.

В общем виде состояние систем  $N$  и  $N'$  можно описать векторами  $x_N(t) = \{x_N^1, \dots, x_N^n\}$  и  $x_{N'}(t) = \{x_{N'}^1, \dots, x_{N'}^m\}$  соответственно. Совместная траектория этих систем в  $n+m$ - мерном пространстве описывается функцией  $\eta(t) = F(x_N, x_{N'})$ , вид которой определяется решениями уравнений глобальной модели. Форма  $F$  определяется в рамках познания законов коэволюции и поэтому здесь имеется широкая поле для исследований в различных областях знания. Имеющиеся оценки  $F$  [23] показывают на взаимосвязь понятий *живучести* и *устойчивости*. Согласно Эшби динамическая система находится в «живом состоянии» в интервале времени  $(t_a, t_b)$ , если определяющие ее фазовые координаты находятся в *допустимых пределах*  $x_{N, \min}^i \leq x_{N, \max}^i$ ;  $x_{N', \min}^j \leq x_{N', \max}^j$ . А поскольку системы  $N$  и  $N'$  имеют биологическую основу и ограниченные ресурсы, то одно из указанных граничных условий оказывается лишним, т.е. для компонентов вектора  $x = \{x_N, x_{N'}\} = \{x_1, \dots, x_{n+m}\}$  требуется выполнения условия  $x_{\min}^i \leq \eta = \sum_{i=1}^{n+m} x_i$ . В эту простую схему укладываются требования как сохранения суммарной энергии в системе, так и разнообразие ее элементов.

Безусловно, понятие живучести системы является более емким и содержательным. В системной экологии под этим термином многие авторы рассматривают стабильность и целостность системы, вкладывая в эти термины способность системы противостоять внешним воздействиям. Другими словами, живучесть измеряется тенденцией системы подавлять большие колебания ее структуры и элементов, возвращая систему в ее равновесное состояние. Таким образом, предла-гается под живучестью системы понимать ее способность активно противостоять воздействию внешних факторов, длительное время сохранять с учетом вероятностных состояний системы, при которых она еще остается работоспособной, сохраняет свои характеристики и обеспечивает выполнение своих функций при определенных методах и условиях ее эксплуатации.

#### Заключение

В связи с изложенными выше аспектами возникает необходимость комплексного анализа современного состояния и перспектив дальнейшего развития цивилизации с особым вниманием на глобальную энергетику с минимизацией негативных экологических последствий. Речь идет о достижении в каждой отдельной стране и в мире в целом такого уровня производства энергии, который был бы экологически безопасным, устойчивым и обеспечивающим растущие потребности экономики.

Решение наиболее важной проблемы 21-го столетия о путях развития цивилизации и принятие при этом решений на глобальном уровне, направленных на

создание устойчивого развития с достижением приростных для населения плановых условий существования, является предметом многих междисциплинарных и национальных программ исследования окружающей среды. Наблюдается столкновение цивилизации с природной средой перешло от стихийного развития человека к осознанному управлению ресурсами, ограниченность которых стала очевидной. Экологические проблемы, возникающие повсеместно на нашей планете, заставляющие человечество переходить к стратегии согласования своих действий с законами природы. Ясно, что в первую очередь развитие человечества должно быть согласовано с законами распределения и трансформации потоков энергии в биосфере, которые определяют границы коридора экологически безопасного развития цивилизации. Признание того факта, что цивилизация находится в состоянии системного кризиса и практически не имеет четкой стратегии поведения, не снимает имеющихся проблем ее выживания.

Рассмотренный здесь подход к поиску конструктивной технологии изучения процессов глобального развития СПО для своего использования требует принятия организационных решений на международном уровне по открытию специализированного научного центра, который бы мог осуществлять развитие ГМСПО с учетом имеющихся баз данных и знаний. Одной из глобальных целей такого центра могло бы быть развитие алгоритмов, методов и моделей, которые бы уменьшили уровень неопределенности в оценках будущего развития цивилизации.

#### Литература

1. Алексеев В.В., Крышев И.И., Сазыкина Т.Г. Физическое и математическое моделирование экосистем. С.-П.: Гидрометеоиздат, 1992. 367 с.
2. Букатова И.Д., Михасев Ю.И., Шаров А.М. Эволюратика: теория и практика эволюционного моделирования. М.: Наука, 1991. 205 с.
3. Кондратьев К.Я., Крапивин В.Ф. Моделирование глобального круговорота углерода. М.: Физматлит, 2004. 336 с.
4. Крапивин В.Ф. О теории живучести сложных систем. М.: Сов. Радио, 1978. 248 с.
5. Крапивин В.Ф., Кондратьев К.Я. Глобальные изменения окружающей среды: эволюратика. С.-П.: Изд-во СПб ун-та, 2002. 724 с.
6. Крапивин В.Ф., Потанов И.И. Изучение процессов глобализации с помощью модели Кондратьева. // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, 2014, №5. С. 3-10
7. Крапивин В.Ф., Потанов И.И., Шагаев В.С., Бурков В.Д. Модель глобальных биогеохимических циклов углерода и метана. // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, 2015, №4. С. 3-16
8. Крапивин В.Ф., Потанов И.И., Шагаев В.С., Бурков В.Д., Солдатов В.Ю. Индикаторы-предвестники развития естественных процессов в лесных, агролесных и урбоэкосистемах. // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, 2015, №4. С. 81-95.
9. Марчук Г.И., Кондратьев К.Я. Приоритеты глобальной экологии. М.: Наука, 1992. 264 с.
10. Aikenhead M.J., McDonald A.J.S., Dawson J.J., Cooper G., Smart R.P., Willett M., Hore D., Palmer S. (2003). A novel method for training neural networks for time-series prediction in environmental systems. // Ecological Modelling, 2003. V. 162. P. 87-95.
11. Vasciow R. Numerical evaluation of the evasion factor. In: Carbon Cycle Modelling. SCORE-16. New York: Wiley, 1981. P. 95-101.