

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

# PROBLEMS OF ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES

Review information

№ 2

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., Kravtchik 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](mailto:ipotapov37@mail.ru)

© VINITI, 2018

БП
2

ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ И ОХРАНЫ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 502.504:001

ГЛОБАЛЬНЫЙ КЛИМАТ И ОБЩЕСТВО:  
УСТОЙЧИВОЕ ВЗАМОДЕЙСТВИЕ

Д-р.м-н., профессор **В.Ф. Крапивин**<sup>1</sup>, к.т.н. **И.И. Потанов**<sup>2</sup>, **В.Ю. Солдатов**

<sup>1</sup> Институт радиотехники и электроники РАН;

Институт проблем эконформатики РАН

<sup>2</sup> Всероссийский институт научной и технической информации РАН

[ipotapov37@mail.ru](mailto:ipotapov37@mail.ru)

GLOBAL CLIMATE AND SOCIETY: SUSTAINABLE DEVELOPMENT

**V.F. Kravtchik, I.I. Potapov, V.Yu. Soldatov**

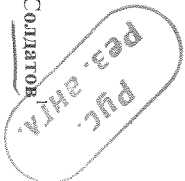
*Климат, общество, прогноз, демография, сценарии, антропогенные воздействия.*

*Climate, society, prognosis, demography, scenarios, anthropogenic impacts.*

Затрагиваемые в статье проблемы охватывают широкий спектр теоретических и прикладных задач, решение которых неизбежно приводит к проблеме изменения глобального климата. Поиск причин этих изменений сводится к поиску геоэкологической информационно-моделирующей системы (ТИМС), охватывающей наиболее значимые прямые и обратные связи в окружающей среде. Поэтому предметом данной работы является критический анализ последних имеющихся подходов к определению понятия устойчивое развитие современной цивилизации и выбор наиболее адекватного критерия выживания человечества. Проблема устойчивого развития рассматривается совместно с проблемой глобализации при учете различных факторов неравномерного экономического, политического и социального развития стран. Проанализированы фактические данные об использовании природных ресурсов и изменениях окружающей среды, отражающие глобальную динамику современного общества потребителя и его возможные перспективы. Особое внимание уделено при этом проблеме энергопотребления и водным ресурсам. Отмечено, что каждый элемент системы обеспечения устойчивого развития является моделирование динамики численности населения планеты. Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (Транс РФФИ №16-01-00213-а).

The problems considered in this paper include wide spectrum of theoretical and applied tasks solution of which inevitably lead to the problem of global climate change. A search of the causes of these changes is came to the synthesis of geoeological information-modeling system (TIMS) involving the most significant direct and indirect relations in the environment. Therefore, critical weighed analysis of existing approaches to the definition of sustainable development of present civilization and choice of the most adequate criterion for the humanity survivability is the subject of this paper. A sustainable development problem is considered together with the globalization problem taking into consideration of different factors connected with irregular economic, politic

3-21  
догов 3, 19, 20  
2018. 36



$$R_G = (1-h_G)k_G N_{Gj} N_{G0} N_{G1} N_{G2} N_{G3} N_{G4} N_{G5} N_{G6} N_{G7} N_{G8} N_{G9} N_{G10} N_{G11} N_{G12} N_{G13} N_{G14} N_{G15} N_{G16} N_{G17} N_{G18} N_{G19} N_{G20} N_{G21} N_{G22} N_{G23} N_{G24} N_{G25} N_{G26} N_{G27} N_{G28} N_{G29} N_{G30} N_{G31} N_{G32} N_{G33} N_{G34} N_{G35} N_{G36} N_{G37} N_{G38} N_{G39} N_{G40} N_{G41} N_{G42} N_{G43} N_{G44} N_{G45} N_{G46} N_{G47} N_{G48} N_{G49} N_{G50} N_{G51} N_{G52} N_{G53} N_{G54} N_{G55} N_{G56} N_{G57} N_{G58} N_{G59} N_{G60} N_{G61} N_{G62} N_{G63} N_{G64} N_{G65} N_{G66} N_{G67} N_{G68} N_{G69} N_{G70} N_{G71} N_{G72} N_{G73} N_{G74} N_{G75} N_{G76} N_{G77} N_{G78} N_{G79} N_{G80} N_{G81} N_{G82} N_{G83} N_{G84} N_{G85} N_{G86} N_{G87} N_{G88} N_{G89} N_{G90} N_{G91} N_{G92} N_{G93} N_{G94} N_{G95} N_{G96} N_{G97} N_{G98} N_{G99} N_{G100}$$

где для простоты опущен индекс  $i$ , указывающий принадлежность соотношения к  $i$ -му региону;  $h_G$  - коэффициент, отражающий качество потребляемой пищи ( $h_G=0$  при идеальном уровне качества пищи); коэффициенты  $k_G$  и  $k_G$  указывают на уровень рождаемости и смертности соответственно; показатели  $\tau_{G0}$  и  $\tau_{G1}$  характеризуют зависимость смертности населения региона от показателя  $O$  и  $C$  качества окружающей среды (в рамках глобальной модели это содержание в атмосфере  $O_2$  и  $CO_2$ ), проявляющаяся через физиологические функции человека; коэффициент  $\omega(G)$  характеризует степень влияния на смертность плотности населения (в современных условиях  $\omega(G) \approx 0,6$ ); функции  $N_{Gj}(N_{GjR})$ ,  $N_{G0}(N_{G00})$ ,  $N_{G1}(N_{G10})$ ,  $N_{G2}(N_{G20})$ ,  $N_{G3}(N_{G30})$  и  $N_{G4}(N_{G40})$  отражают соответственно влияние на рождаемость (смертность) таких факторов окружающей среды, как обеспеченность пищей, концентрация  $O_2$  и  $CO_2$  в атмосфере, материальный уровень, плотность населения и загрязненность среды обитания. При этом функции  $N_{G0}$  и  $N_{G1}$  аппроксимируют мелико-биологические зависимости смертности от газового состава атмосферы. Рассмотрим все эти функции более подробно. Для этого формулируем ряд гипотез, касающихся форм зависимости смертности и рождаемости от различных факторов.

Результаты многочисленных исследований с учетом национальных особенностей позволяют принять в качестве аппроксимации функции  $N_{G0}$  следующую зависимость:  $N_{G0} = 1 - \exp(-V_G)$ , где  $V_G$  - эффективный размер пищи, определяемый как взвешенная сумма составляющих пищевого спектра *Нотто varians*:

$$V_G = k_{G\Phi} \Phi + k_{GFI} \left( F_1 + \sum_{j \neq 1} a_{Fj} F_j \right) + k_{GVI} I (1 - \theta_{F1} - \theta_{VI}) + k_{GLI} L_1 + k_{GV} \left[ (1 - \theta_{FVI}) X_1 + (1 - V_{FVI}) \sum_{j \neq 1} a_{Vj} X_j \right]$$

Здесь  $\Phi$  - объем пищевых продуктов растительного происхождения, получаемых из океана;  $F$  - пища животного происхождения;  $L$  - пищевые дары леса;  $X$  - растительная пища, производимая сельским хозяйством;  $I$  - продукты рыболовства; коэффициенты  $k_{G\Phi}$ ,  $k_{GFI}$ ,  $k_{GVI}$ ,  $k_{GLI}$  и  $k_{GV}$  определяются по методике, описанной в [8];  $a_{Fj}$  и  $a_{Vj}$  - доля соответствующего животного и растительной пищи в  $j$ -м регионе, доступная для уплотнения населением  $i$ -го региона;  $\theta_{FVI}$  и  $V_{FVI}$  - доля растительной пищи, производимой и импортируемой  $i$ -м регионом соответственно для людей производящей животной пищи;  $\theta_{F1}$  и  $\theta_{VI}$  - доля рыбного промысла, расходуемая в  $i$ -м регионе на производство животной пищи и удобрений соответственно.

Смертность населения с возрастом его обеспеченности пищей падает до некоторого уровня, определяемого константой  $\tau_{1,G0}$ , со скоростью  $\tau_{2,G0}$ , так что  $N_{i,G0} = \tau_{1,G0} + \tau_{2,G0} F_{i,G0}$ , где нормированная обеспеченность пищей  $F_{i,G0}$  описывается соотношением  $F_{i,G0} = F_{i,G0}(I) = V_{i,G0} G(I) G(I_0)$ ,  $F_{i,G0} = V_{i,G0}(I) G(I_0)$ . Аналогично полагаем, что рождаемость в зависимости от материального уровня  $M_{i,G0}$  населения описывается функцией с насыщением, так что наибольшее значение рождаемости наблюдается при малых величинах  $M_{i,G0}$ , а при  $M_{i,G0} \rightarrow \infty$  рождаемость падает до неко-

торого уровня, определяемого величиной  $a_{i,GMB}$ . Скорость перехода от максимальной к минимальной рождаемости с изменением  $M_{i,G0}$  задается константами  $a_{1,GMB}$  и  $a_{2,GMB}$ :

$$N_{i,GMB} = a_{i,GMB} + a_{1,GMB} \exp(-a_{2,GMB} M_{i,G0}),$$

где

$$M_{i,G0} = (V/G) \{ [1 - B - U_{MG} - U_{ZG}] [1 - B(I_0) - U_{MG}(I_0) - U_{ZG}(I_0)] \} \times [E_{RG}(I) / E_{RG}(I_0)],$$

$$E_{RG}(I) = 1 - \exp(-k_{RG} M(I) / M(I_0)).$$

Зависимость смертности от материального уровня опишем убывающей функцией  $N_{i,GMB} = b_{1,G0} + b_{2,G0} \exp(-b_{3,G0} M_{i,G0})$ . Эта функция показывает, что смертность населения с увеличением доли капитала на душу населения падает с коэффициентом скорости  $b_{3,G0}$  до уровня  $b_{1,G0}$ . Рождаемость и смертность в определенных пределах соответственно являются убывающей и возрастающей функциями плотности населения.

$$N_{G0} = G_{1,G0} + G_{2,G0} \exp(-G_{2,G0} Z_{G0}), \quad N_{G1} = \theta_{1,G0} + \theta_{2,G0} Z_{G0}^{\theta_{3,G0}},$$

где  $Z_{G0} = C(I) / C(I_0)$ .

Наконец, важным аспектом экологии *Нотто varians* является состояние природной среды обитания. Вопросы антропоэкологии в связи с этим широко обсуждаются в научной литературе и многие авторы делают попытки найти необходимые закономерности. Не вдаваясь в детали этих исследований, большинство из которых не могут быть использованы в структуре глобальной модели, ограничимся следующими зависимостями:

$$N_{G0} = I_{1,G0} \exp(-I_{2,G0} Z_{G0}), \quad N_{G1} = \tau_{1,G0} + \tau_{2,G0} Z_{G0},$$

$$\tau_{G0} = \begin{cases} \tau_{1,G0} + \tau_{2,G0} (C_a - C_{1,G0}) & \text{для } C_a > C_{1,G0}, \\ \tau_{1,G0} & \text{для } 0 \leq C_a \leq C_{1,G0} \end{cases}$$

$$N_{G0} = f_{1,G0} + f_{2,G0} / O(I), \quad N_{G1} = \exp(k_{G0} C_a),$$

$$N_{G0} = 1 - \exp(-k_{G0} O), \quad N_{G1} = \exp(-k_{G0} C_a), \quad Z_{G0} = Z(I) / Z(I_0),$$

$$\tau_{G0} = \begin{cases} \tau_{1,G0} & \text{для } O > O_{1,G0}, \\ \tau_{2,G0} - (\tau_{2,G0} - \tau_{1,G0}) O / O_{1,G0} & \text{для } 0 \leq O \leq O_{1,G0} \end{cases}$$

где  $C_a$  - концентрация  $CO_2$  в атмосфере,  $C_{1,G0}$  и  $O_{1,G0}$  - безопасные для человека уровни содержания  $CO_2$  и  $O_2$  в атмосфере.

**Заключение**

Таким образом, для достижения устойчивого развития современному обществу придется решить базовую проблему долговременного сохранения характеристик окружающей среды в пределах обеспечения жизненного пространства, включая обеспечение пищей и водой. Для этого необходима организация эффективного мониторинга лесных и урбоэкосистем с применением технологичной раз-

личного временного масштаба. В лесных экосистемах контроль параметров окружающей среды осуществляется в соответствии с режимом, определяемым ГИМС-технологией. Другими словами, здесь преобладает этап моделирования эволюции лесной экосистемы, результаты которого контролируются эпизодическими наблюдениями. В случае урбоэкосистем, где антропогенный фактор занимает важное место в формировании характеристик окружающей среды, контроль их состояния требует более широкого набора моделей и алгоритмов, а также применение методов принятия решений в условиях неустойчивой неопределенности. Именно контроль лесных экосистем и урбоэкосистем является первым и самым источником данных для принятия решений о взаимодействии общества с природой.

#### Литература

1. *Длинов А.Ф.* Элементы теории функционирования водных экосистем. - Санкт-Петербург: Наука. 2000. 147 с.
2. *Бондур В.Г., Крашенин В.Ф.* Космический мониторинг тропических циклонов. - Москва: Научный мир. 2014. 508 с.
3. *Бондур В.Г., Крашенин В.Ф., Савиных В.П.* Мониторинг и прогнозирование природных катастроф. - Москва: Научный мир. 2009. 691 с.
4. *Бурков В.Д., Крашенин В.Ф.* Экоинформатика: алгоритмы, методы и технологии. - Москва: Изд-во МГУЛеса. 2009. 428 с.
5. *Григорьев А.Д., Кондратьев К.Я.* Глобальная урбанизация. Экодинамика больших городов // Известия Российского Географического Общества. 2004. № 5. С 1-11.
6. *Кавецкер В.И., Крашенин В.Ф., Потанов И.И., Шалаев В.С.* Методы нейтрализации негативного антропогенного воздействия на лесные, агролесные и урбоэкосистемы // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 2015. №11. С. 37-146.
7. *Кондратьев К.Я., Крашенин В.Ф.* Моделирование глобального круговорота углерода. - Москва: Физматлит. 2004. 335 с.
8. *Крашенин В.Ф., Кондратьев К.Я.* Глобальные изменения окружающей среды: экоматематика. - Санкт-Петербург: Изд-во Санкт-Петербургского государственного университета. 2002. 724 с.
9. *Крашенин В.Ф., Потанов И.И.* Методы экоматематики. - Москва: ВИНТИ. 2002. 496 с.
10. *Догофет Д.О.* Ещё раз о проекционных матрицах: индикатор потенциального роста и польза индикации // Фундаментальная и прикладная математика. 2012. Т.17. №6. С. 41-63
11. *Полещук В.Ю., Полещук Ю.М.* Геоимитационное моделирование полей термокарстовых озер в зонах мерзлоты//Ханты-Мансийск: УИП ЮГУ. 2013. 129 с.
12. *Полещук Ю.М., Полещук В.Ю.* Дистанционные исследования изменчивости формы береговых границ термокарстовых озер на территории многолетней мерзлоты Западной Сибири // Исследование Земли из космоса. 2012. № 1. С. 61-64.
13. *Потанов И.И., Назарян Н.А., Солдатов В.Ю.* Предказание землетрясений с помощью методов техники InSAR // Экологические системы и прибор. 2008. № 1. С. 60-62.
14. *Vohne N.* Vulnerability and criticality: perspectives from social geography // INDR Update. 2001. No. 2. P. 231-239.
15. *Vilkeley H.A. and Betsill M.M.* Cities and climate change. Urban sustainability and global environmental governance. - London: Routledge. 2003. 237 pp.
16. *Vilkeley H.A.* Cities and climate change. - London: Routledge. 2013. 280 pp.
17. *Flood J.* Indicators for the implementation and monitoring of Agenda // Habitat. 1995. Vol. 1. No. 5. P. 13-14.
18. *Kavous A.* Globalization and regionalization: Four paradigms views // Journal of International Business Research. 2010. Vol. 9. No. 1. P. 71-76.
19. *Keller E.A. and DeVessio D.E.* Natural hazards: Earth's processes as hazards, disasters, and catastrophes. - New Jersey, USA: Prentice Hall. 2014. 576 pp.
20. *Kravtsov V.F. and Shitko A.M.* Information technologies for remote monitoring of the environment. - Chichester U.K.: Springer/Praxis. 2012. 498 pp.
21. *Kravtsov V.F. and Kavous S.A.* Biogeochemical cycles in globalization and sustainable development. - Chichester, U.K.: Springer/Praxis. 2008. 562 pp.
22. *Kravtsov V.F., and Kavous S.A.* Globalization and sustainable development. - Chichester, U.K.: Springer/Praxis. 2007. 304 p.
23. *Kravtsov V.F., Kavous S.A., and Soldatov V.Yu.* Mission to Mars. Reliable method for liquid solutions diagnostics // Frontiers in Environmental Science: Environmental Informatics. Sci. 2014. Vol. 21. No. 2. doi: 10.3389/fenvs.2014.00021
24. *Kravtsov V.F., Kavous S.A., and Soldatov V.Yu.* New ecoinformatics tools in environmental science: Applications and decision-making. - London: Springer. 2015. 903 pp.
25. *Le Carhibsier* Towards a new architecture. - New York: Dover Publications. 1985. 320 pp.
26. *Lee T.* Global cities and climate change. - London: Routledge. 2014. 174 pp.
27. *Lindovsky M. and Kurolova S.* Water management in emergency situations // Journal of Geological Resource and Engineering. 2015. No. 3. P. 150-162.
28. *Moore S.A.* Jutta Gutberlet. Recovering resources, recycling citizenship: urban poverty reduction in Latin America // Singapore Journal of Tropical Geography. 2010. Vol. 31. No. 1. P. 130-131.
29. *Sprooner V.* Globalization: The crucial phase. - Philadelphia. USA: University of Pennsylvania Press. 2015. 392 pp.
30. *Stempell D.* Weltbevölkerung. - Berlin: Verlag. 1985. 205 pp.
31. *Stewart W.* Climate of uncertainty. - Dublin, Ireland: Ocean Publishing. 2010. 192 pp.
32. *Street C., O'Sullivan R., Janson-Smith T., and Tarasofsky R.* Climate Change and Forests: Emerging Policy and Market Opportunities. - Washington: Brookings Institution Press and Chatham House. 2010. 346 pp.
33. *Thiaw T., Kintar P., Yashiro M., and Molinero C.* Food and ecological security: Identifying synergy and trade-offs // Ecosystem Management. 2011. No. 4. P. 5-11.
34. *Kavous S.A., Kravtsov V.F., and Soldatov V.Yu.* Modeling the carbon and nitrogen cycles // Frontiers in Environmental Science: Air Pollution. 2014. V. 2. No. 8. doi:10.3389/fenvs.2014.00008
35. *Vogel S. and O'Brien K.* Vulnerability and global environmental change: rhetoric and reality // Aviso (An International Bulletin on Global Environmental Change and Human Security). 2004. No. 13. P. 1-8.
36. *Wilby R.L.* (2003) Weekly warning // Weather. 2003. V. 58. No. 11. P. 446-447.