

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

PROBLEMS OF ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES

Review information

№ 11

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., Scheinina 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, 2016

ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 502.504.001.8

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ РЕАЛИЗАЦИИ АНТРОПОГЕН- НЫХ СЦЕНАРИЕВ ДЛЯ ПРИРОДНОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

д.ф.-м.н., проф. В.Ф. Крапивин¹, к.т.д. И.И. Потанов², к.ф.-м.н. В.Ю. Солдатюк¹
Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Москва
² Всероссийский институт научной и технической информации РАН, Москва

METHODS FOR THE ASSESSMENT OF CONSEQUENCES FROM THE REALIZATION OF ANTHROPOGENIC SCENARIOS FOR NATURAL ENVIRONMENT

V.F. Kravtsov, I.I. Potanov, V.Yu. Soldatov

Ключевые слова: природа, общество, модель, устойчивость, живучесть.

Key words: nature, society, model, stability, survivability.

Обсуждены вопросы моделирования динамики системы климат-биосфера-общество в условиях реализации антропогенных сценариев с целью поиска устойчивых состояний. Рассмотрены различные типы моделей и предложены механизмы формализации состояний взаимодействия природы и общества. Определено понятие живучести системы природа-общество. Предложена концептуальная схема для синтеза глобальной модели системы климат-биосфера-общество. Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (Грант РФФИ №16-01-00213-а).

The questions of modeling the climate-biosphere-society system dynamics are discussed under realization of anthropogenic scenarios to search the stable states. Different types of the models are considered and mechanisms for the formalization of states between interacting nature and society. A survivability concept is defined for the nature-society system. Conceptual scheme is proposed for the synthesis of global model for the climate-biosphere-society system. This study was supported by the Russian Fund for Basic Researches (Grant No. 16-01-00213-a).

Введение

Современный этап научно-технического прогресса, сопряженный с осознанием глобальной экологической ситуации на Земле с характерной для нее ограниченностью энергетических, геологических, биогеоценотических и других ресурсов, выдвигает на первый план проблему информационного ресурса, взятого по отношению к глобальному экологическому знанию - знанию об условиях коэволюции человека и природы. Уровень этого ресурса на протяжении тысячелетий определялся слабо коррелированной суммарной деятельностью населения и вплоть до начала индустриальной эры был относительно небольшим. Затем с дольностью бы-

3-28 ОУС 47

01070
3, 25

Б71
6

Рис.
Рез. АНГА.

потенциальных факторов и процессов, происходящих на данном уровне пространственно-временной иерархии шкалы и масштабов.

Проявление биосложности является характерным признаком всех систем окружающей среды, связанных с жизнью. Элементы этого проявления изучаются в рамках теории устойчивости и живучести экосистем. Здесь следует отметить, что формирование биосложности включает показатели степени взаимной модификации взаимодействующих систем, в это значит, что изучение биосложности необходимо вести с учетом как пространственных, так и биологических уровней организации. Трудность этой задачи определяется сложностью поведения объекта исследования, особенно, если учитывать членовесеский фактор, из-за которого количество стрессовых ситуаций в окружающей среде постоянно возрастает.

Все сказанное подчеркивает, что биосложность относится к категориям, которые трудно измерить и выразить количественно. Однако попытаемся перейти от чисто словесных рассуждений к формализованным количественным определениям. Для перехода к градициям шкалы Ξ с числовыми масштабам постулируем, что между двумя значениями индикатора шкалы существуют отношения типа $\Xi_1 < \Xi_2$, $\Xi_1 > \Xi_2$ или $\Xi_1 = \Xi_2$. Другими словами, всегда имеет место такое значение этой шкалы R , которое определяет уровень биосложности $\Xi \rightarrow R = f(\Xi)$, где f - некоторое преобразование понятия биосложности в число.

Попытаемся найти удовлетворительную модель, которая отобразит словесный портрет биосложности в область понятий и признаков, поддающихся формализованному описанию и преобразованию. С этой целью выделим в системе природо-обшество m элементов - подсистем низшего уровня, взаимодействие между которыми определим бинарной матричной функцией: $A = \|a_{ij}\|$, где $a_{ij} = 0$, если элементы i и j не взаимодействуют; $a_{ij} > 0$, если элементы i и j находятся во взаимодействии. Тогда любая точка $\xi \in \Xi$ определяется как сумма

$$\xi = \sum_{i=1}^m \sum_{j>i}^m a_{ij}$$

Ясно, что $\xi = \xi(\phi, \lambda, t)$, где ϕ и λ - географическая широта и долгота соответственно, t - текущее время. Для некоторой территории Ω индикатор биосложности определим как среднее значение

$$\xi_{\Omega}(t) = \frac{1}{S(\phi, \lambda) \in \Omega} \int \xi(\phi, \lambda, t) d\phi d\lambda$$

где S - площадь территории Ω .

Таким образом, индикатор $\xi_{\Omega}(t)$ выступает как интегральный показатель сложности системы природа-обшество, отражая индивидуальность ее структуры и поведения в каждый момент времени t в пространстве Ω . В соответствии с законами естественной эволюции уменьшение (увеличение) величины ξ_{Ω} будет означать возрастание (сокращение) биоразнообразия и способности природо-антропогенных систем к выживанию. Так как уменьшение биоразнообразия нарушает замкнутость биогосподствующих круговоротов и приводит к увеличению нагрузки на невозобновимые ресурсы, то бинарная структура матрицы A связана с направлением усиления позиций ресурсоиспользующих технологий, и вектор

энергетического обмена между подсистемами системы природа-обшество смешается в состояние, когда уровень ее выживаемости понижается.

Живучесть системы природа-обшество, как было отмечено ранее, определяется соотношением доступных для выживания ресурсов. Следуя идее формирования показателя биосложности будем полагать, что взаимодействующим m подсистем системы природа-обшество характеризируются уровнями биомасс или других ресурсов $R(\phi, \lambda, z, t)$, где ϕ, λ и z - пространственные координаты, t - время. Тогда следующая функция может служить показателем уровня выживания системы природа-обшество:

$$J(t) = \sum_{i=1}^m \iiint_{(\phi, \lambda, z) \in \Omega} V_i(\phi, \lambda, z, t) d\phi d\lambda dz$$

Заключение

Различные версии рассмотренной здесь структуры глобальной модели системы климат-биосфера-обшество неоднократно были реализованы и изучены [5-7, 11, 12, 19, 26, 29, 31, 37]. Опыт их использования для решения многих задач оценки результатов воздействия на природную среду показал, что основным затруднением здесь является выбор вида климатического блока. Безусловно, остается без ответа вопрос о возможности антропогенного изменения климата. Снижение уровня неопределенности прогнозов климата возможно за счет расширения учета в глобальной модели климат-биосфера-обшество интегральных взаимодействий в системе природа-обшество и механизмов биотической регуляции окружающей среды, а также совершенствования глобальной системы мониторинга.

В проекте РФФИ №16-01-00213-а будут проведены исследования по выбору наиболее информативного варианта глобальной модели системы климат-биосфера-обшество и будут определен набор требований к такой модели и указаны связанные с ней ограничения.

Литература

1. Бондур В.Г., Крапивин В.Ф. Космический мониторинг тропических циклонов. М: Научный мир, 2014. 508 с.
2. Бурков В.Д., Крапивин В.Ф., Шалаев В.С. Создание архива биометрических и продукционных характеристик растительности. // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. 2012. Т. 92. № 9. С. 103-111.
3. Гравков А.Г., Мильшин, А.А., Солдаев В.Ю., Шелобанова Н.К. Систематизация архивных микроволновых, океанографических и метеорологических данных в зонах возникновения тропических ураганов // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, 2010. №1. С. 55-72.
4. Каевниер В.И., Крапивин В.Ф., Потапов И.И. Экономически эффективная информационно-моделирующая технология мониторинга лесных экосистем и оценки их роли в изменении климата. // Экономика природопользования, 2015. №4. С. 57-161.