

PROBLEMS OF ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES

Review information

№ 1

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., 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
iprotaov37@mail.ru

© VINITI, 2016

Рис.
Рез. англ.

ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ И ОХРАНЫ

БЛОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 502/504:001

2

3-81 / Яков 3, 49 Яков. 33

ЗАДАЧИ БИОЦЕНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ЭКОИНФОРМАТИКИ

Д.ф.-м.н., профессор Крапивин В.Ф.¹, к.т.н. Поташов И.И.²

- ¹ Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Москва
- ² Всероссийский институт научной и технической информации РАН, Москва

BIOCENOLOGY PROBLEMS AND ECOINFORMATICS METHODS

Kravtsov V.F., Potapov I.I.

Экоинформатика биосферы, модель парниковый эффект, вода, углерод

Ecoinformatics, biosphere, model, greenhouse effect, water, carbon

Рассмотрены методы и алгоритмы экоинформатики в связи с развитием и внедрением новых эффективных информационных технологий в исследовании окружающей природной среды. Отмечена роль системного подхода при формулировке задач по оперативной оценке последствий антропогенных вмешательств в естественные процессы биосферы. Сформулированы основные концептуальные положения экоинформатики как науки о базовых взаимодействиях родно-антропогенных изменений среды обитания человека. Основное внимание уделено наземным экосистемам как регуляторам парникового эффекта. Сформулированы модели глобальных круговоротов углерода и воды как глобальных регуляторов всех биосферных и климатических изменений.

The ecoinformatics methods and algorithms are considered in view of the development and introduction of new efficient information technologies for the environment investigation. A role of system approach to the formulation of tasks concerning operative assessment of consequences from anthropogenic intervention in natural biospheric processes is noted. Basic conceptual aspects of the ecoinformatics are formulated considering of its as the science about fundamental paradigms of nature-anthropogenic changes in the people habitat. Basic attention is devoted to the land ecosystems as greenhouse effect regulators. Models of global cycles for the carbon and water are formulated as global controller of all biospheric and climatic changes.

1. Понятия и определения биоценологии для экоинформатики

Экоинформатика является наукой о природно-антропогенных системах и их взаимодействиях. Для нее характерны процессы дифференциации и интеграции, требующие в зависимости от предметной области исследования либо глубокого проникновение в содержательную часть изучаемой системы, либо ее представление в виде части единого целого. В области биоценологии эти аспекты проявляются с особой наглядностью, когда требуется, из всего многообразия наземных экосистем выделить только те типы, которые являются характерными для данной пространственной сетки дискретизации земной поверхности. К сожалению, в настоящее время нет установленных терминов, которые бы однозначно иденти-

$$\sum_{j=1}^m Y_j = 1, Y_j \geq 0.$$

В результате $U_{ij} = Y_j U_i^*$.

Забор воды для полива из i -го компонента водовода является антропогенным управляющим фактором и его следует рассматривать в виде свободного параметра $M_i^* = \sum_{j=1}^m M_{ij}$. Для учета возможной неоднородности распределения M_i^* между фазами зададим матрицу коэффициентов распределения

$$poliva \nu = \|\nu_{ij}\| \quad (\nu_{ij} \geq 0, \sum_{j=1}^m \nu_{ij} = 1, i=1, \dots, n; j=1, \dots, m), \text{ так что } M_{ij} = \nu_{ij} M_i^*.$$

Взаимосвязь между поверхностными потоками воды и грунтовыми водами существенно зависит от потока воды, просачиваемой вниз через почвенный слой. Этот поток, называемый инфильтрацией, в общем виде, с учетом только вертикальной неоднородности почвы можно описать уравнением:

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[P(P) \frac{\partial P}{\partial z} + K_z(P) \right]$$

Возможны различные варианты решения этого уравнения. Для практического использования можно рекомендовать решение:

$$f = f_0 + (f_0 - f_0) \exp(-P^2 t), \quad (5)$$

где $f = (P_1 - P_0)P/(a t)^{-1}$, f_0 - асимптотическое значение скорости фильтрации, f_0 - начальная величина скорости фильтрации.

Процесс инфильтрации и испарения грунтовых вод существенно зависят от вертикального профиля почвенного слоя. Можно выделить следующие слои почвы: насыщенный и ненасыщенный. Насыщенный слой обычно охватывает глубину более 1 м. Верхний ненасыщенный слой включает почвенную влагу в зоне действия корней растений, промежуточный уровень и уровень капиллярной воды. Прохождение воды через эти слои можно описать законом Дарси, а гравитационный член $K_z(P)$ в уравнении (5) вычисляется из уравнения:

$$K_z(P) = 256,32 \delta_s^{-2,28} \cdot 1,27 \delta_s^{1,14} \text{ (см/сут)},$$

где δ_s - объемная масса почвы (г/см^3).

Таким образом, система уравнений (1) - (4) с указанными функциональными описаниями потоков воды в исследуемом регионе при заданных на момент t_0 начальных значениях $W(t_0)$, $S(t_0)$, $C(t_0)$, $\Phi(t_0)$ позволяет рассчитать для $t \geq t_0$ характеристики водного режима всего региона. Начальные значения обеспечения влагой разовой съемкой этих данных системой мониторинга. Регулярность таких съемок зависит от требуемой точности прогноза и может решаться по методике планирования режима мониторинга. На основе синтеза модели и системы дистанционного зондирования может быть организован мониторинг практически любой орошаемой агроэкосистемы. При этом неизбежно возникают задачи идентификации полученных измерений на борту летательного аппарата

со значениями геофизических, экологических и гидрологических параметров. Примером успешного решения таких задач является определение в работе Виноградова (1983) зависимости между коэффициентом спектральной яркости $t_j = t_2 + (t_0 - t_2) \exp(-a W^c) + d W^n$, где t_0 - коэффициент яркости сухой почвы, t_2 - коэффициент яркости почвы с влажностью, близкой к наименьшей полевой влажности (когда в почве отсутствуют свободная влага), коэффициент a , c , d и n определяют тип почвы ($a, d, n \leq 1; c > 1$); для ахроматической сульфидности почв имеем: $t_2 = 0,09; t_0 = 0,28; a = 0,01; c = 2,3; n = 0,9; d = 0,0001$. Получение таких оценок является важной самостоятельной задачей в области дистанционных методов зондирования окружающей среды.

Заключение

Методы эконформатики способствуют повышению информативности данных мониторинга и позволяют оптимизировать инструментальные и финансовые средства при проведении полевых исследований за счет исключения из экспериментальных данных большой объем сведений о динамике изучаемого объекта.

В заключение заметим, что описанный здесь детерминистический подход к моделированию влагооборота в ограниченной зоне нельзя рассматривать как единственно возможный. Такой подход дает лишь средние тенденции в изменении компонентов влагооборота. Получение же их распределений и осуществление вероятностного прогноза может быть обеспечено только на основе динамико-стохастических моделей водного баланса. Для целей моделирования глобального круговорота углерода такой подход дает возможность учесть сток атмосферного CO_2 над регионом за счет процесса вымывания.

Литература

1. Арский Ю.М., Крапивин В.Ф., Потапов И.И. Информационное обеспечение экологических исследований в задачах диагностики окружающей среды. - Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, 2000. - № 9. - С. 2-8.
2. Бурков В.Д., Крапивин В.Ф. Эконформатика: алгоритмы, методы и технологии. - М.: Изд-во МГУ-Леса. - 2009. - 428 с.
3. Верба В.С., Гуляев Ю.В., Шутко А.М., Крапивин В.Ф. (ред.). СВЧ-радиометрия земной и водной поверхностей: от теории к практике. - Академическое Изд-во им. Проф. Марина Дринова, 2014. - 296 с.
4. Галицкий В.В. Горизонтальная структура и динамика ольновозрастного растительного сообщества: численное моделирование - В сб.: Математическое моделирование биотехнологических процессов. - М.: Наука, 1985. - С. 59-69.
5. Кондратьев К.Я., Крапивин В.Ф., Лакаса Х., Савиных В.П. Глобализация и устойчивое развитие: Экологические аспекты. Введение. - Санкт-Петербург: Наука, 2006. - 241 с.
6. Крапивин В.Ф., Кондратьев К.Я. Глобальные изменения окружающей среды: эконформатика. - Санкт-Петербург: Изд-во С-Пб гос. ун-та, 2002. - 724 с.
7. Крапивин В.Ф., Потапов И.И. Методы эконформатики. - М.: ВИНТИ, 2002. - 496 с.
8. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломеш А.И. Современная наука о растительности. - М.: Лотос, 2002. - 263 с.
9. Монин А.С., Красицкий В.П. (1985) Явления на поверхности океана. - Л.: Гидрометеоиздат, 1985. - 375 с.