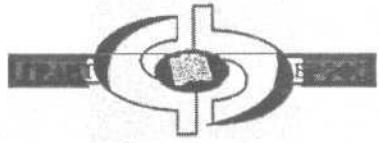


# **ЕВРОПЕЙСКОЕ ПОЛЕСЬЕ - хозяйственная значимость и экологические риски**

**Материалы  
Международного семинара**

**Пинск, Республика Беларусь  
19 - 21 июня 2007 г.**

**Минск 2007**



*Национальная академия наук Беларусь  
Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики  
Беларусь*

*Национальный банк Республики Беларусь*

*Центрально-Европейская Инициатива*

*Представительство ООН в Республике Беларусь*

*Белорусский Республиканский фонд фундаментальных исследований*

*ГНУ «Институт проблем использования природных ресурсов и экологии  
НАН Беларусь»*

*РУП «Институт мелиорации»*

*УО «Полесский государственный университет»*

*Научный Совет по проблемам Полесья НАН Беларуси*

## **Европейское Полесье – хозяйственная значимость и экологические риски**

**Материалы  
Международного семинара  
г.Пинск  
19–21 июня 2007 г.**

**Минск  
«Минсктипроект»  
2007**

УДК 504.06(476-13)(082)

ББК 20.18(4Беи)я43

Е 24

Рекомендовано

ученым советом ГНУ «Институт проблем использования природных  
ресурсов и экологии НАН Беларусь»  
(протокол №5 от 27 апреля 2007 г.)

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, акад. *И. И. Лиштван*;  
д-р с.-х. наук, акад. *Н. Н. Бамбалов*;  
д-р геогр. наук, акад. *В. Ф. Логинов*;  
канд. геогр. наук *О. В. Кадацкая*;  
д-р с.-х. наук *А. С. Мееровский*;  
д-р геогр. наук *В. С. Хомич*;  
канд. геогр. наук *Е. П. Овчарова*

Рецензенты:

д-р геогр. наук *Ю. М. Обуховский*;  
канд. геол.-минерал. наук *В. И. Пацкевич*

**Европейское Полесье – хозяйственная значимость и экологические**  
E24 **риски : материалы Междунар. семинара, г.Пинск, 19–21 июня 2007 г. / Нац.**  
**акад. наук Беларусь [и др.]; редкол.: И. И. Лиштван [и др.]. – Минск :**  
**Минстиппроект, 2007. – 368 с.**

ISBN 978-985-6735-36-6

В сборник включены материалы научных исследований, касающихся решения проблем сохранения природных комплексов Полесья, совершенствования технологических регламентов в хозяйственной деятельности, снижения вероятности негативных последствий техногенеза и природных экстремальных явлений.

Книга предназначена для широкого круга ученых, специалистов и лиц, интересующихся проблемами природопользования и экологии.

The materials of scientific investigations connected with a solution to problems of conservation of natural complexes of Polesie, a perfection of technological regulations of economical activity, a reduction of probability of negative consequences of technogenesis and extremal natural phenomena have been included in the conference proceedings.

The book addresses a wide circle of scientists, experts and all persons concerned with nature management and ecology.

Издание подготовлено при финансовой поддержке проекта ГЭФ–ПРООН № 48429 «Создание условий для устойчивого функционирования системы охраняемых водно-болотных угодий в Белорусском Полесье (повышение эффективности их управления и совершенствование практики землепользования)»

УДК 504.06(476-13)(082)

ББК 20.18(4Беи)я43

ISBN 978-985-6735-36-6

© ГНУ «Институт проблем использования  
природных ресурсов и экологии НАН Беларусь», 2007  
© Оформление. РУП «Минстиппроект», 2007

Д. В. Баровик  
В. Б. Таранчук

## ГРАФИЧЕСКИЙ СЕРВИС МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

Белорусский государственный университет  
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: taranchuk@bsu.by

*В работе описаны инструментарий, особенности реализации в компьютерной технической системе Mathematica модулей графической визуализации геоэкосистем. Разработанный программный сервис обеспечивает все традиционные варианты географической визуализации, иллюстрирования результатов расчетов математических моделей геоэкологии, лесных и торфяных пожаров, промышленной безопасности.*

Математическое моделирование процессов геоэкологии, техногенных чрезвычайных ситуаций, тематическое картопостроение являются важнейшей компонентой систем поддержки принятия решений, экспертных систем, используемых при проектировании, анализе промышленной безопасности и экологической обстановки. Соответствующие компьютерные модели нужны для прогноза развития чрезвычайной ситуации на конкретных объектах, лесных массивах, площадях. Разработанные и известные математические модели [1–3] являются очень сложными, научноемкими, применяются только авторами-разработчиками. Эти модели не интегрированы в ГИС, компьютерное картопостроение. С другой стороны, интенсивно развиваются исследования, проектируются, создаются и внедряются компьютерные системы географической визуализации (geovisualization). Такие системы [4, 5] должны обеспечить географов, экологов, других специалистов предметников возможностями работы на компьютере с интерактивными картами, анимированными изображениями 3D сцен и видов, синтезированными изображениями карт, таблиц, диаграмм.

Современный уровень развития информационных технологий дает возможность разработки и включения в ГИС упрощенных инженерных моделей, их геовизуализации. Представляется, что такие программные комплексы следует создавать на платформе систем компьютерной алгебры. Принципом функционирования таких систем должно быть обеспечение следующего режима взаимодействия пользователь↔компьютер: специалист-предметник работает по одному из предлагаемых сценариев, использует систему как «черный ящик», не отвлекаясь на «математическую начинку» моделей, получает выходные данные, варьируя входную информацию, причем работает в привычной для себя среде. Для названных задач – это регламентные документы, таблицы, карты и схемы.

Так поставленная задача создателям компьютерных моделей диктует требования – проектировать и разрабатывать системы надо на программных платформах, где математические вычисления выполняются ядром, интерфейс может настраиваться (адаптироваться) самим пользователем. Лидерами систем компьютерной алгебры являются *Mathematica*, *Maple*, *MATLAB*, *MathCAD*, *Simulink* и др. В этих программных комплексах математические выкладки, преобразования и упрощения выражений выполняются после записи уравнений, условий и функций в традиционной математической нотации самими системами. Практика последних лет подтверждает эффективность применения систем интеллектуальных вычислений при решении задач математической физики, механики сплошных сред, в частности, механики многофазных реагирующих сред, тепло- и массопереноса.

В настоящей работе кратко описан инструментарий, особенности проектирования и реализации в компьютерной технической системе (КТС) *Mathematica* модулей графической визуализации результатов численных экспериментов по изучению геоэкосистем, приведены примеры формирования тематических карт разного содержания. Разработанный графический сервис обеспечивает все традиционные варианты визуализации результатов расчетов компьютерных моделей пожаров [1, 3] и промышленной безопасности [2], дает возможность формирования электронных карт для различных ГИС [6].

Анализ и обобщение упомянутых математических моделей позволяют выделить следующие требования к программному сервису графической визуализации: двумерная и трехмерная графика с поддержкой вывода фронтов и границ (например, контуров, зон поражения, границ облаков тяжелых углеводородов, фронтов низового и верхового пожаров), изолиний цифровых полей рассчитываемых распределений температуры, давления газа, концентраций компонентов газовой фазы, частиц дыма, сажи, капелек воды и др., векторных полей скоростей (каждая стрелка в соответствующей точке прорисовывается сонаправленной с вектором скорости потока, а ее длина пропорциональна величине скорости).

Все перечисленные виды графического представления данных (описываемых функциями или таблично) в КТС *Mathematica* могут быть реализованы, но в прямоугольных областях (для 3D - в па-

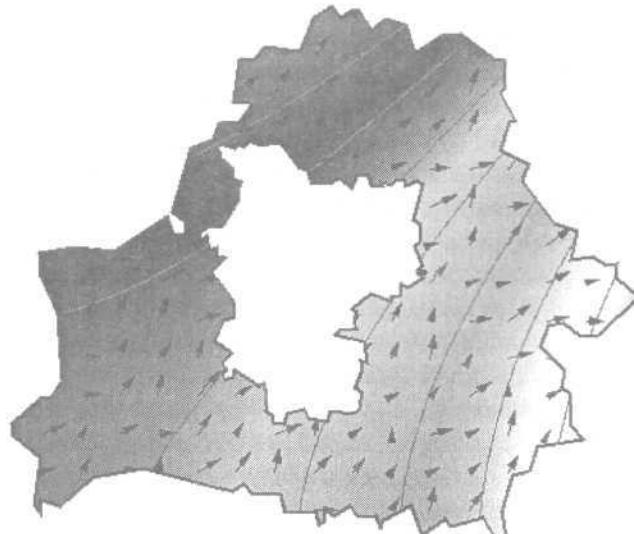
раллелепипедах). Отметим, какие дополнительно разработанные модули позволяют в КТС реализовать графические функции для формирования изображений в областях, ограниченных криволинейными границами (поверхностями). Изложение дается для 2D графики (на плоскости), обобщение на случай 3D (пространство, декартовые координаты) делается аналогично, т.к. в КТС почти все опции для 2D и 3D графики одинаковы [7].

Система *Mathematica* содержит следующие стандартные средства визуализации двумерной графики: контурные карты (изолинии), карты плотностей (зоны), векторные поля, демонстрация эволюции (анимация). Особенностью графики в КТС является то, что графический вывод выполняется функциями системы в прямоугольной области. При этом нет возможности выделения стандартными опциями системы *подобластей* – участков, ограниченных заданным на карте (схеме) не имеющим самопересечений контуром (ломаной). Требование расчета и визуализации в *подобластях* является типовым для задач тематического картопостроения, ГИС. Контура-границы подобластей нужно специально идентифицировать, назначать индивидуальные атрибуты (цвет, толщина, тип линии). И тогда, если входная карта содержит подобласти, при получении и визуализации цифрового поля значения сеточной функции рассчитываются только во внутренних узлах сетки по совокупности опорных точек базы данных со значением обрабатываемого параметра. Это дает возможность при аппроксимации любого цифрового поля разделять на части/участки всю совокупность исходных данных, в частности, если есть априорная информация о независимом поведении восстанавливаемых функций на отдельных участках.

### **Визуализация карт, векторных полей в областях с криволинейной границей**

Предлагается следующая реализованная запрограммированными дополнительными модулями методика формирования в системе *Mathematica* карт топоосновы (с разной нагрузкой тематических слоев), расчета контурных и карт плотностей в областях, не являющихся прямоугольными. Пользователь, используя инструмент, называемый «генератор контуров», задает границы области визуализации вводом координат вершин замкнутого многоугольника (ограничения на выпуклость многоугольника не накладываются). Запрограммирован модуль «корректор изображения», который возвращает координаты вершин двух замкнутых многоугольников, «обрамляющих» область визуализации. При наложении этих «обрамляющих» многоугольников с заливкой их внутренности цветом фона на изображение изолиний или карту плотностей, достигается эффект визуализации заданной карты в требуемой подобласти. Достоинством такой технологии является то, что ее можно применять к изображениям (картам), задаваемым стандартными графическим объектами системы *Mathematica*. При этом можно использовать любые опции (свойства, настройки) этих графиков: масштабирование, окраску, вывод координатных осей, сетки, надписей, легенды и т. п. Наложение многоугольников на прямоугольный график цветом фона производится непосредственно функцией *Show* или через ее опцию *Epilog*. Функцией *Line* может быть выведена заданным стилем и граница области. Также функцией *Show* (или ее опцией *Epilog*) на полученную карту выводятся задаваемыми цветами и стилями всевозможные подобласти, а если подобласть закрасить цветом фона, получим подобласть типа включение.

На рисунках 1 и 2 приведены примеры визуализации векторных полей, изолиний и зон в *подобласти*.



**Рисунок 1 – Пример визуализации векторных полей с нанесенными изолиниями**

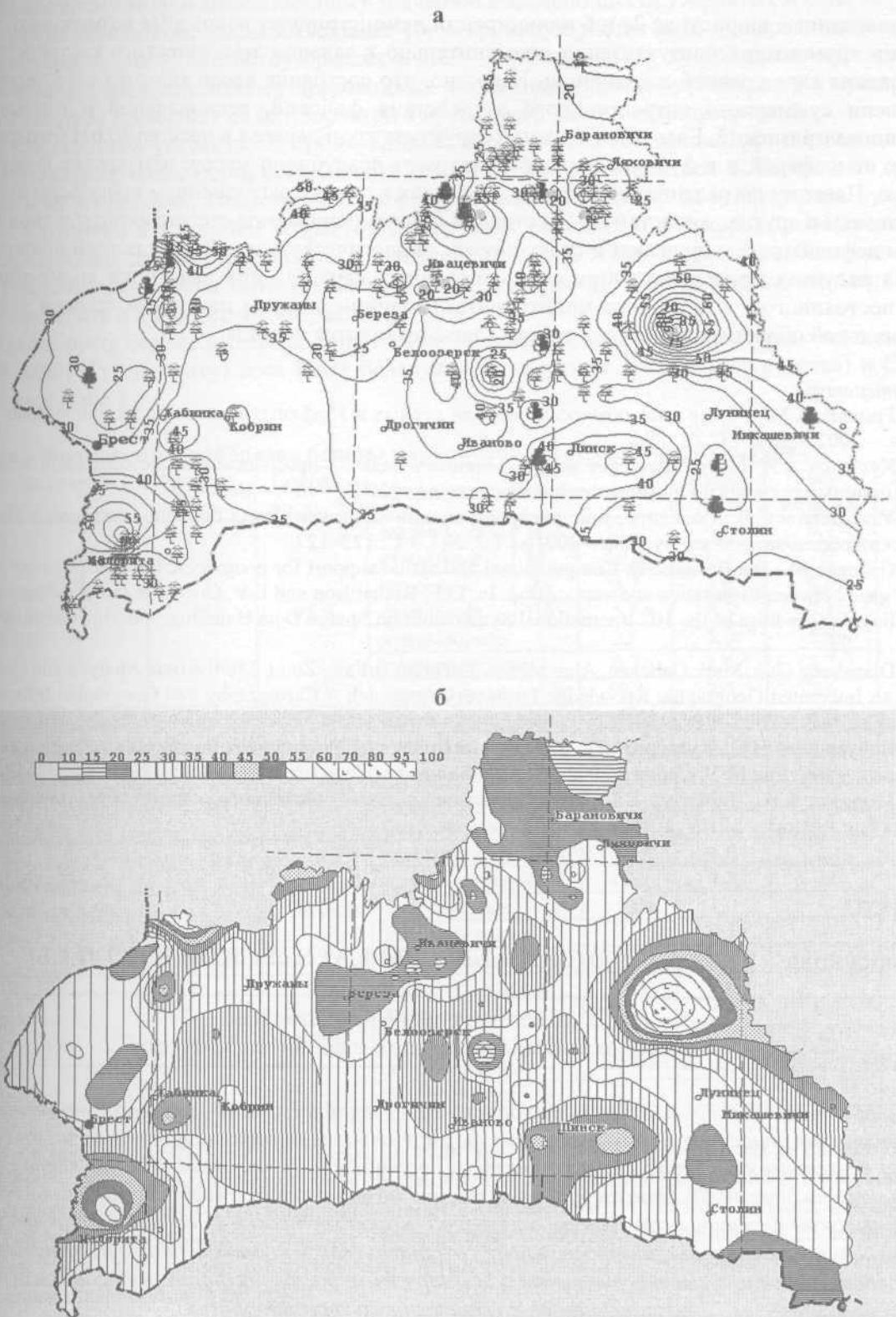


Рисунок 2 – Некоторые возможности разработанных инструментов геовизуализации

На рисунке 1 кроме векторного поля на схеме показаны нанесенные изолинии. Для отображения векторных полей в областях сложной конфигурации используется следующий прием. Векторное поле формируется одной из стандартных функций (например, *ListPlotVectorField*), далее в полученном объекте *Graphics* удаляются все векторы (объекты *Arrows*), которые не попадают в область моделирования. Для реализации такого алгоритма обработки стандартного изображения запрограммирована библиотека *Modelling.m*. Пример показывает, что реализованное программное обеспечение позволяет не только ограничить область вывода криволинейной границей, но и учитывать возможность наличия включений. Внутри включений расчет не производится или выполняется по другим моделям, а потом цифровые поля можно синтезировать (работа в многосвязных областях).

Приведенные на рисунке 2а и б иллюстрации демонстрируют некоторые возможности разработанных инструментов геовизуализации применительно к задачам тематического картопостроения и формирования карт уровней дефолиации. Известно, что состояние лесов является естественным тестом степени суммарного антропогенного воздействия фоновой, региональной и глобальной составляющих загрязнений. Благодаря сложной структуре крон деревья в несколько раз больше контактируют с атмосферой и в 5–6 раз сильнее фильтруют воздушную массу, чем другие формы растительности. Поэтому деградационные процессы в лесах в связи с загрязнением атмосферы проявляются раньше, чем в других экосистемах, а состояние лесов, оцениваемое степенью потери хвои и листвы (уровнем дефолиации), определяет в свою очередь экологическую устойчивость всей природной системы. На рисунках приведены копии сформированных карт. На них выводятся кроме топоосновы пункты постоянного учета лесного мониторинга, изолинии и карты плотности степени дефолиации лесов Брестской области; для карт плотности также выводится легенда.

#### *Литература*

1. Гришин А.М. Общие математические модели лесных и торфяных пожаров и их приложения // Успехи механики. – 2002. – №4. – С. 41–89.
2. Кулешов А.А. Математическое моделирование в задачах промышленной безопасности и экологии // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2003. – №4. – С. 56–70.
3. Утюжников С.В. Моделирование распространения загрязнений над большим пожаром в атмосфере // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Т.7, №4. – С. 122–127.
4. Gahegan M., and Brodaric B. Computational and visual support for geographic knowledge construction: Filling in the gaps between exploration and explanation. In: D.E. Richardson and P.V. Oosterom (eds), Advances in spatial data handling, Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Symposium on Spatial Data Handling. – Berlin, Germany: Springer, 2002. – Р. 11–25.
5. Diansheng Guo, Mark Gahegan, Alan M. MacEachren, Biliang Zhou. Multivariate Analysis and Geovisualization with an Integrated Geographic Knowledge Discovery Approach // Cartography and Geographic Information Science. – Vol.32, N 2. – 2005. – Р. 113–132.
6. Войтешенко И.С., Кулагин А.П., Таранчук В.Б. Геоинформационная поддержка лесного и воздушного мониторинга // Вестник БГУ. Серия 2/2002 «Химия. Биология. География». – Минск, 2002. – С. 43–49.
7. Морозов А.А., Таранчук В.Б. Программирование задач численного анализа в системе Mathematica: Учеб. пособие.– Минск: БГПУ, 2005. – 145 с.