

УДК 528.92:550.8 / 004.9 (075)

DOI: 10.15587/1729-4061.2014.33651

*Наведені результати розробки ядра інформаційної системи, що призначена для моніторингу забруднень природних лікувальних ресурсів автомобільним транспортом. Для трансформації джерела забруднення у склад та концентрації викидів використана програма COPERT 4; для опису розподілення домішок в атмосфері розроблена підсистема, що заснована на бімодальній функції Гауса; зберігання даних реалізовано у вигляді кадастрової WEB - системи*

*Ключові слова: моніторинг, забруднення, кадастр, природні лікувальні ресурси, інформаційна система, бази даних, аналіз*

*Представлены результаты разработки ядра информационной системы, предназначенной для мониторинга загрязнений природных лечебных ресурсов автомобильным транспортом. Для трансформации источника загрязнения в состав и концентрации выбросов использована программа COPERT 4; для описания распространения примесей в атмосфере разработана подсистема, основанная на бимодальной функции Гаусса; хранилище данных реализовано в виде кадастровой WEB-системы*

*Ключевые слова: мониторинг, загрязнения, кадастр, природные лечебные ресурсы, информационная система, базы данных, анализ*

# РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДСИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПРИРОДНЫХ ЛЕЧЕБНЫХ РЕСУРСОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

**В. И. Мещеряков**

Доктор технических наук,  
профессор, заведующий кафедрой\*

E-mail: gradan@ua.fm

**А. А. Гнатовская**

Кандидат технических наук, доцент\*

E-mail: aninfo@fromru.com

**Е. В. Черепанова**

Ассистент\*

E-mail: karpediem@inbox.ru

**В. В. Фоменко**

Аспирант\*

E-mail: silvezhawk1990@gmail.com

\*Кафедра информатики

Одесский государственный экологический университет  
ул. Львовская, 15, г. Одесса, Украина, 65016

## 1. Введение

Мониторинг – пространственно-временная контрольно-диагностическая система наблюдений за изменениями природной среды, природно-технических комплексов, объектов и их составных частей, с целью выявления тенденций изменения состояния окружающей среды под воздействием природных или техногенных процессов и сопоставление с моделями прогнозов таких изменений [1].

К числу важнейших объектов восстановления жизнедеятельности человека относятся природные лечебные ресурсы (ПЛР), включающие лечебные грязи, воды, минеральные и органические вещества. Рациональное использование ПЛР и такие особенности лечебных ресурсов как уникальность, а зачастую и невозобновляемость, предполагает необходимость осуществления системного анализа природной среды курортов, сохранения экологического окружения, учета гидрометеорологических и техногенных воз-

действий. Такой анализ возможен только при условии создания информационной системы, обеспечивающей ввод исходных данных о ПЛР с привязкой их к месту расположения, хранения их в форме, пригодной для дальнейшей оперативной обработки, т. е. в виде кадастровой геоинформационной системы ПЛР [2]. Влияние на качество ПЛР техногенных загрязняющих веществ, гидрометеорологических условий их распространения делает необходимым накопление данных во времени для анализа динамики свойств ПЛР и принятия управленческих решений для минимизации внешних воздействий.

Основными источниками загрязнения атмосферы и прилегающих территорий являются транспортные средства и тепловые электрические станции. Автомобильный транспорт является источником токсичных выбросов, таких как отработанные и картерные газы, в которых содержится приблизительно 45 % углеродов от их общего выброса. В зависимости от технического состояния автомобиля выбросы оксида

углерода могут различаться в 4–5 раз, около 70 % токсичных соединений свинца попадают в атмосферу [3]. Близость нагруженных автомобильных трасс от мест расположения ПЛР, как, например, окружной дороги Одессы по побережью Куяльницкого лимана с уникальными по лечебным свойствам залежами лечебной грязи [4], делает проблему защиты этих богатств крайне актуальной.

---

## 2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

---

Государственный кадастр природных лечебных ресурсов Украины является системой данных о количестве, качестве и иных важных с точки зрения лечения и профилактики заболеваний человека характеристиках всех природных лечебных ресурсов, которые выявлены и подсчитаны на территории государства, а также возможные объемы, способы и режимы их использования [5]. Данные кадастра должны учитываться при разработке средств относительно рационального использования ПЛР, их охраны от повреждений, загрязнений и истощения, при рассмотрении вопросов относительно придания территориям статуса курорта, установки границ территории курортов, аккредитации организаций и предприятий санаторно-курортного профиля, принятия решений относительно землеустройства и использования земель, на которых расположены природные объекты, являющиеся лечебными, решения иных вопросов, связанных с использованием ПЛР [6]. В кадастр включаются сведения в форме текстовых, цифровых и графических (картографических) материалов по видам (типам) природных лечебных ресурсов: минеральные и термальные воды, лечебные грязи и озокерит, рапа лиманов и озер, морская вода, природные объекты и комплексы с благоприятными для лечения, медицинской реабилитации и профилактики заболеваний климатическими условиями [7].

Кадастр основывается на современных геоинформационных и распределенных компьютерных технологиях, т. е. включает в себя создание и поддержание электронных карт и планов, хранилищ данных, а также аппаратных и программных средств, обеспечивающих различный режим удаленного доступа, ориентированных на конечного пользователя. Обычно Кадастр включает следующие подсистемы: информационно-справочную, сопровождающую и расширения. Первая обеспечивает потребителей необходимой информацией по объектам природопользования с заданной детализацией с представлением данных в виде документов заданной формы. Вторая – поддерживает базу данных и математический аппарат первой подсистемы. Третья – пополнение баз данных новой семантической составляющей и расширение функциональных возможностей системы [8]. Кадастры ПЛР практически не представлены в доступном информационном пространстве, хотя требования к их созданию проработаны [9], а первичные наработки сделаны [10].

Методы и средства мониторинга [11] и принципы создания геоинформационных систем проработаны достаточно детально [12, 13], однако реальные системы являются громоздкими и дорогостоящими, что сдерживает их применение и развитие. Несомненный

интерес представляют собой программные средства мониторинга окружающей среды в соответствии с Киотским протоколом к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата [14], которые, в частности, представлены информационной системой COPERT 4 [15]. Согласованность с международными стандартами и доступность делают эту систему привлекательной для решения задач мониторинга и анализа процессов изменения свойств ПЛР при воздействии на них загрязняющих веществ.

Полноценная информационная система мониторинга загрязнений ПЛР должна включать следующие необходимые компоненты:

- аппаратно-программную сенсорную подсистему сбора данных о биохимических и физических свойствах ПЛР и загрязняющих веществах;
- подсистему трансформации первичных данных в значимую для решаемой задачи информацию;
- информационную подсистему кадастра ПЛР;
- подсистему определения характера распространения загрязнений в атмосфере;
- подсистему формирования прогноза;
- подсистему принятия управленческих решений.

---

## 3. Цель и задачи исследования

---

Целью работы является создание ядра информационной системы для мониторинга загрязнений природных лечебных ресурсов выбросами автомобильного транспорта.

Для ее достижения должны быть решены задачи:

- создать накопитель данных о характеристиках природных лечебных ресурсов в форме, удобной для дальнейшей обработки;
- получить преобразователь вида загрязнителя в составе и концентрации примесей в воздухе;
- обеспечить возможность оценки распределения концентрации примесей в приповерхностном слое атмосферы.

При выполнении работы использовался системный анализ, методы проектирования информационных систем, геоинформатики, распределенных систем, построения и управления базами данных.

---

## 4. Разработка информационной подсистемы кадастра природных лечебных ресурсов

---

Пользовательские требования к кадастру ПЛР связаны с особенностями законодательства, организации курортного дела, медицинского использования лекарственных ресурсов, поэтому достаточно специфичны и изложены в [9], где отмечено: “как показал анализ зарубежного опыта, ни один из рабочих кадастров такого типа, которые ведутся за рубежом, не может быть перенесен на отечественную почву”. Это предполагает необходимость проработки иных подходов к решению этой задачи, в частности, наличие в обобщенной структуре кадастра ПЛР распределенной базы данных, согласование с существующей географической информационной структурой для координатной привязки, простоту доступа к хранимым данным, распределенным в пространстве потре-

бителям, возможность расширения функциональных возможностей системы.

Если рассмотреть вариант кадастра с изолированным рабочим местом, то в качестве базового программного продукта можно использовать ARCMAP [16], пользовательский интерфейс которого включает в себя инструменты и средства для заполнения баз данных, их редактирования, актуализации и анализа, т. е. формировать расширение. Содержательная часть его включает инструментарий для генерации запросов к атрибутивным и картографическим данным с представлением результатов запросов в табличном и картографическом виде. К недостаткам данного подхода следует отнести то, что сети не используются, для переноса данных нужны внешние накопители, усложняющие перенесение данных, необходимо устанавливать базу данных на каждый компьютер, возникает сложность синхронизации информации между различными компьютерами, приводящая к несоответствию информации, плохая масштабируемость. Эти причины являются значимыми и заставляют отказаться от данного варианта.

Более перспективным подходом представляется разработка автоматизированной WEB-системы хранения, обработки и отображения хранимых данных кадастра с локальной системой сбора данных.

Учитывая табличный характер информации целесообразно использовать реляционную базу данных, реализованную в СУБД MySQL, к достоинствам которой следует отнести:

- хорошую техническую поддержку;
- браузерную работу;
- оснащённость большим количеством API для иных языков и поддержкой большим количеством существующих программ;
- возможность репликации данных;
- возможность работы с несколькими базами через одно соединение;
- почти все типы таблиц реализованы в виде файлов, что существенно облегчает создание резервных копий, перенос, удаление и создание символьных посылок между базами данных и таблицами, даже если сервер находится в нерабочем состоянии;
- использование протокола сжатия между клиентом и сервером, что повышает производительность.

Информационная подсистема кадастра ПЛР разработана по второму варианту с возможностью работы как в сетевом, так и автономном режимах [10]. Ее основополагающим элементом является база данных (БД), структура которой состоит из семи таблиц в соответствии с требованиями стандартов и головной организации по Кадастру ПЛР (рис. 1):

- 1) источники (содержит виды, на которые подразделяются природные лечебные ресурсы: минераль-

ные воды, лечебные грязи, бишофит, озокерит, лиманная рапа);

- 2) группы источников (содержит виды, на которые подразделяются источники: подземные минеральные воды и их качество, пелоиды и их качество, озокерит и его качество, бишофит и его качество, описание участка лимана или моря, его гидротехническое и бальнеологическое оснащение);
- 3) подгруппы группы источников (содержит виды, на которые подразделяются группы источников: месторождение и участки минеральных вод, водопункты месторождений минеральных вод, результаты химических исследований веществ в водах, а также микробиогеноза, примесей);
- 4) коллекция измерений (содержит названия показателей и единицы измерений, которые заносятся в основную таблицу, характеристики, вид месторождения, тип минеральной воды, кондиционные показатели и т. п.);
- 5) ресурсов (содержит названия ресурсов, например, месторождение минеральных вод “Маринивское “Аква Вита”);
- 6) карта ресурсов (содержит объекты, которые есть в ресурсе и их координаты, номера государственных свидетельств);
- 7) характеристики ПЛР (рис. 2).

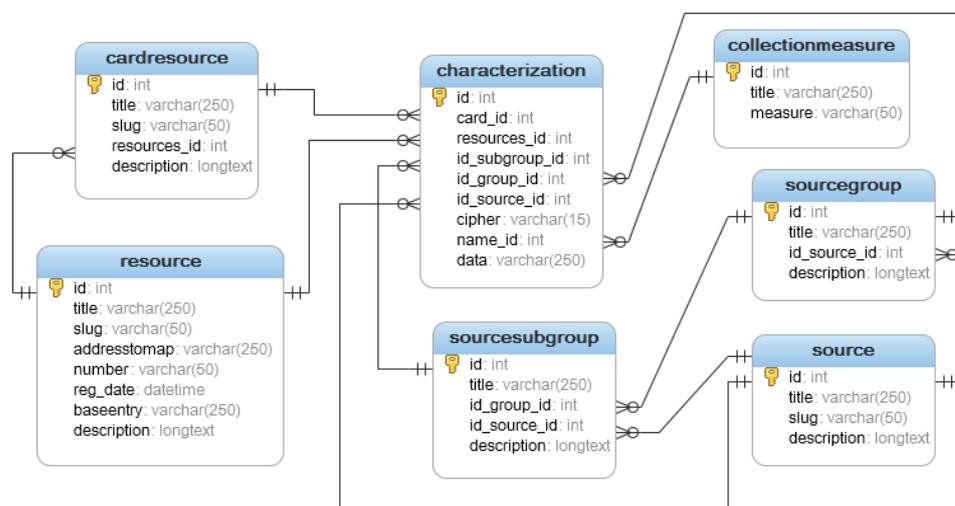


Рис. 1. Структура базы данных

Разработана система для хранения данных [10], в которой используется не локальная БД, а располагаемая на хостинге, и для обработки и отображения данных используется web-интерфейс, что позволяет избавиться от многих недостатков. Так, обеспечивается открытый доступ к кадастру, снижаются требования к ресурсам, обеспечивается возможность фильтрации и анализ данных, загрузка GPS треков, работа в реальном времени без перегрузки страницы, возможность работы в offline режиме. Если пользователь работает не с самой БД, а в локальном режиме, например в полевых условиях, то нет необходимости сразу отправлять изменения в БД. Пользователь на своем компьютере может делать все необходимые правки, добавив нужные ему объекты и эти данные накапливаются. Если он решает, что появилась необходимость загрузить эти

данные в БД, он нажимает на кнопку “Загрузить на сервер”. При этом выполняется инициализация соединения с БД, производится авторизация и передаваемые данные проходят проверку на корректность. Если авторизация и проверка на корректность завершаются успешно, то данные записываются в БД. Желательно чтобы все данные, которые пользователь редактирует, создает, загружались на сервер хотя бы раз в день. Это можно делать вручную или поставить автоматическую отправку. Если нет подключения к сети Интернет, то можно заранее с помощью разработанной программы скачать необходимый участок территории и просматривать потом эту карту в локальном режиме.

#### 4. 1. Подсистема анализа загрязнений автомобильным транспортом

Обзор существующих информационных систем анализа выбросов автомобильного транспорта показал, что наиболее полной и согласованной методикой

является европейская расчетная методика COPERT 4 и созданный на ее основе программный продукт [15]. Она учитывает пробеговые выбросы, тип топлива двигателей внутреннего сгорания (рис. 3), скорость движения, широкий спектр типов автомобилей, сроки эксплуатации, температуру и влажность окружающей среды (рис. 4), формируя обширный список вредных веществ, содержащихся в выбросе. Развитие COPERT координирует Европейское агентство по окружающей среде в рамках деятельности Европейского тематического центра по смягчению последствий загрязнения воздуха и изменения климата, а программный продукт распространяется свободно.

Учитывая эти обстоятельства, а также тот факт, что число генерируемых данных о загрязняющих веществах существенно и охватывает почти все основные загрязнители ПЛР, данный программный продукт может быть использован в качестве подсистемы анализа загрязнений от автомобильного транспорта.

Шифр	Назва показника	Дані
1	Родовище мінеральних вод	Маринівське «Аква Віта»
2	Ділянка родовища мінеральних вод	«Аква Віта» свр. № 4749 та № 4870
3	Курортна територія	
4	Розташування за адміністративним підпорядкуванням	
4.1	назва населеного пункту	с. Маринівка
4.2	назва адміністративного району	Біляївський
4.3	назва області	Одеська
5	Геологічний індекс водоносного горизонту	N1S
6	Тип родовища	
7	Тип мінеральної води	хлоридна натрієва
8	Кондиційні показники	
8.1	мінералізація	
8.1.1	мінералізація (найменше значення) г/куб.дм	
8.1.2	мінералізація (найбільше значення) г/куб.дм	
8.2	основні іони	
8.2.1	гідрокарбонати	
8.2.1.1	гідрокарбонати (найменше значення) екв. %	

Рис. 2. Пример таблицы пользователя

The screenshot shows a software window titled "Fuel Information" with two main sections: "Annual Fuel Consumption" and "Fuel Specifications".

**Annual Fuel Consumption:**

Fuel	Annual Consumption (t)
Gasoline Leaded	5345,639
Gasoline Unleaded	2855,576
Diesel	2342,195
LPG	493,944
CNG	1125
Biodiesel	2305,63
Bioethanol	0

**Fuel Specifications:**

Fuel	Sulphur Content (%wt)	Lead Content (g/l)	H:C Ratio (-)	O:C Ratio (-)	Cadmium Content (mg/kg)	Copper Content (mg/kg)	Chromium Content (mg/kg)	Nickel Content (mg/kg)	Selenium Content (mg/kg)	Zinc Content (mg/kg)
Gasoline Leaded	0	0,0000000	1,92	0	0,0108	0,0418	0,0159	0,013	0,0002	2,164
Gasoline Unleaded	0	0,0000249	1,89	0,016	0,0108	0,0418	0,0159	0,013	0,0002	2,164
Diesel	0	0,0000435	1,86	0,005	0,0087	0,0212	0,03	0,0088	0,0001	1,738
LPG	0	0,0000264	2,525	0	0,0106	0,0373	0,0093	0,0107	0	2,13
CNG	0	0,0000245	3,9	0	0,0106	0,0373	0,0093	0,0107	0	2,13
Biodiesel	0	0,0000453	1,94	0,11	0,0087	0,0212	0,03	0,0088	0,0001	1,738
Bioethanol	0	0,0000249	3	0,5	0,0108	0,0418	0,0159	0,013	0,0002	2,164

Рис. 3. Содержание серы, свинца, тяжелых и легких металлов, кадмия, меди, хрома, никеля, селена, цинка при сгорании различных видов топлива

Month	Min Temp (°C)	Max Temp (°C)	RH (%)	Month	RVP (kPa)	Beta
Jan	-9,00	-3,00	83,00	Jan	0	0,373
Feb	-8,00	-2,00	81,00	Feb	0	0,368
Mar	-3,00	3,00	77,00	Mar	0	0,342
Apr	3,00	12,00	67,00	Apr	0	0,304
May	10,00	20,00	64,00	May	0	0,265
Jun	13,00	23,00	68,00	Jun	0	0,250
Jul	15,00	25,00	71,00	Jul	0	0,240
Aug	14,00	24,00	70,00	Aug	0	0,245
Sep	9,00	19,00	74,00	Sep	0	0,270
Oct	4,00	12,00	78,00	Oct	0	0,301
Nov	-1,00	4,00	85,00	Nov	0	0,334
Dec	-5,00	-1,00	86,00	Dec	0	0,357

Рис. 4. Учет минимальной и максимальной температуры, влажности и давления внешней среды

#### 4. 2. Прогнозирование атмосферного распределения концентрации примесей

Задача распределения концентрации примесей в атмосфере относится к самостоятельной проблеме гидрометеорологических аспектов мониторинга внешней среды. В настоящей работе использованы исследования Одесского государственного экологического университета школы проф. Степаненко С. М., в частности гауссовы модели рассеяния примесей в атмосфере, которые подтверждены результатами опытов Института экспериментальной метеорологии г. Обнинск [17]. В моделях данного типа предполагается, что рассеяние примеси в трехмерном пространстве подчиняется нормальному распределению при неизменных термодинамических условиях атмосферы и постоянстве вектора скорости ветра. Поскольку источник загрязнения находится в непосредственной близости от поверхности, то происходит отражение от нее и образуется так называемый “зеркальный” источник загрязнения, который приводит к образованию бимодальной функции распределения концентрации примеси. Зависимость концентрации примесей в приземном слое от высоты показывает практически полное совпадение с расчетами по эмпирической формуле Паскуилла [18], построенной на основании экспериментальных исследований, что подтверждает корректность использования бимодального распределения при прогнозировании распределения облака примеси в виде эллипсоида вращения по мере уда-

ления от источника загрязнения. Исходными данными для функционирования модели могут служить первичные концентрации, формируемые программой COPERT 4, и метеорологические показатели, получаемые стандартными средствами.

Программная реализация гауссовой бимодальной модели распределения концентрации примесей выполнена в среде LabVIEW, достоинством которой является совпадение модели информационной подсистемы и программного исполнения, простота моделирования источников первичных данных и наглядность представления результатов.

Представленные три подсистемы принципиально могут служить инструментом для исследования и отработки методов мониторинга степени загрязнения ПЛР автомобильным транспортом. Последующий их детальный анализ должен позволить уточнить требования по их модернизации, такие как, достаточность скоростных свойств для совместной реализации функций, необходимость дополнительных входных и промежуточных данных, возможность работы в реальном масштабе времени COPERT 4 для генерации концентраций выбросов при распознавании автомобиля автоматическим устройством, и т. п.

#### 5. Выводы

В данной работе разработано ядро информационной системы мониторинга загрязнений природных лечебных ресурсов автомобильным транспортом:

1. Создана информационная подсистема кадастра природных лечебных ресурсов в виде распределенной системы, позволяющей эксплуатировать ее как в локальном режиме при проведении полевых работ, так и в сетевом режиме, что существенно удешевляет систему по сравнению с “большими” кадастровыми системами, и расширяет функциональные возможности по сравнению с локальными системами;

2. На основе модели бимодальной функции распространения загрязнений атмосферным каналом и европейской программы анализа выбросов автомобильного транспорта COPERT 4 предложена подсистема прогнозирования концентрации загрязнений природных лечебных ресурсов, способная как констатировать степень загрязнения, так и осуществлять его прогноз.

#### Литература

1. Перелигин, Б. В. Методи і засоби обробки моніторингової інформації [Текст] / Б.В.Перелигин, С.Д. Кузниченко. – Одеса: ЕКОЛОГІЯ, 2010. – 224 с.
2. Золотова, Е. В. Основы кадастра. Территориальные информационные системы [Текст] / Е.В.Золотова. – М. : Мир. Академический Проспект, 2012. – 316 с.
3. Аксенов, И. Я. Транспорт и охрана окружающей среды [Текст] / И. Я. Аксенов, В. И. Аксенов – М. : Транспорт, 1986. – 176 с.
4. Якрин, М. П. Путеводитель для отправляющихся на минеральные воды, грязи, морские купания и кумысно-лечебные заведения России и заграницей [Текст] / М. П. Якрин. – СПб. : Типо-Литография Б. Г. Ямпольского, 1885. – 72 с.
5. Закон Украины № 2026-III от 05.10.2000 “О курортах” [Электронный ресурс] / Информационная справочная система «Будстандарт». – Режим доступа : [http://budstandart.com/read/document\\_body/id/3100737/](http://budstandart.com/read/document_body/id/3100737/) – 15.12.2001 г. – Загл. с экрана.

6. Приказ Министерства охраны здоровья Украины от 23.09.2009 г. № 687 “Об утверждении Инструкции по созданию и ведению Государственного кадастра природных лечебных ресурсов” [Электронный ресурс] / Законодательство Украины. – Режим доступа: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0154-10/> – Загл. с экрана
7. Обзор кадастров, которые функционируют в Украине [Электронный ресурс] / Единая служба правовой помощи 3222. – Режим доступа : [http://3222.ua/ru/article/oglyad\\_kadastrv\\_yak\\_funktsonuyut\\_v\\_ukran.htm/](http://3222.ua/ru/article/oglyad_kadastrv_yak_funktsonuyut_v_ukran.htm/) – Загл. с экрана.
8. Золотова, Е. В. Основы кадастра. Территориальные информационные системы [Текст] / Е. В. Золотова. – М. : Фонд МИР, Академический проспект, 2012. – 316 с.
9. Омелянець, С. Обґрунтування методичних підходів до розробки державного кадастру природних лікувальних ресурсів [Текст] / С. Омелянець, І. Мельник // Український бальнеологічний журнал. – 2004. – № 3,4. – С. 12–16.
10. Мещеряков, В. И. Создание кадастра природных лечебных ресурсов в системе мониторинга окружающей среды [Текст] / В. И. Мещеряков, А. В. Мокиенко, А. В. Козлов, В. В. Фоменко // Український гідрометеорологічний журнал. – 2013. – № 13. – С. 29–33.
11. Муртазов, А. К. Экологический мониторинг. Методы и средства [Текст] / А. К. Муртазов. – Рязань : Рязанский гос. университет им. С.А.Есенина, 2000. – 146 с.
12. Кузнецов, О. Л. Геоинформатика и геоинформационные системы [Текст] / О. Л. Кузнецов, А. А. Никитин, Е. Н. Черемисина. – М. : ВНИИгеосистем, 2005. – 453 с.
13. Петин, А. Н. Геоинформатика в рациональном недропользовании [Текст] / А. Н. Петин, П. В. Васильев. – Белгород : Изд-во БелГУ, 2011. – 268 с.
14. Киотский протокол к рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата [Электронный ресурс] / Экологический синтезирующий центр «Восток». – Режим доступа: [http://www.ecovostok.ru/agreements/conventions/climate\\_change.php](http://www.ecovostok.ru/agreements/conventions/climate_change.php)
15. COPERT 4 – Общая информация [Электронный ресурс] / Emisia – Миссия по охране окружающей среды. – Режим доступа: <http://www.emisia.com/copert/> – Загл. с экрана.
16. Замарьева, В. В. ARCMAP – руководство пользователя. Под редакцией geoFAQ [Электронный ресурс] / Справочная система geoFAQ. – Режим доступа: <http://geofaq.ru/art/arcmap.htm>. – Загл. с экрана.
17. Степаненко, С. Н. Анализ функции плотности распределения концентрации в гауссовых моделях рассеяния примесей в атмосфере [Текст] / С. Н. Степаненко, В. Г. Волошин // Український гідрометеорологічний журнал. – 2008. – № 3. – С. 5–12.
18. Бызова, Н. Л. Экспериментальные исследования атмосферной диффузии и расчеты рассеяния примесей [Текст] / Н. Л. Бызова, Е. Г. Гаргер, В. Н. Иванов. – Л. : Гидрометеоиздат, 1991. – 273 с.

**Досліджено фрактальний метод стиснення зображень. Розглянуті математична модель та класичний алгоритм кодування-декодування зображень цим методом. Проведено стислий аналіз варіантів оптимізації та підвищення швидкодії побудови систем ітеруючих функцій фрактального кодування зображень, їх ефективності та можливості практичного застосування**

**Ключові слова:** стиснення зображень, фрактальний алгоритм, системи ітеруючих функцій, афінні перетворення

**Исследован фрактальный метод сжатия изображений. Рассмотрены математическая модель и классический алгоритм кодирования-декодирования изображений этим методом. Проведен сжатый анализ вариантов оптимизации и повышения быстродействия построения систем итерирующих функций фрактального кодирования изображений, их эффективности и возможности практического применения**

**Ключевые слова:** сжатие изображений, фрактальный алгоритм, системы итерирующих функций, аффинные преобразования

УДК 004.6  
DOI: 10.15587/1729-4061.2014.33445

# СТИСНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ФРАКТАЛЬНИМ МЕТОДОМ

**Р. А. Зубко**  
Старший викладач  
Кафедра інформаційних технологій  
та програмування  
Відкритий міжнародний університет  
розвитку людини «Україна»  
вул. Львівська, 23,  
м. Київ, Україна, 03115  
E-mail: RZubko@ukr.net

## 1. Вступ

Зображення, які представлені в цифровій формі, необхідно зберігати на носіях та передавати каналами зв'язку. Для економії пам'яті та більш ефективного використання ресурсів системи створюють

спеціальні алгоритми кодування. Зображення – це особливий вид даних, який має надлишковість в двох вимірах, що дає додаткові можливості для стиснення. Завдяки цьому такі алгоритми кодування зображень можуть мати дуже високі коефіцієнти ущільнення.