

УДК 004:504

А.В. Яцишин, канд. техн. наук, ст. наук. співвр.,
ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, м. Київ,
О.О. Попов, канд. техн. наук, доц., Європ. ун-т,
Житомирська філія,
В.О. Артемчук, канд. техн. наук, ІПМЕ ім.
Г.Є. Пухова НАН України, м. Київ

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ

А.В. Яцишин, О.О. Попов, В.О. Артемчук. **Використання інформаційних технологій в задачах управління екологічною безпекою.** Показано, що в Україні одним із основних питань реалізації сучасної екологічної політики на всіх рівнях є якісне інформаційне забезпечення прийняття рішень у галузі екологічного управління. Здійснено аналіз можливостей геоінформаційних технологій при розв'язанні завдань управління екологічною безпекою навколишнього середовища. Описано основні можливості та переваги спеціалізованих інформаційно-аналітичних систем оцінки стану екологічної безпеки при забрудненні атмосфери. Наведено приклади використання цих систем.

Ключові слова: екологічна безпека, техногенне навантаження, інформаційні технології, спеціалізована інформаційно-аналітична система.

А.В. Яцишин, А.А. Попов, В.А. Артемчук. **Использование информационных технологий в задачах управления экологической безопасностью.** Показано, что в Украине одним из основных вопросов реализации современной экологической политики на всех уровнях является качественное информационное обеспечение принятия решений в области экологического управления. Осуществлен анализ возможностей геоинформационных технологий при решении задач управления экологической безопасностью окружающей среды. Описаны основные возможности и преимущества специализированных информационно-аналитических систем оценки состояния экологической безопасности при загрязнении атмосферы. Приведены примеры использования этих систем.

Ключевые слова: экологическая безопасность, техногенная нагрузка, информационные технологии, специализированная информационно-аналитическая система.

A.V. Yatsyshyn, A.A. Popov, V.A. Artemchuk. **Using information technology in management problems of ecological safety.** It is shown that in Ukraine, one of the main issues of the modern environmental policy at all levels is a high-quality information support decision-making in the field of environmental management. The analysis of the capabilities of geographic information technologies for solving environmental security management environment. Describes the main features and benefits developed by the authors of specialized information analysis systems assessment of the environmental safety of air pollution. Show examples the use of these systems.

Keywords: ecological safety, man-made loads, information technology, specialized information-analytical system.

Однією з основних екологічних проблем в Україні є значна забрудненість навколишнього середовища у великих містах та промислових районах.

На це є багато причин, основними з яких є використання ресурсо- та енергоємного, морально й фізично застарілого технологічного і природоохоронного обладнання, а в окремих випадках — відсутність очисних споруд і ефективного контролю за діяльністю екологічно небезпечних підприємств, низька технологічна дисципліна, гострий дефіцит коштів для забезпечення нормальної експлуатації очисного устаткування і споруд. Також, за останнє десятиліття в країні значно збільшилась кількість одиниць автотранспорту, що є одним із головних джерел антропогенного впливу на людину.

Входження України в загальносвітовий цивілізаційний процес зумовило необхідність позбутися негативної практики господарювання, що недостатньо враховувала потреби збереження довкілля під час проведення будь-якої діяльності, та перейти до моделі сталого розвитку [1].

Згідно з останніми змінами до Закону України Про охорону навколишнього природного середовища (Ст. 25-1 ЗУ № 254-IV від 28.11.2002 р.) одним із основних питань реалізації сучасної екологічної політики на всіх рівнях є якісне інформаційне забезпечення прийняття рішень у галузі екологічного управління.

Розвиток інформаційних систем екологічного управління є прерогативою держави, корпорацій і одним з основних напрямів національної політики інформатизації. Чітко налагоджена система екологічного моніторингу дає загальне уявлення про особливості сучасного екологічного стану, основні напрями державної політики у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки [2].

Для інформаційного забезпечення екологічного управління великого поширення у світі набули геоінформаційні технології (ГІТ), які об'єднують геоінформаційні системи (ГІС) та дані дистанційного зондування Землі.

ГІТ поєднують математичне і програмне забезпечення для роботи з просторово-координованими моделями територій, моделювання просторових процесів та їх аналіз, маніпулювання і збереження атрибутивних даних. Здебільшого для зручності маніпулювання дані в ГІС організовують за певними ознаками (часовими, типів просторових примітивів та ін.) в класи або сегменти. Загалом кількість і види таких сегментів необмежені, залежать від конкретної реалізації екологічної ГІС.

Головними перевагами використання ГІС вважають розвиненість функцій просторового аналізу, інтуїтивно зрозумілий графічний інтерфейс, модульність архітектури, відповідність сучасним стандартам інформаційних систем зростаючим вимогам користувача.

Екологічна ГІС складається з просторово-координованих даних, системи управління базами даних і математичних моделей. Еколого-географічна база — з реєстрів забруднювачів, кадастрів природних ресурсів, тематичних карт антропогенного впливу та забруднення.

Сучасні ГІС забезпечують коротко-, середньо- та довгострокові науково-обґрунтовані екологічні прогнози щодо стану довкілля і перехід до сучасних принципів соціально-економічного сталого розвитку регіону.

Першим кроком під час створення інформаційно-аналітичної ГІС, призначеної для підтримки ухвалення рішень у сфері управління якістю навколишнього середовища, є визначення концептуальних вимог до неї, головними з яких є [3]:

- повна відповідність нормативно-правовому полю;
- відповідність стандартам промислових інформаційних систем, у тому числі форматам збереження та обробки даних;
- ефективність під час оцінювання відношення ціна:продуктивність;
- зручність у користуванні, ефективне використання наявної апаратно-технічної бази і програмного середовища.

Створення такої системи можливе або на базі використання одного з комерційних ГІС-пакетів (ArcGis, ArcMap, MapInfo, Surfer, GeoMediaWebMap тощо), або шляхом розробки власної спеціалізованої інформаційної системи.

Але найбільшим недоліком застосування комерційних програм в наукових дослідженнях є їх велика вартість. Це спонукає науковців до пошуку альтернативних та створення власних програмних продуктів, які б дозволили вирішувати поставлені ними задачі.

Розроблено декілька спеціалізованих інформаційно-аналітичних систем оцінки стану екологічної безпеки при забрудненнях атмосферного повітря. Основними з них є:

- геоінформаційна аналітична система візуалізації медико-екологічного моніторингу України ГІАСВ МЕМУ [4];
- автономна моделююча система для завдань моніторингу техногенних навантажень на атмосферу від небезпечних підприємств MathMapMod [5, 6], яка в подальшому увійшла до складу спеціалізованої інформаційно-аналітичної системи еколого-енергетичного моніторингу AISEEM [6].

ГІАСВ МЕМУ призначена для збору, зберігання і багаторівневої обробки інформації про стан територіально-розподілених об'єктів, для підтримки прийняття управлінських рішень з мінімізації екологічного збитку від техногенної діяльності людини.

Підтримка даних медико-екологічного моніторингу в даній системі реалізується за допомогою комп'ютерних інтелектуальних систем, що складаються з п'яти обов'язкових компонент-блоків: нормативно-довідкова база; бази даних екологічних моніторингових спостережень і показників стану здоров'я населення; засоби просторової візуалізації (ГІС); бібліотека методів математичної обробки.

Основними можливостями і перевагами ГІАСВ МЕМУ є:

- інтеграція карт і баз даних в один "Проект";
- робота з базами даних: огляд, вибір моніторингу, пошук об'єктів, вибір параметрів, обробка даних, візуалізація;
- пошук і огляд усієї інформації з техногенного забруднення і медичного стану населення в областях і районах країни;
- візуалізація географічних характеристик об'єктів дослідження: рельєфи місцевості, водна мережа тощо;
- візуалізація зон техногенного впливу підприємств паливно-енергетичного комплексу, важкої промисловості, нафтопереробної та нафтохімічної галузей промисловості, чорної та кольорової металургії тощо;
- оцінка забруднення атмосфери від стаціонарних джерел;
- побудова спеціальних медичних карт і карт забруднення;
- побудова просторово-розподілених коефіцієнтів кореляції;
- побудова карт ризику проживання на забруднених територіях;
- районування територій за ризиком проживання;
- розв'язання задач моделювання та прогнозування;
- підтримка ухвалення управлінських рішень.

На рис. 1 наведено результати роботи системи ГІАСВ МЕМУ з використанням методології Data Mining на прикладі даних атмосферного забруднення повітря Хмельницької області.

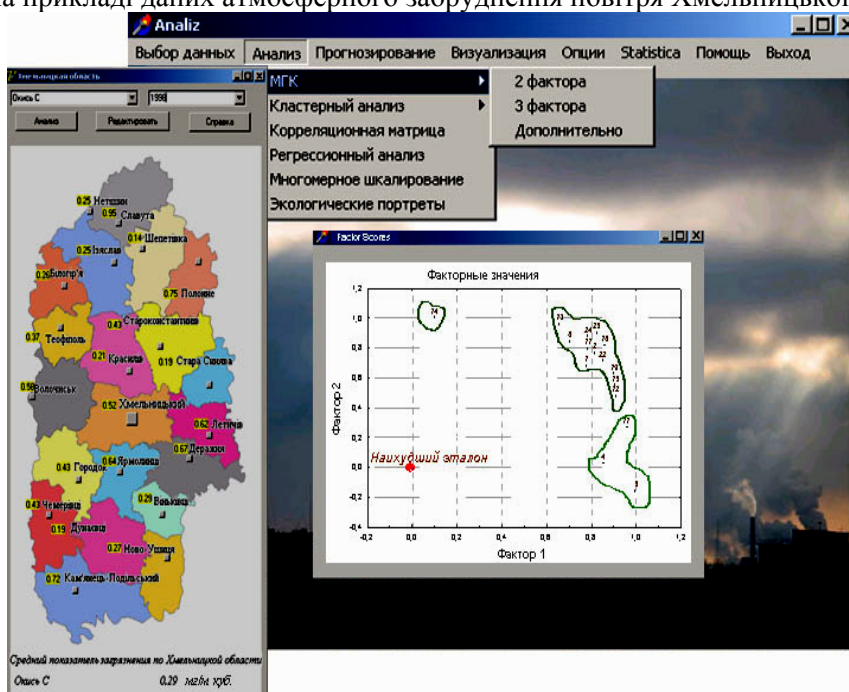


Рис. 1. Факторний аналіз даних забруднення атмосферного повітря Хмельницької області

AISEEM є автономною системою, яка може працювати на будь-якому ПК під управлінням ОС Windows (95 і вище) навіть в умовах, коли там не встановлено інше програмне забезпечення.

До основних переваг і можливостей AISEEM відносяться:

- визначення розподілів концентрацій забруднення за різними сценаріями: середнє забруднення за період, вибіркоче забруднення, аномальна конвекція, штиль, аномальний штиль, залповий викид;
- математико-картографічне моделювання за різними сценаріями для одного чи декількох підприємств, які в свою чергу можуть мати декілька точкових джерел викидів (труб);
- побудова конфігурації полів забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери;
- використання декількох математичних моделей для моделювання розповсюдження забруднень у атмосфері;
- прогнозування небезпечних ситуацій від викидів техногенних підприємств з урахуванням метеоумов;
- визначення залежності об'ємів викидів від метеоумов;
- визначення параметрів швидкості і напрямку вітру, що відповідають небезпечним сценаріям розповсюдження забруднюючих речовин;
- наявність модуля візуалізації, результатом роботи якого є електронна екологічна карта техногенних навантажень для досліджуваної території;
- вибір координат раціонального розміщення пунктів для спостереження за забрудненням повітря;
- наявність бази даних з даними постів спостереження за забрудненням атмосфери, викидів підприємств, метеоданих, медичних даних про стан здоров'я населення, демографічних даних і т.д.;
- здійснення мультикритеріальних вибірок з бази даних;
- визначення залежностей впливу дії забруднюючих речовин на інші чинники;
- обчислення екологічних та техногенних ризиків;
- розв'язання завдань раннього виявлення та прогнозу чинників ризику захворюваності населення;
- наявність бібліотек методів математичної обробки, які постійно розширюються, від елементарної статистики до багаторівневих алгоритмів обробки інформації.

На рис. 2 показано сформовану вибірку вроджених вад розвитку у немовлят за районами м. Києва в 2007 р. від перевищень ГДК_{мр} двоокису азоту в 2006 р., а на рис. 3 відповідні статистичні характеристики даної вибірки.

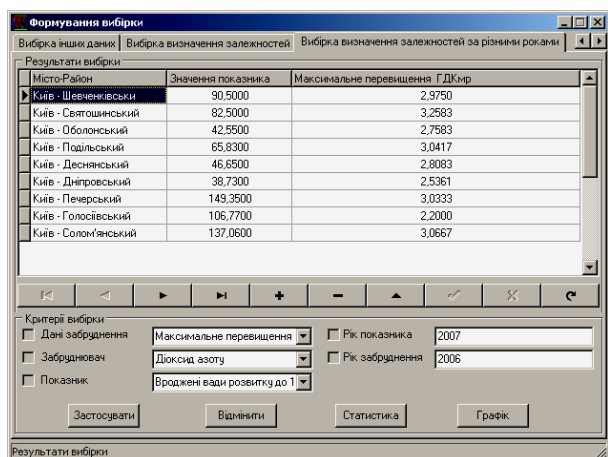


Рис. 2. FormSelect з прикладом введення даних для формування вибірки та отримана вибірка даних визначення залежностей

| СХ / Показник | Серед./Макс. перевищення | Значення показника |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------|
| Кількість записів | 9 | 9 |
| Сума | 25,678 | 759,94 |
| Мінімальне значення | 2,2 | 38,73 |
| Максимальне значення | 3,2583 | 149,35 |
| Середнє значення | 2,8531 | 84,438 |
| Дисперсія | 0,092304 | 1460 |
| Середнє квадратичне відхилення | 0,30382 | 38,21 |

Рис. 3. Статистичні характеристики вибірки

На карті показано середній розподіл концентрації основних забруднюючих речовин від основних джерел забруднення приземного шару атмосфери в м. Києві з січня 2005 р. по грудень 2008 р. (рис. 4). На основі цих даних визначено координати місць раціонального розміщення стаціонарних пунктів спостереження за забрудненням (ПСЗ) на даній території та побудовано відповідну мережу моніторингу стану атмосферного повітря.

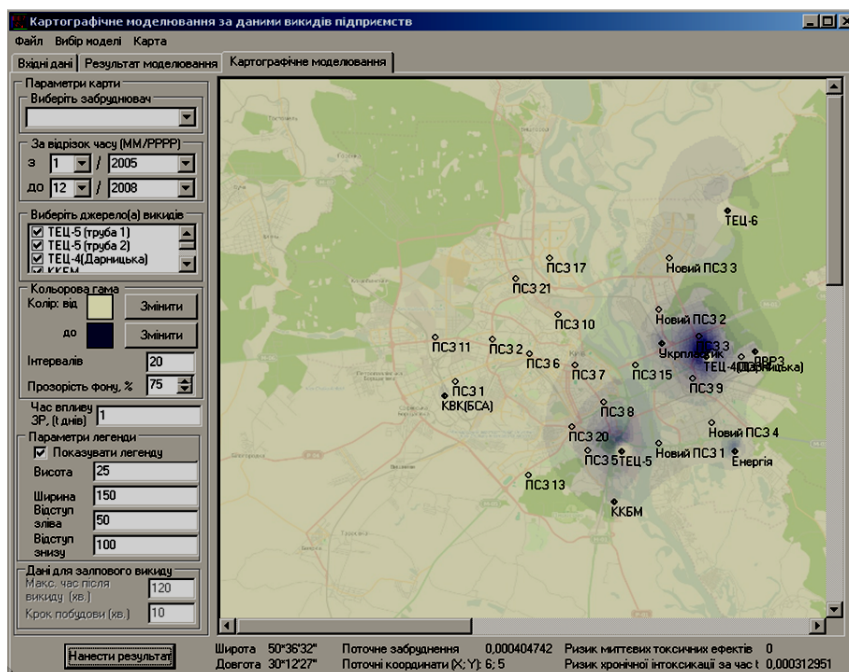


Рис. 4. Приклад визначення стаціонарних пунктів спостереження за забрудненням моніторингу стану атмосферного повітря

Розроблені спеціалізовані інформаційно-аналітичні системи є ефективним інструментом підтримки прийняття рішень з управління екологічною безпекою атмосфери при її техногенно-му забрудненні, що підтверджено їх впровадженням в такі установи:

- Управління надзвичайних ситуацій та антитерористичної діяльності Департаменту цивільного захисту МНС України.
- Всеукраїнський науково-дослідний інститут цивільного захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру.
- Державне міське підприємство Івано-Франківськтеплокомуненерго.
- Дніпропетровський обласний центр з гідрометеорології.
- ТОВ Німецько-українська науково-виробнича фірма “Броварфарма”.

Література

1. Про Концепцію сталого розвитку України (Проект): Закон України [Електронний ресурс] / МНС України. — <http://www.mns.gov.ua> — 21.12.2011.
2. Кисіль, Н.М. Теоретичні засади організації екологічного моніторингу в Україні за умов сталого розвитку / Н.М. Кисіль // Наук. вісн. НЛТУ України. — 2005. — Вип. 15.4. — С. 208 — 212.
3. Каменева, І.П. Комплексний аналіз екологічної безпеки міста на основі сучасних ГІС-технологій / І.П. Каменева, А.В. Яцишин, Д.О. Полішко, О.О. Попов // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. — К. — 2008. — Вип. 5. — С. 41 — 46.
4. Сердюцкая, Л.Ф. Геоинформационная аналитическая система визуализации медико-экологического мониторинга Украины / Л.Ф. Сердюцкая, Ю.В. Зухин, А.В. Яцишин // 36. наук. пр. Ін-ту електродинаміки НАН України. — 2005. — Спецвип. — С. 119 — 122.

5. Попов, А.А. Компьютерная система для прогнозирования опасных ситуаций от техногенных выбросов в атмосферу / А.А. Попов // Моделирование та інформ. технології. — К., 2010. — Спецвип. — Т. 3. — С. 48 — 55.
6. Артемчук, В.А. Информационно-аналитическая система эколого-энергетического мониторинга / В.А. Артемчук, О.А. Грибан // Моделирование та інформ. технології. — К., 2010. — Спецвип. — Т. 1. — С. 120 — 128.

References

1. Pro Kontseptsiiu staloho rozvytku Ukrainy (Proekt): Zakon Ukrainy [The Law of Ukraine On the Concept of Sustainable Development of Ukraine] [Electronic resource] / MNS Ukrainy. — Available at: <http://www.mns.gov.ua> — Zagol. z ekranu.
2. Kysil, N.M. Teoretychni zasady orhanizatsii ekolohichnoho monitorynhu v Ukraini za umov staloho rozvytku [The theoretical basis of environmental monitoring in Ukraine in terms of sustainable development] / N.M. Kysil // Nauk. visn. NLTU Ukrainy. — 2005. — Iss. 15.4. — pp. 208 — 212.
3. Kameneva, I.P. Kompleksnyi analiz ekolohichnoi bezpeky mista na osnovi suchasnykh HIS-tekhnologii [Comprehensive analysis of the environmental safety of the city using modern GIS technology] / I.P. Kameneva, A.V. Yatsyshyn, D.O. Polishko, O.O. Popov // Ekolohiia dovkillia ta bezpeka zhyttiediialnosti [Environmental Ecology and Life Safety]. — Kyiv. — 2008. — Iss. 5. — pp. 41 — 46.
4. Serdyutskaya, L.F. Geoinformatsionnaya analiticheskaya sistema vizualizatsii mediko-ekologicheskogo monitoringa Ukrainy [Geographic information analytic system for visualization of medical and environmental monitoring of Ukraine] / L.F. Serdyutskaya, Yu.V. Zukhin, A.V. Yatsishin // Zb. nauk. pr. Institutu elektrodinamiki NAN Ukrayini [Coll. sci. pap. of Electrodynamics Institute of NAS of Ukraine]. — Spec. iss. — 2005. — pp. 119 — 122.
5. Popov, A.A. Komp'yuternaya sistema dlya prognozirovaniya opasnykh situatsiy ot tekhnogennykh vybrosov v atmosferu [A computer system for predicting hazardous situations from man-made emissions to the atmosphere] / A.A. Popov // Modeliuvannia ta informatsiini tekhnologii [Modeling and information technologies]. — Spec. iss. — Kyiv. — 2010. — Vol. 3. — pp. 48 — 55.
6. Artemchuk, V.A. Informatsionno-analiticheskaya sistema ekologo-energeticheskogo monitoringa [Information-analytical system of environmental and energy monitoring] / V.A. Artemchuk, O.A. Griban // Modeliuvannia ta informatsiini tekhnologii [Modeling and information technologies]. — Spec. iss. — 2010. — Vol. 1. — pp. 120 — 128.

Рецензент д-р техн. наук, проф. Одес. нац. політехн. ун-ту Гогунський В.Д.

Надійшла до редакції 25 квітня 2013 г.