

УДК 004.9:504

**СИСТЕМА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ РОБІТ ІЗ РЕАБІЛІТАЦІЇ ТЕРИТОРІЇ  
УРАНОВИХ ХВОСТОСХОВИЩ**

М.Й. Железняк, С.В. Шатохін, А.І. Заславський, О.В. Локоть, О.І. Удовенко

*Інститут проблем математичних машин та систем НАН України*

e-mail: setj@env.kiev.ua

**Вступ.** Виробниче об'єднання “Придніпровський хімічний завод” (м. Дніпродзержинськ) у період з 1949 по 1991 рік переробляло доменний шлак, урановмісні концентрати та уранову руду. На території підприємства та за його межами утворені хвостосховища (“Західне”, “Центральний Яр”, “Південно-східне”, “Дніпровське”, “Суходівське”), два сховища відходів уранового виробництва (“ДП-6” та “База С”) і цех для отримання окису-закису урану з азотнокислих розчинів (будівля № 103). Відходи-хвости складавалися в прилеглих до Придніпровського хімічного заводу глиняних кар'єрах і ярах, які для цього не пристосовані. В останні роки розпочато роботи з створення сучасної системи радіаційного моніторингу для контролю за транспортом радіонуклідів у навколишньому середовищі та прогнозування процесів радіоактивного забруднення методами математичного моделювання [1,2]. Для зберігання і обробки інформації вимірювань і результатів моделювання потрібно було створити спеціалізовану інформаційну систему. Результати цієї розробки представлено в цій доповіді.

**Метою** розробки програмної системи Єдина Інтегрована База Даних з картографічним модулем радіаційно забруднених об'єктів ПХЗ ( ЄІБД-КМ) є створення програмних засобів для – зберігання, обробки та відображення інформації за результатами паспортизації території і об'єктів, всебічного вивчення архівних даних колишнього виробництва, інвентаризації та моніторингових даних про стан природного середовища території уранового виробництва колишнього ВО “ПХЗ”, з графічними інтерфейсами які повинні надати можливість проводити аналіз описових та структурованих даних про характеристики і поточний стан об'єктів на території колишнього ВО «ПХЗ», і картографічним модулем, який представить інформацію розташування забруднених об'єктів на території ПХЗ і прилеглих територіях, що підлягають реабілітації, та карти забруднень природного навколишнього середовища регіону ВО ПХЗ.

**Структура системи і її реалізація**

Дворівнева структура системи диктується існуванням дворівневої структури даних. До нижнього рівня відноситься така інформація:

- Інформація про територію і розташовані інженерні і технологічні об'єкти, їх картографічне розташування, паспортні дані про особливості розташування, їх приналежність і функціональне призначення, а також інші характеристики наведені в технічних паспортах.
- Характеристики хвостосховищ і матеріалу залишків уранового виробництва, відомості про радіонуклідний склад і форми знаходження матеріалу на момент інвентаризацій.
- Характеристики інженерних бар'єрів безпеки і гідротехнічних споруд, а також відомості про будь-які зміни в результаті інвентаризації.
- Характеристики організації моніторингу: відомості про мережу пунктів спостережень і характеристики обладнання програми і регламенти спостережень, а також відомості про організації, які брали участь в роботах з моніторингу, а також методи, які застосовувалися.
- Структуровані дані моніторингових досліджень по території в цілому і кожному із об'єктів, а також зони їх впливу (фонові і на території об'єктів впливу).

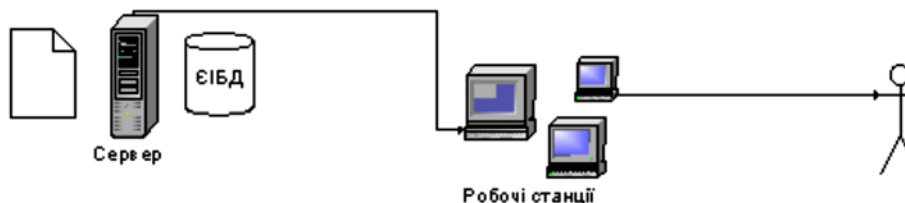
- Результати вимірів.

До верхнього рівня відносяться результати узагальнення первинних даних, дані, що було одержано в результаті пошуку інформації у базах даних, аналітичні дані, одержані у процесі формування звітів встановленої форми, а також графічні та картографічні дані.

Єдина інтегрована база даних (ЄІБД) призначена для вводу, зберігання та відображення даних.

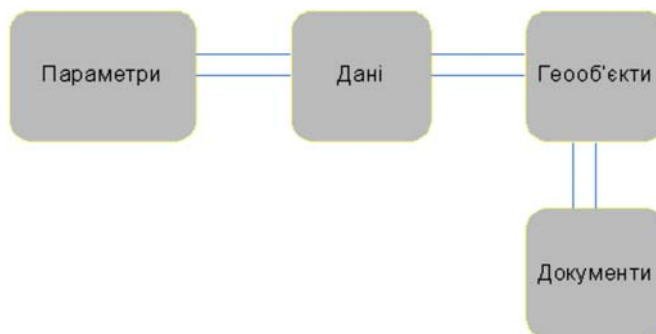
ЄІБД даних може обмінюватись даними з іншими програмними засобами, такими, як:

- ПС засоби;
- розрахункові моделі.



Сервер зберігає дані і документи.

Користувачі використовують програмне забезпечення на робочих станціях для доступу до даних та документів.



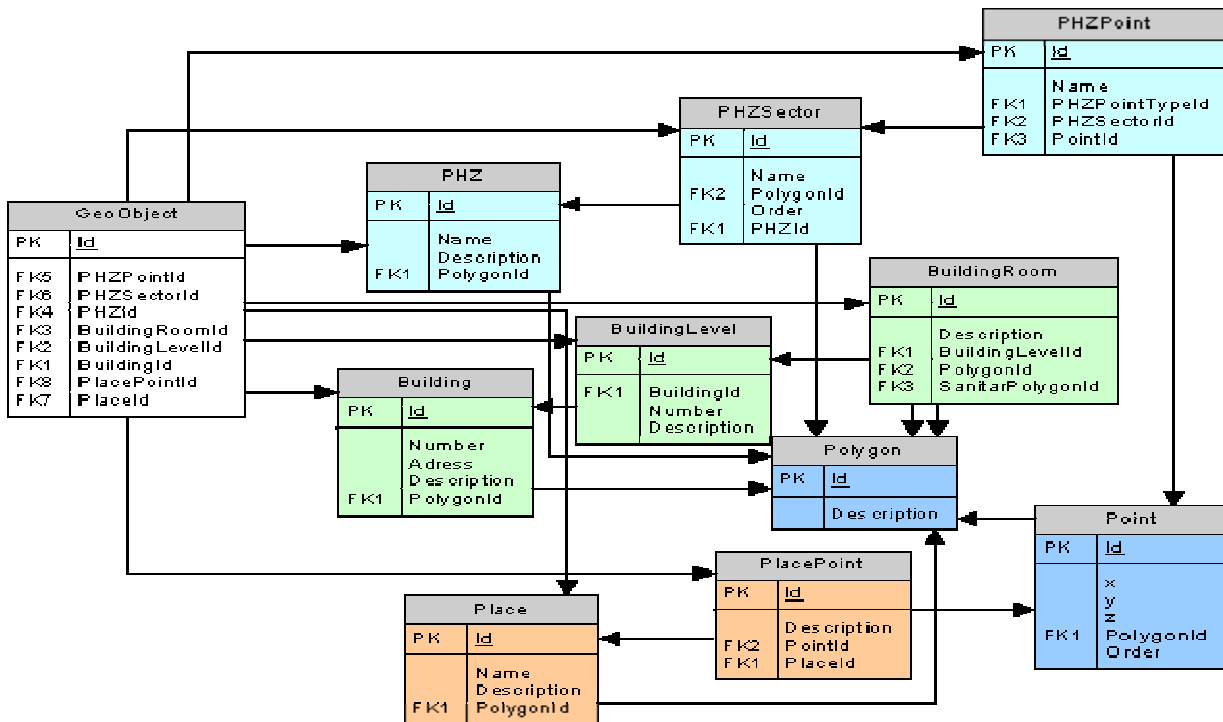
ЄІБД є спробою узагальнити універсальні як структуру Баз Даних (БД), так і інтерфейс користувача. Універсальність структури БД забезпечується поділом даних, що зберігаються, на фактичні дані (результати вимірювань) та мета дані (допоміжна інформація, яка описує властивості фактичних даних, деталі вимірювань, географічну прив'язку тощо). ЄІБД зберігає фактичні дані, мета дані, а також зв'язки між ними.

При розробці структури бази даних було вироблено підхід, який дозволяє налаштувати базу даних для зберігання даних практично будь-якої структури та змісту. При цьому поява цілком нових даних (за структурою та змістом) не викликає необхідності програмування або складного переналаштовування існуючої бази даних.

До мета даних відносяться описи даних, які зберігаються або можуть зберігатися у ЄІБД, такі, як назви даних, описи, перелік необхідних параметрів тощо.

Таким чином база даних несе в собі як власне дані, так і їхні описи для подальшої обробки програмами, що входять до обслуговуючих підсистем, причому структура записів та таблиць бази даних є достатньо простою.

Структура ЄІБД схематично наведена на діаграмі нижче.



Інтерфейс користувача є ергономічним та інтуїтивно-зрозумілим, тобто побудований на засадах «Дружнього інтерфейсу».

Такі властивості інтерфейсу завдячують тому, що при розробці проекту розробникам вдалося структурувати як географічні дані, так і опис даних вимірів таким чином, що обидва набори характеристик мають деревовидну структуру, яка добре сприймається візуально; обидва набори виводяться на екран одночасно, що дозволяє користувачеві легко орієнтуватися при взаємодії із системою (рис. 1).

Вибір задач, зображень та даних здійснюється таким чином за допомогою деревовидних структур (рис. 1).

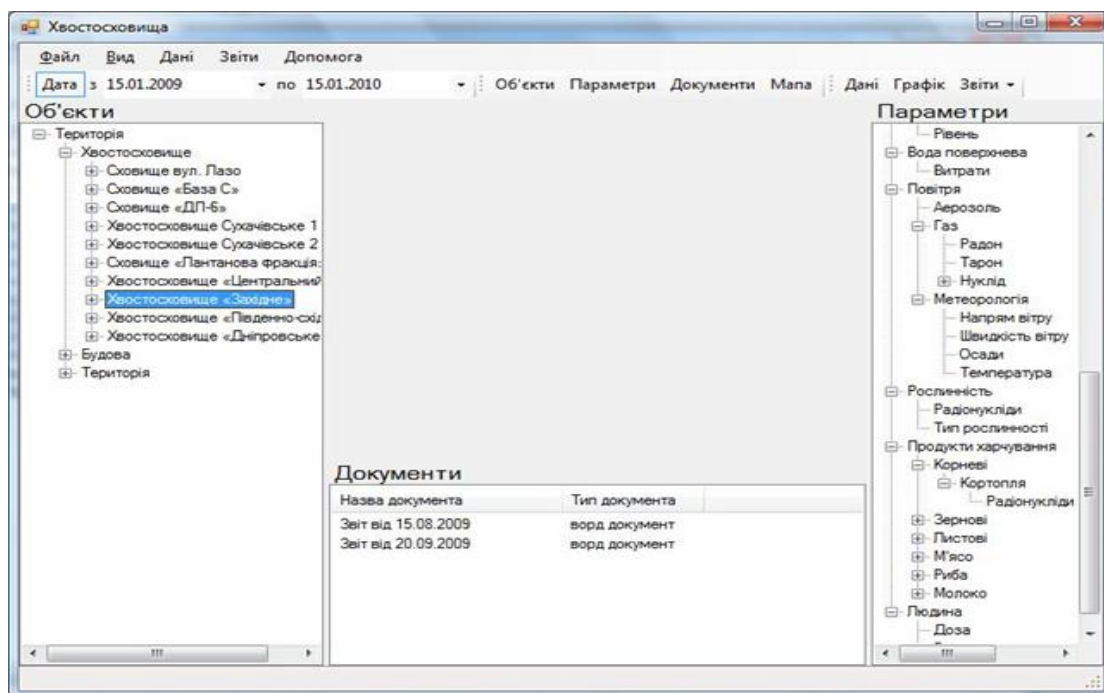


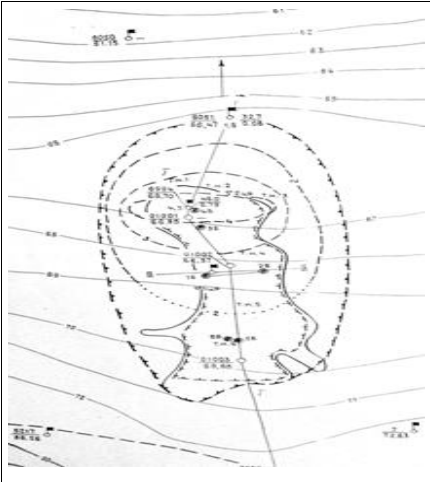
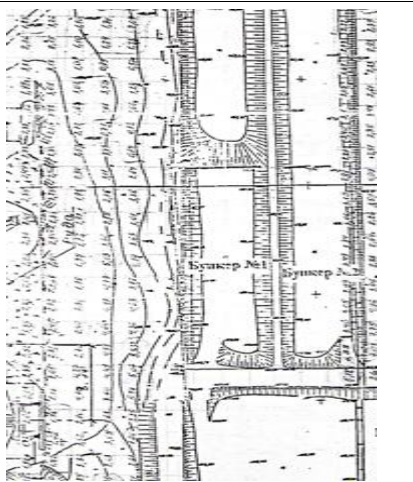
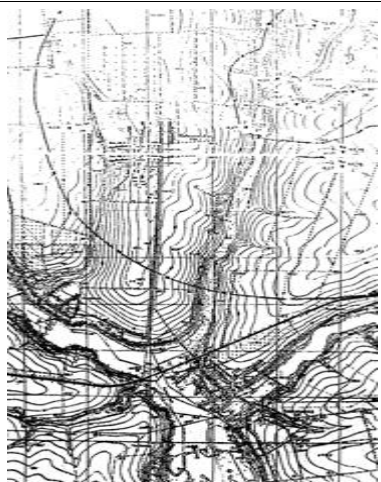
Рисунок 1. Інтерфейс користувача. Застосування деревовидних структур

Вихідні дані також зберігаються у деревовидній структурі і можуть бути переглянуті аналогічним чином.

Інтерфейс користувача, як і структура ЄІБД може бути налаштований користувачем на широке коло задач зберігання різних даних без програмування.

Складовою частиною є ГІС – компонент.

Планування системи придатної для збору, зберігання, аналізу і відображення географічно прив'язаної інформації, тобто даних, визначених у залежності від місця розташування на території підприємства, при цьому орієнтованої на використання первинних даних, як топографічних карт рельєфу, карт дозиметричної зйомки та карт забруднень ґрунтів, зберігання РАО та інш. (рис. 2а, 2б, 2с). Продукти переробки урану зберігаються в 9 хвостосховищах. На території підприємства розміщуються забруднені будівлі та інші об'єкти що також були задіяні у виробничому процесі.

|                                                                                              |                                                                                                                   |                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |                                |             |
| Рисунок 2а. Карта ореолів забруднення підземних вод. Центральний Яр. ДП “Бар’єр”<br>М.1:2000 | Рисунок 2б. План розміщення площадки складування руди та завантаження у вагони. База “С”. ДП “Бар’єр”<br>М.1:1000 | Рисунок 2с. Хвостосховище “С”. Контроль стану ґрунтів в зоні впливу хвостосховища.<br>М.1:25000 |

ЄІБД дозволяє зв'язати географічні об'єкти з атрибутивними параметрами, важливими для оцінки ступеня ризику розповсюдження забруднення. В результаті первинна інформація може бути трансформована в дані векторного та растрового форматів.



Рисунок 3. Розташування моніторингових точок радіаційного забруднення поверхні

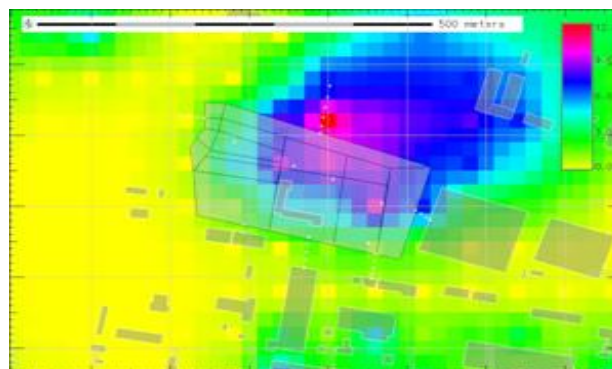


Рисунок 4. Середня за 4,5 роки концентрація радону що утворюється хвостосховищем “Західне”

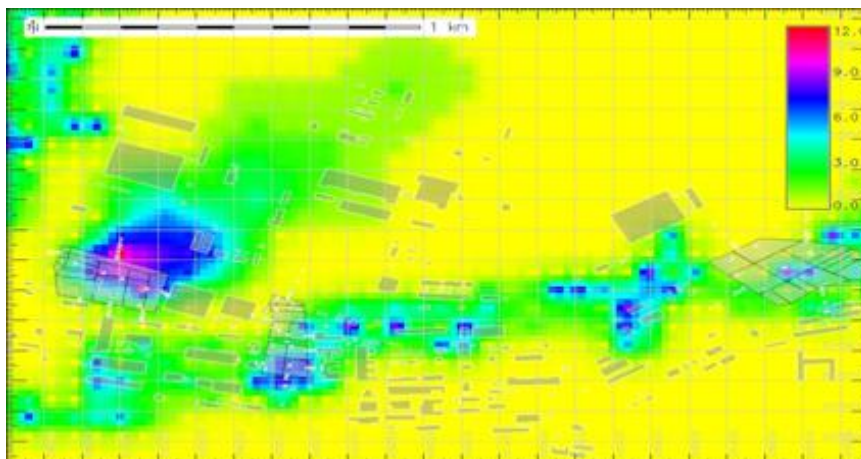


Рисунок 5. Середня за 4,5 років концентрація радону що утворюється трьома хвостосховищами: “Західне”, “Центральний Яр”, “Південно-Східне”

В якості основних технологічних етапів створення такої БД можна відмітити:

- цифрування паперових карт забруднення та креслень планування території;
- заповнення атрибутивної бази даних;
- корегування креслень та БД;
- побудова площинних та лінійних об'єктів.

Просторова інформація в векторному форматі необхідна для масштабування в процесі користування електронними картами.

Досвід ГІС - реалізації просторових розподілених моделей дозволяє встановити, що для крупномасштабної оцінки і картографування в якості основи цифрової моделі місцевості повинна використовуватись топографічна карта масштабу не менше 1:10000, при середньомасштабних дослідженнях для цієї ж мети можливо користуватись картами масштабу 1:25000. Крупномасштабні карти (1:10000 – 1:25000) характеризують природні та господарські умови безпосередньо території проектування.

Результати просторового моделювання атмосферного переносу представляються картами радіаційного забруднення.

В зв'язку з цим картина просторового розподілу радіаційного забруднення представляється у більш генералізованому вигляді (рис. 3, 4 та 5).

**Висновки.** Розроблена гнучка інформаційна система, що дозволить розширити номенклатуру числових і картографічних типів інформації і документів, що будуть зберігатися в ЄІБД. Система підтримує спільний аналіз даних моніторингу і математичного моделювання необхідний для прийняття ефективних рішень з проведення реабілітації радіоактивно забруднених територій ПХЗ.

#### Література

1. Voitsekhovich O., Lavrova T. Remediation Planning of Uranium Mining and Milling Facilities: The Pridneprovsky Chemical Plant Complex in Ukraine // In Remediation of Contaminated Environments, (G. Voigt, S. Fesenko, eds), Elsevier. – 2009. - P. 343-356.
2. Ковалец И.В., Железняк М.И., Халченков А.В., Удовенко О.И., Лаврова Т.В. 2010. Численное моделирование воздушного распространения радона вокруг урановых хвостохранилищ // Электронное моделирование №3 (в печати).