

*Мокін В. Б., Кульомін Д. Ю.*

## **СТВОРЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ВОДНИХ ТА ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ ОБ'ЄКТІВ З ІНТЕГРАЦІЄЮ БАЗ ДАНИХ, ЕЛЕКТРОННИХ КАРТ ТА ПРОГРАМНИХ МОДУЛІВ З АВТОМАТИЗАЦІЄЮ ОПЕРАЦІЙ ОБРОБКИ ДАНИХ**

*Запропоновано новий метод побудови інформаційної моделі геоінформаційної системи водних та водогосподарських об'єктів з інтеграцією баз даних, електронних карт та програмних модулів, з автоматизацією операцій обробки даних на основі формалізації їх параметрів та методів обробки засобами ГІС-технологій, який, на відміну від існуючих, поєднує і формалізує просторові та атрибутивні дані екологічних об'єктів з урахуванням їх взаємозв'язків, що дозволяє ще на етапі проектування системи чітко визначати, які дані потрібні для її функціонування та оптимально формувати її структуру. Запропоновано здійснювати уточнення цієї моделі під час створення ГІС шляхом побудови та формалізації інформаційних моделей операцій, адаптованих до структури даних конкретних середовищ ГІС і СУБД та ГІС-інструментарію системи.*

*Предложен новый метод построения информационной модели геоинформационной системы водных и водохозяйственных объектов с интеграцией баз данных, электронных карт и программных модулей, с автоматизацией операций обработки данных на основе формализации их параметров и методов обработки средствами ГИС-технологий, который, в отличие от существующих, объединяет и формализует пространственные и атрибутивные данные экологических объектов с учетом их взаимосвязей, что позволяет еще на этапе проектирования системы четко определить, какие данные нужны для ее функционирования. Предложено осуществлять уточнение этой модели при создании ГИС путем построения и формализации информационных моделей операций, адаптированных к структуре данных конкретных сред ГИС, СУБД и ГИС-инструментария системы.*

На сьогоднішній день геоінформаційні технології все більше використовуються різноманітними установами та підприємствами для автоматизації операцій обробки просторових даних електронних карт, тобто таких даних, які можна представити у вигляді об'єкта на карті з певною географічною прив'язкою. Як правило, просторові дані доповнюються атрибутивними, тобто параметрами, які характеризують різні характеристики та властивості просторових об'єктів. Атрибутивні параметри зберігаються, як правило, у базах даних. Взаємопов'язану сукупність просторових та атрибутивних даних часто ще називають геоінформаційними даними. А геоінформаційні дані разом із програмними засобами їх автоматизованої обробки – геоінформаційною системою (ГІС). Кожне типове програмне забезпечення ГІС містить стандартний набір функцій та операцій, однак, при створенні реальних інформаційних систем обробки даних та підтримки прийняття рішень, як правило, створюють окрему програму-оболонку для роботи з просторовими об'єктами тільки певних класів [1].

Традиційно склалось, що як в Україні, так і за кордоном, кожна система для моніторингу стану та управління водними та водогосподарськими об'єктами регіону, створюється окремо з урахуванням багатьох факторів та їх властивостей:

- особливостей кожного регіону: геометричних розмірів карти у заданому масштабі карти (впливає на генералізацію, тобто деталізацію об'єктів карти та ін.), характер елементів рельєфу, кліматичні умови тощо;

- цілей замовника системи, тобто того, які саме параметри просторових об'єктів він аналізує, враховує та може оптимізувати;
- типових проблемних питань регіону (часті повені чи засухи, надмірний антропогенний тиск на водну екосистему, забруднення природних вод певними речовинами або надмірне теплове забруднення вод з боку об'єктів енергетики, поганий стан водогосподарських споруд, підтоплення територій, оптимізація перекидання стоку через магістральні каналами тощо);
- аналітичних функцій, які система повинна забезпечувати (моніторинг даних про об'єкти, їх аналіз, оптимізацію, програвання сценаріїв зміни параметрів, візуалізацію результатів обробки тощо) та ін.

Створення кожної такої системи є досить складним процесом, який вимагає значного часу та машинних і людських ресурсів. Для мінімізації тривалості та вартості створення системи при забезпеченні потрібної функціональності слід спочатку створити та ідентифікувати інформаційну модель усіх характеристик та властивостей просторових об'єктів та операцій, які виконуватимуться з ними засобами вибраного розробником ГІС-інструментарію [1]. Чим точнішою та детальнішою буде така модель, тим швидшим та дешевшим буде створення на її основі аналітичної системи підтримки прийняття рішень для управління регіоном. Отже, актуальною є розробка типових інформаційних моделей та геоінформаційних систем водних та водогосподарських об'єктів з інтеграцією баз даних, електронних карт та програмних модулів з автоматизацією операцій обробки даних.

Основна ідея побудови типової інформаційної моделі водних і водогосподарських об'єктів полягає у розробці нових підходів до формалізації предметної галузі, звітності та нормативно-методичної документації управліннь Державного агентства водних ресурсів України з урахуванням досвіду роботи фахівців водної галузі та програмістів, типових вхідних даних, операцій і результатів, що забезпечують методи обробки цих параметрів засобами ГІС-технологій та засобами, які забезпечують необхідну функціональність програм-оболонки для роботи з ГІС. Результатом такої формалізації повинна бути інформаційна модель, яка дозволяє, використовуючи певні типові елементи та шаблони (програмні коди інструментарію, структури баз даних тощо), швидко згенерувати програмний код та інтерфейс програми-оболонки для роботи із даними ГІС з потрібною функціональністю для заданого кола задач у заданому регіоні [2].

Отже, пропонуємо формалізувати геоінформаційні дані у вигляді інформаційної моделі, в якій певним чином пов'язані такі сутності, як об'єкти на карті з просторовою інформацією про них, атрибутивною інформацією, яка розташована в таблицях баз даних, операції обробки та операції візуалізації.

Об'єкти типу «об'єкти на карті» — це об'єкти з географічними координатами, які описуються просторовими характеристиками і безпосередньо відображаються на карті; окремі об'єкти можуть у своєму складі мати інші об'єкти, наприклад річкова мережа складається з окремих  $r$  річок.

До об'єктів типу «атрибутивна інформація» відносяться таблиці бази даних із записами, які можуть бути пов'язані певним чином із відповідними об'єктами на карті.

Об'єкти типу «операції обробки» — це процедури та функції, які властиві певним класам і призначені для виконання безпосередньо операцій над об'єктами або над просторовою та/або атрибутивною інформацією про ці об'єкти.

Об'єкти «операції візуалізації» описують операції та методи роботи з картою, пов'язані з візуалізацією (виведенням чи тимчасовим приховуванням) на екран або усієї карти або окремих її об'єктів. В загальному випадку, будь-якій операції візуалізації, пов'язаній з окремим об'єктом, передую операція вибірки та/чи обробки даних про цей об'єкт.

Проілюструємо побудову інформаційної моделі на прикладі ГІС автоматизованої інформаційно-вимірювальної системи (АІВС) «Тиса», створеної та впровадженої авторами у Закарпатському обласному управлінні водного господарства (нині — Басейнове управління водних ресурсів р. Тиси — БУВР р. Тиси) [2, 3]:

- до «об'єктів на карті» відносяться, наприклад, такі: річки (малі, середні, великі; постійні та пересихаючі; річки, що є об'єктами водокористування та ін.); канали; водойми (ставки, водосховища, озера); створи (пости, пункти) моніторингу якості води річки; автоматичні інформаційно-вимірювальні станції; греблі; дамби; укріплення берегів; мости; трубопереїзди тощо;

- до «атрибутивної інформації» про об'єкти на карті, наприклад, про річки, відноситься така інформація: назва, довжина, куди впадає, кількість приток, швидкість течії тощо;

- до «операцій обробки» відносяться, наприклад, такі: формування комплексної атрибутивної інформації про об'єкт; редагування просторових даних про об'єкти карти; редагування атрибутивної інформації про об'єкти; автоматичне нанесення об'єктів-скидів чи водозаборів на карту за їх атрибутивною інформацією; порівняння даних моніторингу якості вод у двох створах; пошук об'єктів на карті за семантикою (атрибутивною інформацією); вибір приток заданого порядку тощо;

- до «операцій візуалізації» відносяться, наприклад, такі: відкриття та закриття карти; масштабування карти (збільшення/зменшення); експортування карти у графічний файл; підключення/відключення додаткових карт; управління складом відображення об'єктів на карті; відображення карти на екрані комп'ютера; відображення атрибутивної інформації про об'єкти у зручному для користувача вигляді; виділення та зняття виділення об'єктів за певними критеріями; візуальна зміна просторових даних об'єктів (координат); побудова і виведення діаграм за атрибутивною інформацією про об'єкти; візуалізація результатів роботи інструментів програми тощо.

Інформаційну модель системи, яка враховує усі об'єкти системи, структуру даних про них та операції над ними, слід розглядати лише як основну (узагальнену) модель або інформаційну модель, побудовану у першому наближенні (рис. 1).



виявлення таких взаємопов'язаних компонентів серед операцій та визначення і формалізація принципів їх взаємодії з іншими компонентами та зі складовими ГІС:

1. Операція «Відкриття/закриття» забезпечує функціональність відкриття та доступність для операцій будь-яких інформаційних.

Такими ресурсами можуть бути файли, бази даних та інші структури. Операція «Відкриття/закриття» пов'язана з такими елементами як база даних, таблиця, файл та карта, тобто це — ті об'єкти, на які безпосередньо поширюється дана операція.

2. Операція «Склад відображення» відповідає за відображення шарів карти на екрані комп'ютера.

3. Операції «Пошук за семантикою» та «Розширений пошук» є дуже важливими операціями, оскільки необхідність знайти об'єкти на карті за певними критеріями виникає дуже часто.

Графічно операція пошуку представлена на рис. 2.

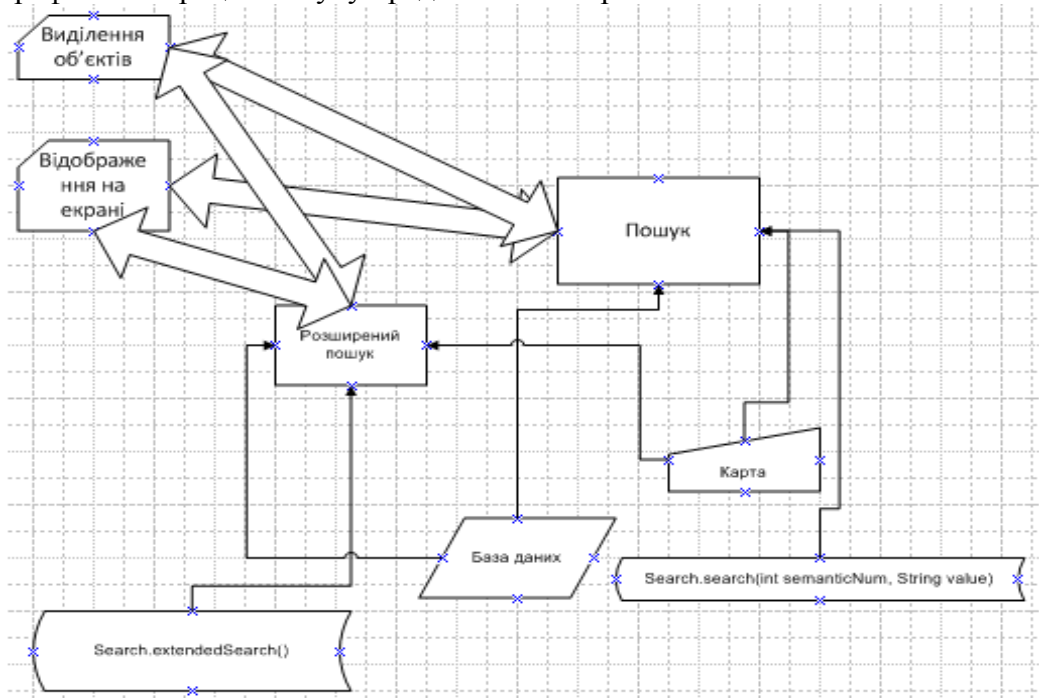


Рисунок 2 – Типова інформаційна модель операцій «Пошук за семантикою» та «Розширений пошук»

4. Операція «Масштаб – збільшення/зменшення» є також дуже важливою операцією. Вона присутня, як правило, в усіх оболонках геоінформаційних систем.

5. Операція «Виділення приток», як приклад аналітичної обробки даних згідно їх ГІС-моделі, призначена для пошуку та виділення кольором приток заданого порядку обраної річки.

Для операцій «Редагування карти» з багатьма підвидами, «Експортування карти у графічний файл», які використовуються у більшості систем, також, варто створити аналогічні типові інформаційні моделі.

Таким чином, запропоновано новий метод побудови інформаційної моделі геоінформаційної системи водних та водогосподарських об'єктів з інтеграцією баз даних, електронних карт та програмних модулів з автоматизацією операцій обробки даних на основі формалізації їх параметрів та методів обробки засобами ГІС-технологій, який, на відміну від існуючих, поєднує і формалізує просторові та атрибутивні дані про екологічні об'єкти з урахуванням їх взаємозв'язків, а також, формалізовані операції над цими даними, які застосовуються для прийняття рішень, що дозволяє ще на етапі проектування системи чітко визначати, які дані потрібні для її функціонування та оптимально

формувати її структуру. Запропоновано здійснювати уточнення цієї моделі під час створення ГІС шляхом побудови та формалізації інформаційних моделей операцій, адаптованих до структури даних конкретного середовища ГІС і СУБД та ГІС-інструментарію системи. Це дозволить швидко синтезувати потрібну структуру інтегрованої геоінформаційної системи підтримки прийняття рішень в галузі екологічного моніторингу та контролю з широкими аналітичними можливостями.

1. The ESRI Guide to GIS Analysis. V.1: Geographic Patterns and Relationships: Redlands / Mitchell A., USA, The Environmental Systems Research Institute, Inc., 1999. – 186 p.
2. Modeling our World / Zeiler M. – ESRI: Redlands, USA, 1999. – 202 p.
3. Комп'ютеризовані регіональні системи державного моніторингу поверхневих вод: моделі, алгоритми, програми. Монографія / Під ред. В. Б. Мокіна. — Вінниця: Вид-во ВНТУ “УНІВЕРСУМ-Вінниця”, 2005. — 315 с.
4. Створення геоінформаційної аналітичної системи моніторингу якості і використання водних ресурсів та стану водогосподарських об'єктів Закарпатської області: Звіт про НДР / В.Б. Мокін, Є.М. Крижановський, М.П. Боцула, Д.Ю. Кульомін та ін. / Вінниц. нац. техн. ун-т. — 2815 (№ ДР 0108U008125). — Інв. № 0208U005768.— К., 2008.— 60 с.