

А.В. Панасюк, к.т.н., доц.  
М.П. Стенюк, асист.

*Житомирський державний технологічний університет*

## АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ГІРНИЧОГО ВИРОБНИЦТВА

*Розглянуто основні функції географічних інформаційних систем (ГІС), а також характерні можливості для розв'язання задач, які виникають при роботі гірничого підприємства.*

**Вступ.** З видобутком і використанням корисних копалин пов'язано близько 50 % промислового потенціалу України і близько 20 % трудового резерву. При розробці родовищ корисних копалин підвищення продуктивності праці забезпечується не тільки освоєнням в технологічний процес нового обладнання, а й впровадженням інформаційних систем управління виробництвом із застосуванням сучасних технічних та інструментальних засобів.

**Актуальність питання.** Розвиток гірничої промисловості безпосередньо може бути пов'язаний з розробкою автоматизованих систем маркшейдерського забезпечення гірничих робіт на базі імітаційного моделювання та розробки цифрових моделей гірничих підприємств. Однак основною проблемою створення таких систем є спрощене моделювання гірничих розробок без належного теоретичного обґрунтування та комплексного використання геологічної та маркшейдерської документації в межах гірничого підприємства. Тому можна з великою часткою впевненості сказати, що розробка цифрових моделей гірничих робіт і обґрунтування її параметрів за допомогою ГІС-технологій є важливим науково-прикладним завданням.

**Аналіз останніх досліджень.** Аналіз сучасного стану цифрового моделювання гірничих робіт свідчить про те, що всі розроблені географічні інформаційні системи мало пристосовані для вирішення конкретних маркшейдерських задач для гірничих підприємств, а для кар'єрів декоративно-облицювального каменю та каменеобробних підприємств цифрове моделювання взагалі не застосовувалося. Дослідженнями з цифрового моделювання гірничих робіт, автоматизацією маркшейдерських робіт рудних кар'єрів у різні часи займалися такі вчені: Гусев В.П., Забродін Г.П., Зеленський О.С., Могильний С.Г., Перегудов В.В., Федоренко П.Й., Шоломицький А.А. та інші.

**Викладення основного матеріалу досліджень.** Для розв'язання різних задач розвитку і управління гірничим підприємством, потрібно оцінювати результати або наслідки дій, що починаються, визначати оптимальність прийнятого рішення за деякою сукупністю параметрів. З огляду на те, що сучасні гірничі підприємства є складними природно-техногенними системами, що характеризуються великою кількістю компонентів і зв'язків між ними, а також приймаючи до уваги те, що гірничі підприємства є територіально-розподіленими комплексами, то виконання такої оцінки є трудомістким завданням. Раніше подібні оцінки проводилися тільки на підставі особистого досвіду керівників, експертів та інженерів, що робило оцінку суб'єктивною і недостатньо оперативною. Типовими інструментами роботи експерта були топографічні карти, таблиці з різними даними і велика кількість різноманітної довідкової літератури.

Впровадження комп'ютерів у гірничу промисловість дозволяє вирішувати основні проблеми управління за рахунок:

- підвищення ступеня вірогідності інформації, усунення дублювання і суперечливості даних;
- збільшення ступеня надійності збереження й обробки інформації;
- забезпечення представлення інформації в різноманітній зручній для користувача формі;
- скорочення часу на одержання необхідної інформації.

Використання ГІС-технологій дає можливість комплексної оцінки проблемної ситуації визначення найоптимальнішого рішення на підставі побудови моделі територіально-розподіленого комплексу.

Програмні засоби, що реалізують описані вище можливості прийнято називати геоінформаційними системами (ГІС). ГІС являють собою спеціальні комп'ютерні програми, призначені для збору, збереження, обробки, аналізу і відображення просторово-розподілених даних.

Вся сукупність інформації, що зберігається в ГІС про об'єкт називається банком даних. Банк даних містить цифрові карти, семантичні службові бази даних. Для роботи з інформацією, що зберігається в банку даних ГІС передбачається спеціальний набір функціональних засобів, які називаються системою управління банком даних (СУБД). До основних функцій системи управління належать: додавання, видалення і модифікація інформації, що утримується в БД; зміна структури БД, контроль цілісності інформації, засобу обмеження доступу тощо.

Цифровий банк даних є важливою частиною ГІС, оскільки він є основним джерелом зведень про об'єкт, що моделюється. Від точності, повноти і коректності збереженої в ньому інформації в остаточному підсумку залежить результат роботи всієї ГІС.

Перед початком проектування будь-якої інформаційної системи необхідно визначити: інформацію щодо того, які об'єкти необхідно зберігати в даній системі для того, щоб вона змогла вирішити поставлені задачі.

Виробничий цех будь-якого гірничого підприємства (видобувне або камінеобробне) при імітаційному моделюванні можна розглядати в двох контекстах:

- цех – це сукупність будівель, у яких розташовані засоби виробництва: складські або ремонтні лінії, верстати тощо;
- цех – це складова частина підприємства, в такому контексті кожен цех характеризується деякими узагальненими атрибутами, такими як обсяг продукції, що випускається, кількість споживаної енергії.

Таким чином, інформація, що утримується в банку даних може мати ієрархічну структуру, причому характеристики об'єкта більш високого ієрархічного ступеня можуть бути узагальненням характеристик нижчих ступенів. Це стосується як метричної, так і семантичної інформації.

Основні етапи з визначення складу й атрибутів об'єктів банку даних ГІС:

1. Визначення основного об'єкта (процесу, явища), для якого розробляється ГІС.
2. Визначення системного відношення, за допомогою якого визначається сукупність об'єктів, інформацію про які необхідно зберігати в банку даних.
3. Визначення атрибутів об'єктів, які необхідні для вирішення поставлених задач, а також вимог до точності значень цих атрибутів.
4. З'ясування необхідності поділення інформації за ієрархічними ознаками (класифікація по "вертикалі") на основі аналізу задач, для вирішення яких створюється ГІС.
5. З'ясування необхідності розподілу інформації з тематичної ознаки (класифікація по "горизонталі").

Результатом виконання наведених вище дій є створення класифікатора цифрової картографічної інформації, що являє систематизований ієрархічний перелік елементів банку даних і їх властивостей. Класифікатор у складі ГІС виконує функції реєстру інформації, яка може утримуватися в системі кодувальника цієї інформації, що необхідна для компактного представлення її в пам'яті ЕОМ. Основні вимоги до класифікаторів полягають у наступному:

- правила класифікації повинні бути такими, що будь-який об'єкт, що належить системі, можна було б однозначно віднести до визначеної класифікаційної групи, і тільки до неї;
- класифікація повинна бути універсальною, тобто охоплювати всі об'єкти, які потрапляють у систему або можуть бути додані до неї;
- класифікація повинна бути гнучкою, тобто при створенні нових класифікаційних груп не повинна порушуватися логічна цілісність усієї системи;
- обраний метод кодування значень класифікатора повинний мати достатню інформаційну потужність.

Однією з основних цілей, для яких створюється ГІС, є аналіз і моделювання, оскільки географічна інформаційна система дозволяє автоматизувати трудомісткі операції. Вся різноманітність аналітичних операцій, які можна виконувати за допомогою ГІС, зводяться в остаточному підсумку до декількох основних операцій аналізу і моделювання.

Основні операції ГІС можна розділити на наступні групи:

1. Операції з пошуку об'єктів.
2. Операції для роботи із системою координат.
3. Оверлійні операції.
4. Буферизація.
5. Графоаналітичні операції.

*Оверлійні операції.* Їх суттю є процес зміни існуючих об'єктів і генерації нових похідних об'єктів шляхом багаторазового повторення операцій накладення (сполучення) різних цифрових карт з успадкуванням їх семантики (атрибутів), що містять різнотипні об'єкти. При цьому створені або модифіковані об'єкти можуть мати семантичну інформацію, яка є похідною від семантики вихідних об'єктів.

При оверлійних операціях цифрові карти можуть розглядатися як множини. При їх накладанні можуть бути згенеровані нові об'єкти, що є об'єднанням, перетином, різницею та доповненням множин (цифрових карт). Нехай у нас є два об'єкти А і В, тоді:

1. Об'єднанням А і В ( $A \cup B$ ) буде  $C = \{c: c \in A \text{ або } c \in B\}$ ;
2. Перетином А і В ( $A \cap B$ ) буде  $C = \{c: c \in A \text{ і } c \in B\}$ ;

3. Різницею  $A$  і  $B$  ( $A \setminus B$ ) буде  $C = \{c: c \in A \text{ і } c \notin B\}$ ;
4. Доповненням  $A$  до  $B$  буде  $C = B \setminus A$ , при умові  $A \subset B$ .

Семантика нового об'єкта може бути сформована шляхом переписування семантики одного з вихідних об'єктів, або шляхом узагальнення семантики вихідних об'єктів. Нехай семантика об'єктів  $A$  і  $B$  складається з характеристики  $H$ , що має значення  $HA$  і  $HB$  для кожного об'єкта відповідно. Тоді значення характеристики  $H$  для нового об'єкта може бути визначене як  $f(HA, HB)$ , де  $f$  – деяка функція.

*Буферизація* – це процес побудови деякої площі навколо об'єкта, що, в свою чергу, може бути новим об'єктом. Тобто, нехай  $\epsilon$  об'єкт (обмежена і неперервна множина)  $A$ , буфером  $B$  радіуса  $r$  множини  $A$  називається множина точок, для якої виконується така умова:

$$B = \{\forall a \in A, \forall b \in B: \rho(a, b) \leq r\}, \text{ де } \rho - \text{відстань.}$$

Буфери використовуються у випадку, якщо необхідно побудувати зони впливу, обумовлені якимось об'єктом. Тобто побудовані зони можуть використовуватися для визначення ділянок, на котрі впливає вихідний об'єкт.

*Графоаналітичні операції.* Цифрові карти, що мають топологічну структуру, являють собою просторовий граф, тобто набір точок (вузлів) на місцевості, з'єднаних ламаними лініями – дугами. Багато об'єктів навколишнього середовища можна представити у вигляді графа, наприклад дорожню мережу, водостоківу мережу, мережу тріщин тощо. Таке представлення об'єктів дає можливість застосувати для різних розрахунків могутній математичний апарат, призначений для вирішення різних задач на графах: для дорожньої мережі – це задачі вибору оптимальної схеми перевезень, задача визначення найкоротшого маршруту тощо.

Опис просторових об'єктів в ГІС, тобто формалізоване представлення їх властивостей, передбачає вказівки їх позиційної і змістовної визначеності. Позиційна частина опису даних (позиційні властивості об'єктів, геометричні, метричні, тополого-метричні та ін.) організовується у визначені структури (моделі) просторових даних, що пов'язані деякими відношеннями з їх непозиційними (змістовними, семантичними, тематичними атрибутами) даними.

Просторові об'єкти поділяються на сукупність елементарних об'єктів – примітиви. До них належать крапки, лінії, контури, поверхні (рельєф), комірки регулярної просторової мережі й елементи піксельних зображень. Перші чотири примітиви (типи об'єктів) орієнтовані на їх векторні представлення (коли їх опис здійснюється шляхом наведення координат об'єктів і їх складових частин), інші пов'язані з їх растровими представленнями (у вигляді сукупності комірок, на які розбиваються об'єкти) при формально єдиному характері їх опису. З ними пов'язані два принципово відмінні способи опису: шляхом співвідношення з комірками регулярної мережі як елементами території (територіальними комірками, територіальними носіями інформації) або з елементами растра – регулярної, звичної прямокутної решітки, що розбиває зображення на складові частини. Отже у загальному растровому форматі необхідно виділяти власне растрові й коміркові (кліткові, матричні, гратчасті) представлення.

Засобами візуалізації називається група функцій ГІС, забезпечуючи оформлення вхідних і вихідних даних, результатів аналізу й обчислень, цифрових карт. Крім того, в ряді випадків зовнішнє оформлення виконує функції мови, що служить для передачі якої-небудь інформації. Засоби візуалізації покликані дати можливість сформуванню й оформити вихідний документ, що містить результати обробки інформації в тому вигляді, який необхідний користувачеві ГІС.

Всі засоби візуалізації даних можна умовно розділити на дві групи:

1. Засоби генерації й оформлення звітів.
2. Засоби побудови тематичних карт.

Побудова тематичних карт є могутнім інструментом аналізу даних, оскільки дозволяє наочно відобразити різні сховані залежності в розподілі значень характеристик об'єктів на досліджуваній території, що традиційними способами обробки даних було одержати важко, або взагалі неможливо.

**Висновки.** Реалізація різноманітних проектів показала високу ефективність застосування ГІС-технологій для вирішення задач гірничого виробництва; результати проектування свідчать про можливість створення (на базі ГІС) єдиної комп'ютерної технології збору, збереження, обробки і використання інформації (гірничо-геологічної, технологічної, маркшейдерської) при плануванні гірських робіт, прогнозуванні умов і екологічних наслідків відпрацювання родовищ, а також керуванні виробництвом на рівні гірничодобувних підприємств (шахт, кар'єрів, рудників), акціонерних товариств, галузей, регіонів.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. *Зеленський О.С.* Методологічні основи маркшейдерського забезпечення планування та обліку видобутку в інформаційній системі управління рудним кар'єром: Автореф. дис...канд. техн. наук. – Дніпропетровськ, 2003.

2. Информационные технологии в горном деле: Учеб. пособие/ Ю.Н. Попков, А.Ю. Прокопов, М.В. Прокопова. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2007. – 202 с.
3. *Коннолли, Томас, Бегг, Каролин*. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. – 3-е изд.: пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1440 с.
4. Шахтное и подземное строительство. Решение практических задач на ЭВМ / А.Ю. Прокопов, И.А. Мартыненко, С.Г. Страданченко и др. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2000. – 172 с.

ПАНАСЮК Андрій Вікторович – кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- маркшейдерія;
- математичне моделювання.

СТЕНЮК Михайло Петрович – асистент кафедри геотехнологій імені професора Бакка М.Т. Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- математичне моделювання;
- гірництво.

Подано 04.09.2007