

УДК 662.1:528:681.3065

Хламов Д., Анциферов А.

УкрНДМІ, (м. Донецьк, Україна)

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОЛОГО-МАРКШЕЙДЕРСЬКОЇ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ГІРНИЧОДОБУВНОЇ ГАЛУЗІ

© Хламов Д., Анциферов А., 2003

В статье описаны принципы и структура геолого-маркшейдерских баз данных, которые решают проблемы пространственного моделирования угленосных слоев и информационной поддержки горных технологий.

This paper describes design principles and structure of geologic-mine surveying databases that solve problems of carboniferous strata space modeling and information support of mining technologies.

Останні роки характеризуються значними успіхами у використанні геоінформаційних систем (ГІС) та систем автоматизованого проектування (САПР) для вирішення задач вугледобувної галузі. Найбільший прогрес спостерігається у застосуванні сучасних комп'ютерних технологій для створення електронної гірничо-графічної документації. Електронні плани гірничих робіт дуже гарно зарекомендували себе у виробництві. Ряд організацій використовує ГІС не тільки як засіб переведення карт, планів, схем, креслень у електронний вид, але й як базис для розв'язання розрахункових задач гірничої геометрії з метою розроблення просторових моделей родовищ корисних копалин.

У нинішній час в Україні практично відсутні геоінформаційні та спеціалізовані системи, які базуються на вітчизняних програмних продуктах. Аналіз сучасної ситуації в області застосування ГІС для гірничодобувної галузі показав, що використовувані на практиці системи імпортного виробництва недостатньо пристосовані для вирішення задач інформаційного забезпечення в умовах України, не використовують досвід, накопичений вітчизняною наукою і практикою, практично недоступні для широкого кола вітчизняних споживачів через високу вартість, складність освоєння і відставання виходу локалізованих для ринку України версій. Особливо слід зазначити, що найбільш розповсюджені ГІС орієнтовані на подання інформації у вигляді карт, які являють собою сукупність тематичних шарів і не дозволяють без спеціальної доробки проводити ефективний аналіз об'єктів і їхніх взаємин у тривимірному просторі, що актуально для задач гірничодобувної галузі, зокрема тих, що пов'язані з виникненням, дією та наслідками складних геомеханічних процесів.

У той же час наявність методик проектування складних систем дозволяє вітчизняним розробникам розробити основи геоінформаційної системи, вільної від зазначених недоліків і створювати на їхній основі розв'язні і конкурентноздатні проблемно-орієнтовані ГІС. Подібні роботи вже ведуться у багатьох країнах (США, Франція, Німеччина та ін.).

В УкрНДМІ з 1995 року ГІС-технології використовуються для створення електронних планів гірничих виробок та для розв'язання геолого-маркшейдерських задач. 1997 року було розпочато роботи з розроблення власної системи ("ГеоМарк") [1, 2], котра у 2000 році успішно пройшла промислові випробування по лінії Мінпаливенерго України. Зараз система знайшла своїх перших споживачів на підприємствах та в організаціях галузі і використовується для вирішення конкретних виробничих задач.

Розроблена ГІС ґрунтується на базі даних (БД) по об'єктах шахтного поля, що умовно називається геологомаркшейдерською. Її основа – інформація про гірський масив, отримувана з гірничих виробок і свердловин різного призначення. На основі досвіду використання її склад і способи збереження та оброблення поступово удосконалюються.

Кінцева ціль створення геологомаркшейдерської бази даних – створення тривимірної просторової моделі вугленосної товщі та об'єктів шахтного поля, котра може слугувати базою різноманітних виробничих задач. Для побудови тривимірної просторової моделі вугленосної товщі потрібна численність самих різноманітних параметрів, зберігати які логічно і зручно у єдиній базі. Розроблена в УкрНДМІ база даних складається з набору взаємозв'язаних інформаційних блоків, поміж яких:

- блоки, що містять інформацію про геологічні світи, вугільні пласти і гірські породи;
- блоки геометричних параметрів вугільних пластів і гірських порід;

- дані про якість вугілля;
- дані про обводненість і водопроникність пластів і порід;
- характеристика свердловин і виробок;
- геологотехнічний стан свердловин;
- стан гірничих виробок, що перетинаються свердловинами;
- дані про порушеність вуглевміщуючої товщі;
- дані про результати геофізичних, геохімічних та інших спостережень.

Далі зупинимось на основних з цих блоків докладніше.

Геометричні параметри порід і пластів

У першу чергу при будівництві тривимірної моделі потрібні геометричні параметри вуглепородного масиву. Їх отримують на основі замірів, що робляться різними шляхами та з різною точністю. Тому у структуру бази даних для замірів доцільно ввести єдиний інформаційний блок (чи то, кажучи мовою програміста, створити окрему "таблицю" БД), у який розмічатимуться дані про достовірність (точність) результатів вимірів і розрахунків, що зберігаються у базі. Переважну більшість замірів отримують за даними розвідувального буріння. Це - дані інклінометричних вимірювань у свердловинах, геологічних журналах свердловин, координати устів та задані кути нахилу свердловин.

Дані інклінометричних вимірювань включають три параметри:

- 1) глибину по осі свердловини точки заміру (замість глибини іноді недоцільно вводити довжину інтервалу, котра є величиною, похідною від глибини);
- 2) кут викривлення - кут відхилення осі свердловини від прямовисної лінії у вертикальній площині у точці заміру (величина обернена зенитної відстані);
- 3) азимут викривлення - дирекційний кут чи азимут напряму відхилення осі свердловини від прямовисної лінії.

Дані геологічних журналів свердловин включають такий набір параметрів:

- 1) глибину підшви шару - відстань від устя свердловини до точки підсікання ґрунту шару (породні шари, вугільні пачки і породні прошарки вугільних пластів) по осі свердловини;
- 2) потужність шару - потужність шару по осі свердловини;
- 3) кут падіння порід у точці підсікання підшви шару свердловиною;
- 4) справжню потужність - нормальна потужність шару (цю розрахункову величину доцільно обчислювати чи то вручну, чи то, якщо можливо, в автоматичному режимі під час введення даних у базу даних).

Віщеперелічені параметри потрібні для розрахунку координат точок перетинання свердловинами шарів порід і, насамперед вугільних пластів і маркуючих горизонтів. Слід відзначити, що аналогічні дані про пласти і шари порід отримують і замірами в гірничих виробках. У цьому випадку координати точок випробування у виробках отримують на основі маркшейдерських зйомок, які набагато точніше за інклінометричні вимірювання. Тому під час опису параметрів кожного заміру необхідно передбачити можливість введення інформації про те, що внаслідок яких вимірювань було отримано координати, тобто про клас точності. Оскільки зведена таблиця замірів слугує основою для побудови геометричної моделі породного масиву, потрібно переглянути можливість оцінки ступеня достовірності даних, що містяться у ній.

Довідники по світах, пластах і породах

Будь-яка галузева ГІС повинна мати здібність оперувати поняттями "пласт" і "порода" для однозначної ідентифікації вугільних пластів, вапняків, інших порід, опису їхньої належності до певних світів. Досвід застосування "ГеоМарк" показав, що для досягнення даної цілі доцільно організувати два дворівневі довідники (кожний рівень - окрема таблиця бази даних).

Перший довідник містить список порід. Його "верхній" рівень заповнюється назвами типів порід за ГОСТ (пісковик, кам'яне вугілля, аргіліт, вапняк і т.д.), а "нижній" рівень заповнюється назвами порід, застосовуваними на конкретному підприємстві, що зустрічаються на шахтному полі (глинистий сланець, пісковик крупнозернистий, "кучерявчик" і т.д.). Кожному запису "нижнього" рівня ставиться у відповідність ідентифікуючий запис "верхнього" рівня (наприклад: пісковик крупнозернистий → пісковик, антрацит → вугілля), що дозволяє, поряд з урахуванням особливостей окремо взятого підприємства, застосовувати єдиний підхід до оброблення матеріалів.

Другий довідник містить інформацію про геологічні світи, вугільні пласти, вапняки і маркуючі горизонти. Його “верхній” рівень заповнюється назвами світ та їх синонімічними позначеннями, а “нижній” – синонімічними позначеннями вугільних пластів і вапняків. Кожному запису “нижнього” рівня ставиться у відповідність запис “верхнього” для указання належності пласта до певної світи. Крім того, записи “нижнього” рівня повинні містити інформацію про те, чи є даний пласт або вапняк маркуючим.

Така організація вапняків не обмежує геологів шахт і розвідувальних партій жорстким набором конкретних назв порід і одночасно дозволяє прив'язувати довільні назви до жорсткого списку типів порід, що регламентується ГОСТом.

Якісний склад вугіллів

Для опису якісного складу вугіллів потрібно, в першу чергу, передбачити у геологомаркшейдерській базі даних наявність інформаційних блоків (таблиць БД) для таких параметрів як:

- 1) вологість;
- 2) зольність;
- 3) вміст сірки;
- 4) вихід летких сполук;
- 5) теплота згоряння;
- 6) лабораторна характеристика;
- 7) пластометричні показники;
- 8) середній показник відбиття вітриніту;
- 9) індекс Рога.

Хімічний склад газу, що міститься

Для вирішення низки задач потрібна інформація про хімічний склад газу, що міститься у вугіллі (поріді). Для опису хімічного складу бажано в окремих інформаційних блоках (таблицях БД) передбачити всі елементи, відображені на бланці результатів лабораторного випробування. Загальні відомості, котрі потрібно відобразити у БД, такі:

- 1) номер проби;
- 2) глибина по вугіллю;
- 3) глибина по породі;
- 4) дата надходження проби до лабораторії;
- 5) дата установки проби під відкачування;
- 6) дата зняття проби з дегазації;
- 7) вага проби і робочий тиск;
- 8) об'єм глинистого розчину;
- 9) об'єм газу з газопробника;
- 10) об'єм газу, що виділився вільно;
- 11) об'єм газу, що виділився під вакуумом;
- 12) загальний об'єм газу, що виділився.

Хімічний склад газу визначається в абсолютному і відносному виразі за складовими:

- 1) гелій He;
- 2) водень H_2 ;
- 3) кисень O_2 ;
- 4) азот N_2 ;
- 5) метан CH_4 ;
- 6) етан C_2H_6 ;
- 7) вуглекислий газ CO_2 ;
- 8) пропан C_3H_8 ;
- 9) сумарна частка важких вуглеводнів;
- 10) сумарна частка важких вуглеводнів їхніми заміщеними атомами водня на інші елементи.

Дані про обводненість і водопроникність

Дані про обводненість і водопроникність порід масиву визначаються на стадії буріння розвідувальних свердловин і їх також доцільно виділити в окремий інформаційний блок (таблиць БД). Інформація повинна в обов'язковому порядку описувати чотири характеристики:

- 1) досягнута глибина буріння по осі свердловини;
- 2) рівень води у свердловині;
- 3) час, за який був досягнутий поточний рівень води у свердловині;

4) поглинання промивальної рідини – у разі поглинання породами масиву промивальної рідини під час буріння свердловин.

Характеристика свердловин

В окремий інформаційний блок при проектуванні геологомаркшейдерської бази даних слід виділити характеристики про самі свердловини. Для цього потрібно передбачити окремі таблиці для відображення відомостей про діаметр буріння, пробурені бічні стволи, обсадку і заходи з тампонування свердловин. Доцільно передбачити можливість опису таких характеристик:

- 1) діаметр буріння (обсадних труб);
- 2) початок інтервалу – глибина початку інтервалу по осі свердловини;
- 3) кінець інтервалу – глибина кінця інтервалу по осі свердловини;
- 4) найменування операцій – спосіб тампонування (для таблиці “тампонаж”).

Геологотехнічний стан свердловин та стан гірничих виробок

Бажано передбачити у базі окремі таблиці з даними, що не несуть конкретну числову інформацію, а несуть описовий характер, але тим часом такі, що містять важливу узагальнену інформацію (не найшли відображення в існуючій базі даних). Ці дані можна розділити на дві групи – геологотехнічні особливості свердловин та стан гірничих виробок, що перетинаються свердловинами.

До геологотехнічних особливостей свердловин слід віднести такі дані:

- 1) відомості про пропущені та неякісно пробурені вугільні пласти;
- 2) дублювання окремих інтервалів та причини дублювання;
- 3) перетинання свердловиною тектонічних зон;
- 4) наявність локальних зон інтенсивної тріщинуватості порід;
- 5) вивалювання із стінок свердловини кусків породи і вугілля;
- 6) ускладнення під час буріння свердловин, пов'язані з геологічними причинами;
- 7) наявність аномальних газопроявів по свердловині;
- 8) поглинання промивної рідини у процесі буріння;
- 9) наявність напірних водоносних горизонтів по свердловині;
- 10) види геофізичних досліджень, проведених по свердловині.

До стану гірничих виробок, що перетинаються свердловинами, слід віднести такі параметри:

- 1) стан гірничих виробок, що перетинаються свердловинами;
- 2) види виробок, що перетинаються свердловинами, - очисні або підготовчі;
- 3) відомості про затоплення гірничих виробок, що перетинаються свердловинами;
- 4) об'єм води у пластах, виробки яких перетинають свердловини, та верхній рівень затоплення;
- 5) абсолютні позначки виробок, що зустрічаються;
- 6) наявність збіжок між виробками перебудованих пластів;
- 7) обґрунтування необхідності ізоляції свердловин від перетинаних гірничих виробок.

У цій статті описані основні компоненти розробленої геологомаркшейдерської бази даних, що входять у “базовий” комплект. Для вирішення конкретних задач може бути додано як додаткові таблиці, так і нові набори полів. Початкова версія геологомаркшейдерської бази даних, розроблена в УкрНДМІ ще у 1995-1996 роках мала низку недоліків. На основі аналізу досвіду застосування були зроблені відповідні доробки. Багато інформаційних блоків практично створено заново. Поданий матеріал відображає структуру даних, що підтримується останньою модифікацією геологомаркшейдерської БД ГІС “ГеоМарк”.

На закінчення хотілось би зазначити, що викладені у даній статті висновки та рекомендації можуть бути застосовані при розробленні баз даних, використовуваних у геоінформаційних системах для вирішення широкого кола геофізичних, геохімічних та інших задач з метою розробки просторових моделей родовищ корисних копалин.

Література

1. Анциферов А.В., Глухов А.А., Омельченко А.А. Разработка геоинформационной системы, ориентированной на задачи горнодобывающей отрасли // Геология и геохимия горючих копалин. – Львів, 1998. - № 4 (105). – С. 79-87.
2. Анциферов А.В., Глухов А.А., Омельченко А.А., Селяков Б.И. Географическая информационная система «ГеоМарк» для решения задач угледобывающей отрасли // Проблемы и перспективы использования геоинформационных технологий в горном деле. – Днепропетровск: РИК НГА Украины. – 2000. – С. 25-28.
3. Глухов О.О. Проблеми і принципи проектування геоінформаційних систем // Геоінформатика. – 2002. - № 1. – С. 89-94.