

УДК 622(06)

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПРИНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ
ПЛАНУВАННІ ГІРСЬКИХ РОБІТ В РОЗРОБКАХ
“КРИВБАСАКАДЕМІНВЕСТ”**

В.М.Назаренко, Міжнародна Академія комп'ютерних наук і систем, академік-секретар Криворізького відділення

М.В.Назаренко, "Кривбасакадемінвест", директор

С.А.Хоменко, "Кривбасакадемінвест", начальник відділу розробки ГІС

А.І.Купін, Криворізький технічний університет

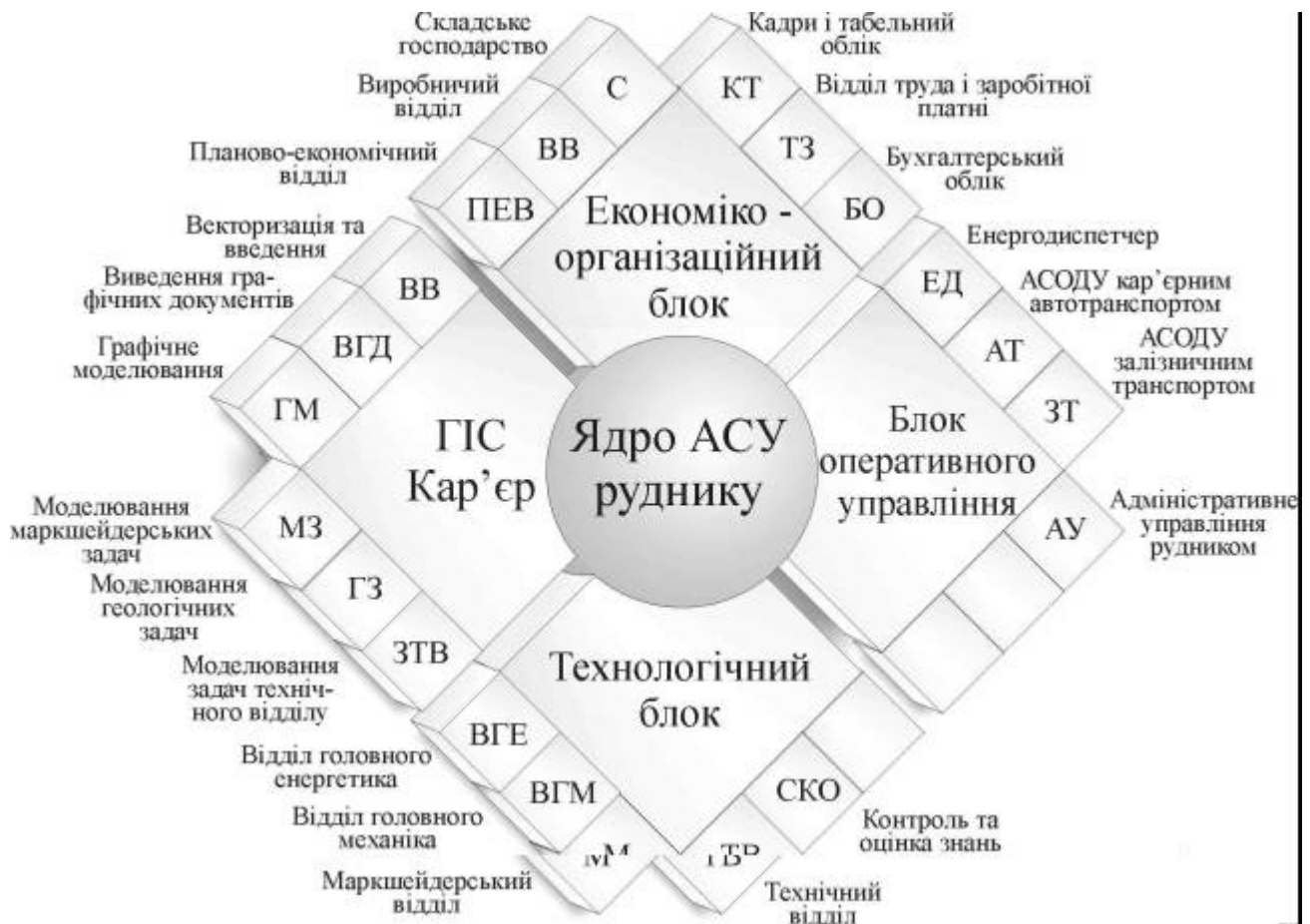
Показана актуальність впровадження інтелектуальних систем прийняття рішень в процесах планування і підготовки горних робіт применительно к умовам залізничних обогатительних комбінатів. Приведені конкретні приклади побудови подібних систем на прикладі розробки “Кривбасакадемінвест” з обґрунтуванням ефективності впровадження.

В технологічному циклі гірничодобувного та гірничозбагачувальної галузі промисловості планування гірських робіт та підготовки виробництва є найбільш складним і найбільш трудомістким етапом. Від ефективності планування в значній мірі залежать головні технологічні показники роботи ГЗК (якість, потужність та інші). Це вимагає значних інтелектуальних трудовитрат та досить високої кваліфікації працівників різних служб, їх тісної взаємодії та т. ін. Але і за цих умов не виключаються помилки, які обумовлені розгляданням обмеженої кількості варіантів плану, високим завантаженням фахівців та іншими факторами і як наслідок зниження ефективності планування і виробництва в цілому [1]. Наприклад, наші власні дослідження [1-3] показали, що на період 1999-2000рр. перевантаження низки фахівців основних технологічних підрозділів в умовах Інгулецького ГЗК перевищувало встановлені норми 1,8-2,2 рази. Це так зване явище “інформаційного бар'єру” [4], за умов якого, продуктивність роботи зазначених фахівців (наприклад, при плануванні) може понизитися в 6-10 разів [3, 4].

Як свідчить світовий досвід за умов інформаційного бар'єру найбільш ефективним шляхом вирішення перелічених проблем є комплексна автоматизація планування та підготовчих процесів за рахунок впровадження систем управління з елементами штучного інтелекту. Це перш за все експертні системи (ЕС) та системи підтримки прийняття рішень (СППР).

Підприємство "Кривбасакадемінвест" має більш ніж десятирічний досвід розробки та впровадження подібних систем у умовах гірничозбагачувальних комбінатів

(ГЗК) Кривбасу. Перелік наших робіт пов'язаних з ГІС показано на мал.1. Далі буде наведено стислі описи головних можливостей декількох систем, які розроблені сумісно з фахівцями Криворізького відділення Міжнародної Академії комп'ютерних наук і систем, Криворізького технічного університету та які безпосередньо зв'язані з тематикою впровадження сучасних геоінформаційних технологій саме в гірниче виробництво.



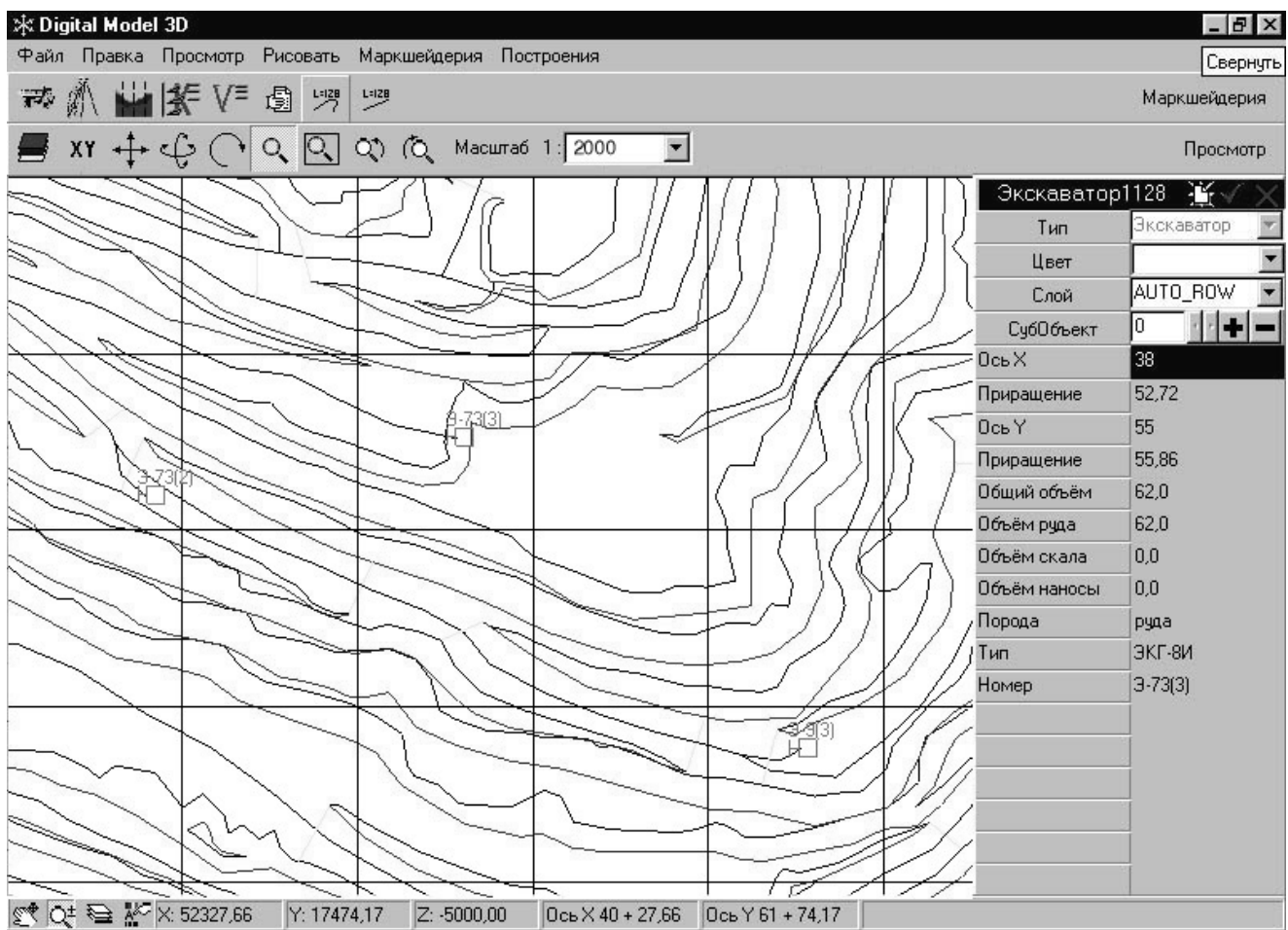
Мал.1

Головні напрями роботи “Кривбасакадемінвест”

Цифрова модель родовища (мал.2) є базовою задачею при плануванні роботи маркшейдерського, геологічного, технічного та інших служб гірничого підприємства. Головні можливості системи наступні.

- Формування цифрової моделі родовища (ЦМР), транспортних і комунікаційних артерій за результатами тахеозйомок.
- Побудова кількісних та якісних показників у визначених блоках, пунктах.
- Підрахування запасів гірської маси в рамках перспективного, поточного та оперативного планування.
- Оптимізація програми розвитку гірничих робіт в заданому напрямку.

- Оптимізація вибору взривних блоків в кар'єрі з урахуванням перспективного та оперативного планування ведення гірничих робіт.
- Оптимізація варіантів транспортування гірської маси з урахуванням розташування екскаваторів в кар'єрі та існуючих пунктів перевантаження та розвантаження в кар'єрі.
- Оптимізація вивозу гірської маси автомобільним та залізничним транспортом;
- Оптимізація закладення автомобільних та залізничних з'їздів.
- Побудова розрізів в будь-якому напрямку (продольних й поперечних, за маркшейдерськими вісями, з вміщувачами породами та ін.).
- Розрахунок середнього утримання корисних копалин в виймальному блоці;
- Оптимізація розташування виймальних блоків по горизонтам з урахуванням якості.
- Оптимізація закладення буро-вибухових блоків з урахуванням карти бури мості.
- Автоматизація ведення графічної документації планування гірничих робіт з урахуванням особливостей геологічної структури родовища.



Мал..2

Цифрова модель родовища (ЦМР)

Система автоматизації роботи маркшейдерських відділів, що вирішує наступні

задачі:

- Створення маркшейдерського визначення, що включає у себе визначення планового положення маркшейдерських точок методами прямої, зворотної та азимутальної засічок.
- Вирішення зворотної задачі та задачі полігонометрії.
- Обробка маркшейдерських зйомок:
 - визначення положення методом розімкнутого та замкнутого теодолітних ходів;
 - обробка польових тахеометричних зйомок для побудови контурів кар'єру;
 - розрахунок та побудова профілів автомобільних та залізничних з'їздів;
 - побудова профілів автомобільних та залізничних шляхів.
- багатоваріантне перспективне, поточне та оперативне планування ведення гірничих робіт у кар'єрі:
 - створення програм гірничих робіт з урахуванням якості сировини;
 - аналітичне визначення об'ємів гірської маси у целіку та розвалі;
 - розрахунок коефіцієнту роз рихлення порід.
- Завдання фактичного заміру видобутку руди та вскришних порід:
 - Розрахунок акту маркшейдерського заміру по дільницям та по руднику.
 - Розрахунок погашених запасів.
 - Ведення книги обліку видобутку порід.
 - Визначення повноти завантаження автосамоскидів та думпкарів.
 - Підрахунок втрат корисної копалини та розубожування.
 - Оперативний облік об'ємів гірської маси на пункти перевантаження та відвали.
 - Контрольний маркшейдерський замір.
 - Облік залишків взірваної гірської маси.
 - Рух запасів залістистих кварцитів по горизонтам кар'єру.
 - Порівняльний аналіз плануємих та фактичних показників роботи рудника по видобутку.
- Визначення оптимального маршруту вивезення гірської маси з мінімізацією витрат на транспортування при формуванні робочої програми гірничих робіт.

Використання даної системи дозволить:

- Знизити дальність транспортування гірської маси на 2-3% за рахунок оптимізації

транспортних потоків.

- Зменшити витрати, пов'язані з транспортування порід на 3-4%.
- Підвищити точність підрахування оперативних, підготовлених та готових до виймання запасів корисної копалини.
- Підвищити оперативність обміну інформації між відділами рудника (рудників) та зовнішніх структурних одиниць (цехів).

Система автоматизації планування буро-вибухових робіт, яка дозволяє вирішувати задачі по розробці і плануванні вибухових блоків. Система містить у собі комплекс задач, що поєднують роботу різних відділів рудника: маркшейдерський, технічного, геологічний, плановий.

До головних можливостей системи треба віднести наступні:

- автоматизоване викопіювання оконтуреного блоку цифрової моделі родовища з підключенням довільної кількості горизонтальних шарів (включаючи геологію).
- графічне редагування з використанням третьої координати й інший спектр візуалізації.
- автоматична побудова рядів планованих буровибухових шпар.
- автоматична побудова шпар з обліком різних геологічних порід, категорій вибуховості, та ін.
- автоматична нумерація шпар.
- формування проектної документації блока з додатковою інформацією, геологічним розрізом з урахуванням ліній нахилу порід (дані документації беруться автоматично з паспортів ведення буровибухових робіт).
- розрахунок зарядів буровибухових шпар з формуванням всієї необхідної документації.
- розрахунок уповільнення при вибуху.
- планування можливого розташування рядів уповільнення при діагональній комутації.

В подальшому розвиток даного програмного комплексу дозволить автоматизувати визначення собівартості виїмки гірської маси блоку з можливістю оптимізації і замикання цього параметра для багатоваріантного перепланування закладки буро-вибухових блоків з метою мінімізації собівартості.

Використання програми дозволяє:

- значно скоротити час на проектування блоку, поліпшити якість проектування;
- систематизувати роботу відділів рудника;

- підвищити точність розрахунків;
- застосувати нові схеми проектування і комутації, раніш не використовувані через складність розрахунків.

Система автоматизації диспетчерського керування технологічним транспортом у кар'єрі, що забезпечує вирішення задач візуалізації, контролю (за виконанням планових завдань) і управління транспортними засобами, які задіяні в процесі транспортування руди та шихтовки.

Управління здійснюється в режимі реального часу на підставі наступних критеріїв:

- критерій «продуктивність»;
- критерій «якість»;
- критерій «дальність»;
- критерій «1+1» (не більш 1 ТЗ на навантаженні і не більш 1 у черзі).

Система дозволяє здійснювати накопичення й аналіз інформації, видачу рекомендацій (порад) диспетчеру кар'єру для прийняття оптимального виробничого рішення, підготовку звітів про роботу ТЗ, виконання планових завдань. Передбачено зв'язок по корпоративній інформаційній мережі з іншими інформаційними системами ГЗК для одержання і передачі необхідної інформації про змінні завдання, результати роботи устаткування і персоналу за зміну.

Впровадження автоматизованої системи оперативного управління внутрішньо кар'єрним транспортом дозволить:

- 1) знизити простої гірничо-транспортного устаткування в кар'єрі з вини рудника (до 20%) за рахунок застосування критерію «1+1» ;
- 2) підвищити продуктивність роботи кар'єру за рахунок збільшення часу використання гірничо-транспортного устаткування (до 0,5-0,6%);
- 3) стабілізувати склад шихти (знизити коливання змісту заліза магнітного на 1-3%) за рахунок використання критерію «якість»;
- 4) підвищити якість і вихід концентрату (на 0,3-0,4%) за рахунок зниження коливань складу шихти, яка подається на збагачення і зменшення втрат магнітного заліза в хвостах;
- 5) знизити дальність транспортування в перерахуванні на 1 тонну перевезеної руди до 0,02 - 0,025 км, за рахунок оперативного визначення оптимальних маршрутів ТС.

Розрахунковий термін повної окупності системи складає 6-7 місяців.

Система автоматичного складання тижнево-добових графіків роботи (з розбивкою до зміни).

Дана система включає модуль мінімізації транспортних витрат з одноразовою стабілізацією якісних показників рудної шихти. Вказана система дозволяє проводити оперативний перерахунок графіків роботи кар'єру з урахуванням фактичних показників виконання плану за будь-який проміжок часу. Окупність системи досягається за рахунок зниження амплітуди коливання вмісту масової долі корисного компонента у шихті, яка потім подається на збагачення.

Система оптимального управління технологічним процесом видобутку і переробки корисних копалин на залізорудном гірничозбагачувальному комбінаті.

Ця система включає ланку програмних модулів, які дозволяють на підставі даних попередніх періодів проводити прогнозування якісних показників концентрату в залежності від характеристик руд, що переробляються [6]. Вказана система дозволяє вести підрахунок собівартості концентрату, вибирати оптимум на підставі компромісу кількості і якості виробленого концентрату. За допомогою таких програм може бути проведений вибір оптимальної рудної шихти для максимізації якості концентрату. Така шихта за допомогою вище перелічених програм може бути закладена в плани гірничих робіт в кар'єрі.

Таким чином, наведені системи призначені вирішувати досить актуальні питання необхідності застосування інтелектуальних систем управління в процесах планування та підготовки гірничих робіт. Сучасні розробки провідних фірм і зокрема Кривбасакадемінвест, доказують ефективність впровадження геоінформаційних систем в гірничому виробництві.

ЛІТЕРАТУРА

1. Назаренко В.М., Назаренко М.В. Обоснование применения геоинформационных технологий при автоматизации технологических процессов в горнодобывающей промышленности // Доклады II Межд. научн.-практич. конф. «Проблемы и перспективы использования геоинформационных технологий в горном деле».- Днепропетровск: РИК НГА Украины, 2000.- С.19-25.
2. Назаренко В.М., Назаренко М.В., Купин А.И. Влияние информационных и компьютерных технологий на качество и себестоимость железорудного сырья на примере Ингулецкого и Южных ГОКов // Сб. научн. трудов 2-го межд. симпозиума «Оперативный контроль и управление качеством минерального сырья при добыче и переработке».- Ялта, 1999г., С.110-117.

3. Назаренко В.М., Кривошеев А.В., Назаренко М.В., Купин А.И. Аналитическая модель информационных потоков основных технологических подразделений Ингулецкого ГОКа // Академический вестник Криворожского территориального отделения Международной Академии компьютерных наук и систем, 2000.- №1.
4. Лавинский Г.В., Шарапов А.Д. Теоретические основы автоматизации управления в экономических системах.- К.: Выща шк., 1988.- 178с.
5. Назаренко В.М., Назаренко М.В., Купин А.И. Применение ГИС-технологий для автоматизации диспетчерского управления технологическим транспортом в карьере // Сб. научн. трудов НГА Украины №9, Том 1.- Днепропетровск, НГАУ, 2000.- С.190-194.
6. Назаренко М.В. Система оптимального управління технологічним процесом видобутку і переробки корисних копалин на залізорудном гірничозбагачувальному комбінаті // Матеріали 5-ї міжнар.конф."Контроль і управління в складних систем"(КУСС-99).-Том.3.- Вінниця: "УНІВЕРСУМ-Вінниця", 1999.- С.52-55.