

**Управління роботою гірничозбагачувального комбінату
при використанні інформаційних технологій 21-го сторіччя**

Назаренко В.М., проф., докт.техн.наук, Назаренко М.В., канд.техн.наук, Хоменко С.А., Купін А.І., канд.техн.наук

Розвиток автоматизації в гірничій справі відбувався поетапно і історично складалося так, що з самого початку виникли системи для управління конкретними механізмами, які управляють технологічним процесом. Потім ці механізми за допомогою управління стали об'єднуватись в окремі групи (наприклад, пуск конвеєра та конвеєрної лінії). В залежності від ситуацій таке управління виконувалося як без людини так і з нею. Відповідно таке управління називалося автоматичним та автоматизованим. Виробнича технологія вимагає вести управління такого роду об'єктами тільки в реальному часі. В цих випадках потрібна миттєва реакція системи управління на деяку сукупність положення параметрів технологічного процесу. Тому воно і реалізується тільки в реальному масштабі часу. Спочатку такого роду системи реалізувались, як правило, в аналоговому вигляді. Вони іноді називались локальними технологічними процесами та управлялись так названими локальними системами або системами низького рівня. В практиці такі системи стали називати АСУ ТП. Структура їх була суттєво спрощеною. Реалізація на їх базі більш складних алгоритмів обумовлювало суттєве збільшення похибки в управлінні та зниження надійності функціонування. В результаті компромісу між складністю алгоритмів управління та заданою похибкою визначався допустимий обсяг структури такої АСУ ТП.

Розвиток цифрової обчислювальної техніки дозволив реалізувати алгоритми практично будь-якої складності без зміни похибки в управлінні. Деякий час це гальмувалося обмеженими можливостями по обсягу і швидкодії переробки інформації цифровою обчислювальною технікою.

Остільки за останній час різко виросли можливості засобів цієї техніки, то зараз є всі можливості по використанню їх в реальному масштабі часу по забезпеченню всіх необхідних вимог в системі управління як по швидкодії, обсягу переробки інформації так і по надійності.

Одночасно з виникненням великих обчислювальних машин виникли так звані автоматизовані системи управління (АСУ).

Вони виконували техніко-економічні розрахунки, облік та рух матеріальних, фінансових коштовностей і таке інше. Вони в технічній літературі одержали назву як системи високого рівня. Перші системи для розрахунків мали малу швидкодію і для своєї роботи вимагали багато часу і, ясна річ, не могли працювати в реальному масштабі часу. Та перший період їх застосування такої потреби і не було. Таким чином, на протязі з кінця 60-років по кінець 80-тих паралельно існували на нижньому рівні так звані АСУ ТП, на верхньому рівні - так звані АСУ. Безпосередніх зв'язків між ними (без участі людини) практично не існувало.

В зв'язку з розвитком технічних можливостей засобів обчислювальної техніки стало можливим реалізувати обидві системи низького та високого рівнів (АСУ ТП і АСУ) в реальному масштабі часу. Паралельно розвивались комп'ютерні мережі як засіб передачі інформації. Вони разом з новими апаратними засобами прийшли на зміну так званій "телемеханіці". При цьому стало можливим за допомогою комп'ютерної мережі з'єднати АСУ ТП та АСУ в єдину комп'ютерну систему управління. Це створило передумови, що дозволяють побудувати такі так звані великі комп'ютерні системи управління (КСУ) для одержання як мінімально-можливої собівартості товарного продукту, максимально-можливої якості її, або того і іншого (природно, на компромісній основі).

Одним із перших варіантів підходів при побудові КСУ було бажання направляти всю інформацію з нижнього рівня управління в обчислювальний центр підприємства і там її обробляти. І на основі переробленої інформації видавати сигнали на управління як нижнім так і високим рівнями. Такий варіант комп'ютерної системи одержав назву системи з централізованим управлінням. Реалізація її потребує значних коштів із-за необхідності мати потужний телекомунікаційний зв'язок і суттєві обчислювальні можливості на обчислювальному центрі. При цьому багато інформації поступає в центр, яка ним ніколи не використовується.

Але з введенням госпрозрахункових відносин між окремими цехами життя змусило основну частину інформації обробляти на місці (в цехах), подаючи частково інформацію в окремі цехи та керівництву комбінату та його відділи. Такий варіант комп'ютерної системи одержав назву системи з децентралізованим управлінням. В цьому випадку кожний крупний підрозділ підприємства повинен мати свою (локальну) комп'ютерну мережу, яка має зв'язок з центром та іншими локальними мережами. Всі локальні мережі мають свої зв'язки між собою, а також пов'язані з верхнім рівнем. Таку комп'ютерну мережу називають корпоративною. Комп'ютерна система з децентралізованим управлінням є найбільш прийнятною в ринкових умовах господарювання.

Ця система має відповідні рівні ієрархії управління. Ще в кінці 80-років фірмами Modicon і Telemecanique були вироблені глобальні концепції автоматизації виробництв та узаконені Міжнародною електротехнічною комісією (МЕК), стандарт 1131.

Окремі операції контролю і управління можливо покласти на системи автоматичного управління окремими технологічними механізмами, операціями та технологічною лінією в цілому. Як критерій управління найбільш вагомо використання цільової функції яка максимізує прибуток від продажу концентрату, агломерату, обкотишів. Такий критерій можливо формувати тільки на компромісній основі, з одного боку, шляхом зниження собівартості виготовленої продукції з-за зменшення витрат на її виготовлення, збільшення її кількості; з другого боку, шляхом підвищення якості продукції та інтенсифікації маркетингових досліджень, відповідного збільшення продажної ціни виготовленого продукту. Такий критерій повинен постійно корегуватись в залежності від умов розробки родовища, поточного його складу, технічного стану обладнання, умов обслуговування, кон'юнктури ринку та деяких суб'єктивних причин. Реалізувати такий критерій можливо, використовуючи нові технічні можливості сучасних засобів управління і автоматики, надав АСУ ряд нових функцій.

Запропонований нами підхід згідно стандарту МЕК 1131, розрахований на 5 рівнів управління.

Перший рівень використовується для зняття технологічної інформації та

представлення її в необхідній формі для подачі в локальну комп'ютерну мережу.

Другий рівень використовується для управління локальними технологічними та транспортними механізмами.

На третьому рівні виконується управління цехом. На цьому рівні управління вирішуються задачі стабілізації технологічних показників процесу добутки, подрібнення та збагачення в межах кожного підрозділу, секції, виконуються процеси збору інформації, її первинної переробки та видачі її частин в локальні та корпоративну мережі для забезпечення підтримки режимної карти технологічного процесу. Рудник, дробарна фабрика, збагачувальна фабрика, та транспортні і енергетичні цехи повинні мати свої локальні комп'ютерні мережі.

На четвертому рівні виконуються задачі управління комбінатом за допомогою корпоративної мережі комбінату. На даному етапі вирішуються задачі аналізу, поточного прогнозування, планування, оптимізації і видачі завдань та рекомендацій по веденню технологічного процесу.

На п'ятому рівні вирішуються задачі стратегічного планування виробництвом, а також відбувається процес постійного оновлення та доповнення критеріїв оптимальної роботи гірничозбагачувального комбінату в цілому і критеріїв функціонування його технологічних та основних допоміжних цехів.

До недавнього часу більшість КСУ базувалась на класичних операційних системах реального часу (наприклад, Unix або QNX). Але розробка прикладного забезпечення для таких систем є складною задачею і потребує достатньо високої кваліфікації програмістів. Другим недоліком таких систем є обмежений набір системного програмного забезпечення, що обмежує, в свою чергу, функціональні можливості КСУ на його основі. Ситуація змінилась з появою системної операційної системи Windows NT, яка стала пріоритетною в цій галузі.

В зв'язку з прийнятим в 1997 році Європейським товариством по розробці систем управління Положення про обов'язкове забезпечення будь-яких виробничих процесів засобами оперативного контролю і управління в комп'ютеризованих системах застосовуються SCADA-система (Supervising Control and Data Acquisition).

Для оперативного зображення процесів для будь-якої КСУ існують два основні підходи – самостійна розробка

прикладного програмного забезпечення (ППЗ) або використання одного із існуючих пакетів. Перший є дуже складним шляхом і в багатьох випадках несумісний зі строками реалізації КСУ. Він використовується тільки для простих систем. Звертаючи увагу на наявність великої кількості готових SKADA-пакетів, другий підхід при реалізації великих і складних систем більш придатний. Всі SKADA-системи дають можливість автоматичної розробки, що дозволяє створити програмне забезпечення систем автоматизації “без реального програмування”. А це дозволяє розробнику зосередитись на розгляді питань раціональної реалізації технологічних процесів.

Особливе місце в наборі інструментів займають ті, що відповідають за використання методів статистичного аналізу (наприклад, тих, що виконують кореляційний аналіз і порівняння наборів одномірних трендів параметрів процесу). Такий аналіз дозволить виявити закономірності між параметрами і подіями, застосувати механізм попередження небажаних подій шляхом формування повідомлень-рекомендацій оператору.

Крім того, за допомогою засобів візуалізації так названих GUI (Graphics User Interface) виконується візуалізація параметрів технологічного процесу і стану обладнання. На цьому рівні також виконується задача накопичення даних про положення технологічного процесу і передача їх на рівень управління виробництвом. На ньому виконується подальша обробка даних про технологічний процес та одержання “технологічних вижимок”, які дозволяють зробити узагальнення про якісні та кількісні параметри процесу, а також прийняти оперативні рішення. В таких задачах цей рівень напряму стикається з самим високим рівнем управління, де можуть використовуватись й інші методи (статистичні, ймовірні і таке інше).

До другого рівня управління передбачається включення автоматизованих робочих місць (АРМів) фахівців:

- для рудника (головного інженера, старшого геолога, старшого маркшейдера, виробничого відділу, бухгалтерії, технічного відділу, планово-економічного відділу, механіка, енергетика);
- для дробильної фабрики (головного інженера, планово-виробничого відділу, начальника зміни, механіка, енергетика, бухгалтерії);

- для збагачувальної фабрики (головного інженера, начальника зміни, технолога, механіка, енергетика, а також планово-економічного відділу, бухгалтерії, машиніста млина);
- для транспортних, енергетичних цехів (начальника зміни, планово-виробничого відділу).

Це дозволить покласти на комплекс АРМів, з одного боку, цілий ряд функцій експертної системи, систем підтримки прийняття рішень, з іншого боку, дозволить замінити цілий ряд стрілочних приладів, функції яких візьме на себе відеотермінальні пристрої. Витрати на їх експлуатацію значно менші, але їх надійність суттєво більша. Треба залучати для управління новітні досягнення в галузі психології (в першу чергу парапсихології) і методи теорії прийняття рішень.

Процес добутку корисних копалин на руднику залізрудного комбінату включає такі основні етапи – зняття розкривних порід і відкриття родовища залізної руди; розробка родовища, формування шихти в кар'єрі та транспортування її на дробильну фабрику для подальшої переробки.

За глобальною критерією оптимальної роботи рудника залізрудного комбінату цілком прийнятним було те, щоб в основі його було формування шихти з мінімально можливими відхиленнями від складу, який задається режимною технологічною картою. Така шихта реалізується рудником по максимальній вартості. Всі інші критерії (енергетичні, а також ті, що пов'язані з використанням матеріалів, вибухових речовин та інші), що входять в протиріччя з глобальним критерієм повинні враховуватись з ним на компромісній основі на рівні безперервного вирішення техніко-економічних задач.

Для оперативного управління та дострокового прогнозування робіт, які проводяться на руднику, необхідно мати цифрову модель родовища корисних копалин, на базі якої можливо вирішувати задачі управління як в ручному режимі на базі людясько-машинних систем, або ж з застосуванням окремих елементів управління в автоматичному режимі. Одними з таких задач є проектування блоку родовища для розробки, підрахування обсягу гірничої маси, автоматична розстановка бурових свердловин, оптимізація транспортних магістралей для вивозу розкривної породи та корисних копалин, мінімізація транспортних витрат при вивозі розкривної породи з кар'єру, формування тижнево-добових графіків роботи в кар'єрі,

планування гірничих робіт в межах місяця, року.

Центральним питанням при вирішенні основних задач по формуванні максимально-можливої якості концентрату є формування видів шихти, складеної з технологічних груп родовища близьких по властивостях процесу збагачення. Потім кожна технологічна група (вид шихти) для максимально-можливого виймання заліза переробляється в своєму режимі дробильною і збагачувальною фабриками. Такий вид розкриття родовища корисних копалин в літературі одержав назву селективного. Як показали дослідження, виконані Міжнародною Академією комп'ютерних наук і систем для умов рудника Інгалецького ГЗК з 9-ю сортами по збагаченню оптимальною кількістю видів шихти є три види. При цьому відпадає необхідність в організації складів різних сортів руди в кар'єрі і є технічна можливість ці види шихти переробити дробильною та збагачувальними фабриками. Для цього обов'язково мати цифрову модель рудника і нову організацію праці на комбінаті.

Головні напрямки нашої діяльності в плані управління рудником гірничо-збагачувального комбінату є розробка комп'ютерної системи управління з такими вихідними показниками як собівартість та якість продукції. АСУ орієнтована на забезпечення продукції фабрики з оптимальними показниками кінцевого продукту згідно Міжнародного стандарту ISO 9001 по якості та собівартості (при умові виконання планових завдань) і має на виході показники технологічного процесу (в часі – місяць, доба, зміна, година, а також поточні значення) – кількість підірваної руди та сформованої на її базі рудної шихти, її якісні показники по складу сортів, гранулометричній її склад (середній кусок), собівартість одиниці продукції. В зв'язку з відсутністю ряду надійних засобів контролю технологічного процесу АСУ може бути реалізована в сучасних умовах тільки як людська-машинна система.

АСУ рудника — це комплекс взаємопов'язаних програмних продуктів. Її складовими частинами є три блока: геоінформаційний блок, економіко-організаційний блок та блок диспетчерського управління. Взаємозв'язок між блоками виконується через комп'ютерну мережу рудника, яка є складовою частиною системи управління.

Основу **першого блоку рудника** складає геоінформаційна система (ГІС),

побудована на цифровій моделі родовища та комплексі автоматизованих робочих місць (АРМів) спеціалістів: маркшейдерського, геологічного, технічного, виробничого відділів. За допомогою цього блоку можливо виконувати:

- оцифрування (переклад в тривимірний формат) моделі кар'єру з паперових носіїв;
- формування (поповнення) цифрової моделі родовища і кар'єру (маркшейдерія, геологія, відвали, проектні контури та др.) з результатів тахеозйомки з використанням як оптичних, так і електронних теодолітів;
- широкий спектр задач підрахунку обсягів, якісних показників у визначених контурах, виконувати розрізи кар'єру та його дільниць в довільному напрямі;
- вирішувати задачі автоматизованого проектування (перепроєктування) бурових робіт з урахуванням паспортів блоків, типів порід, вибухівки та ін.;
- вирішувати задачі планування гірничих робіт;
- автоматично формувати недільно-добові (декадні) графіки роботи кар'єру;
- автоматично виконувати оптимізацію рудної шихти, яка подається на технологічний переділ;
- автоматично виконувати планування (з функціями оптимізації) транспортних магістралей при вивозі гірничої маси з урахуванням мінімуму витрат та стабілізації якості (для руди);
- одержання даних та вирішення цілого ряду інших задач (для прикладу, виконання автоматичного перерахунку та коректування планів) з урахуванням багатьох збудованих факторів (поломка екскаватора, завал дороги, зміна планів та ін.) з забезпеченням цільової функції (виконання заданого недільного добутку руди по кількості та якості).

Основу **другого** (економіко-організаційного блоку) складають АСУ відділів (на базі АРМів): планово-економічного, головного механіка, енергетика, бухгалтерії, складського господарства, відділів технічного контролю, кадрів, охорони праці, праці та заробітної платні, табельної, диспетчера, начальника і головного інженера рудника та ін.). За його допомогою забезпечується управління

рудником і виконується подача інформації про погодинні зміни собівартості та якості руди, яка видається рудником.

Основу **третього** блока (блока диспетчерського управління) складають системи управління автомобільним та залізничним транспортом для вивозу гірничих порід. За його допомогою можливо виконувати урахування фактичного виконання плану (кількість перевезеної гірничої маси, маршрут руху транспортних засобів та ін.) з можливістю формування контактних графіків, аналізу побригадного та особистого обліку. Цей блок може працювати з використанням технології GPS (Global Positioning System, або NAVSTAR, 24 супутника земної кулі на 6 орбітах з швидкістю 3 км/с на висоті 20 км з часом роботи 24 години за добу).

Елемент геоінформаційної системи та елементи її використання в технології добутку та транспортування корисної копалини представлені модулями. Це модулі уведення та векторизації графічного матеріалу, модуль графічного моделювання, модуль автоматизації маркшейдерських завдань (фактично АРМ маркшейдера), модуль автоматизації геологічних завдань (АРМ геолога), модуль планування гірничих робіт, модуль проектування буро-вибухових робіт, модуль диспетчеризації управління автомобільним та залізничним транспортом в кар'єрі. Останній модуль має можливість використання GPS-технологій. По нашому розумінню, на неї можливо покласти контроль завантаження транспортного засобу, кількості пального в ньому, а також модуль визначення та управління вартісними та якісними показниками процесів формування шихти та транспортування гірничої маси при проведенні гірничих робіт. До складу останнього модуля входять АСУ економічного плану — АСУ планово-економічного відділу, бухгалтерія цеху, складу, табельної, відділу кадрів. Модуль планування гірничих робіт фактично являє собою інтелектуальну систему прийняття рішень, яка може також працювати також і за допомогою уфолога. До нього входять АРМ виробничого, технічного відділу, частково відділів головного механіка, головного енергетика, головного інженера, а також начальника цеху.

В нашому розпорядженні є також досить сучасне графічне середовище власної розробки для побудови цифрової моделі родовища. Є спектр задач, які дозволяють максимально спростити і оптимізувати процес планування гірничих робіт в кар'єрі, формувати тижнево-добові

графіки роботи кар'єру, сформувати шихту потрібної якості. І це в умовах випадкового обслуговування (поломка екскаватора, обвал дороги і таке інше). При цьому постійно обчислюється собівартість продукції рудника як планова так і поточна; так і її якісні показники (як планові так і поточні).

В зв'язку з можливістю застосування комплексної системи управління транспортом слід підкреслити, що вона повинна задовольняти такі вимоги по обслуговуванню:

- в першу чергу, стабілізувати якість шихти, яка випускається рудником, шляхом контролю якості руди в транспортному засобі; існуючі засоби контролю якості типу РКС чи інші дають інформацію тільки в одній точці транспортного засобу; крім того точність їх низька. А тому іноді важко сказати, яка шихта буде краще, коли маршрут водію задав оператор, або він вибрав його сам. А щоб був економічний ефект необхідно мати відносно точну інформацію для поточного автоматичного перепланування недільно-добових графіків з розбивкою до зміни, до години;
- в другу чергу, скоротити відстань транспортування розкривних порід та корисної копалини;
- скоротити простоті автотранспорту;
- зменшити витрати пального та подовжити ресурс автомобіля.

Всі ці вимоги повинні комплексно ураховуватися системою управління транспортом. При тих витратах, які плануються для користування на введення системи управління по технології GPS, в наших умовах може дати ценз тільки стабілізація шихти; скорочення відстані транспортування можливо забезпечити і при існуючих системах практично без допоміжних капітальних вкладень; останні два фактора (скорочення простотів та зменшення витрат пального, подовження ресурсу автомобіля) в наших умовах при тих витратах, що плануються на впровадження системи з використанням технології GPS суттєвого впливу не мають. Так що впровадження цього заходу (технології GPS), на наш погляд, проблематично і в поточний момент часу нічого крім великих збитків не принесе.

З метою зниження витрат енергії на транспортування важкими стрічковими конвеєрами при коливаннях транспортуючого вантажопотоку вони повинні бути обладнаними регульованими приводами з

управлінням по швидкості транспортування і стабілізацією лінійної маси на конвеєрній стрічці. Залізничний транспорт, який обслуговує рудник, повинен бути обладнаний системою візуалізації за його рухом та обслуговуванням (завантаження, розвантаження, відправлення, зупинки, стоянки і відслідковування на маршруті).

Цілий ряд положень критерія оптимальної роботи рудника нашим підприємством на протязі останніх років впроваджено на руднику ІнГЗК.

Критерієм оптимальної роботи дробильної фабрики може бути прийнятною підтримання мінімальної собівартості подрібнення з підтриманням відповідних ознак по якості (особливо контролю масової долі класу – 45 мкм). В першу чергу, дробильна фабрика з метою економії електроенергії та раціонального використання обладнання повинна бути обладнана регулюючими приводами важких стрічкових конвеєрів, інерційних грохотів для забезпечення максимально-можливої ефективності грохотіння, мати засоби контролю вантажопотоку, розмірів розвантажуваних щілин заповнення дробарок, гранулометричного складу в окремих місцях схеми ланцюгів-апаратів (особливо класу -20 мм), розходу броні дробарок, ефективності грохотіння грохотів, поточного значення собівартості переробки руди фабрикою (в тому числі витрат на енергоресурси). Ряд положень критерія оптимальної роботи дробильної фабрики нашим підприємством за останні роки впроваджено на дробильній фабриці ІнГЗК.

Для збагачувальної фабрики за критерій оптимальної роботи може бути прийнято підтримання мінімально-можливої собівартості виробленого концентрату. На збагачувальній фабриці перша стадія подрібнення характеризується самим більшим ступенем скорочення крупності матеріалу. В наш час вона є практично єдиним елементом, який впливає оперативно на показники процесу збагачення. На наш погляд, основні задачі управління, які можуть вирішатись на першій стадії подрібнення можуть бути сформульовані як підтримання мінімального змісту заліза в хвостах першої стадії магнітної сепарації шляхом прямого контролю та застосування адаптивного управління завантаженням рудою млинів; стабілізація крупності продукту подрібнення; підтримання необхідної щільності зливу млина; мінімізації енергетичних витрат; діагностуванні залишкового ресурсу механо- та електрообладнання млинів. Але

треба мати на увазі, що встановлення щільномірів із-за конструктивних особливостей першої стадії подрібнення в наш час технічно ускладнене.

Основна частина з перелічених задач по першій стадії подрібнення та класифікації може бути реалізована за допомогою автоматичних пристроїв. Друга частина може бути реалізована на базі автоматизованого робочого місця (АРМ) машиніста млина. Останнє дозволить реалізувати втручання людини в некоректних ситуаціях за рахунок експертної систем та досвіду і інтуїції машиніста млина.

Для другої та третьої стадій подрібнення та класифікації можливо передбачити такі основні системи – контролю та підтримання щільності живлення гідроциклонів, контролю потужності приводів млинів, діагностиці технічного стану механічної та електричної частин млинів.

Для стабілізації щільності живлення магнітних сепараторів третьої та четвертої стадій, а також відходу магнітного заліза зі зливом дешламатора в хвості можливо застосувати локальні системи регулювання зі зміною розміру розвантажувального піскового отвору дешламатора і рівня пульпи в технологічних зумпфах.

Збагачувальна фабрика повинна мати засоби контролю вантажопотоків (для пісків та хвостів), якості продукції, що випускається (особливо масової долі класу – 45 мкм), контролю собівартості концентрату та витрачених енергоресурсів на одиницю продукції.

На рівні управління комбінатом повинна функціонувати система прогнозу як по собівартості так і по технологічним показникам роботи комбінату.

Все більш актуальною є вимога передачі інформації з SKADA-системи на WEB-вузли за допомогою компонентів, які забезпечують можливість доступу до систем автоматизації на базі In Touch через Internet-Intranet і дозволяють віддаленому користувачу взаємодіяти з задачею автоматизації як з простою WEB-сторінкою. Це є важливим моментом при постійному процесі формувань критеріїв оптимальної роботи як окремих підрозділів комбінату так і управління ним в цілому (5-тий рівень ієрархії управління).

Слід відмітити, що глобальний наступ Інтернету, в кінці кінців, торкнулося і області промислової автоматики. Так фірма Шнейдер Електрик, на одну з яких ми орієнтуємося і працюємо при розробці

таких систем, була однією з перших з тих, хто випустив встроєні WEB-сервери для серії контролерів. В 1998 році вони ввійшли в глобальну стратегію, концепція якої характеризується прийняттям поширених світових стандартів в області мережевих технологій.

Криворізький технічний університет, Міжнародна Академія комп'ютерних наук і систем, підприємство КривбасАкадем-Інвест — це ті організації, які ми тут представляємо. Ми маємо необхідні ліцензії на виконання робіт, відповідний багаторічний досвід в роботі по впровадженню систем автоматизації та необхідні наукові та виробничі кадри. Постійно їх готуємо як на рівні інженерів, так і на рівні кандидатів і докторів наук. Можемо в плані автоматизації виконати оперативну практично будь-яку роботу зі здачею "під ключ" з паралельним навчанням експлуатаційного персоналу.

Список літератури

1. Концепция Transparent Factory: Web-технология в автоматизации производства: Обзор по материалам «Шнейдер Электрик» // Инф. бюллетень Schneider Automation Club. -1999. - №7. -С. 22-28.
2. Кочура Е.В. Исследование шаровых мельниц как объектов оптимального управления и разработка способа, устройства и системы автоматической оптимизации шарового измельчения руд: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.07 / Днепропетровский горный ин-т им. Артема - Днепропетровск, 1976. - 23с.
3. Дриженко Ю.А., Василенко В.Г., Богданов В.М. Оценка снижения перегрузотранспортного оборудования при селективной разработке вскрышных пород / Разработка рудных месторождений. Открытые горные работы. - К.: Техніка, 1985. - Вып. 39. - С. 13 - 16.
4. Зеленский А.С. Разработка эффективных методов автоматизированного оперативного подсчета запасов и учета добычи на рудных карьерах // Сборн. научн. трудов 2-го Междунар. симпозиума «Оперативный контроль и управление качеством минерального сырья при добыче и переработке». - Ялта. - Академия горных наук Украины. - 1999. - С. 57-60.
5. Купін А.І. Інтегрована система управління процесами першої стадії збагачення залізної руди з мінімальними втратами у хвостах: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.07 / Криворожский технический университет. - Кривой Рог, 2001.
6. Лукас В.А. Динамика некоторых объектов и систем автоматического регулирования процессов обогащения: Автореф. дис... канд. техн. наук. - Свердловск, 1968. - 23с. (СГИ).
7. Марюта А.Н. Автоматическая оптимизация процесса обогащения руд на магнитообогатительных фабриках. - М.: Недра, 1975. - 231с.
8. Марюта А.Н. Автоматизация процессов измельчения и классификации. - М.: Недра, 1984. - 210 с.
9. Момот В.Е. Исследование и разработка статистических моделей для систем управления линией обогащения железных руд: Автореф. дис... канд. техн. наук: Автоматизация производственных процессов в горной промышленности / Днепропетровский горный ин-т. - Днепропетровск, 1978.
10. Назаренко М.В. Режимы работы автоматизированного грохота с максимально возможной эффективностью грохочения: Дис... канд. техн. наук: 05.05.06, 05.13.07. - Кривой Рог, 1995. - 219с.
11. Остапенко П.Е. Теория и практика обогащения железных руд. - М.: Недра, 1985. - 270с.
12. Сироджа И.Б. Теоретические основы и практические приложения моделей алгоритмов и программ распознавания образов с разнотипными признаками: Автореф. дис... д-ра техн. наук: / Харьковский ин-т радиоэлектроники. - Харьков, 1982.
13. Хорольский В.П. Адаптивная система многоуровневого управления технологическим процессом переработки руд: Автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.13.07 / Ленинградский горный ин-т. - Л., 1989.
14. Шмалый С.В. Система управления первой стадией измельчения в АСУ ТП железорудных обогатительных фабрик: Дис... канд. техн. наук. - К., 1989. - 174 с.