

## Список літератури

1. **Технические правила** ведения взрывных работ на дневной поверхности. – М.: Недра, 1972. – 239 с.
2. **Кузнецов Г.В., Улыбин В.П.** Контурное взрывание на открытых горных работах. – М.: изд.ЦНИМТЭИ, 1968. – с.49.
3. **Романчук О. В., Фролов А.А.** Конструктивные особенности оконтуривающих скважинных зарядов // Вісник Криворізького технічного університету: Кривий Ріг, 2008. – Вип. 20. – С. 18–21.
4. Обоснование и отработка рациональных параметров взрывания приконтурных блоков с применением отбойных скважин уменьшенного диаметра / **В.А. Фокин, Г.Е. Тарасов, М.Б. Тогунов, А.А. Данилкин, Ю.А.Шитов** // Сб. «Взрывное дело». – №97/54. – М.: Недра, 2007. – С. 32-39.
5. Аналіз методів визначення параметрів контурного підривання для формування постійних бортів кар'єрів при розробці скельних порід / **Е.А. Загоруйко, Т.В. Косенко, О.О. Фролов** // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2008. – №1(44). – С. 144-147– 0,42 др. арк.(на 1 автора 0,14 др. арк).
6. **Граур М.И.** Управление процессом разрушения пород при контурном взрывании с целью получения устойчивых откосов уступов в карьерах // Дисс. ... канд.техн.наук. – М., 1981. -201 с.
7. **Загоруйко Є.А., Косенко Т.В., Фролов О.О.** Встановлення закономірностей між властивостями гірського масиву і параметрами контурного підривання за умови розвитку екрануючої тріщини // Вісник Криворізького технічного університету: Кривий Ріг: КТУ, 2009. – Вип. 23. – С. 190–193.
8. **Фролов О. О.** Дослідження ефективності руйнування скельних порід вибухом свердловинного заряду для умов кар'єру ВАТ «Полтавський ГЗК» / **О. О. Фролов** // Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Гірництво": Зб. наук. праць. – 2007. – Вип. 15. – С. 61–65.

Рукопись поступила в редакцию 23.03.13

І.Є. ГРИГОР'ЄВ, канд. техн.наук, доц., ДВНЗ «Криворізький національний університет»

## СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ПРОЕКТУВАННЯ КАР'ЄРУ ЯК ВІДКРИТОЇ ВИРОБНИЧОЇ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ

**Проблема та її зв'язок з науковими і практичними задачами.** Глобальні зміни умов господарювання і трансформаційні процеси переходу до ринкової економіки спричинили спад ефективності функціонування підприємств гірничодобувної галузі. Одним із шляхів вирішення даної проблеми є підвищення надійності і ефективності прийнятих проектних рішень за рахунок використання системного підходу.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Витоком системного підходу є «Загальна теорія систем» розроблена австрійцем за походженням, біологом Карлом Людвигом фон Берталанфі. На противагу пануючій у XIX ст. теорії «закритих систем», Л. Берталанфі висунув біологічну теорію відкритих систем. В основу теорії було закладено твердження про те, що поведінка живих істот не може бути представлена просто як сумарна поведінка окремих їх частин. Живий організм являє собою щось більше, ніж суму окремих елементів, оскільки використовує для організації їх взаємодії принцип синергізму.

У рамках даної теорії було висунуто думку про те, що організми існують в тісному взаємозв'язку з зовнішнім середовищем. Їх функції і структура підтримуються за допомогою безперервного обміну інформацією із зовнішнім середовищем. В свою чергу, організм являє собою комплексну систему, що складається з безлічі взаємозалежних, об'єднаних в єдине ціле елементів.

Надалі Л. Берталанфі багато займався проблемою узагальнення концепції відкритих систем з метою її застосування в інших галузях знань. Ця робота породила у нього ідеї щодо загальної теорії систем, яка ставить своїм завданням формулювання та розробку принципів, застосованих до всіх систем.

У процесі еволюції наукової думки та розвитку поглядів на основі викладених Л. Берталанфі в теорії відкритих систем розробок було сформовано системний підхід.

Системний підхід при розв'язанні проблем гірничої справи використовували такі видатні вчені як Астаф'єв Ю.П., Хронін В.В., Трубецький К.Н., Коваленко В.С., Мельников Н.В та багато інших.

У своїх роботах вони аналізували стан кар'єру як виробничо-технічні системи, що являє собою техніко-технологічний комплекс, систему робочих машин і механізмів, підібраних пропорційно по кількості і потужності відповідно до видів продукції, що випускається (виконуваних робіт, послуг), технологією її виготовлення й обсягами випуску.

Основним недоліком традиційного підходу до процесу проектування є те, що традиційно кар'єр розглядається тільки як техніко-технологічний комплекс, система робочих машин і ме-

ханізмів, підібраних пропорційно по кількості і потужності відповідно до видів продукції, що випускається (виконуваних робіт, послуг), технологією її виготовлення й обсягами випуску. З цієї точки зору розглядається взаємозв'язок та взаємовплив виділених структурних елементів один на одного та на систему в цілому [1].

Як правило, дослідники, аналізуючи кар'єр, виділяють дві основні ознаки класифікації внутрішніх елементів системи: за видами технологічних процесів в кар'єрі; за характером виконуваної роботи.

За видами технологічних процесів у якості підсистем дослідники, як правило, виділяють наступні: бурова, вибухова, екскаваторна, транспортна, відвальна, перевантажувальна у випадках застосування перевантажувальних майданчиків, екскаваторна й транспортна на перевантаженні, бункерна на збагачувальній фабриці або інше.

За характером виконуваної роботи традиційно прості системи розглядають як системи, що займаються виїмкою розкривних порід, та системи видобутку корисних копалин. Отже, одна група простих систем, що видаляє розкривні породи з кар'єру, створює запаси руди, необхідні для нормального функціонування другої групи простих систем, що добуває корисні копалини.

У зв'язку з цим дослідниками було запропоновано систему-кар'єр розділити на три підсистеми, які мають самостійні цілі і завдання, спрямовані на виконання єдиної функції - видобуток корисної копалини [2]. У роботі пропонується розрізнити підсистеми:

1. «Розкривна», що займається виїмкою з кар'єру порід;
2. «Запаси», що містить у собі запаси корисної копалини і є проміжною;
3. «Видобувна», що здійснює видобуток руди.

Існують і інші підходи поглядів на систему кар'єр за якими дослідники виділяють загальні підсистеми. В основному дослідники виділяють за характером досліджень технічну, технологічну та організаційну підсистеми.

Відповідно до цих систем вивчають технічні або технологічні показники елементів систем. Організаційна система досліджується у якості інструменту підвищення ефективності взаємодії між технічною та технологічною підсистемами.

У цих підсистемах в залежності від предмету дослідження, його властивостей, проектувальником визначаються більш дрібні елементи системи. Він вивчає їх структуру, взаємодію та взаємовплив один на одного та на поведінку системи - кар'єр в цілому.

Проектування починається з аналізу вхідних даних та вибору технології робіт по розробці родовища корисних копалин. При проектуванні гірничого підприємства найбільш дрібним елементом технологічної підсистеми є елементи технології, а для технічної підсистеми - одиниця обладнання. При проектуванні кар'єру в першу чергу виконується кількісний розрахунок варіанту навантажувального обладнання. Найчастіше у якості такого обладнання є екскаватор з необхідною технологією навантаження. Потім проводиться аналіз та вибір виду технологічного транспорту для обслуговування екскаваторів та розрахунок його кількості. Надалі, при необхідності, вибирається бурове, а потім допоміжне обладнання та розраховується його кількість.

Отримавши основні прогностичні кількісні техніко-технологічні показники комплексу або системи робочих машин і механізмів, виконується оцінка ефективності їх використання за критеріями щодо пропорційності по кількості і потужності відповідно до видів та обсягів випуску продукції, яка випускається, або до виконуваних робіт та послуг.

Виходячи з основного завдання гірничого проекту, яке полягає в обґрунтуванні технічної можливості та економічної доцільності варіанту розробки родовища корисних копалин, виконується кількісна оцінка показників елементів технічної та технологічної підсистем за загальним критерієм «більше - менше». Оцінка варіантів їх якісних характеристик та характеристик елементів організаційної підсистеми виконувалась за допомогою використання економічних показників. В основному застосовувались показники капітальних та експлуатаційних витрат.

Динаміка змін цих витрат розраховувалась тільки для оцінки змін структури розташування у робочому просторі кар'єру елементів технічної підсистеми для виконання технології виробництва та корегування їх кількісних пропорцій. Оцінка прибутковості варіанту проекту виконувалась за допомогою статичного показника ціни мінеральної продукції на довготривалій етапі проекту.

У ринкових умовах трансформаційної моделі господарювання в Україні, все більшої глобалізації світової економіки, високої динаміки змін рядів обладнання, цін на енергоносії, сировину, матеріали, мінливості стану попиту та цін на ринку мінеральної сировини, все зростаючій конкуренції на ньому, швидкому оновленні нормативно-правової бази традиційний підхід до проектування кар'єру як до виробничої технічної системи не відповідає сучасним вимогам проектування підприємств. Він не дає можливості виявити, вивчити та враховувати більшість динамічних показників економічного характеру, необхідних для проектування, які активно впливають на ефективність функціонування технічної, технологічної та організаційної підсистем кар'єру.

**Постановка завдання.** Завданням даної роботи є розробка сучасного системного підходу до процесу проектування гірничодобувного підприємства не як до технічної, а як до виробничої соціально-економічної системи.

**Викладення матеріалу.** Центральним поняттям системного підходу є поняття системи. Існує велика кількість варіантів визначення даного поняття, але найбільш повним є наступне: система являє собою єдність взаємопов'язаних і взаємодіючих елементів, розташованих у певній закономірності в просторі і в часі, що спільно діють для досягнення поставленої мети.

Процес функціонування будь-якої системи можна представити у вигляді схеми, основними ланками якої є входи системи, процес та виходи системи (рис. 1).

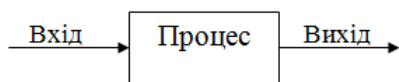


Рис. 1. Загальна схема функціонування системи

Під входами системи розуміють різні точки прикладання впливу зовнішнього середовища на систему. Входами системи можуть бути інформація, речовина, енергія. Залежно від ролі цих елементів в процесах, що відбуваються в системі, їх можна класифікувати наступним чином:

Перший елемент входу - той, над яким здійснюється певний процес, або операція (сировина, матеріали).

Якщо розглядати систему-кар'єр, то такими елементами є родовище корисних копалин, сировина та матеріали, енергія, інформація та інше.

На вхід будь-якого процесу гірничого підприємства надходять наступні ресурси:

природні - земельний відвід з його біоресурсами і корисними копалинами надр;

виробничі - виробничі потужності (основні фонди), сировинні, матеріальні та паливно-енергетичні;

трудові - колектив професійно навчених працівників необхідної кваліфікації;

науково-технологічні - наукові знання, втілені у використовуваних на підприємстві технологіях.

Другим елементом входу системи є зовнішня середовище, під яким розуміється сукупність факторів і явищ, що впливають на процеси системи і не піддаються прямому управлінню з боку її керівників.

Не контрольовані фактори зовнішнього середовища можливо поділити на дві категорії: випадкові, які характеризуються законами розподілу, невизначеними законами або які діють без усяких законів (наприклад, природні умови); фактори, які знаходяться у розпорядженні систем, є зовнішніми та активно впливають на систему, що проектується (наприклад, закони, нормативно - правові документи)

Третій елемент входу забезпечує розміщення і рух компонентів системи, тобто задає закони її організації та функціонування, цілі, обмежувальні умови та ін.

Необхідно підкреслити, що до початку економічних реформ в Україні в умовах директивної економіки другий вхід практично не мав впливу на гірничодобувне підприємство, тому ці фактори та явища практично не вивчалися, а їх вплив на ефективність проектних рішень не вивчався та не враховувався.

Наступною ланкою системи є операції, процеси або канали, через які проходять елементи входу. Система повинна функціонувати таким чином, щоб необхідні процеси (виробничі, підготовки кадрів, матеріально-технічного постачання та ін.), на які кожен вхід впливає за певним законом у відповідний час, досягали бажаного за ефективністю виходу.

Останньою частиною системи є вихід, який є продуктом або результатом її діяльності. Він являє собою результат перетворення інформації, речовини і енергії, в процесі функціонування системи. По виходу оцінюють ступінь досягнення цілей, поставлених перед системою. У

кар'єрі виходом системи є добути корисні копалини, їх обсяг та якість. Вихід системи - кар'єр співпадає з метою її функціонування. У даному випадку це видобуток якомога більшої кількості корисних копалин з надр землі, з найбільш ефективним використанням наявних ресурсів (технічних, технологічних, фінансово-економічних, людських).

Аналіз підходів до проектування гірничих підприємств показав, що при директивній та трансформаційній моделях економіки в Україні в умовах відсутності жорсткої конкуренції основна увага дослідників була зосереджена на першому та третьому входах. Другому входу зовнішнього середовища ними не приділялось достатньої уваги, зокрема оцінки динамічності економічних показників його елементів. Така ситуація визначалась тим, що ціни на обладнання, матеріали, енергію, інші елементи собівартості видобутку корисних копалин, контролювались та регулювались державою та практично не змінювались протягом тривалого часу. Крім того, якісний та кількісний модельний ряд гірничого обладнання мав жорсткі обмеження по виробництву та використанню. Законодавчі, нормативно-правові документи щодо регулювання гірничодобувної промисловості мали довготермінову дію. Ціни на мінеральну сировину визначались не ринком, а державними органами влади та не враховували якість продукції. Практично всі елементи другого входу системи регулювала держава. Економічна динамічність та невизначеність у часі елементів другого входу була настільки мала, що практично не впливала на ефективність проектних рішень проектувальника на тривалий період дії проекту. Практично всі вони у директивній формі доводились до нього Замовником.

Найбільш динамічним у тих умовах були елементи першого входу - природні. Це земельний відвід з його біоресурсами і корисними копалинами надр. Характеризуючи показники його розробки, по своїй суті, є дуже динамічні у часі та просторі.

Згідно методології проектування кар'єрів, проектант повинен визначити економічну ефективність техніко-технологічного варіанту проекту. Основним завданням перед дослідниками при такому підході є вирішення гірничо-технологічних та гірничотехнічних задач з вибору варіанту комплексної механізації та розрахунку кількісної комплектації. По суті, різниця в економічній ефективності гірничих підприємств визначалась тільки елементами першого входу - гірничо-геологічними умовами родовища та його географічним розташуванням.

Це суттєво змінювало умови функціонування системи.

Після переходу в Україні до ринкових форм господарювання більшість елементів другого входу набула характер невизначеності. Сучасні умови функціонування системи змінились. Глобальна конкуренція серед підприємств визначила, що основними показниками є ті, які характеризують фінансово-економічну ефективність гірничого виробництва. Прибуток підприємства набуває ознаки основного критерію оцінки ефективності функціонування варіанту технічної, технологічної, організаційної підсистем та у якості порівняльної комплексної оцінки показників ефективності функціонування всієї системи кар'єр з іншими підприємствами їхнього конкурентного середовища. Критерії мінімуму витрат ресурсів використовують тільки у якості допоміжних оцінок етапів проектного процесу при виборі та формуванні елементів технічної, технологічної та організаційної підсистем кар'єру.

Виходячи з наведеного, необхідно впроваджувати ще одну підсистему. Її елементами є фінансові та економічні показники, які характеризують використання елементів технічної, технологічної та організаційної підсистем у часі та просторі з урахуванням економічної динаміки елементів другого входу.

Такий підхід до дослідження кар'єру вимагає перейти до його розгляду не як технічної, а як виробничої соціально-економічної системи.

Економічна динамічність елементів другого входу зовнішнього середовища набула статус вирішального фактору впливу на вибір структури комплексної механізації та формування технічної та технологічної підсистем кар'єру. Наприклад, зміна цін на мінеральну сировину призводить до змін показнику мінімального промислового вмісту корисного компоненту та бортового вмісту корисного компоненту у руді, а це у свою чергу призводить до зміни величини запасів корисних копалин. Відповідно до ціни змінюється система надбавок за якість сировини та скидок за шкідливі вclusions, все більшого значення набувають штрафи за негативний вплив на навколишнє середовище, сплати за користування надрами та землею. Результатом такої динамічності є можлива зміна основних показників розробки родовища корисних копалин. Це може бути, наприклад, виробнича потужність кар'єру або строк розробки родовища. Динаміч-

ність цін на ресурси може привести до необхідності переходу на іншу технологію або заміну типу гірничого обладнання.

Не досліджений, а тому не прогнозований вплив змін елементів другого входу зовнішнього середовища системи кар'єр приводить до того, що гірничотехнічні, технологічні кількісні та якісні задачі проектування переходять у розряд економічних категорій або рішення економічних задач. Невизначені динамічні коливання ряду економічних показників зовнішнього середовища можуть привести проектанта до таких проектних рішень, які б при неврахованих змінах потребували більш частих змін у проекті розробки родовища. Життєвий цикл проекту може значно скоротитися та потребувати додаткових вкладень на його корегування або реконструкцію кар'єру. Такі зміни приводять гірниче підприємство до значних капітальних та експлуатаційних витрат, що знижують його конкурентоспроможність на ринку мінеральної сировини.

Для недопущення цих витрат перед проектантом встають задачі, які полягають у визначенні та закладенні резервів у основні показники проекту. Проектант може визначити основні розрахункові показники кожної підсистеми кар'єру для деякого періоду життєвого циклу проекту, а на основі аналізу динаміки коливань визначити та закласти до них необхідні резерви. Основною функцією резервів у показниках проекту є можливість їх використання для нівелювання можливого негативного впливу різних зовнішніх факторів. Це значно підвищить ефективність прийнятих проектних рішень за рахунок збільшення строку дії життєвого циклу проекту.

Використовуючи системний підхід, система (об'єкт) повинна розглядатися як сукупність взаємопов'язаних елементів (компонентів), що має вихід (мета), вхід (ресурси), зв'язок із зовнішнім середовищем, зворотній зв'язок. Це найбільш складний підхід. Його суть полягає в реалізації вимог загальної теорії систем, згідно з якою кожен об'єкт у процесі його дослідження повинен розглядатися як велика і складна система і одночасно як елемент більш загальної системи.

За своєю природою кар'єр є відкритою системою. Така система не є самодостатньою, вона залежить від енергії, інформації і матеріалів, що надходять ззовні. Важливо підкреслити, що відкрита система не просто існує в середовищі, вона існує завдяки йому. Багато в чому успіх проектування вимірюється ступенем інтеграції системи з середовищем, що закладається в проект. Чим краще середовище зрозуміле і оцінено, тим точніше буде відповідати йому система.

Для більш детального вивчення зовнішнього середовища необхідно розглянути його основні фактори впливу на систему, яку ми проектуємо. Тому обов'язково необхідно застосовувати другий висновок із визначення системи. Цей висновок вимагає розглядати кар'єр як елемент системи більш високого ієрархічного рівня, що і є особливою відмінністю системного підходу до кар'єру у ринкових умовах.

Гірничодобувне підприємство можливо представити у вигляді елемента систем більш високих ієрархічних рівнів: глобального, державного, регіонального та рівня системи - об'єкту .

На найвищому з ієрархічних рівнів - глобальному повинні розглядатися взаємозв'язки гірничого підприємства у міждержавному, світовому масштабі, а також встановлюватися ступінь його впливу на природу і людство виходячи з вимог світової спільноти в технічній, екологічній, економічній, правовій, соціальній та інших галузях.

На державному рівні формуються нормативно-правові умови до існування системи-кар'єр. Ці умови включають закони, формальні і неформальні розпорядження і допоміжні правила, що встановлюються державою, і регламентують діяльність гірничовидобувних підприємств.

На регіональному рівні виявляються регіональні та соціальні вимоги, а також вимоги різних груп громадян, громадських об'єднань до розвитку соціально-побутової інфраструктури, розміщення гірничого підприємства, його техніко-економічним, екологічним та іншим характеристикам, оцінюють їх правомірність, можливість і шляхи реалізації в прийнятих проектних рішеннях.

На рівні систем передбачається встановлення і облік зв'язків і відносин між системами, тобто між даним гірничим підприємством і іншими підприємствами, які добувають аналогічні корисні копалини, споживачами продукції, а також з транспортними, енергетичними, економічними, машинобудівними та іншими системами, соціальним та природним навколишнім середовищем. Вирішення питань на рівні систем у порівнянні з рівнем об'єктів і компонентів істотно складніше, це пов'язано з необхідністю ув'язки технічних, економічних, організаційних та інших видів рішень за межами структури гірничого підприємства в рамках взаємодії з іншими об'єктами і системами.

Кожний з представлених ієрархічних рівнів систем являє собою сукупність факторів невідзначеності, що здійснюють суттєвий вплив на третю частину системи - ефективність мети функціонування гірничої системи кар'єр.

У процесі проектування необхідно враховувати вплив факторів всіх ієрархічних рівнів. Лише такий підхід дозволить створити проект гірничого підприємства, який має довготривалий життєвий цикл та забезпечити йому ефективне функціонування в сучасних умовах.

**Висновок.** Системний підхід є потужним інструментом дослідження складних систем з великою кількістю елементів та взаємозв'язків між ними, якою є виробнича соціально-економічна система кар'єр.

Особливістю даного підходу є одночасний розгляд кар'єра з двох точок зору:

кар'єр як система об'єкт, який складається із внутрішніх підсистем;

кар'єр як елемент систем більш високого ієрархічного рівня.

Така точка зору дозволить врахувати комплексний вплив внутрішніх та зовнішніх факторів на систему кар'єр. Використання даного підходу в процесі проектування здатне значною мірою підвищити ефективність функціонування майбутнього підприємства.

Подальшими дослідженнями необхідно визначити основні показники кожної підсистеми кар'єру та створити рейтингову шкалу їх оцінок.

#### *Список літератури*

1. Проектирование карьеров: Учебник / К.Н. Трубецкой, Г.Л. Краснянский, В.В. Хронин, В.С. Коваленко. - 3-е изд., перераб. - 2009. - М.: Высш. шк. - 694с.

2. Астафьев Ю.П., Давидович А.С., Бевз Н.Д., и др. Автоматизация планирования горных работ на железорудных карьерах. - М.: Недра, -1982.- 280 с.

Рукопис подано в редакцію 23.12.12

УДК 622.271

В.В. ПЕРЕГУДОВ, д-р техн.наук, проф., Б.Ф. КУЧЕР,  
В.Ф. ПЛОТНИКОВ, Е.М. НИКОЛЕНКО, ГП «ГПИ «Кривбасспроєкт»

### **УВЕЛИЧЕНИЕ ПОЛНОТЫ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МАГНЕТИТОВЫХ КВАРЦИТОВ ПУТЕМ ПОСТАНОВКИ БОРТОВ КАРЬЕРОВ В КОНЕЧНОМ ПОЛОЖЕНИИ С КРУТЫМИ РЕЗУЛЬТИРУЮЩИМИ УГЛАМИ НАКЛОНА**

Предложен способ увеличения сырьевой базы ПАО «ЦГОК» путем постановки бортов карьера № 1 в конечном положении с крутыми результирующими углами наклона.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Проектными решениями и рекомендациями научных организаций глубина карьера №1 ограничена отметкой 500 м. Дальнейшая углубка карьера может привести к отрицательным экономическим показателям, обусловленным высоким коэффициентом вскрыши и отведением под отвалы значительных площадей дневной поверхности.

**Анализ исследований и публикаций.** На сегодня имеется комплекс мероприятий, позволяющих поставить уступы карьеров в конечном положении, в устойчивом состоянии с крутыми углами. Это позволяет получить экономический эффект. До настоящего времени эти мероприятия на карьерах Криворожского бассейна не применялись.

**Постановка задач.** Целью является увеличение сырьевой базы карьеров и уменьшение отведения площадей дневной поверхности под отвалообразование.

**Изложение материалов и результаты.** Освоение большинства месторождений железистых кварцитов открытым способом, начатое в Криворожском железорудном бассейне в 60-х годах прошлого столетия, в настоящее время осложняется присущими для данного способа разработки проблемами, связанными с увеличением глубины разработки:

снижение производительности по добыче руды;

увеличение коэффициента вскрыши;

ограниченность площадей дневной поверхности, отводимых под отвалы.