

После этого весь срок отработки карьера разбиваем на периоды, при этом продолжительность периода усреднения должна быть не менее 7-8 лет (т.е. равна сроку окупаемости основных фондов). В пределах каждого периода определяем максимально возможную устойчивую производительность карьера по руде (рис. 5). Из рис. 4 следует, что производительность первого периода составит 10 млн т/год, второго – 11,5 млн т/год, третьего – 13 млн т/год.

После определения производительности карьера и времени отработки месторождения определяем производительность по вскрыше. Для этого по выбранному направлению развития горных работ отстраиваем график нарастающих объемов вскрышных пород и руды  $V=f(P)$ . По данному графику усредняем и определяем эксплуатационные коэффициенты вскрыши, а далее, в зависимости от производительности карьера по руде, в пределах каждого периода определяем производительность по вскрыше.

Приведенная методика позволяет определить максимально возможную производительность карьера по руде при порядке развития горных работ, обеспечивающем работу карьера с минимальными текущими коэффициентами вскрыши.

Рукопис подано до редакції 21.02.12

УДК 622.34

І.Є. ГРИГОР'ЄВ, канд.техн.наук, доц., Ю.І. ГРИГОР'ЄВ, магістрант,  
О.О. ПОПРОЖУК, студентка, ДВНЗ «Криворізький національний університет»

### **УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ПРОЕКТУВАННЯ ГІРНИЧИХ ОБ'ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ФОРМАЛІЗАЦІЇ ТА АЛГОРИТМІЗАЦІЇ**

Розглянуто та проаналізовано використання основних типів алгоритмів при проектуванні гірничих об'єктів у сучасних умовах.

**Проблема та її зв'язок з науковими і практичними задачами.** Для підвищення ефективності та надійності проектних рішень, що приймаються при проектуванні гірничих об'єктів, в умовах невизначеності й неповноти вхідної інформації щодо об'єкта проектування необхідно застосовувати інформаційні технології. Такий підхід до процесу проектування гірничих об'єктів дозволяє прорахувати безліч альтернативних варіантів проекту розробки родовища корисних копалин. Широке застосування інформаційних технологій з використанням економіко-математичних методів та моделей дозволяє встановити кількісні та якісні взаємозв'язки та закономірності об'єкта проектування, визначити основні показники, якими характеризують варіант проекту. Тому подальший розвиток методів моделювання при проектуванні гірничих об'єктів є актуальною науково-практичною задачею.

**Аналіз досліджень і публікацій:** У радянські часи при виконанні проектних дій у гірничій промисловості широко застосовували економіко-математичні методи та моделі такі відомі вчені, як: Резниченко С.С., Хронін В.В., Арсентьев О.І., Ржевський В.В., Мельников М.В., Новожилов М.Г., Хохряков В.С., Астаф'єв Ю.П. та багато інших. У сучасній Україні розвитком такого підходу при проектуванні гірничих об'єктів займалися та займаються видатні вчені: Бизов В.Ф., Завсєгдашній В.О., Четверик М.С., Близиюков В.Г., Ковальчук В.А., Вілкул Ю.Г. та багато інших.

Для прийняття проектного рішення щодо досягнення мети проекту необхідно виконати оцінку показників варіанта проекту та вибрати серед них найкращий. Рішення проектувальника – це альтернатива, вибраний варіант проекту. Мета проекту – це майбутній та заданий стан системи показників проекту. У такому разі проект необхідно розглядати як систему та вивчати його за допомогою системного підходу. Множинність варіантів дій системи – це знакові моделі майбутнього стану проекту, визначення технологій проектних дій, які різняться як ресурсами, так і ймовірними результатами.

**Постановка задачі:** У даній роботі з метою підвищення ефективності проектних робіт при проектуванні гірничого підприємства запропоновано активно використовувати інформаційні технології. Такий підхід до об'єкта проектування дозволяє моделювати варіанти розвитку майбутнього стану гірничоекономічної системи, її основні показники. Запорукою успішного вирішення проблем проектування є широке використання економіко-математичних методів та

моделей на основі методу формалізації задач проекту та алгоритмізації процесу проектування гірничих об'єктів.

**Викладення матеріалу.** При використанні у процесі проектування гірничих об'єктів інформаційних технологій необхідно формалізувати усю вхідну інформацію щодо умов проекту, проектні дії проектувальника, ресурси проекту, систему показників проекту та виконати їх оцінку. Оцінка показників варіанта проекту виконується за допомогою використання критеріїв ефективності. Критерій вибору - це раціональний вибір варіанта дій проектувальника, який задовольняє особу, що приймає проектне рішення.

Процес управління проектом створення гірничого об'єкта - це цілеспрямований на досягнення мети циклічний процес, який має такі функції: планування, організація, мотивація та контроль. Тому проектувальнику гірничих об'єктів з метою управління проектом необхідно вирішувати задачі, які пов'язані з виконанням цих функцій. Ці задачі можна виконувати з різним ступенем деталізації. Планування включає в себе передплановий аналіз умов проекту та розробку планів різної тривалості й направленості. Продуктом функції є затверджений план дій проектувальника за змістом і тривалістю. Організація діяльності проектувальника полягає в адаптації структури управління під цілі та задачі проекту, сформульовані у плані, раціональний розподіл задач проекту, прав і ресурсів, відслідковування ходу виконання плану проекту й відповідне реагування на відхилення від нього. Функція мотивації полягає у стимулюванні праці виконавців проекту за допомогою усіх сучасних методів. Інколи між функціями організації та контролю вставляють функції регулювання та координації, які забезпечують функціонування управління у рамках параметрів плану проекту. Реалізація цих функцій забезпечує ліквідацію недоліків плану, оперативний перерозподіл ресурсів та інше. Основою цих функцій є зворотна інформація про об'єкт управління. Ці функції можна розглядати окремо або під функціями планування, організації, мотивації та контролю. Під функцією контролю ми розуміємо оцінку виконання плану проекту. Дані контролю, разом з інформацією із зовнішнього середовища, є необхідними для виконання наступного циклічного планового періоду. За таких умов межа між контролем та плануванням є умовною і повністю залежить від точки зору проектувальника.

Для досягнення мети проекту необхідно визначити область множини рішень системи, де оптимальне рішення визначається вектором рішень. Складність системи, яку ми проектуємо, характеризується структурою елементів системи. Кожна модель структури системи має тільки її притаманні властивості та характеризується показниками (1). У процесі управління між елементами системи встановлюються взаємозв'язки та взаємовідношення. Прямий зв'язок – це зв'язок між входом одного елемента та виходом іншого. Входи та виходи елементів системи визначаються та змінюються під впливом зовнішніх або внутрішніх процесів у елементах або у системі. Зворотній зв'язок - це зв'язок між виходом елемента та його входом.

Оптимальне рішення системи повинно враховувати можливий вплив випадкових факторів (2). Мета оптимального рішення – це визначення кількісних показників рішень по задачах. Під впливом проектувальника система повинна змінювати свою різноманітність так, щоб її стан відповідав оптимальним вимогам проектних показників згідно з метою проекту. Такий вплив проектувальником на систему можливо надавати у процесі прийняття рішень. Отже, проект – це система, яка створюється в уяві проектувальника, характеризується складністю структури її елементів, їх взаємозв'язків і взаємодією та показниками структурних факторів самої системи. Виходячи з цього твердження, якість проектних рішень визначається досвідом і кваліфікацією проектувальника, його здібностями й вмінням передбачувати майбутнє, часом та ресурсами в його розпорядженні, якісним моделюванням процесу проектування виробничих дій для досягнення мети проекту.

Прийняття проектного рішення - це дії проектувальника, який синтезує усі структурні фактори моделі системи, де відображені дії, ресурси, взаємовідносини між елементами системи, що проектується. Проектувальник знаходиться в ситуації (умови) прийняття рішень, яка виникає в тому випадку, якщо існують такі компоненти: мета створення проекту, варіанти дій, критерій вибору рішення. Використання інформаційних технологій при проектуванні гірничих систем потребує широкого застосування методів формалізації та алгоритмізації.

Як відомо, формалізація - метод вивчення різноманітних об'єктів шляхом зображення їхньої структури у знаковій формі за допомогою штучних мов, наприклад мовою математики. Формалізація оснований на мисленні, що дозволяє відобразити основні закономірності й проце-

си розвитку об'єктів навколишнього світу в знаковій формі за допомогою спеціальних знаків, символів, формул чи формалізованих мов.

Символіка формалізованих мов додає стислості викладу мети проекту, умов виконання технологічних дій, чітко фіксує конкретні значення досліджених ознак, властивостей або відношень та не допускає їх двозначних тлумачень. Таке представлення форми відображення реальних явищ і процесів, які виконуються, забезпечує узагальненість підходу до вирішення різних класів завдань і на основі формування знакових моделей дозволяє знаходити найбільш ефективні рішення, найбільш доцільні для виконання завдань.

Метод формалізації надає можливість проектувальнику гірничих об'єктів звільнитися від інтуїтивних уявлень, які малопридатні для процесу проектування через їхню невизначеність і неоднозначність.

Застосування цього методу при проектуванні гірничих об'єктів дозволить реалізувати таке: забезпечити узагальненість підходу до розв'язання проблем проекту; за допомогою символіки у стислій і чіткій формі зафіксувати значення проекту; реалізувати однозначність символіки (немає багатозначності звичайної мови); формувати знакові моделі об'єкта проектування та замінювати вивчення реальних процесів і подій у проекті вивченням цих моделей.

Формалізація пов'язана, як правило, з використанням математичного апарату, який застосовується під час економіко-математичного моделювання досліджуваних явищ і процесів, характерних для гірничих систем, що проектуються.

Загальну формалізовану управлінську задачу з проектування гірничого об'єкта можна представити у формі «дано...», «потрібно визначити». У формальному вигляді, використовуючи підхід (3), це можна навести як

$$\langle C, T, P / C_1, \Pi, \Omega, A, K, A_1 \rangle \quad (1)$$

де  $C$  - початкова ситуація (умови прийняття проектних рішень);  $T$  - час прийняття проектного рішення;  $P$  - ресурси для прийняття проектного рішення;  $C_1$  - проаналізовані (доопрацьовані) умови прийняття проектного рішення;  $\Pi$  - множинність гіпотез (варіантів) розвитку ситуації в майбутньому;  $\Omega$  - множинність цілей;  $A$  - множинність обмежень;  $K$  - множинність критеріїв;  $A_1$  - оптимальне рішення.

Формалізований процес управління проектними рішеннями при створенні гірничого об'єкта має мету, досягнення якої можливе при виконанні точного порядку проектних дій. Такий порядок дій в інформаційних технологіях задається алгоритмом. Алгоритм – це система правил для проектувальника, яка визначає перехід вхідних даних про об'єкт проектування до деяких результатів проекту та має масовість, кінцевий результат, визначеність, детермінованість. Алгоритмізація проектних дій поряд з формалізацією виступає в якості загального методу. До реалізації певного алгоритму зводяться усі процеси управління в різних системах, що проектуються.

У загальному виді виділяють три основні типи алгоритмів: лінійний, розгалужений і циклічний.

Схеми основних типів алгоритмів представлені на рис. 1. Основними базовими структурами є слідування, розгалуження і цикл. Слідування передбачає послідовне виконання команд зверху вниз.

Алгоритм, який складається лише з структур слідування, називається лінійним. У структурі розгалуження виконання дій відбувається за однією з двох або кількох гілок, вибір яких залежить від умови на вході розгалуження.



Рис. 1. Алгоритмізація рішення дій проектувальника на передпроектній фазі

вирішувати алгоритм будь-якої складності.

Найпростішими за структурою є лінійні алгоритми (рис. 2а).

Такі структури використовуються в розгалужених алгоритмах. Цикл передбачає можливість багатократного повторення конкретних дій, число повторів у яких залежить від умови циклу або завчасно заданого числа повторів. Ця структура використовується в циклічних алгоритмах. Доведено, що цих трьох основних базових структур достатньо для того, щоб побудувати алгоритм будь-якої складності.

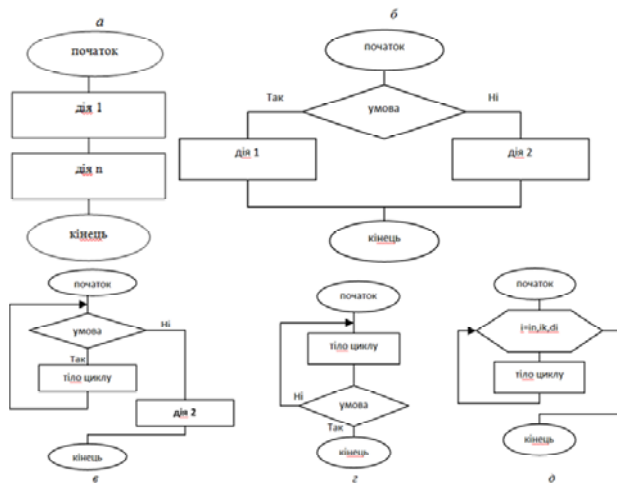


Рис. 2. Основні типи алгоритмів

швидка реалізація алгоритму;

зручний при прийнятті простих рішень, у яких результат залежить від одного фактора.

Недоліки лінійного алгоритму:

на практиці рідко вдається представити схему алгоритму рішення задачі у вигляді лінійної структури;

не виконує перевірку неможливих операцій, не включає в себе логічних умов;

має лише одну гілку обробки.

Алгоритми розгалуженої структури (рис. 2б) використовуються, коли необхідно організувати виконання певних дій залежно від конкретних умов або проміжних розрахунків. У схемах алгоритмів розгалуженої структури використовується логічний блок, який дозволяє організувати перевірку заданої умови. В одній умови може бути лише два шляхи слідування – істинний і хибний, причому виконавець за один раз може пройти умову лише за одним з напрямків, що дозволяє на виході отримувати різні результати. Розгалужений алгоритм зручний для оцінки ефективності рішення, тому що дозволяє провести аналіз на основі декількох критеріїв. Оскільки найбільш розповсюдженими критеріями оцінки є критерій максимізації прибутку і критерій мінімізації витрат, розгалужений алгоритм дозволить користувачу провести дослідження за кожним із заданих критеріїв, а також визначити, який із варіантів у цій конкретній ситуації є оптимальнішим.

Переваги розгалуженого алгоритму:

дозволяє проводити розрахунки за тими чи іншими формулами залежно від певної умови;

включає в себе логічні умови і має декілька гілок обробки, зручний у випадку, коли треба направити роботу програми в потрібному напрямку залежно від умови;

використовується для методів варіантів;

якщо треба організувати в програмі роботу з багатьма умовами, де бере участь конкретна змінна, можна використати алгоритмічну структуру «вибір».

Недоліки розгалуженого алгоритму:

потребує додаткової підготовки користувачів;

потребує більш дорогого обладнання і програмного забезпечення.

Алгоритми циклічної структури - це алгоритми, у яких ряд дій багатократно повторюється. Сукупність дій, що повторюються, називають циклом. Послідовність дій, які повторюються в циклі називають тілом циклу. Існують різні типи циклічних алгоритмів: цикл з передумовою (рис. 2в), цикл з післяумовою (рис. 2г) і безумовний цикл (рис. 2д). У циклі з передумовою перевірка умови здійснюється до виконання тіла циклу. Умова в такому циклі є умовою продовження циклу. Цикл з передумовою може не виконатися жодного разу, якщо вхідні дані не будуть відповідати заданій умові. Цикл з післяумовою - це цикл, у якому перевірка відбувається після виконання тіла циклу. Умова в такому циклі є умовою виходу з циклу. Цикл з післяумовою виконається хоч би один раз незалежно від умови. Безумовний алгоритм - це послідовність дій, яка виконується задану кількість разів. Його зручно використовувати, коли заздалегідь відомо, скільки разів необхідно виконати тіло циклу.

Переваги циклічного алгоритму:

Вони не мають розгалужень і циклів. У лінійному алгоритмі всі дії виконуються послідовно одна за одною. Такий порядок виконання дій називається природним. Основним призначенням лінійних алгоритмів є розрахунки, лінійний алгоритм складає каркас програми, її основу, всередині нього, там, де це необхідно, додають інші алгоритмічні структури.

Переваги лінійного алгоритму:

простий у складанні, не потребує тривалого часу на створення, допускає використання більш дешевого обладнання і програмного забезпечення, не потребує особливої підготовки користувачів;

містить одну чи декілька багатократно повторюваних частин (циклів); застосовується для простих систем, у яких елементів обмежена кількість.

Недоліки циклічного алгоритму:

щоб цикл мав шанс коли-небудь закінчитися, вміст тіла циклу повинен обов'язково впливати на умову циклу;

умова повинна складатися з конкретних виразів і значень, визначених ще до першого виконання тіла циклу.

**Висновки.** У роботі запропоновано загальну схему формалізації проектних дій проектувальника при моделюванні показників варіанта проекту. Розглянуто й проаналізовані основні алгоритми проектних дій. Визначено, що найбільш оптимальними для прийняття управлінських рішень є лінійні алгоритми, а у випадках, коли структури слідування недостатньо для рішення поставленої задачі оптимальними є розгалужені алгоритми. Крім того, існують управлінські рішення, для реалізації яких необхідно використовувати комбінації різноманітних типів алгоритмів (наприклад, використання циклічних структур у розгалужених алгоритмах).

### Список літератури

1 Григор'єв І.Є. Теорія проектування гірничих об'єктів у сучасних умовах / І.Є. Григор'єв// Вісник ДВНЗ «Криворізький національний університет». -Кривий Ріг. - Вип. 30. -2012. - С.11-14.

2. Бергаланфи Л. Общая теория систем. -М.: Прогресс, 1969.

3. Евланов Л.Г. Теория и практика принятия решений.- М.: Экономика, 1994.

Рукопис подано до редакції 20.02.12

УДК 553.5: 622.271

В.В. ТЕРЕЩЕНКО, Д.В. ШВЕЦ, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

## ФОРМИРОВАНИЕ И ДАЛЬНЕЙШАЯ РАЗРАБОТКА ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ДОБЫЧИ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ

Рассмотрены закономерности взаимосвязи добычных работ на карьерах Криворожского железорудного бассейна с режимами горных работ на отвалах. Предложен алгоритм формирования техногенных месторождений полезных ископаемых с учетом их дальнейшей разработки, последовательной переработки и извлечения полезного компонента для поддержания производственных мощностей ГОКов. Описанные схемы транспортирования вскрышных пород и их временное складирование в отвалы имеют рекомендационный характер.

**Ключевые слова:** техногенное месторождение, комплексное использование, сырьевая база, сопутствующие вскрышные породы, строительные полезные ископаемые, окисленные кварциты, железосодержащие отходы, разработка отвальных емкостей

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Криворожский железорудный бассейн представляет собой сложную природно-техногенную систему. Ведущая роль в бассейне принадлежит бедным рудам семи железистых горизонтов саксаганской свиты криворожской формации, второстепенная – железистым кварцитам и небольшим сингенетическим залежам богатых сидерит-магнетитовых руд гданцевской свиты оскольской формации [1].

Данное геологическое строение предопределяет месторасположение крупных предприятий горнодобывающей отрасли страны по добыче железорудного сырья в Криворожском бассейне. Так, на месторождении ПАО «ИнГОК» по минералого-петрохимическим, химико-аналитическим особенностям и технологическим показателям в числе балансовых запасов неокисленных железистых кварцитов пространственно выделяются гематит-магнетитовые  $sx^{5f(1)}$ , магнетитовые  $sx^{5f(2)}$ , магнетит-силикатные  $sx^{5s(3)}$ , магнетитовые  $sx^{4f(4)}$ , силикат-магнетитовые  $sx^{3f+2f+4s+3s(5)}$ , магнетитовые  $sx^{2f(6)}$  и магнетит-силикатные  $sx^{2f(7)}$  геолого-технологические сорта. Конечной продукцией, которую производит комбинат, является железорудный концентрат и товарный щебень из вскрышных пород. Однако при разработке карьера вскрываются также забалансовые запасы окисленных кварцитов, кондиционные марганцевые руды, бокситы, известняки, пески и талькосодержащие породы.

Например, в условиях ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог» железосодержащие отходы образуются при каждой стадии технологического процесса: от добычи железной руды до получения конечной продукции (проката).