УДК 622.271:562:622.34

А. М.ПИЖИК, канд. техн. наук, доц., І.В.ШПАНКО, аспірант
Криворізький національний університет

ОПЕРАТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТОВАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР'ЄРІВ В УМОВАХ КРИТИЧНИХ СИТУАЦІЙ

Аналіз наукових праць і досліджень [1-3], показує, що питання управління якістю залізорудної продукції є дуже гострим в умовах жорстких вимог щодо експлуатаційних характеристик видобутої сировини. При внутрішньо змінному управлінні екскаваторно-автомобільними комплексами (ЕАК) залізорудних кар'єрів визначальним критерієм ефективності роботи є виконання плану за обсягами добутку залізної руди з мінімальним відхиленням якості. Традиційно змінні завдання плануються, використовуючи методи математичного програмування [4], якими передбачається стабільність роботи технологічного обладнання. Але, в реальних умовах, протягом зміни вихід з ладу обладнання відбувається за різними причинами і на різний термін. У подальшому, вихід із ладу екскаватора або обладнання на пунктах розвантаження будемо вважати критичними ситуаціями. Отже, отримане на початку зміни рішення, щодо розподілу ЕАК, не є актуальним.

В цій ситуації є можливими декілька способів прийняття рішення, щодо перерозподілу обсягів видобутку залізної руди. Перший спосіб передбачає розв'язання задачі тим самим способом, як і з початку зміни, але для цього необхідно змінити цільову функцію і обмеження задачі.

Другий спосіб полягає у виключенні із завдання цільової функції та приведення її до більш простого перерозподілу обсягів видобутку руди. Таке спрощення завдання, яке вирішується методами лінійної алгебри, є допустимим і виправданим для управління процесом формування якості руди всередині робочої зміни. Розроблена авторами програма значно спрощує оперативне знаходження обсягів руди в умовах виробництва.

Третій спосіб використовує тернарні графіки типу 2М або 3М діаграм розсіювання, які запропоновані авторами [5]. Тернарні графіки (діаграми розсіювання або графіки поверхонь) використовуються для дослідження зв'язків між декількома змінними, коли три з них є, наприклад, компонентами суміші (це означає, що сума їх залишається постійною для всіх спостережень). Прикладом може бути речовинний склад залізної руди.

На тернарному графіку типу 2М для представлення трьох (або більше) змінних [компоненти X, Y і Z] на площині використовується трикутна система координат. Точки графіка відповідають пропорціям змінних-компонентів (X, Y і Z), а в нашому випадку обсягам руди.

Тернарний графік типу 3М використовується для представлення чотирьох (або більше) змінних. Цей тип графіка доцільно використовувати для чотирьох і більше рудних забоїв.

Тернарні графіки можна побудувати заздалегідь, припускаючи виникнення різних ситуацій, наприклад, вихід з ладу екскаватора на певний час, зупинка пунктів розвантаження та ін. У цих випадках організаційні рішення будуть прийматися оперативніше з мінімальним часом.

Спосіб перерахунку обсягів руди необхідно обирати залежно від часу зміни. Отже, перший спосіб рекомендовано застосовувати на початку зміни. Інші способи доцільно застосовувати наприкінці робочої зміни. Крім того, результат прийнятого рішення доцільно перевіряти за допомогою імітаційної моделі роботи ЕАК.

Список літератури

1. **Mykola Stupnik *et al.*** Enhancement of the quality of marketable iron ore products of Kryvyi Rih iron ore basin.2023 *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 1156, IV International Conference "ESSAYS OF MINING SCIENCE AND PRACTICE"(RMGET-2022)09/11/202211/11/2022Dnipro, Ukraine 1156 012031DOI 10.1088/17551315/1156/1/012031

2. **Жуков С.О., Азарян В.А.** Розвиток теорії управління якістю рудопотоків залізорудних гірничо-збагачувальних комбінатів. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. 2018. Том 29 (68) Ч. 2 № 3.с.89-94. http://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/3_2018/part_2/18.pdf

3. **Владико О.Б., Мальцев Д.Б**. Аналіз сучасних методів контролю якості рудної сировини. Розробка родовищ: Зб. наук. пр. – 2015. — Т. 9. — С. 243-255 http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/104642 .mining.in.ua/articles/volume9_2/30.pdf

4. **Jélvez, E., Morales, N., Nancel-Penard, P.** (2019). Open pit mining planning. Proceedings of the 27th International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection - MPES 2018. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99220-4_18

5. **Zamalloa, L.J., Dağdelen, K.** New Approach on the Development of Operational Fleet Management Systems Using Adaptative AI Techniques: Analysis of Adaptative Goal Weights. *Mining, Metallurgy & Exploration* (2024). https://doi.org/10.1007/s42461-024-01089-w