

УДК 338:658:[512.7]

Демиденко М.А.

**ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПІДВИЩЕННЯ
ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ КАР'ЄРНИМ ТРАНСПОРТОМ**

Проаналізовано та обґрунтовано підхід до підвищення економічної ефективності функціонування гірничо-транспортного комплексу кар'єру із застосуванням економіко-математичного моделювання.

The approach to the problem of an increase in efficiency of operation of a mining and transport complex by using economic and mathematical simulation has been analysed.

Економічна ефективність функціонування кар'єру Полтавського гірничо-збагачувального комбінату може бути підвищена за рахунок скорочення витрат на капітальні вкладення в будівництво складів перевантажувальних пунктів (ПП), а також за рахунок оптимального оперативного планування роботи кар'єрного транспорту. Для визначення оптимальних об'ємів складів та оптимальних планів управління транспортом доцільно побудувати економіко-математичну модель, що враховує економічні та статистичні дані про роботу підприємства, економічні та технологічні обмеження, що накладаються на його роботу.

Вивезення гірничої маси з глибоких горизонтів характеризується значною нерівномірністю, як автомобільного, так і залізничного вантажопотоків. Для забезпечення незалежності роботи суміжних видів транспорту на стику між ними влаштовують перевантажувальні склади. Значні обсяги складів ПП та їх чисельність дозволяють виконувати місячну програму кар'єру (табл. 1). Однак при цьому маємо значні матеріальні та грошові витрати. Для перевантаження на ПП використовується до 30% всього екскаваторного парку на кар'єрі. Розміщення ПП вимагає додаткової виїмки мільйонів м³ порожньої породи.

Таким чином, неритмічність роботи ланок транспортування компенсується будівництвом значних за об'ємом складів. У свою чергу, це призводить до значних капітальних витрат.

Тому підвищення економічної ефективності роботи підприємства може бути досягнуте за рахунок визначення оптимального співвідношення між неритмічністю роботи транспортного комплексу та об'ємом складів.

У якості економічного критерію управління, у даному випадку, доцільно розглядати мінімізацію капітальних і експлуатаційних витрат.

Таблиця 1

Показники роботи екскаваторно-автомобільного комплексу при комбінованому транспортуванні в кар'єрі ПГОК у жовтні 2000 р.

	Номер пункту перевантаження, об'єм гірничої маси, тис. м ³ /відстань перевезення, км							Усього	
	13/-25	50/+30	55/-13	60/+54	71/-15	91/-25	93/-90		
У середньому по пунктах перевантаження	187/2,2	104/3,2	19,5/1,7	145/1,9	114,5/2,3	179,7/2,4	167/3,1	916,9/2,5	
Інтенсивність вантажопотоку, тис. м ³ /км	411,4	322,8	33,15	275,5	263,4	431,3	517,7	2292,3	
Пайова участь ПП у місячній програмі									
	м ³ ·км, %	18,2	14,7	1,5	12,1	11,7	19	22,8	100,0
	м ³ , %	20,4	11,3	2,2	15,8	12,4	19,6	18,3	100

Була досліджена динаміка неритмічності роботи автомобільного та залізничного транспорту. На рис. 1–2 наведені ланцюгові темпи зміни надходження залізничних вагонів на перевантажувальні пункти.

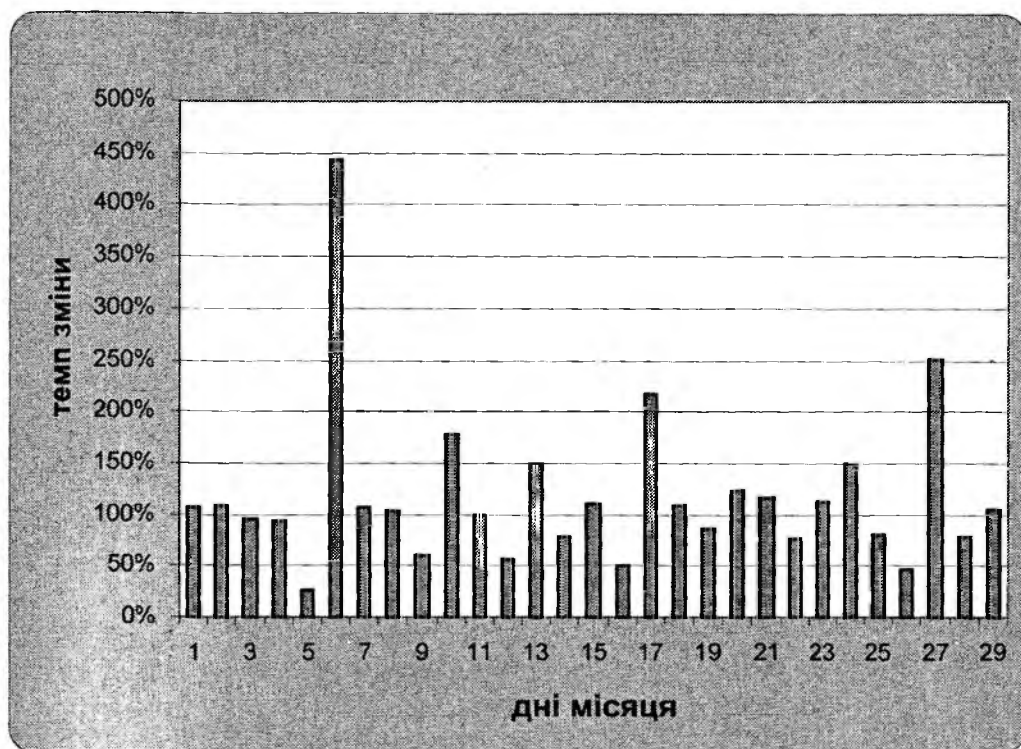


Рис. 1. Темпи зміни надходження залізничного транспорту на 13ПП

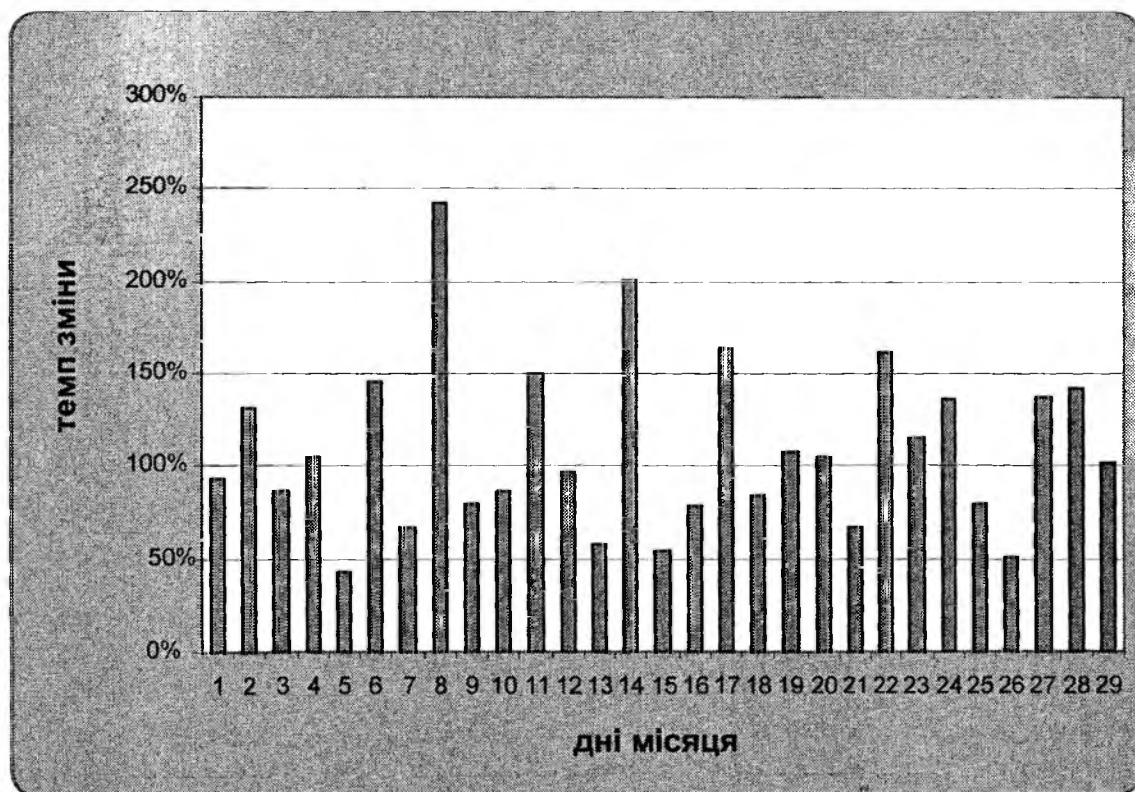


Рис. 2. Темпи зміни надходження залізничного транспорту на 50ПП

Як видно з наведених рисунків, в окремі дні темпи надходження залізничного транспорту можуть коливатися більш ніж у два рази.

Аналіз ритмічності роботи автомобільного транспорту наведений на рис. 3–4. Аналіз показує, що робота автомобільного транспорту неритмічна, в окремі дні місяця темпи зміни можуть перевищувати 500%. На діаграмі бачимо періоди неритмічності до чотирьох діб. Тому на даних перевантажувальних пунктах необхідно мати склади, що демпфують роботу транспорту протягом декількох діб.

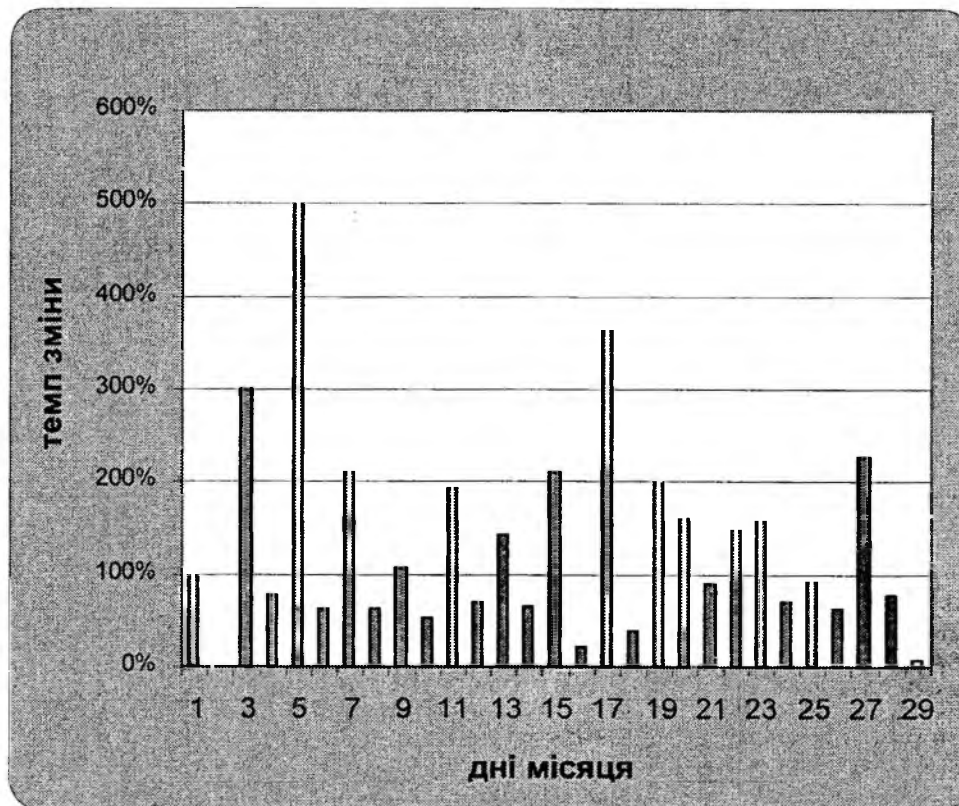


Рис. 3. Темпи зміни надходження автомобільного транспорту на 13ПП

На рис. 5–6 показана різниця між доставкою та відвантаженням по відповідних перевантажувальних пунктах. Аналіз показує, що в окремі дні об'єми складів збільшуються на 20 тис. т, а в інші періоди місяця прибулий залізничний транспорт може простоювати через відсутність на ПП до 15 тис. т корисних копалин. Таким чином, виникає необхідність управління гірничо-транспортним комплексом таким чином, щоб знизити економічні наслідки від простою автомобільного та залізничного транспорту, недопоставки руди споживачам і мінімізувати витрати на будівництво складів на ПП.

Розглянемо математичну модель, що дозволяє визначати оптимальні вантажопотоки для добових інтервалів планування. Структурна схема процесу транспортування та перевантаження корисних копалин на кар'єрі показана на рис. 7.

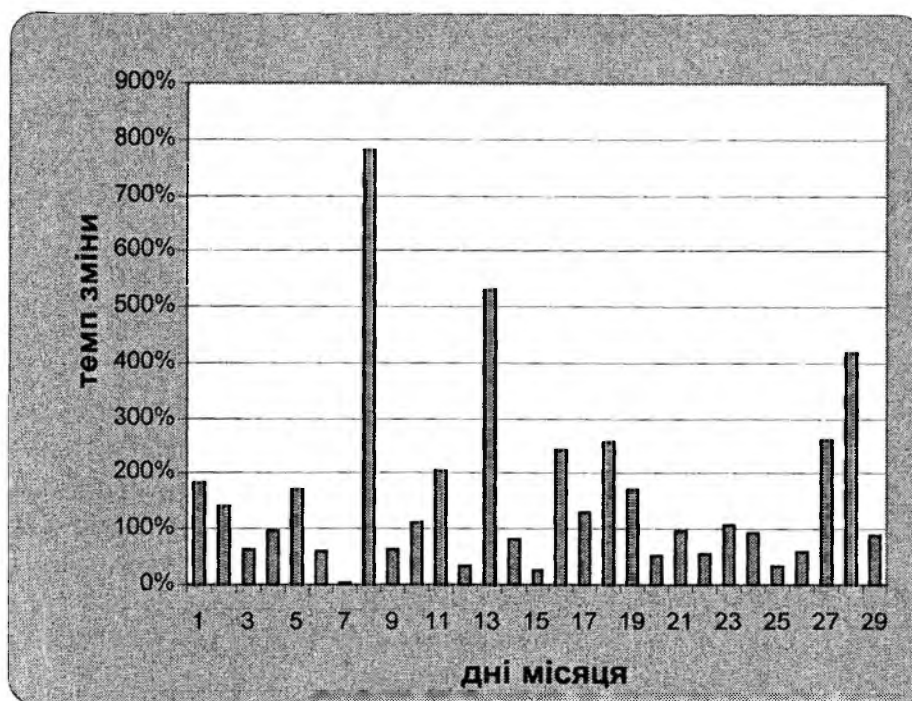


Рис. 4. Темпи зміни надходження автомобільного транспорту на 13ПП

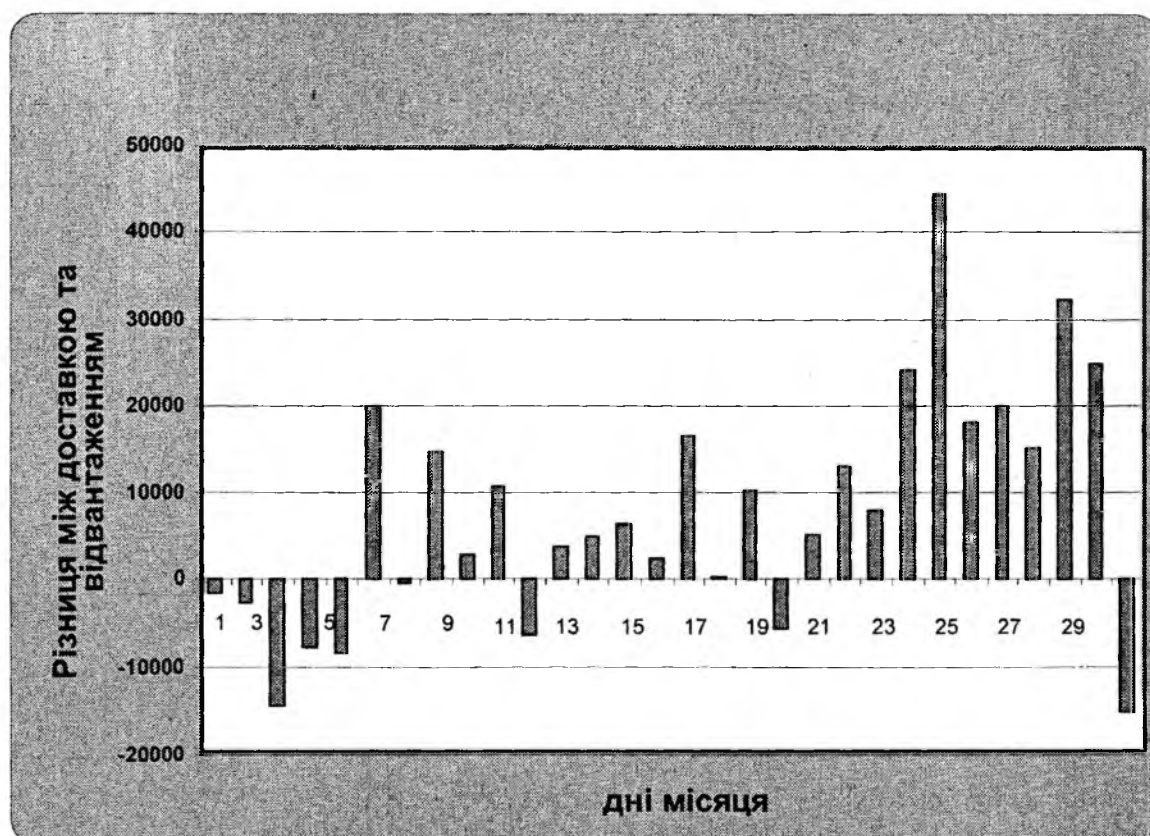


Рис. 5. Різниця між доставкою та відвантаженням для 13ПП

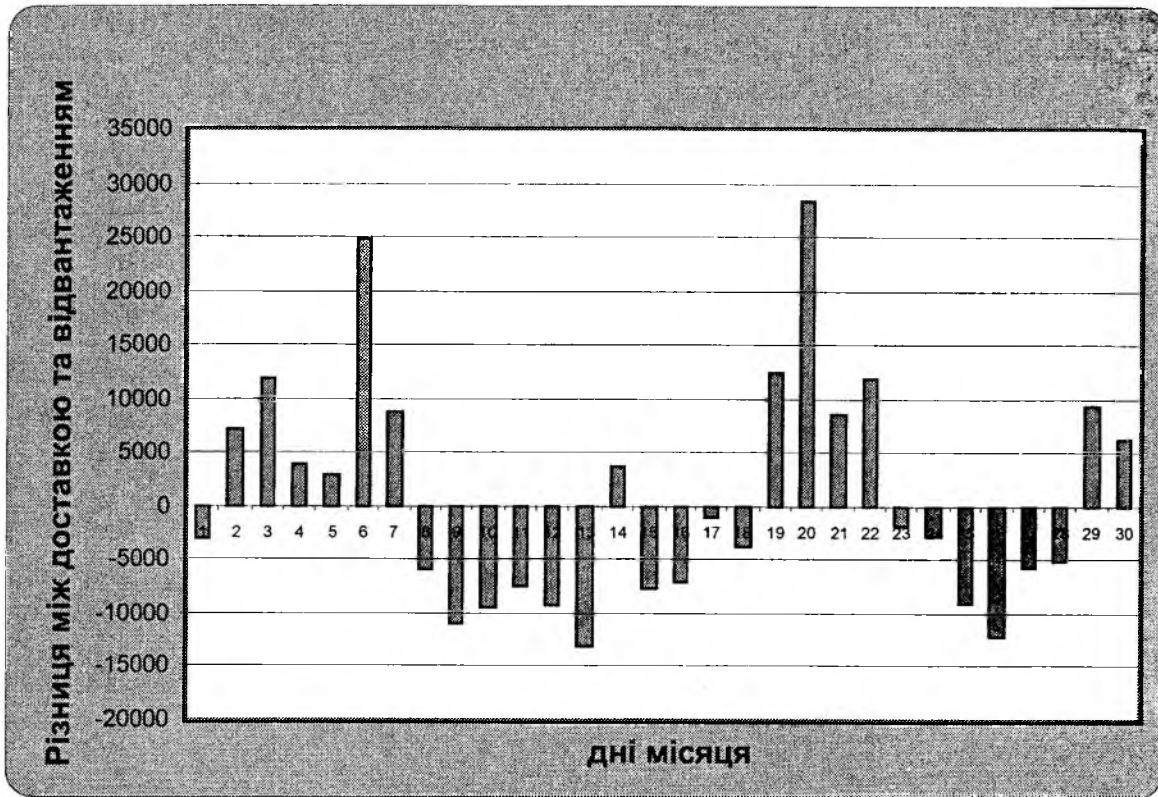


Рис. 6. Різниця між доставкою та відвантаженням для ПП13

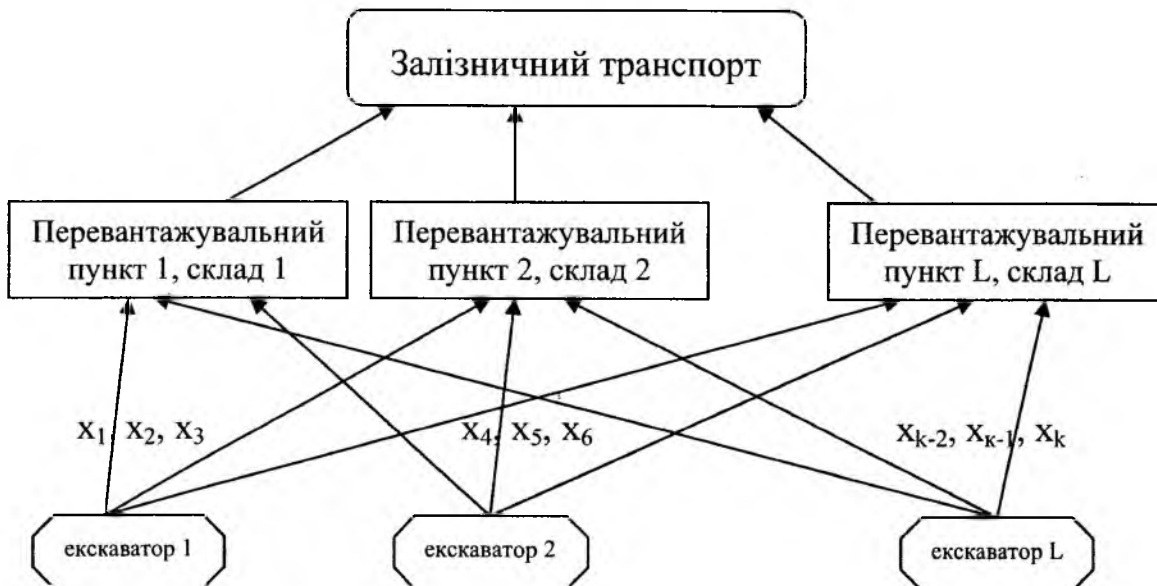


Рис. 7. Структурна схема об'єкта

Вводимо наступні змінні:

$x_1 \dots x_k$ – оптимальні обсяги вантажів перевезених самоскидами від m екскаваторів на s перевантажувальних пунктів, $k = m \cdot s$;

$x'_1 \dots x'_l$ – оптимальні обсяги вантажів, перевезених залізничним транспортом з s складів;

l_{a_i} – відстані, на які перевозять вантажі самоскиди від i -го навантажувального пункту;

c_a – собівартість перевезення тонни вантажу самоскидами;

$l_{ж_j}$ – відстань перевезення вантажів залізничним транспортом від j -го складу;

$c_{ж}$ – собівартість перевезення тонни вантажу залізничним транспортом;

c_3 – собівартість перевантаження однієї тонни вантажу екскаватором;

P – план роботи автотранспорту (або реальна продуктивність автотранспорту);

$P_{ж}$ – пропускна здатність залізничного транспорту.

Тоді математична модель формулюється в такому виді.

У якості функції цілі (критерію оптимізації) доцільно вибрати мінімальні витрати на транспортування і перевантаження руди і гірничої маси

$$Z = \sum_{i=1}^k x_i (l_{a_i} \cdot c_a + c_3) + \sum_{j=1}^s x'_j l_{ж_j} c_{ж} \rightarrow \min.$$

Залучаємо наступні обмеження:

– план автотранспорту повинен виконуватися або перевиконуватися (тому що є складські ємності)

$$\sum_{i=1}^k x_i \geq P;$$

– усі залізничні поїзди, що надійшли, повинні бути завантажені відповідно до їх ємності

$$\sum_{j=1}^s x'_j = P_{ж}.$$

Обмеження на максимальну місткість складів перевантажувальних пунктів і співвідношення між кількістю вантажу, який надходить на склад і відвантажується залізничним транспортом, та максимальним об'ємом складів.

Перший склад

$$0 \leq \sum_{i=1}^k x_i + O_1 - x'_1 \leq F_1,$$

другий склад

$$0 \leq \sum_{i=1}^k x_i + O_2 - x'_2 \leq F_2,$$

... ..

s-й склад

$$0 \leq \sum_{i=1}^k x_i + O_s - x'_s \leq F_s,$$

де O_1, O_2, \dots, O_s – залишки руди на складі,

F_1, F_2, \dots, F_s – максимальні ємності складів.

Обмеження на змінні.

Обмеження на продуктивність автотранспорту

$$0 \leq x_i \leq G_i, \\ i = 1 \dots k.$$

Тут G_i – максимальні продуктивності перевезення вантажів від окремих вибоїв.

Обмеження на продуктивність залізничного транспорту, що перевозить вантажі від складів перевантажувальних пунктів

$$0 \leq x'_1 \leq T_1 \\ 0 \leq x'_2 \leq T_2 \\ \dots \dots \\ 0 \leq x'_s \leq T_s.$$

Тут T_1, T_2, \dots, T_s – максимальні продуктивності перевезення вантажів від окремих вибоїв.

Обсяги перевезених автотранспортом вантажів не повинні перевищувати реальної продуктивності автотранспорту

$$\sum_{i=1}^k x_i \leq G_{avto}.$$

Розглянута модель може бути використана для моделювання функціонування транспорту і визначення об'єму складів. Для цього щодо реальних даних виконується подобове планування на досить довгий період часу (місяць), а за допомогою накопиченого залишку на складах O_1, O_2, \dots, O_s можна визначити оптимальні обсяги складів для окремих перевантажувальних пунктів кар'єру.

Література

1. Дриженко А.Ю., Демиденко М.А., Рыкус А.А.. Управление работой автомобильно-железнодорожного транспорта с экскаваторными перегрузочными пунктами / Сборник научных трудов Национальной горной академии Украины. – 2001. – №11. – Т.1. – С. 51-56.
2. Шарапов И.П. Системный анализ в экономике. – К.: Вища школа, 1998. – 284 с.

Рекомендовано до публікації
д.е.н., проф. Ковальчуком К.Ф. 15.01.03

Надійшла до редакції
25.11.02