

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЛОГИСТИКИ РАБОТЫ КАРЬЕРА

*Синяговский Алексей Павлович, студент 1-го курса ФММП,*

*Герасименко Павел Владимирович, магистрант*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

*(Научный руководитель – Воронова Н.П., канд. техн. наук, доцент)*

Оптимизация логистики работы карьера зависит в том числе от выбора оптимального количества автомобилей, обеспечивающих транспортировку полного объема сырья, произведенного за смену [1]. При строительстве и эксплуатации автомобильных дорог необходимо достаточное количество строительных материалов в виде песка, гравия и щебня.

Рассмотрим задачу по определению количества автомобилей в автопарке, обслуживающем карьер для вывоза произведенного за смену гравийно-песчаного сырья. Известно, что за смену в карьере добывается 1125 м<sup>3</sup> песка, 225 м<sup>3</sup> гравия, 150 м<sup>3</sup> щебня. Автопарк состоит из 30 машин I типа, 70 машин II типа, 50 машин III типа. Стоимость работы за смену для этих машин соответственно обозначим  $c_1, c_2, c_3$  (руб.).

Пусть  $x_1, x_2, x_3$  – количество машин I типа, перевозящих за смену объемы произведенного за смену песка, гравия, щебня. Для машин II типа –  $x_4, x_5, x_6$  и машин III типа –  $x_7, x_8, x_9$ . В качестве целевой функции возьмем стоимость всех перевозок по вывозу всего количества сырья из карьера, т.е.

$$c_1(x_1 + x_2 + x_3) + c_2(x_4 + x_5 + x_6) + c_3(x_7 + x_8 + x_9) \rightarrow \min.$$

Эта функция минимизируется.

Примем, что объемы перевозимого песка для машин I, II и III типа составляют 15,3 м<sup>3</sup>, 10,1 м<sup>3</sup> и 9,46 м<sup>3</sup>; объемы гравия – 12 м<sup>3</sup>, 7,8 м<sup>3</sup> и 7,4 м<sup>3</sup>; объемы щебня – 10,8 м<sup>3</sup>, 7,2 м<sup>3</sup> и 6,7 м<sup>3</sup>. Для решения задачи симплекс-методом [2] введем дополнительные переменные  $x_{10}, \dots, x_{15}$ , чтобы избавиться от ограничений задачи в виде неравенств. Задача сведется к системе уравнений:

$$\begin{aligned}
15,3x_1 + 10,1x_4 + 9,46x_7 + x_{10} &= 112,5, \\
12x_2 + 7,8x_5 + 7,4x_8 + x_{11} &= 225, \\
10,8x_3 + 7,2x_6 + 6,7x_9 + x_{12} &= 150, \\
x_1 + x_2 + x_3 + x_{13} &= 30, \\
x_4 + x_5 + x_6 + x_{14} &= 70, \\
x_7 + x_8 + x_9 + x_{15} &= 50.
\end{aligned}$$

В результате решения задачи симплекс методом получим:  $x_1 = 11,25$ ;  $x_2 = 18,75$ ;  $x_3 = 0$ ;  $x_4 = 49,17$ ;  $x_5 = 0$ ;  $x_6 = 20,83$ ;  $x_7 = 48$ ;  $x_8 = 0$ ;  $x_9 = 0$ ;  $x_{10} = x_{11} = x_{12} = x_{13} = x_{14} = 0$ ;  $x_{15} = 1,77$ . Решение этой задачи оптимизирует автопарк карьера в виде 30 машин I типа, 70 – II типа, 48 – III типа. Тогда оптимальная стоимость перевозок за смену составит  $30c_1 + 70c_2 + 48c_3$ . Для вывоза песка рекомендуется использовать 11 машин I типа, 49 – II типа, 48 – III типа. Аналогично для гравия – 19 машин I типа, 21 машину II типа; для щебня – 21 машину III типа. При этом две машины III типа не используются.

#### Литература:

1. Березовский, Н.И. Разработка математической модели оптимальной деятельности карьера по добыче нерудных строительных материалов / Н.И. Березовский; Н.П. Воронова, С.Г. Зиневич // Горная механика. – 2007. – №1. – С. 68-75.
2. Сборник задач и упражнений по высшей математике: Математическое программирование: Учеб. пособие / А.В.Кузнецов, В.А. Сакович, Н.И. Холод и др.; Под общ. ред. А.В. Кузнецова. – Мн.: Выш. шк. , 1995, – 382 с.: ил.