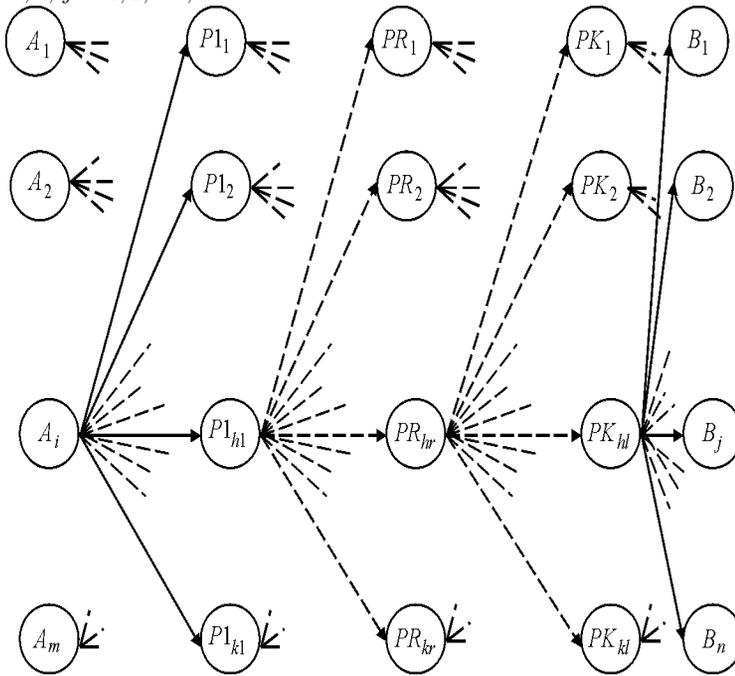


**Н. М. Нечитайло** (Ростов-на-Дону, РГУПС). **Применение минимаксных моделей транспортного типа в СППР на железнодорожном транспорте.**

Рассматриваются задачи, в которых, например, восстанавливающим органам в исходных пунктах ставится последовательность задач на группе рассредоточенных объектов. Определяется минимальный по времени исполнения план распределения этих подразделений по объектам.

Пусть  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) — исходные пункты с ресурсом  $a_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ), а  $B_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) — объекты последней стадии с потребностями  $b_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ). Задачи первой стадии выполняются на объектах  $P1_1, P1_2, \dots, P1_{k_1}$ , второй — на объектах  $P2_1, P2_2, \dots, P2_{k_2}, \dots$ ,  $R$ -й стадии — на объектах  $PR_1, PR_2, \dots, PR_{h_r}, \dots, PR_{k_r}$ , причем на  $PR_{h_r}$ -й объект выполнения задач  $r$ -й стадии должно доставляться  $pr_{h_r}$  восстанавливающих органов (см. рис.).

Время движения из  $A_i$  в  $P1_{h_1}$  составляет  $t_{i,h_1}^1$ , из  $P1_{h_1}$  в  $P2_{h_2}$  —  $t_{h_1,h_2}^2$ , из  $PR_{h_r}$  в  $P(R+1)_{h_{r+1}}$  —  $t_{h_r,h_{r+1}}^r$ , из  $PK_{h_l}$  в  $B_j$  —  $t_{h_l,j}^l$ , где  $i = 1, 2, \dots, m$ ,  $r = 1, 2, \dots, l$ ,  $h = 1, 2, \dots, k$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$ .



$x_{i,h_1,\dots,h_l,j}$  — количество ресурса, направляемое из  $A_i$  в  $B_j$  через пункты  $PR_{h_1}, PR_{h_2}, \dots, PR_{h_r}, \dots, PR_{h_l}$ .

Необходимо определить план  $\|x_{i,h_1,\dots,h_l,j}\|$ , удовлетворяющий ограничениям

$$\sum_{h_1=1}^{k_1} \dots \sum_{h_r=1}^{k_r} \dots \sum_{h_l=1}^{k_l} \sum_{j=1}^n x_{i,\dots,h_r,\dots,j} \leq a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m,$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{h_1=1}^{k_1} \dots \sum_{h_r=1}^{k_r} \dots \sum_{h_l=1}^{k_l} x_{i,\dots,h_r,\dots,j} \leq b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n,$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{h_r=1}^{k_r} \sum_{j=1}^n x_{i,\dots,h_r,\dots,j} \leq p_z h_z, \quad \begin{matrix} r = 1, 2, \dots, l, & z = 1, 2, \dots, l, \\ r \neq z, & h_z = 1, 2, \dots, k_z, \end{matrix}$$

$$x_{i,\dots,h_r,\dots,j} \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad r = 1, 2, \dots, l, \quad h_r = 1, 2, \dots, k_r, \quad j = 1, 2, \dots, n,$$

и доставляющий минимум функции

а) при транзитных перевозках

$$W_0 = \max_{i,h_1,h_2,\dots,h_l,j} \{t_{i,h_1,h_2,\dots,h_l,j} E(x_{i,h_1,h_2,\dots,h_l,j})\},$$

где  $t_{i,\dots,j}$  — время перемещения из  $A_i$  в  $B_j$  через пункты  $h_1, h_2, \dots, h_l$ ,  $E(x_{i,\dots,j})$  равна 1, если  $x_{i,\dots,j} > 0$ ,  $E(x_{i,\dots,j}) = 0$  при  $x_{i,\dots,j} = 0$ ;

б) при перевозках с накоплением ресурсов в промежуточных пунктах

$$W_1 = \max_{h_1, h_{(r+1)}, j} \left\{ \left[ \max_i t_{i,h_1}^1 + \sum_{r=1}^{l-1} \max_{h_r} t_{h_r, h_{r+1}}^{r+1} + \max_j t_{h_l, j}^{l+1} \right] E(x_{i,\dots,h_r,\dots,j}) \right\}.$$

Хотя функции моделей имеют ярко выраженный нелинейный характер, удалось свести решения к конечным последовательностям приведенных линейных задач. Вычислительная сложность предлагаемых алгоритмов — полиномиальная.

В этой связи оправдан анализ актуальных задач, решаемых в транспортной отрасли, с использованием моделей транспортного типа с минимаксными целевыми функциями. Исходя из [1, 2], использование указанных моделей возможно в СППР на следующих уровнях:

*уровень МПС, дороги:* разработка планов управления грузовыми потоками для достижения «твердого» графика движения грузовых поездов; планирование ремонтно-восстановительных работ силами восстановительных поездов при техногенных авариях и катастрофах на группах рассредоточенных объектов;

*уровень дороги* — разработка планов прибытия поездов под выгрузку в речные/морские порты с учетом ограниченных перерабатывающих возможностей портов для сокращения сроков разгрузки и предотвращения заторов на подъездных путях;

*уровень отделения дороги, сортировочной станции* — повышение уровня автоматизации сортировочной станции при разработке сортировочных листов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шабельников А. Н. Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Ростов-на-Дону: 2004, 214 с.
2. Шабельников А. Н., Лябах Н. Н., Соколов В. Н., Одикадзе В. Р., Сачко В. И. Комплекс горочный: состояние и перспективы развития. Ростов-на-Дону: РГУПС, 2009, 57 с.