

УДК 330.4:519.863

Олена Ковальчик, асистент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ ВИТРАТ З ВИКОНАННЯ АВТОДОРОЖНІХ РОБІТ

Анотація. Розглянуто математичну модель оптимізації розподілу інвестицій за типами автодорожніх робіт з урахуванням інтенсивності руху на автошляхах.

Ключові слова: автодорожні роботи, автошляхи, оптимізація.

Olena Kovalchuk

MODELING OF DISTRIBUTION COSTS FOR MAINTENANCE OF ROADS

Abstract. The optimization mathematical model of the distribution of investments by type of road works including traffic on the roads is considered.

Keywords: highway works, roads, optimization.

Розвиток мережі автомобільних доріг – це і будівництво нових доріг, і проведення господарських заходів з підтримки якісного технічного стану існуючих доріг. Звичайні види робіт, що проводяться на дорогах, можна в загальному поділити на три типи: утримання, ремонт та реконструкція. Крім того, проводяться і деякі інші роботи. Утримання доріг потребує їх облаштування і, за необхідності, нескладного ремонту дорожнього полотна. Ремонт потребує значно більших витрат, а витрати на реконструкцію можна порівняти з витратами на будівництво нових доріг.

Був досліджений стан доріг при інтенсивному автомобільному русі [1]. Аналіз показав, що дороги, які знаходяться у гарному стані, при постійному проведенні технічних робіт з утримання служать достатньо довго (близько 5 років) до нового планового ремонту. Реконструкція ж цієї дороги виконується лише в особливих випадках. У той же час, якщо протягом 2-3 років не виконувалися роботи з утримання, дорога переходить до стану, що потребує ремонту. Якщо ж роботи з утримання не виконувалися взагалі протягом 4-6 років, то вартість відновлювальних робіт наближається до вартості реконструкції. Таким чином, максимізація довжини доріг, на яких постійно виконуються роботи з утримання, відповідає мінімізації витрат на підтримку доріг у технічно якісному стані.

При моделюванні діяльності з експлуатації та розвитку мережі автошляхів найбільш поширені такі типи моделей: 1) вибір підрядчиків за допомогою тендера; 2) оптимізація розподілу інвестицій за типами шляхових робіт; 3) поділ інвестицій за окремими типами робіт за конкретними дорогами та ін.

Розглянемо оптимізаційну модель розподілу обмежених інвестицій на виконання ремонтних робіт на один рік з урахуванням інтенсивності руху на автошляхах.

Нехай для кожної дороги з ділянки мережі автодоріг маємо інформацію про її стан на теперішній час, який може приймати K рівнів, та інтенсивність руху (потік автомобілів за одиницю часу), яка може приймати M рівнів значень, та інформацію про те, чи був проведений ремонт на дорозі у попередньому році. Позначимо рівні стану через x_i , $i = 1, 2, \dots, K$, а рівні інтенсивності руху позначимо через y_j , $j = 1, 2, \dots, M$. Нумерацію станів x_i та y_j зробимо відповідно в порядку збільшення якості стану дороги та інтенсивності руху на ній.

Усі дороги розіб'ємо на $K \cdot M$ класів (x_i, y_j) , $i = 1, 2, \dots, K$, $j = 1, 2, \dots, M$, тобто до одного класу належатимуть дороги з однаковим станом та однаковою інтенсивністю руху. Кожному класу поставимо у відповідність сумарну довжину доріг, які ввійшли до нього m_{ij} , а через $m = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^M m_{ij}$ — довжину доріг ділянки мережі.

За інформацією про зміну стану дороги при проведенні чи не проведенні робіт з утримання, яка отримана за допомогою експертів, задаємо відповідності, які дороги з кожного класу (x_i, y_j) ставлять у відповідність стан x_i^y , або $x_i^{\bar{y}}$ в залежності від того, чи проводилися роботи з утримання на ній, чи ні.

Наприклад, нехай x_1 означає гарний стан дороги, x_2 – задовільний, y_2 – помірна інтенсивність руху. Якщо при проведенні робіт з утримання дорога з класу (x_1, y_2) залишається у стані x_1 , а без проведення таких робіт переходить до стану x_2 , то маємо дві відповідності: при проведенні робіт з утримання дороги з класу (x_1, y_2) ставимо у відповідність стан x_1 , а без проведення утримання – стан x_2 . Оговоримо, що у цій відповідності повинно бути враховано, що на дорогах, які знаходяться не в дуже гарному стані, обов'язково треба проводити роботи з утримання, якщо в попередньому році такі роботи на них не проводилися.

Нехай під проведення робіт з утримання на рік виділена сума інвестицій B . Необхідно для кожного класу (x_i, y_j) знайти довжину частини доріг m_{ij}^* , на яких буде проводитися утримання так, щоб ці роботи були забезпечені фінансуванням та середній коефіцієнт якості стану доріг ділянки мережі став якомога вищим. Тобто маємо математичну модель: знайти m_{ij}^* , $i = 1, 2, \dots, K-1, j = 1, 2, \dots, M$, що задовільняють умовам:

$$k_{cp} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^M (m_{ij}^* c_{ij}^* + (m_{ij} - m_{ij}^*) c_{ij}) \Rightarrow \max \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{K-1} \sum_{j=1}^M m_{ij}^* a_1 + \sum_{j=1}^M m_{Kj} a_2 = B, \quad (2)$$

$$0 \leq m_{ij}^* \leq m_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, (K-1); \quad j = 1, 2, \dots, M, \quad (3)$$

де c_{ij}^* та c_{ij} — вагові коефіцієнти якості станів x_i^y або $x_i^{\bar{y}}$, в які перейде дорога з класу (x_i, y_j) відповідно при проведенні чи не проведенні робіт з утримання.

Стосовно значень цих коефіцієнтів слід зауважити, що вони рекомендуються експертами, але чим краща якість стану дороги, тим більше значення ваги. Наприклад, якщо маємо три типи станів: x_1 – «гарний», x_2 – «задовільний», x_3 – «поганий», то їх відповідні вагові коефіцієнти дорівнюють відповідно 2, 1, 0. Цільова функція (1) відповідає коефіцієнту середнього стану доріг. Співвідношення (2) – вимога на використання інвестицій B , причому на усіх дорогах з дуже низькою якістю стану x_k обов'язково планується проводити роботи з утримання, до того ж вартість робіт з утримання на одному кілометрі доріг для таких доріг a_2 , а для інших станів – a_1 . Вимога (3) потребує щоб невідомі значення m_{ij}^* були невід'ємні та не перевищували сумарної довжини доріг з класу (x_i, y_j) .

Модель (1)–(3) є лінійною моделлю, яка розв'язується досить легко. Крім того, використання цієї моделі протягом декількох років призведе до вирівнювання якості стану автошляхів. Якщо існує потреба певні дороги підтримувати в дуже гарному стані, то їх фінансування розглядається окремо, а стани усіх інших доріг «усереднюються». Зауважимо, якщо плануються ремонтні роботи чи реконструкція на деяких дорогах, то оскільки ці роботи треба виконати обов'язково, то модель (1)–(3) можна застосувати, зменшивши розмір інвестицій на відповідну суму.

Використана література

1. Л. В. Дрожжина. Моделювання інвестиційної діяльності автодорожньої галузі регіону. // електронний ресурс режим доступу:

<http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/vdpu/Ekonomika/2008/Drozhhyna.pdf>