

УДК 656.073

АЛГОРИТМ РОЗРАХУНКУ ПРОГНОЗНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ У МІСТАХ

ALGORITHM OF CALCULATION OF PROGNOSIS LOAD OF THE MOTOR-CAR
CNG STATIONS IS IN CITIES

Олександр Кузнецов

*Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет»
м. Дніпропетровськ, пр. К.Маркса, 19*

Grounded using the algorithm of the forecast load CNG stations that can improve the accuracy of their location choice by improving simulation accuracy.

У теорії і практиці формування інфраструктури автомобільного транспорту у містах значне місце відводиться питанням визначення раціональної кількості і вибору місць розташування пунктів автомобільного сервісу, зокрема автомобільних газонаповнювальних компресорних станцій (АГНКС). При цьому спостерігається розбіжність думок дослідників, щодо параметрів оцінки варіантів та шляхів вирішення вказаної проблеми. У роботі обґрунтовано алгоритм розрахунку прогнозного завантаження АГНКС, який дозволяє підвищити точність вибору місць розташування АГНКС за рахунок підвищення точності моделювання автомобілепотоків.

Привабливість пункту дислокації АГНКС визначається, у першу чергу економічною ефективністю інвестиційного проекту будівництва АГНКС. Цей показник визначається, крім розміру інвестицій, доходами АГНКС, які залежать, у свою чергу, від величини попиту. Тому, на першому етапі привабливість пунктів дислокації АГНКС визначається їх можливим завантаженням. А величина завантаження АГНКС – виходячи з тієї передумови, що завантаження буде пропорційним величині автомобілепотоків, що проходять через перехрестя в районі дислокації АГНКС. Алгоритм розрахунку прогнозного завантаження АГНКС складається з шести етапів.

Етап 1. Визначення основних пунктів вулично-дорожньої мережі. Зазначений вибір здійснюється за допомогою експертів, які добре обізнані з параметрами руху на будь-яких ділянках вулично-дорожньої мережі. Ці експерти визначають основні вузли (перетинання найбільш завантажених дорожнім рухом міських вулиць і доріг) з наближеним їхнім ранжируванням по завантаженості. Потім усі відмічені експертами вузли наносяться на карту міста. Загальна кількість таких вузлів встановлюється у відповідності з [1]. При перебільшенні цієї кількості залишають по-перше, ті вузли, в бік яких висловилися найбільша кількість експертів, по-друге – вузли, які мають більший ранг за думкою експертів.

Етап 2. Визначення інтенсивності руху транспорту в основних вузлах. Цей етап виконується шляхом натурних спостережень за відомою методикою, що викладена в [2].

Етап 3. Приведення інтенсивностей руху в транспортних вузлах. При цьому необхідно враховувати, що структура транспортних потоків у різних районах міста й, відповідно, на різних перехрестях різна. На перехрестях у складі транспортного потоку переважають легкові автомобілі, але на всіх перехрестях питома вага вантажних автомобілів, автобусів і мікроавтобусів сильно коливається. На привабливість перехрестя як пункту дислокації АГНКС це позначається в такий спосіб: по-перше, добові пробіги вантажних автомобілів,

автобусів і мікроавтобусів значно перевищують добові пробіги легкових автомобілів; по-друге, в названих категоріях автомобілів значно вище й норми витрати пального. Тому інтенсивності руху на всіх перехрестях повинні бути розраховані з урахуванням зазначених розходжень і приведені до єдиної бази для порівняння. Таке приведення в роботі виконано за допомогою коефіцієнта приведення, що розраховується для кожного i -го типу автомобілів за формулою:

$$k_{(i)} = \frac{\delta_i \cdot L_{\text{доб}(i)} \cdot H_{л(i)}}{\sum_{j=1}^{N_m} (\delta_j \cdot L_{\text{доб}(j)} \cdot H_{л(j)})}, \quad (1)$$

де δ_i – питома ваги автомобілів i -го типу у своїй групі, конструкція яких дозволяє використовувати метан як паливо; $L_{\text{доб}(i)}$ – орієнтовний середньодобовий пробіг автомобілів i -го типу, км; $H_{л(i)}$ – середня норма витрати палива для i -го типу автомобілів, л/100км; N_m – кількість типів автомобілів.

Інтенсивність руху на перехресті в зведених одиницях ($N_{\text{прив}}$) визначається за формулою:

$$N_{\text{прив}} = \sum_{i=1}^{N_m} (N_i \cdot k_i), \quad (2)$$

де N_i – інтенсивність руху автомобілів i -го типу у фізичних одиницях, авт/тиждень.

Етап 4. Визначення ємностей входів і виходів основних вузлів вулично-дорожньої мережі і калібрування моделей транспортних вузлів. Для забезпечення потрібної точності математична модель (1) має бути відкаліброваною. Це забезпечується відповідним представленням усіх вузлів вулично-дорожньої мережі, в яких проводяться спостереження. Для цього проводиться декомпозиція кожного вузла мережі і представляється у вигляді орієнтованого графа.

Ємність кожного входу транспортного вузла покладається рівною інтенсивності вхідних транспортних потоків з відповідного напрямку. Ємність кожного виходу транспортного вузла встановлюється рівною приведеній інтенсивності транспортних потоків у відповідному напрямі. Умовна довжина кожної уявної ланки, що зв'язує вхід і вихід транспортного вузла d'_{ij} , розраховується за формулою:

$$d'_{ij} = \frac{I_{ij}}{I_{\text{min}}}, \quad (3)$$

де I_{ij} – інтенсивність руху транспортних засобів зі входу i до виходу вулично-дорожньої мережі j , приведених авт./год.; I_{min} – мінімальна інтенсивність руху транспортних засобів зі входу i до всіх виходів з вузла вулично-дорожньої мережі, приведених авт./год.

Етап 5. Розрахунок інтенсивностей руху у всіх вузлах і на всіх ланках вулично-дорожньої мережі. Розраховані кореспонденції розподіляються по вулично-дорожній мережі таким чином, щоб шлях, за яким просувається кореспонденція, був найкоротшим. При цьому автомобілепотоки створюються і поглинаються тільки в основних вузлах вулично-дорожньої мережі, всі інші вузли вважаються транзитними. Величина автомобілепотoku на ділянці вулично-дорожньої мережі розраховується за формулою:

$$N_{ij,k} = \sum_{m=1}^n N_k^{pq}, \quad (4)$$

де N_k^{pq} – приведена інтенсивність руху автомобілів k -го типу з вузла p у вузол q , маршрут якого включає дугу $i-j$.

Етап 6. Визначення привабливості потенційних пунктів розташування АГНКС. Привабливість потенційних пунктів дислокації АГНКС проводиться шляхом ранжирування перехресть, на яких проведено обстеження за значенням інтенсивності руху в наведених одиницях – чим вище інтенсивність руху, тим вище привабливість і тем менше ранг (тобто підсумкове місце у списку) перехрестя.

Загальна кількість автомобілів, що прибуває до вузла вулично-дорожньої мережі (A_s) розраховується за формулою:

$$A_s = \sum_{i=1}^R N_{is}, \quad (5)$$

де R – кількість ланок вулично-дорожньої мережі, що примикають до вузла S , од.

Крім зведеної інтенсивності руху для ранжирування потенційних пунктів дислокації потрібно використовувати й інтенсивності руху у фізичних одиницях по кожному типу автомобілів окремо. Це потрібно через те, що спрогнозувати реакцію власників автомобілів кожної групи на можливість використання метану як пального після відкриття АГНКС неможливо. Приміром, для власників маршрутних таксі, як показують попередні розрахунки, перехід на використання метану як палива замість бензину є дуже привабливим з економічної точки зору. Менший вигравш очікує власників вантажних автомобілів, що працюють у міській мережі. Для власників же приватних легкових автомобілів перехід на метан є найменш вигідним. Тому АГНКС на перехресті з високою інтенсивністю руху й високою питомою часткою легкових автомобілів може виявитися менш привабливим для розміщення АГНКС, чим перехрестя з низькою інтенсивністю руху, але більш високою часткою в транспортному потоці мікроавтобусів.

За наведеною методикою можливо змодельовати роботу транспортної системи будь-якого міста. Оскільки при проведенні статистичних досліджень від органів державної влади м. Дніпропетровська був отриманий дозвіл на практичну перевірку ефективності методів і методик, в якості об'єкта дослідження було обрано місто Дніпропетровськ.

Для прогнозування автомобілепотоків запропоновано евристичний алгоритм, заснований на гравітаційній моделі, що забезпечує точність розрахунків на рівні, який задовольняє потреби при вирішенні практичних задач. Для ініціалізації вихідних даних при реалізації запропонованого алгоритму необхідно проведення натурних спостережень на вулично-дорожній мережі міста з використанням основних пунктів спостережень. Для оцінки привабливості пунктів розташування АГНКС потрібно приведення інтенсивності дорожнього руху у фізичних одиницях до інтенсивності в умовних одиницях, що враховують середньодобовий пробіг автомобілів і лінійні витрати пального.

Література:

1. Кузнецов О.П. *Модельовання транспортних потоків у містах* / О.П. Кузнецов // *Автомобильный транспорт*. – 2006. – Вып. 19. – С. 56–58.
2. Хомяк Я.В. *Организация дорожного движения* / Я.В. Хомяк – К., Высшая школа, 1986. – 271с.