

**АЕРОПОРТИ ТА ЇХ ІНФРАСТРУКТУРА**

УДК 625.72

<sup>1</sup>Є.Б. Угненко, д.т.н, проф.  
<sup>2</sup>А.О. Беятинський, д.т.н, проф.  
<sup>3</sup>О.М. Ужвієва, асист.

**ПРОЕКТУВАННЯ ОБХОДІВ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ  
З УРАХУВАННЯМ РЕЖИМІВ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ**

<sup>1,3</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет

<sup>1</sup>E-mail: gu.ugnenko@yahoo.com,

<sup>3</sup>E-mail: uzhv@inbox.ru

<sup>2</sup>Національний авіаційний університет

E-mail: beljatynskij@mail.ru

*Розглянуто вплив транзитних автомобілів на населені пункти. Показано, що будівництво обхідних доріг (складних інженерних споруд) дозволить зменшити антропогенний негативний вплив автомобільної дороги. Створено математичну модель системи «дорожні умови – транспортний потік – населений пункт» для формалізації різних елементів підсистем.*

**Ключові слова:** дорожні умови, математична модель, транспортний потік.

**Постановка проблеми**

Автомобілізація, збільшення обсягів перевезення вантажів і пасажирів призводять до таких чинників:

- зниження ефективності роботи вулично-дорожньої мережі;
- підвищення газозумового забруднення придорожньої території;
- зростання кількості дорожньо-транспортних подій.

Величина негативного ефекту транспортного процесу залежить від інтенсивності потоку автомобілів, зумовленої станом системи «дорожні умови – транспортний потік – середовище».

**Аналіз досліджень**

Підсистема «середовище» залежить не тільки від стану навколишнього середовища, погодно-кліматичних умов, але й від соціальних чинників, що впливають на дорожні умови, створюючи можливість їх удосконалення, та характер складу транспортного потоку. Це проявляється в розподілі типів автомобілів у потоці та транзитних транспортних засобів на вулично-дорожній мережі.

Наявність різних груп автомобілів у складі потоку визначає різні режими руху.

У зв'язку з цим при вирішенні питань, пов'язаних з удосконаленням дорожніх умов, у населених пунктах необхідно уточнити характер підсистеми «середовище».

У цьому випадку особливість соціальних факторів і специфіка питань, що вирішуються, найбільш адекватно відображається поняттям «населений пункт». Тому в разі проектування обхідних автомобільних доріг слід розглядати систему «дорожні умови – транспортний потік – населений пункт» [1; 2].

**Мета** роботи – зменшення негативного впливу транзитних автомобілів на населені пункти.

Будівництво обхідних доріг (складних інженерних споруд) дозволить зменшити антропогенний негативний вплив автомобільної дороги.

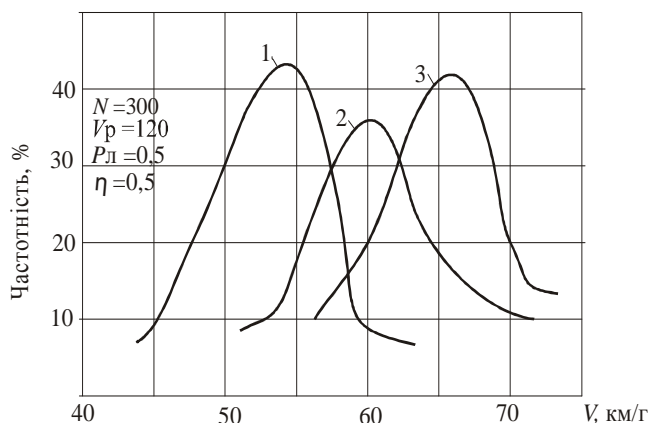
Точне обґрунтування будівництва обхідних доріг і визначення їх геометричних параметрів досягається моделюванням функціонування системи «дорожні умови – транспортні потоки – населений пункт».

Адекватність такої моделі реальним властивостям системи залежить від точності вхідних параметрів системи.

Модель має являти деяку систему цільових функцій і їх обмежень. При цьому для цільової функції базовим має бути рівняння руху транспортного потоку, головним параметром якого є характер швидкісного режиму автомобілів.

### Експериментальні дослідження автомобільного руху

Проведені експериментальні дослідження автомобільного руху показують, що за однакових дорожніх умов, складу потоку і інтенсивності руху існують відмінності в режимах руху автомобілів на дорогах, які проходять через населений пункт, обхідних дорогах та магістральних вулицях населених пунктів з обхідною дорогою (див. рисунок).



Розподіл середньої швидкості руху автомобілів:

- 1 – однорідний місцевий потік;
- 2 – змішаний потік;
- 3 – однорідний транзитний потік

Різні швидкісні режими пояснюються тим, що водій вибирає швидкість руху залежно не лише від стану дорожніх умов і транспортного потоку, але й від мети поїздки, вплив якої можна виразити ступенем відповідності пункту призначення і місця перебування у даний момент.

Транспортний потік, що моделюється, можна розділити на три групи:

– змішаний потік із транзитних і місцевих автомобілів;

– однорідний місцевий потік, в якому нема транзитних автомобілів;

– однорідний транзитний потік, в якому рухаються тільки транзитні автомобілі.

Перша група транспортного потоку спостерігається на магістральних вулицях населеного пункту, який не має обхідної дороги і приміських обхідних дорогах.

Друга група транспортного потоку спостерігається на магістральних вулицях населеного пункту, що має обхідну дорогу, або населеного пункту, який за структурою мережі автомобільних доріг і своїм географічним положенням є лише кінцевим пунктом призначення.

Третя група транспортного потоку спостерігається на замських обхідних дорогах і ділянках доріг загального користування, розташованих між двома населеними пунктами за межами зони їх впливу.

У процесі створення математичної моделі системи «дорожні умови – транспортний потік – населений пункт» для формалізації різних елементів підсистем слід брати відповідні швидкості:

- розрахункову швидкість;
- середню миттєву швидкість транспортного потоку;
- середню швидкість сполучення на певній ділянці.

Вибір швидкості руху залежить від мети і задач, які необхідно розв'язати моделюванням.

У результаті статистичної обробки експериментальних даних одержано рівняння, що дозволяє визначити миттєву швидкість руху і швидкість сполучення на прямолінійних ділянках різних груп транспортного потоку.

У загальному вигляді для змішаного потоку одержана залежність :

$$V = (a_1 V_p - a_2 N) + (a_3 V_p - a_4 N) p_{\text{л}} + (a_5 V_p - a_6 N) \eta - (a_7 V_p - a_8 N) \eta p_{\text{л}}, \quad (1)$$

де  $a_1 \dots a_8$  – коефіцієнти (див. таблицю);

$V_p$  – розрахункова швидкість на певній ділянці дороги, км/год;

$p_{л}$  – частка легкових автомобілів у поті;

$N$  – інтенсивність руху, авт./год;

$\eta$  – частка транзитних автомобілів у поті.

Для визначення швидкості руху однорідного місцевого і транзитного потоків необхідно прийняти відповідно  $\eta=0$  і  $\eta=1$ , залежність (1) справедлива для ділянок, на яких немає обмеження швидкості.

Для ділянок, які мають обмеження, одержана залежність

$$V_0 = (b_1 V_m - b_2 N) + (b_3 V_m - b_4 N) p_{л} + (b_5 V_m - b_6 N) \eta - (b_7 V_m - b_8 N) \eta p_{л}, \quad (2)$$

де  $b_1 \dots b_8$  – коефіцієнти (див. таблицю);

$V_m$  – максимально дозволена швидкість на ділянці, км/год.

Рівняння (1), (2) одержані без урахування погодно-кліматичних факторів, геометричних параметрів дороги і засобів організації руху.

Ці особливості дорожніх умов можна врахувати за допомогою рекомендацій [2].

Аналіз свідчить, що рівняння (1), (2), які визначають загальний характер зміни швидкості руху, відповідають залежностям, одержаним іншими дослідниками.

Відмінність у числових значеннях пояснюється більш детальним урахуванням особливостей транспортного потоку і появою на дорогах автомобілів із більш високими динамічними якостями.

При обґрунтуванні необхідності будівництва обходів населених пунктів, виборі напрямку траси і визначенні її геометричних параметрів необхідна інформація про інтенсивність руху автомобілів на під'їзних дорогах та транзитних автомобілів. Ці параметри залежать від адміністративно-господарського значення населеного пункту, транспортних зв'язків і географічного положення.

Функція вибору напрямку траси обхідної дороги і її параметрів в умовах, коли до міста підходить декілька доріг, матиме загальний вигляд:

### Середні швидкості

Коефіцієнт	Миттєві швидкості для смуг руху				Швидкості сполучення для смуг руху			
	2	3	4	6	2	3	4	6
$a_1$	0,424	0,447	0,400	0,409	0,404	0,423	0,381	0,397
$a_2$	0,050	0,047	0,045	0,043	0,051	0,049	0,046	0,044
$a_3$	0,239	0,252	0,228	0,230	0,226	0,243	0,218	0,222
$a_4$	0,044	0,042	0,041	0,040	0,046	0,044	0,042	0,041
$a_5$	0,118	0,122	0,113	0,119	0,107	0,115	0,109	0,111
$a_6$	0,032	0,031	0,030	0,029	0,038	0,037	0,035	0,034
$a_7$	0,007	0,010	0,008	0,004	0,007	0,011	0,009	0,005
$a_8$	0,031	0,030	0,031	0,031	0,033	0,032	0,033	0,033
$b_1$	0,750	0,788	0,867	0,893	0,707	0,753	0,838	0,870
$b_2$	0,015	0,014	0,012	0,010	0,016	0,014	0,012	0,010
$b_3$	0,250	0,212	0,133	0,107	0,236	0,202	0,129	0,104
$b_4$	0,009	0,008	0,007	0,005	0,009	0,008	0,006	0,005
$b_5$	0,080	0,083	0,091	0,092	0,078	0,077	0,082	0,086
$b_6$	0,005	0,005	0,004	0,003	0,005	0,004	0,004	0,005
$b_7$	0,080	0,083	0,091	0,092	0,076	0,079	0,089	0,090
$b_8$	0,006	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005	0,004	0,004

$$F = \langle N_{ij}^{3T}; N_{ij}^{MT}; N_{ij}^{PT}; \gamma_n; \gamma_g; n; r \rangle,$$

де  $N_{ij}^{3T}$  – величина зовнішнього транзиту на  $i$ -му,  $j$ -му напрямках;

$N_{ij}^{MT}$  – величина внутрішньоміського транзиту на  $i$ -му,  $j$ -му напрямках;

$N_{ij}^{PT}$  – величина транзиту, транспортного потоку, що рухається по  $i$ -му,  $j$ -му напрямку з приміської дороги на околицю населеного пункту;

$\gamma_n; \gamma_g$  – відповідно група населеного пункту і дороги;

$n$  – кількість під'їзних доріг до населеного пункту;

$r$  – параметр, що характеризує особливості рельєфу місцевості та географічного положення.

Інтенсивність руху автомобілів, що можуть бути виведені із зони населеного пункту на  $i$ -му,  $j$ -му напрямках, визначається за формулою

$$N_{i,j}^{TP} = N_{i,j}^{3T} + N_{i,j}^{MT} + N_{i,j}^{PT}. \quad (3)$$

Для зручності формулу (3) запишемо у вигляді:

$$N_{i,j}^{TP} = \eta_{i,j}^3 N_{i,j}^3 + \eta_{i,j}^M + \eta_{i,j}^T N_{i,j}^T, \quad (4)$$

де  $N_{i,j}$  – інтенсивність руху автомобілів, авт./год;

$\eta_{i,j}$  – частка транзиту в складі транспортного потоку.

Загальна частка транзиту на  $i$ -й приміській автомобільній дорозі може бути визначена за формулою

$$\eta_i = \frac{N_i \sum_{i=1}^n \eta_{i,j} + \sum_{i=1}^n N_j \eta_{j,i}}{N_i}, \quad (5)$$

де  $N_i, N_j$  – інтенсивність руху відповідно на  $i$ -му,  $j$ -му напрямках, авт./год;

$\eta_{i,j}, \eta_{j,i}$  – частка транзиту в потоці на  $j$ -му,  $i$ -му напрямках.

Частка транзитного транспорту у складі потоку може бути визначена в результаті дослідження грузо- та пасажиропотоків чи реєстрації (обліку) номерних знаків.

При оціночних розрахунках можна користуватися даними, одержаними в дослідженнях.

Однак залежності (3), (4), (5) мають загальний характер і не дозволяють урахувати особливості транспортних зв'язків.

На автомобільних дорогах України були проведені дослідження, які дозволили встановити залежність транзитної частки потоку на підходах до населеного пункту від групи автомобільних доріг.

Для визначення частки транзитних автомобілів на під'їздах до населеного пункту при однотипних зв'язках використовуємо залежність

$$\eta_{от} = 0,626 - 0,07 \cdot \lg H,$$

де  $H$  – кількість мешканців у населеному пункті.

За наявності різнотипних зв'язків необхідно вводити поправку, тоді:

$$\eta_{рт} = \theta \frac{\gamma_n}{\gamma_d} \eta_{от},$$

де  $\theta$  – коефіцієнт пропорційності ( $\theta = 0,861$ );

$\gamma_n, \gamma_d$  – номер групи дороги чи міста

Уточнення залежностей для визначення частки транзитного транспорту дозволить підвищити якість проектів обхідних доріг та буде сприяти раціональному використанню капітальних вкладень у їх будівництво.

**Висновки**

Створено математичну модель системи «дорожні умови – транспортний потік – населений пункт».

Для формалізації різних елементів підсистем обрано відповідні швидкості руху.

**Література**

1. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения / В.В. Сильянов. – М.: Транспорт, 1977. – 303 с.
2. Сильянов В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог / В.В. Сильянов. – М.: Транспорт, 1984. – 287 с.

Стаття надійшла до редакції 15.03.2011.