

# РОЗВІДУВАННЯ, ПРОЕКТУВАННЯ ДОРІГ ТА ПЕРЕХОДІВ ЧЕРЕЗ ВОДОТОКИ

УДК 625.7

Довгополюк Л.О.

## ВПЛИВ ЧАСУ ОЧІКУВАННЯ НА ВИЗНАЧЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ВИТРАТ

**Анотація:** Дана робота полягає у визначенні впливу часу очікування на час проїзду та транспортні витрати відповідно. Проаналізовано випадки вливання транспортного потоку із з'їзду в транспортний потік на основній дорозі. Запропоновано модель визначення часу очікування при виконанні маневру влиття без наявності перехідно-швидкісної смуги.

**Ключові слова:** автомобільна дорога, дорожня розв'язка, швидкість руху, час проїзду, час очікування.

**Аннотация:** Данная работа заключается в определении влияния времени ожидания на время проезда и соответственно транспортные расходы. Проанализированы случаи вливания транспортного потока со съезда в транспортный поток на основной дороге. Предложена модель определения времени ожидания при выполнении манёвра вливания без наличия переходно-скоростной полосы.

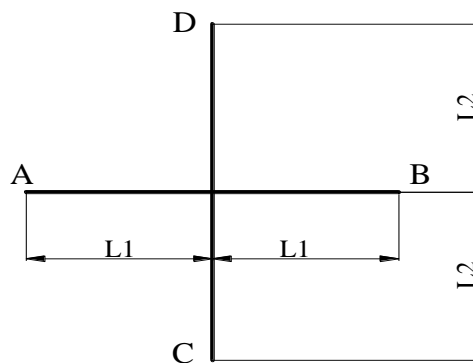
**Ключевые слова:** автомобильная дорога, дорожная развязка, скорость движения, время проезда, время ожидания.

**Abstract:** The present work is to determine the effect of waiting time on travel time and travel expenses, respectively. The cases of infusion traffic from the Congress in

the traffic on the main road. A model of determining the waiting time when the maneuver infusion without acceleration and deceleration lanes.

**Keywords:** highway, road junctions, speed, travel time, waiting time.

Вибір дорожньої розв'язки на різних рівнях базується на визначенні сумарних дорожньо-транспортних витрат. При порівнянні дорожньої розв'язки автомобільних доріг на різних рівнях виділяють ділянки доріг, що перетинаються, на яких розміщуються всі варіанти розв'язок. Розташування ділянок показано на рис. 1, по одній дорозі ділянка АВ, по другій – CD.



**Рисунок 1** – Межі дорожньої розв'язки, на якій проводиться порівняння варіантів дорожньої розв'язки

Межі вибираються так, щоб на них розмістилися усі елементи дорожньої розв'язки у найвіддаленішому варіанті дорожньої розв'язки по відношенню до центру перетину осей автомобільних доріг.

Сумарні дорожньо-транспортні витрати складаються з дорожніх (капітальні витрати на будівництво дорожньої розв'язки – категорій доріг, з'їздів, перехідно-швидкісних смуг, кількості шляхопроводів) та транспортних витрат. Транспортні витрати – вартість часу використання автомобільного транспорту за перший рік експлуатації дорожньої розв'язки. Для визначення транспортних витрат необхідно знати час проїзду дорожньою розв'язкою в різних рівнях. Час проїзду по напрямку дорожньої розв'язки:

$$T_{\text{пр}} = \sum_{n=1}^{i=1} \sum t_i, \quad (1)$$

де  $t_i$  – час проїзду  $i$ -тої ділянки напрямку автомобільної дороги, год.;  
 $n$  – кількість ділянок з однорідними умовами руху (однаковою швидкістю).

Час проїзду, який потрібний транспортному засобу для проїзду дорожньої розв'язки визначається довжиною ділянки та, відповідно, швидкістю руху по ній:

$$t_i = \frac{l_i}{v_i}, \quad (2)$$

де  $l_i$  – довжина  $i$ -тої ділянки напрямку автомобільної дороги, км;  
 $v_i$  – швидкість руху транспорту на  $i$ -тій ділянці напрямку автомобільної дороги, км/год.

Швидкість руху розраховується на кожній ділянці автомобільної дороги в залежності від дорожніх умов. До дорожніх умов відносяться: категорія дороги (ширина проїзної частини); радіус горизонтальних кривих, м.; поздовжній похил; рівність покриття (за умови проведення реконструкції дорожньої розв'язки в одному рівні на дорожню розв'язку в різних рівнях). Для подальших розрахунків приймається мінімальне значення швидкості руху для даної ділянки автомобільної дороги з усіх можливих.

Врахування лише часу проїзду дорожньою розв'язкою при визначенні транспортних витрат справедливе лише, коли транспортний потік рухається вільно. Але ми живемо в епоху стрімкого підвищення рівня автомобілізації, коли з кожним роком кількість автомобільного транспорту на дорогах збільшується. Тенденція є сталою і має властивість лише до збільшення. Зростання інтенсивності руху значно впливає на час проїзду, особливо при злитті транспортних потоків. На дорожніх розв'язках в різних рівнях, злиття транспортних потоків, в більшості випадків, відбувається при виконанні маневру правого чи лівого повороту. Злиття транспортних потоків можливе при наявності чи відсутності перехідно-швидкісної смуги. Особливу увагу приділимо випадку, коли перехідно-швидкісна смуга відсутня.

При виконанні правого повороту в'їзду на головну дорогу із з'їзду транспортний потік проходить дві відстані:

– відстань, необхідну для здійснення правого повороту по кривій  $L_{\text{пов}}$ :

$$L_{\text{пов}} = \frac{\pi \cdot R}{180^\circ} \cdot b, \quad (3)$$

де  $R$  – радіус з'їзду (при повороті на головну дорогу), м;

$b$  – кут примикання, °;

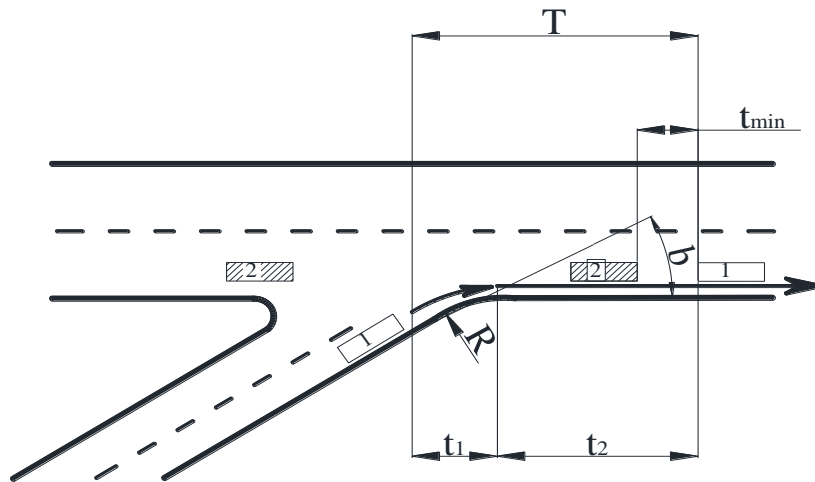
$L_{\text{пов}}$  – відстань, необхідну для здійснення розгону від швидкості на з'їзді ( $v_{\text{з'їзду}}$ ) до середньої швидкості руху на головній дорозі ( $v_{\text{гол}}$ ), при відповідному прискоренні:

$$L_{\text{роз}} = \frac{v_{\text{гол}}^2 - v_{\text{з'їзду}}^2}{2 \cdot a_p}, \quad (4)$$

де  $v_{\text{гол}}$  – середня швидкість руху на головній дорозі на крайній смузі, м/с;

$v_{\text{з'їзду}}$  – швидкість руху на з'їзді, м/с;

$a_p$  – середнє прискорення автомобіля при розгоні,  $\text{м}/\text{с}^2$ .



**Рисунок 2** – В'їзд на головну дорогу із з'їзду без перехідно-швидкісної смуги:

$t_1$  – час проїзду кривої (довжини дуги повороту), с;  $t_2$  – час, необхідний для розгону від швидкості на з'їзді до швидкості на головній дорозі, с;  $t_{\text{min}}$  – мінімальний безпечний інтервал між автомобілями, с.

Час розгону ( $t_{\text{роз}}$ ) складається з часу проїзду кривої ( $t_1$ ) при швидкості проїзду кривої  $v_{\text{з'їзду}}$  та часу, необхідного для розгону ( $t_2$ ) від швидкості руху на з'їзді до швидкості руху на основній дорозі. Час розгону запропоновано визначати за формулою:

$$t_{\text{роз}} = t_1 + t_2 = \frac{L_{\text{пов}}}{v_{\text{з'їзду}}} + \frac{v_{\text{гол}} - v_{\text{з'їзду}}}{a_p}, \quad (5)$$

Загальний час, необхідний для виконання маневру:

$$T = t_{\text{роз}} + t_{\text{min}}, \quad (6)$$

де  $t_{\text{min}}$  – мінімальний безпечний інтервал між автомобілями, с:

$$t_{\text{min}} = 3,6 \cdot \frac{(1 + l_{\text{авт}}) \cdot e^{\frac{v_{\text{гол}}}{v_0}}}{v_{\text{гол}}}, \quad (7)$$

де  $v_0$  – швидкість, що відповідає пропускній здатності, км/год;

$l_{\text{авт}}$  – середня довжина автомобіля у транспортному потоці, м:

$$l_{\text{авт}} = 4,5 \cdot a + 7,0 \cdot b + 10,5 \cdot c + 12,0 \cdot d, \quad (8)$$

4,5; 7,0; 10,5; 12,0 – середня довжина типу автомобілів, відповідно легкових, вантажних автомобілів, автобусів та автопотягів, м;

$a, b, c, d$  – відсоток відповідно легкових, вантажних автомобілів, автобусів та автопотягів.

$e$  – основа натурального логарифму,  $e = 2,718$ ;

Для визначення часу затримки транспорту при виконанні маневру в'їзду знаходимо кількість автомобілів, які можуть чекати моменту виконання маневру (використовуючи систему масового обслуговування):

$$p = \frac{T}{t_{\text{зар}}} \cdot N_2 = \frac{T}{\frac{3600}{N_1}} \cdot N_2 = \frac{T \cdot N_1 \cdot N_2}{3600}, \quad (9)$$

де  $\frac{T}{t_{\text{зар}}}$  – кількість автомобілів, які можуть чекати моменту виконання маневру в частках долі;

$N_1$  – інтенсивність на крайній смузі головної дороги, авт/год;

$N_2$  – інтенсивність на з'їзді, авт/год.

$T$  – загальний час виконання маневру;

$t_{\text{зар}} = \frac{3600}{N_i}$  – інтервал на головній дорозі,

Час затримки одного автомобіля – половина інтервалу  $T$ , тобто

$$t_{\text{затр}}^{\text{сер}} = p \cdot \frac{T}{2} = \frac{T^2 \cdot N_1 \cdot N_2}{7200} \quad (10)$$

Час витрачений на проїзд автомобільного транспорту за рік за напрямком дорожньої розв'язки з урахуванням часу очікування визначається:

$$T_{\text{річ}} = (T_{\text{пр}} + t_{\text{затр}}^{\text{сер}}) \cdot N_i \cdot F \cdot K, \quad (11)$$

де  $N_i$  – година інтенсивність на  $i$ -тій ділянці дороги, авт/год.;

$F$  – кількість днів у році, днів;

$K$  – коефіцієнт переходу від годинної пікової інтенсивності до добової інтенсивності.

Вартість транспортних витрат за напрямком руху знаходиться за формулою:

$$P = (T_{\text{річ}} + \sum T_{\text{річ}}^{\text{затр}}) \cdot U_i \quad (11)$$

де  $U_i$  – вартість 1 маш/год, у.о. або грн.

Отже, в результаті вище викладеного матеріалу, можна зробити висновок, що час очікування (затримки) мають значний вплив на час проїзду дорожньою розв'язкою. Врахування часу очікування в загальному часі проїзді дає можливість більш точно визначити транспортні витрати для дорожньої розв'язки.

### Література

1. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими / Дрю Д.; перевод с англ. Е. Г. Коваленко. – М.: Транспорт, 1974. – С. 423.
2. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения / Сильянов В.В. – М.: Транспорт, 1977. – С. 97 – 118, 276 – 282.
- Пальчик А.М. Транспортні потоки / Пальчик А.М. – К.: НТУ, 2010. – С.26 – 42, 44 – 47, 52 – 54, 87 – 102.