

## ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ

Грицьків В.П.<sup>1)</sup>, Войтюк І.Ф.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет

<sup>1)магістрант; <sup>2)к.т.н., доцент</sup></sup>

### І. Вступ

В останні десятиліття у великих містах спостерігається великий приріст числа автомобілів. Зрозуміло, що разом з ростом транспортного парку зростає і навантаження на міські та, в меншій мірі, міжміські дороги і транспортні магістралі. Станом на сьогоднішній день, транспортні мережі (ТМ) різного типу та призначення переживають серйозну напругу: деякі з них практично вичерпали свої технічні можливості. В розпорядженні спеціалістів немає необхідної інформації, яка б коректно відображала про поточну завантаженість існуючої транспортної мережі або дозволяла оцінити потенціал проекрованої мережі. Щоб уникнути цих проблем потрібні інструменти, які дозволяють визначити завантаженість транспортної мережі. Варто враховувати, що якщо в конкретному вузлі транспортної мережі інтенсивність транспортних потоків (ІТП) може бути розрахована на підставі проведених вимірювань, то для досить великої транспортної мережі проведення вимірювань є досить трудомісткою і дорогою задачею. Щоб отримати оцінку завантаженості дорожньої мережі міста або району потрібно вирішити для неї завдання макромоделювання транспортних потоків. Таким чином, постають дві різні задачі: задача визначення інтенсивності в конкретному пункті дорожньої мережі та задача оцінки завантаженості мережі загалом.

### ІІ. Постановка задачі

Транспортний потік утворюється при русі по дорозі автомобілей, пов'язаних між собою. Основними параметрами транспортного потоку є: швидкість потоку  $V$ , інтенсивність потоку  $\lambda$ , щільність потоку  $\rho$ . Швидкість  $V$  транспортного потоку (ТП) прийнято вимірювати в км/год або м/с. Найбільш часто застосовують одиницю виміру км/год. Швидкість потоку вимірюють в двох напрямках, а на багатосмуговій дорозі швидкість вимірюють в кожній смугі. Для вимірювання швидкості потоку на дорозі проводять перетин. Перетин дороги являє собою лінію, перпендикулярну осі дороги, що проходить через все її ширину. Швидкість ТП вимірюють на ділянці або в перетині. Ділянка являє собою відрізок дороги, укладений між двома перетинами. Відстань  $l_m$  між перетинами вибирають таким чином, щоб забезпечити прийнятну точність вимірювання швидкості. Заміряють час  $t$ , з проходження автомобілем ділянки – тимчасової інтервал. Вимірювання проводять для заданого числа  $n$  автомобілів і обчислюють середній тимчасовий інтервал  $\bar{t}$ :

$$\bar{t} = (t_1 + t_2 + \dots + t_n) / n \quad (1)$$

Обчислюють середню швидкість на ділянці:  $V = l_m / \bar{t}$ . Тобто, швидкість транспортного потоку є середньою швидкістю рухомих в ньому автомобілів. Для вимірювання швидкості ТП в перерізі використовують дистанційні вимірювачі швидкості (радар, лампа - фара) або спеціальні детектори швидкості. Заміряють швидкості  $v$  для  $n$  автомобілів і обчислюють середню швидкість на ділянці:

$$V = (V_1 + V_2 + \dots + V_n) / n \quad (2)$$

Інтенсивність руху  $\lambda$  авт / год дорівнює числу автомобілів, які проходять перетин дороги за одиницю часу. при високих інтенсивностях руху використовуються більш короткі інтервали часу. Інтенсивність руху вимірюється найбільш просто: підраховують число  $n$  автомобілів, що проходять через перетин дороги за задану одиницю часу  $T$ , далі обчислюють частку  $\lambda = n / T$ .

Щільність  $\rho$  ТП дорівнює числу автомобілів, розташованих на ділянці дороги заданої довжини. Зазвичай використовують ділянки 1 км, отримують щільність авт/км, іноді використовують більш короткі ділянки. Щільність зазвичай не вимірюють, а розраховують за швидкістю і інтенсивності руху ТП. Співвідношення між швидкістю, інтенсивністю і щільністю потоку називається основним рівнянням транспортного потоку:

$$\lambda = V \cdot \rho \quad (3)$$

Основне рівняння пов'язує між собою три незалежні змінні, які є середніми значеннями параметрів ТП. Однак в реальних дорожніх умовах змінні пов'язані між собою. При збільшенні швидкості ТП інтенсивність руху починає зростати, досягає максимуму, а потім знижується (рис. 1).

При великій швидкості автомобілі швидко проходять ділянки, але розташовані далеко один від одного. Метою ж управління рухом є досягнення максимальної інтенсивності потоку, а не швидкості.

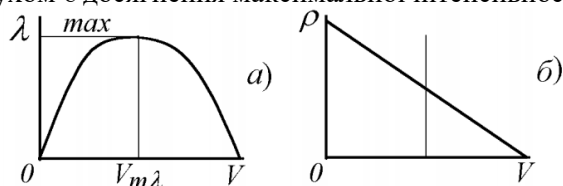


Рисунок 1 – Взаємозв'язок між інтенсивністю, швидкістю і щільністю ТП:  
а) залежність інтенсивності ТП від швидкості; б) залежність щільності ТП від швидкості

### III. Програмна реалізація

Дана система розроблена із використанням HTML, CSS та технології JavaScript. На головній сторінці користувачу надається можливість обрати параметр для обчислення: швидкість, інтенсивність або щільність транспортного потоку. Після здійснення вибору користувач вносить потрібні параметри та отримує результат обчислення. Результат обчислень швидкості транспортного потоку зображено на рисунку 2, результат обчислень інтенсивності – на рисунку 3.

Рисунок 2 – Результат обчислень швидкості транспортного потоку

Рисунок 3 – Результат обчислень інтенсивності транспортного потоку

### Висновок

У роботі розглянуто програмну систему, яка використовує математичні методи для моделювання транспортних потоків. Система дозволяє уникнути ряду проблем, визначаючи завантаженість транспортної мережі в цілому та її окремих елементів.

### Список використаних джерел

1. Автомобільні перевезення і організація дорожнього руху: Довідник. Пер. з англ. / В.У. Ренкін, П. Клаф, С. Халберт і ін. - М.: Транспорт, 1981. - 592 с.
2. Теорія транспортних потоків в проектуванні доріг і організації руху. Сільянов В.В. М.: Транспорт, 1977, 303 с.
3. Луканін В.Н., Буслев А.П., Яшина М.В. Автотранспортні потоки. - М.: ИНФРА, 2001. - 645 с.
4. Малюгін П.Н. Теорія і моделювання транспортних потоків та систем. Омськ, 2012.