УДК 656.001.5

ОЦІНКА СТАНІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ ПО МІСЬКИХ ВУЛИЦЯХ І ДОРОГАХ

В. І. Гук, д.т.н., професор
Харківський національний університет будівництва та архітектури
О. В. Запорожцева, к.т.н., доцент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Розглянемо, як поширюється транспортний потік по автомагістралі з урахуванням тільки взаємного впливу рухомих автомобілів, тобто вивчимо макроскопічне явище на основі мікроскопічного руху одиночних автомобілів.

Інтенсивність транспортного потоку в загальному випадку не дорівнює нулю, якщо розподіл інтервалів в потоці не дорівнює нулю або розподілені по дорозі автомобілі не знаходяться в стані затору [1].

Розглянемо рух транспортного потоку в напрямку осі однієї смуги вулиці протяжністю x.

Врахуємо, що кількість автомобілів, що перетинають перетин вулиці протягом часу Δt, дорівнює кількості автомобілів, розташованих на ділянці вулиці на відстані $V \cdot \Delta t$, де V – швидкість руху автомобілів. Тоді кількість автомобілів, λ, які рухаються по одиничній ділянці вулиці, дорівнюватиме щільності потоку, Q, на довжину $V \cdot \Delta t$.

$$\lambda = Q \cdot V \cdot \Delta t. \tag{1}$$

Інтенсивність транспортного потоку за час Δt

$$N = \frac{Q \cdot V \cdot \Delta t}{\Delta t} = Q \cdot V. \tag{2}$$

Визначимо довжину ділянки дороги $V \cdot \Delta t = \Delta x$. Для оцінки міських умов руху її можна прийняти рівною середній довжині вільного пробігу автомобілів без затримок "червоними" сигналами світлофора, $\Delta x = l_{\text{ср}}$.

Зміна щільності на цій одиничній ділянці дороги тоді буде

$$\Delta Q = \frac{dQ}{dx} \cdot \Delta x = \frac{dQ}{dx} \cdot l_{\text{ср}}, \tag{3}$$

Підставивши (3) в (2) отримаємо

$$N = l_{\text{ср}} \cdot V \frac{dQ}{dx}, \tag{4}$$

де $\frac{dQ}{dx}$ – визначено як градієнт щільності (похідна щільності).

Інтенсивність транспортного потоку пропорційна градієнту щільності (зміни щільності в просторі на одиницю довжини дороги).

Розділивши інтенсивність на градієнт щільності, знайдемо коефіцієнт, β, км^2/год.

$$\frac{N}{\frac{dQ}{dx}} = l_{\text{ср}} \cdot V = \beta \,, \qquad (5)$$

Коефіцієнт характеризує «мобільність» автомобілів або нерівномірність їх руху по вулицях і дорогах. Одночасно він є об'єктивним критерієм кількісної оцінки якості організації дорожнього руху в місті, як похідна середньої дальності пробігу без затримок на середню швидкість потоку. Чим більше значення коефіцієнта, тим вище якість організації дорожнього руху.

Середня відстань, яку автомобіль проходить без затримки, залежить від кількості автомобілів в місті і на його вулицях і дорогах, від геометричних розмірів вулиць і перетинів в одному рівні, від режиму роботи світлофорів, тобто від величини «зеленого» і «червоного» сигналів світлофорів, від зони міста (центральної, середньої, периферійної).

Знаючи середню тривалість руху автомобіля без затримок і середню швидкість руху автомобілів по автомагістралі певного класу (швидкісної, безперервної, регульованої), можна легко оцінити якість організації дорожнього руху.

Так, для швидкісної дороги β=1000-1500 км^2/год.; для магістралі з безперервним рухом β=800-1200 км^2/год.; для магістралі з регульованим рухом β=300-600 км^2/год.; з жорстким регулюванням β=60-120 км^2/год. [4].

При існуючих засобах організації дорожнього руху в м. Харків якість дорожнього руху в центральній зоні знаходиться в межах β=15-30 км^2/год., у середній зоні β=60-80 км^2/год., у периферійній зоні β=100-120 км^2/год. Як показують розрахунки, АСУР дозволять поліпшити стан дорожнього руху в центральній зоні в 2,5-3 рази, в середній в 2 рази і в периферійній в 1,5-2 рази.

Таким чином, рух транспортного потоку по міських магістралях описується рухом хвиль швидкості, інтенсивності і щільності, рівняння і характеристики яких дозволяють вирішувати прикладні задачі управління дорожнім рухом, проектування міських магістралей і вулично-дорожніх мереж і виконувати оцінку якості існуючого дорожнього руху в містах.

Література:

1. Гук В.И. Элементы теории транспортных потоков и проектирование улиц и дорог / В.И. Гук. – К.: УМК ВО, 1991. – 254 с.

2. Самойлов Д.С. Организация и безопасность городского движения: учеб.; 2-е изд., перераб. и доп. / Д.С. Самойлов, В.А. Юдин, П.В. Рушевский. – М.: Высш. шк., 1981. – 256 с.: ил.

3. Гук В.І. Транспортні потоки : теорія та їх застосування в урбаністиці: монографія / В.І. Гук, Ю.М. Шкодовський. – Х.: Золоті сторінки, 2009. – 232 с.

4. Запорожцева О.В. Взаємозв’язок інтенсивності, швидкості і щільності транспортних потоків на багатосмугових автомагістралях / В.І. Гук, О.В. Запорожцева // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – 2010. – Вып. 50. – С. 69–73.