

*Н. А. МАРЧЕНКО*, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХП»;

*Н. Ю. РИНГЕЛЬ*, магістрант НТУ «ХП»

## **РОЗРОБКА РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ У МІСТІ**

Розглядаються особливості розробки розподіленої системи для моделювання транспортних потоків у місті та аналізується рух автомобіля у складі транспортного потоку з урахуванням діючих на нього факторів.

Рассматриваются особенности разработки распределенной системы для моделирования транспортных потоков в городе и анализируется движение автомобиля в составе транспортного потока с учетом действующих на него факторов.

There have been reviewed feature of the development a distributed for the modeling of traffic in the city and analyzed the auto motion in the traffic flow, taking into account factors acting on it.

**Вступ.** В сучасних умовах руху гостро постає проблема управління транспортними потоками, особливо на міських вулицях і дорогах. Збільшення кількості транспортних засобів як особистих, так і суспільних, приводить до значного зростання інтенсивності і щільності руху транспортних потоків. У щільному транспортному потоці водій вже не вільний у виборі швидкості руху, він не завжди може зробити обгін і його поведінка значною мірою визначається загальним ритмом руху на дорозі [1].

Вирішення задачі моделювання автомобільних потоків у транспортній системі міста дає змогу проаналізувати роботу транспортної мережі, визначити та врахувати закономірності впливу зовнішніх і внутрішніх чинників на характеристики транспортного потоку з метою підвищення ефективності функціонування транспортної мережі та пошуку ефективних стратегій управління транспортними потоками в місті. Таким чином, розробка розподіленої системи для моделювання транспортних потоків у місті є актуальною задачею.

**Постановка задачі.** Метою даної роботи є розробка розподіленої системи "клієнт-сервер" з централізованою базою даних, основним завданням якої буде аналіз транспортних потоків, оцінка перспективної швидкості, оцінка тривалості руху і пошук оптимальних маршрутів проїзду по центральній частині міста Харкова.

Початковими даними для системи є схема центральної частини міста Харкова та інформація про розташовані на ній вулиці.

В системі передбачається реалізація можливості пошуку об'єкта на карті, вимірювання відстані між об'єктами, пошук оптимального маршруту для різних умов руху з можливістю обрати допоміжні пункти маршруту, можливість перегляду визначних місць та можливість зв'язку користувачів з

адміністратором системи для збору оперативної інформації про стан доріг та інтерфейс для роботи адміністратора. Крім цього, необхідно розробити структуру бази даних для зберігання картографічної інформації, інформації для аутентифікації адміністраторів та інформаційних повідомлень.

**Опис програмної реалізації розподіленої системи.** Для програмної реалізації поставленого завдання була обрана мова PHP та сервер баз даних MySQL. Цей вибір обумовлений тим, що мова PHP є однією з найпопулярніших серверних скриптових мов, що переважає своєю простотою, швидкістю виконання та широкою функціональністю. Ще одна безумовна перевага обраної мови полягає в тому, що PHP розповсюджується безкоштовно з відкритими вихідними кодами (в рамках стратегії Open Source), що дає змогу не тільки вивчати та використовувати код для розробки нових додатків, а й брати участь у його доопрацюванні [2].

Клієнтська частина програми розроблена з використанням сучасних технологій jQuery і AJAX, завдяки чому здійснюється миттєве завантаження даних з сервера без перезавантаження сторінки. Використання бібліотеки jQuery UI дає змогу з легкістю створювати насичений інтерфейс користувача в веб-додатках з використанням анімації, ефектів, а також набору віджетів [3].

**Математичні методи моделювання транспортних потоків у місті.** В основу математичного моделювання автомобільного руху покладено дослідження швидкісного режиму руху потоку. На швидкість руху транспортних засобів в умовах міста впливає значна кількість факторів, основними з яких є:

- геометричні параметри дороги;
- погодно-кліматичні умови;
- інтенсивність руху і склад транспортного потоку;
- розмітка проїжджої частини;
- обмеження швидкості знаками дорожнього руху.

Для оцінки середньої швидкості руху транспортного потоку на окремому елементі дороги використано емпіричну залежність, яка враховує вплив дорожніх умов та інтенсивність руху [4]:

$$V = v \cdot V_0 - \alpha \cdot K_\alpha \cdot N, \quad (1)$$

де  $v$ ,  $\alpha$ ,  $K_\alpha$  – коефіцієнти, які враховують, відповідно, вплив стану дорожнього покриття залежно від погодно-кліматичних умов, складу руху та розмітки проїжджої частини на швидкість руху потоку;

$V_0$  – середня швидкість автомобіля в вільних умовах на даному елементі дороги, яка враховує вплив поєднання геометричних характеристик ділянки дороги та склад руху, км/год;

$N$  – інтенсивність руху в двох напрямках у певну годину доби, авт/год.

Інтенсивність руху обчислюється для певного часу доби. За основу береться середньодобова інтенсивність, яка, в свою чергу, залежить від пропускної здатності даного відрізка шляху. Тоді інтенсивність руху на певному відрізку дороги в залежності від часу доби визначається наступним чином:

$$N = K_{\text{зод}} \cdot P, \quad (2)$$

де  $K_{\text{зод}}$  – коефіцієнт переведення середньої інтенсивності руху в інтенсивність у певну годину доби;

$P$  – практична пропускна спроможність, авт/год.

Значення транспортної затримки на регульованих перехрестях залежить в основному від режиму роботи світлофорної сигналізації та оцінюється значенням середньої затримки одного автомобіля в напрямку, що розглядається. Для розрахунку оцінки середньої затримки транспортного засобу на перехресті використовується формула Ф. Вебстера [5]:

$$t_{\Delta p} = \frac{T_c(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda \cdot x)} + \frac{x^2}{2N(1-x)} - 0,65 \left( \frac{T_c}{N^2} \right)^{\frac{1}{3}} x^{(2+5\lambda)}, \quad (3)$$

де  $T_c$  – величина циклу світлофору, сек;

$\lambda$  – відношення тривалості сигналу, що дозволяє рух, до величини циклу світлофору, долі одиниці;

$N$  – інтенсивність руху транспортних засобів в напрямку, що розглядається, од/сек;

$x$  – міра насичення конкретного напрямку руху (відношення інтенсивності руху до пропускної спроможності), долі одиниці.

Формула (3) дозволяє визначити затримку на регульованих перехрестях враховуючи регулярний та випадковий характер прибуття автомобілів, а також враховує похибку при розрахунку по першим двом складовим формули. Розрахунок інтенсивності транспортного потоку, що поїде на перехресті у певному напрямку виконується виходячи з розрахунку загальної кількості рядів на даному відрізку шляху.

**Основні результати та висновки.** В даній роботі було розроблено математичну модель, засновану на дослідженні швидкісного режиму руху потоку та отримано емпіричну залежність швидкості від геометричних характеристик дороги, складу руху, часу доби та погодно-кліматичних умов, а також використано формулу для розрахунку оцінки середньої затримки транспортного засобу на перехресті.

На рис. 1 представлено зміну тривалості руху протягом доби для маршруту довжиною понад 3,5 км через центральну частину Харкова від

перехрестя вул. Культури та вул. Леніна до перехрестя вул. Пушкінської та Театрального провулка.

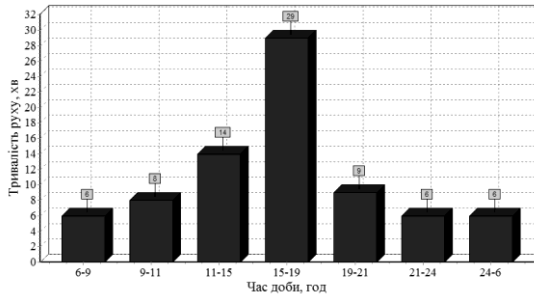


Рис. 1 – Зміна тривалості руху протягом доби для маршруту довжиною 3,5 км

Розглянувши отриману діаграму, можна зробити висновок, що, як і очікувалось, найдовша тривалість руху спостерігається у години пік, а найменша тривалість руху вночі. Таким чином, отримана діаграма підтверджує адекватність розробленої моделі.

Результат пошуку оптимального маршруту проїзду для описаного маршруту представлено на рис. 2.

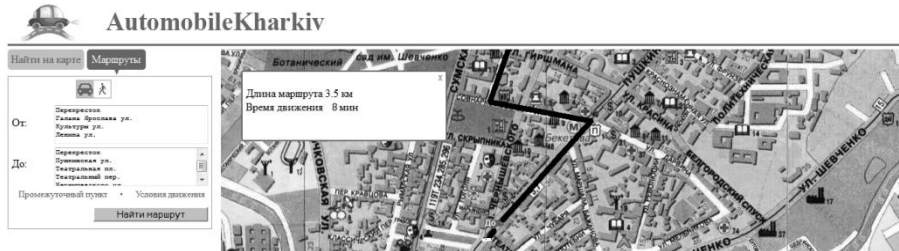


Рис. 2 – Результат пошуку оптимального маршруту проїзду

Таким чином, була розроблена розподілена система для моделювання транспортних потоків у місті. Розподілена система була перевірена на кросбраузерність та дає можливість користувачам знаходити оптимальні маршрути проїзду при заданих умовах руху.

**Список літератури:** 1. Семенов В. В. Математическое моделирование динамики транспортных потоков мегаполиса / В. В. Семенов – М. : ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, 2004. 2. Котеров Д. В. РНР 5 / Д. В. Котеров, А. Ф. Костарев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2010. – 1104 с. 3. Офіційний сайт бібліотеки jQuery UI: <http://jqueryui.com/>. 4. Сильянов В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц / В. В. Сильянов – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с. 5. Кременец Ю. А. Технические средства организации дорожного движения / Ю. А. Кременец – М. : Транспорт, 1990. – 255 с.

Надійшла до редколегії 10.05.2012