

5.Кузькін О.Ф. Пошук найкоротших шляхів у міських маршрутних мережах / О. Ф. Кузькін // Східноєвропейський журнал передових технологій. – 2011. – №6/4(54). – С. 8-12.

6.Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход / Н. Кристофидес. – М.: Мир, 1975. – 432 с.

Отримано 05.03.2012

УДК 656.11.021.2

Д.В.ЗАСЯДЬКО

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ЗМЕНШЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЦЕНТР МІСТА ШЛЯХОМ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ УМОВНО-КІЛЬЦЕВИХ ЗВ'ЯЗКІВ

Розглядається проблема транспортного навантаження центральних частин великих міст з радіальним плануванням, вказано на можливість зменшення транспортного навантаження на центральні частини шляхом відведення транзитних для центральної частини транспортних потоків, для чого запропоновано створення системи умовно-кільцевих транспортних зв'язків та запропоновано методику розрахунку потрібної пропускної спроможності окремих ділянок цієї системи.

Рассматривается проблема транспортной нагрузки центральных частей больших городов с радиальной планировочной структурой, указано на возможность уменьшения транспортной нагрузки на центральные части путём отведения транзитных для центральной части транспортных потоков, для чего предложено создание системы условно-кольцевых транспортных связей и предложено методику расчёта потребной пропускной способности отдельных участков этой системы.

The problem of traffic load of the central parts of big cities with a radial structure of the planning is considered, pointed to the possibility of reducing the traffic load on the central part, using the diversion of transit traffic through the central part of the city, using a proposed system of quasi-circular transport links and the proposed method of calculation of the required link capacity.

Ключові слова: транспортні потоки, транспортне навантаження, система умовно-кільцевих зв'язків, пропускна спроможність.

Однією з проблем великих міст, пов'язаною з функціонуванням їх транспортних систем є скупченість транспортних засобів у центральній частині міста. Причина криється у історичних особливостях розвитку міст. Рівень автомобілізації протягом років постійно зростає, а протяжність, розгалуженість та пропускна спроможність вулиць зростає не такими великими темпами, як того вимагає попит на пересування автомобілями. Внаслідок чого в центральних частинах міст виникає ускладненість та транспортні затори.

Проблема виникнення транспортних заторів зокрема і у центральних частинах міст розглядалася у багатьох роботах [1-4]. Проведений автором відеомоніторинг транспортних потоків на межах центральної

частини міста на прикладі міста Харків показує, що значну частку інтенсивності транспортних потоків складають автомобілі, для яких центральна частина міста не є ані місцем початку поїздки, ані місцем закінчення поїздки, тобто ці транспортні кореспонденції є транзитними для центральної ділової частини міста (ЦДЧМ) [5]. Питання зниження завантаженості центральних вулиць автомобілями розглядалося також у [6, 7]. Однак, практичні рекомендації зводяться до заборони або обмеження в'їзду в ЦДЧМ, що не може бути прийнятним, оскільки обмежує мобільність населення.

Для відведення транзитних для ЦДЧМ транспортних потоків автором запропоновано створення системи умовно-кільцевих транспортних зв'язків (УКЗ) навколо ЦДЧМ. Система УКЗ складатиметься з кільцевих ділянок, які з'єднують суміжні радіальні магістральні вулиці перед в'їздом в ЦДЧМ. Транзитні для ЦДЧМ транспортні потоки на радіальних магістральних вулицях мають бути спрямовані на кільцеві ділянки в обхід ЦДЧМ. Для створення системи УКЗ необхідно змодельовати транспортну мережу та розрахувати пропускну спроможність та місце розташування кожної дугової ділянки. Автор висуває припущення, що у деяких випадках створення замкнутого кільця може бути й непотрібним, а пропускну спроможність дугових ділянок має залежати від максимального значення прогнозованої інтенсивності потоку на цих ділянках з урахуванням прийнятного рівня обслуговування учасників дорожнього руху.

*Транспортне мегарайонування та
розрахунок пропускну спроможності ділянок*

Традиційні підходи до моделювання вулично-дорожньої мережі [2, 4, 8] передбачають розмежування території міста на невеличкі транспортні райони з одним центром транспортного тяжіння у кожному районі та точний опис всіх вулиць та проїздів як елементів графу транспортної мережі. При цьому дугами графа є ділянки вулиць, а вершинами – перехрестя або центри транспортного тяжіння. Такий підхід є точним, але потребує збирання великої кількості інформації про топологію мережі та підрахунок ємності кожного маленького транспортного району по відправленню і прибуттю автомобілів. Автором запропоновано інший підхід до транспортного районування, а саме: розділення території міста на укрупнені транспортні мегарайони. Кожен периферійний мегарайон зв'язаний з ЦДЧМ лише у одній точці в'їзду/виїзду з ЦДЧМ. Територія міста поза ЦДЧМ розділяється на мегарайони таким чином, щоби з кожної точки у межах мегарайону найближчий шлях до ЦДЧМ пролягав би виключно по території цього мегарайону та проходив би через точку в'їзду/виїзду з ЦДЧМ до цього мегарайону. Практично для розмежуван-

ня території міста наносимо на карту кілька десятків рівномірно розподілених точок. Кожну точку відносимо до того мегарайону, номер якого відповідає номеру найближчої точки в'їзду/виїзду з ЦДЧМ. У місцях, де є суміжні точки, які потрапили до різних мегарайонів, наносимо додаткові точки з подвоєною щільністю та знову розподіляємо їх по мегарайонах. У разі необхідності процедуру повторюємо. Таким чином отримуємо межі кожного мегарайону. Проведення такого транспортного районування на прикладі міста Харків показало, що мегарайони будуть розподілені вздовж радіальних магістральних вулиць (рисунк).



Розподіл території Харкова на ЦДЧМ і периферійні мегарайони:

— — межа мегарайону чи ЦДЧМ; ● — місце в'їзду / виїзду в ЦДЧМ.

Оскільки транспортний мегарайон займає значну площу, то у ньому може бути не один, а декілька місць транспортного тяжіння з різними обсягами відправлення і прибуття автомобілів. Пропонуємо зводити множину цих локальних центрів тяжіння до одного умовного середньозваженого центру тяжіння, що дозволить використовувати для подальших розрахунків матриці кореспонденцій вже відомі методи [1, 2, 4]. При цьому координати центру мегарайону розраховуються як середньозважені координати локальних центрів тяжіння з урахуванням їх транспортного попиту, який, у свою чергу, залежить від кількості мешканців,

рівня автомобілізації та мобільності населення. Умовно приймаючи рівень автомобілізації та мобільності населення однаковим у межах мегарайону, визначаємо, що транспортний попит опосередковано залежить від кількості населення, яка залежить від площі забудованої території та поверховості забудови. Таким чином, координати умовного центру тяжіння для кожного мегарайону можна визначити за формулами:

$$x_{ЦТМ} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot k_{эм i} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n S_i \cdot k_{эм i}}, \quad (1)$$

де i – порядковий номер ділянки забудови; x_i – координата (довгота) центру транспортного тяжіння для ділянки i ; $k_{эм i}$ – коефіцієнт поверховості;

$$y_{ЦТМ} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot k_{эм i} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n S_i \cdot k_{эм i}}. \quad (2)$$

Тут y_i – координата (широта) центру транспортного тяжіння для ділянки i .

Для визначення ємностей мегарайонів автор пропонує використовувати відеомоніторинг транспортних потоків у точках в'їзду/виїзду з ЦДЧМ. Оскільки для розрахунку інтенсивності потоків по кільцевих ділянках необхідні лише значенні тих транспортних кореспонденцій, маршрути яких проходять через ЦДЧМ, то моніторинг транспортних потоків між мегарайонами в інших місцях не потрібен. Рух автомобілів між ЦДЧМ та периферійними мегарайонами відповідає добовому ритму людського життя, що було підтверджено відеоспостереженнями. У ранкові години спостерігається перевищення інтенсивності доцентрових потоків над відцентровими, у вечірній час — навпаки. Таким чином, обсяг прибуття автомобілів з периферійних мегарайонів до ЦДЧМ можна визначити, провівши спостереження та виділивши ті години доби, коли спостерігається «пік» інтенсивності відцентрових та доцентрових потоків.

Розрахунок потрібної пропускної спроможності ділянок

Протягом доби виникають, досягають свого максимуму та згасають транспортні потоки у бік ЦДЧМ та у зворотному напрямку. Зробимо

припущення, що, споглядаючи за ними в ранковий і вечірній час, можна визначити транспортні ємності периферійних мегарайонів та ЦДЧМ. На відміну від звичайного порядку розрахунків по гравітаційній моделі об'єми відправлення і прибуття для периферійних районів приймаємо рівними сумі тих, що входять ($N_i^{вход}$) і, відповідно, витікаючих ($N_i^{виход}$) потоків.

$$\begin{aligned}HO_i &= N_i^{вход}; \\HP_j &= N_j^{виход}.\end{aligned}\tag{3}$$

Для ЦДЧМ вранці

$$\begin{aligned}HO_i &\approx 0; \\HP_j &\approx \sum N^{вход} - \sum N^{виход}\end{aligned}\tag{4}$$

і увечері

$$\begin{aligned}HO_i &\approx \sum N^{виход} - \sum N^{вход}; \\HP_j &\approx 0.\end{aligned}\tag{5}$$

Розрахунки ведуться для двогодинного інтервалу часу, в який спостерігається «пік» інтенсивності потоків.

Маючи значення транспортних ємностей мегарайонів та знаючи топологію транспортної мережі з урахуванням майбутньої наявності умовно-кільцевих ланок, далі за допомогою гравітаційної моделі [1, 2, 8-10] можна розрахувати матрицю тих транспортних кореспонденцій між мегарайонами та ЦДЧМ, які пройдуть по ділянках УКЗ. Розподіл кореспонденцій по ділянках мережі можна виконати по найкоротших маршрутах згідно з [11]. Траси маршрутів можна розрахувати на основі теорії графів за алгоритмом Дейкстри [12]. Розрахунки матриці кореспонденцій, маршрутів та інтенсивності потоків виконуються двічі: для ранкового та вечірнього періоду. Отримавши після розподілення кореспонденцій значення інтенсивності потоків на ділянках мережі, можна визначити потрібну пропускну спроможність ділянок, задавши необхідний рівень завантаження дороги рухом [3]. Методика дозволяє провести розрахунок потрібної пропускну спроможності ділянок не лише для замкненого кільця, але й у випадку неможливості побудови окремих ділянок, для чого з моделі мережі слід виключити відповідні ребра графа.

Таким чином, проблема скупчення транспорту у центральних частинах міст потребує нагального вирішення і є актуальною. Значну частку транспортних потоків у центрі складають транзитні (для центру) потоки. Автором запропоновано відведення цих потоків в обхід центру за

допомогою системи умовно-кільцевих зв'язків та запропоновано методику розрахунку потрібної пропускної спроможності кільцевих ділянок. Для визначення інтенсивностей потоків на дугах автором запропоновано розподіл транспортних кореспонденцій по найшвидшим маршрутам, використання гравітаційної моделі для розрахунку кореспонденцій та новий спосіб транспортного районування. Пропонований підхід до транспортного районування дозволить зменшити трудомісткість отримання вхідної інформації для створення моделі транспортної мережі при збереженні достатньої точності моделі.

- 1.Капитанов В.Т. Управление транспортными потоками в городах / В. Т. Капитанов, Е.Б. Хилажев. – М.: Транспорт, 1985. – 94 с.
- 2.Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения / В.В. Сильянов. – М.: Транспорт, 1977. – 303 с.
- 3.Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
- 4.Ставничий Ю.А. Транспортные системы городов. – М.: Стройиздат, 1980. – 220 с.
- 5.Гецович Е.М. Определение интенсивностей и направлений транзитных транспортных потоков в центральной деловой части города / Е. М. Гецович, Д. В. Засядько // Комунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.86. – К.: Техніка, 2009. – С.350-357.
- 6.Sheffy Y. Urban Transportation Networks. Engelwood Cliffs. N.J:Prentice-Hall, 1995.
- 7.Вол. М., Мартин Б. Анализ транспортных систем: Пер с англ. – М.: Транспорт, 1989. – 514 с.
- 8.Швецов В. И. Математическое моделирование транспортных потоков // АиТ. – 2003. – №11. – С.3-46.
- 9.Алиев А.С., Попков Ю.С., Швецов В.И. Моделирование транспорта в ИСА РАН // Компьютерные модели развития города. – СПб.: Наука, 2003. – С.78-89.
- 10.Алиев А.С., Стрельников А.И., Швецов В.И., Шершевский Ю.З. Моделирование транспортных потоков в крупном городе с применением к Московской агломерации // Автоматика и телемеханика. – 2005. – №11. – С.113-125.
- 11.Spiess H., Florian M. Optimal strategies: a new assignment model for transit networks // Transp. Res. B. 1989. V. 23. – P.83-102.
- 12.Dijkstra E.W. A note on two problems in connexion with graphs / E. W. Dijkstra // Numerische Mathematik. V. 1 1959. – P.269-271.

Отримано 04.03.2012

УДК 62-503.57 : 519.876.5 : 656.051

І.А.МОГИЛА

Національний університет «Львівська політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ РЕГУЛЬОВАНОГО ПЕРЕХРЕСТЯ З ЧАСОВО- ТА ТРАНСПОРТНО-ЗАЛЕЖНИМ КЕРУВАННЯМ

Розглянуто часово-залежне та транспортно-залежне керування дорожнім рухом на регульованих перехрестях, проаналізовано їх переваги та недоліки. Наведено графік зміни інтенсивності прибуття транспортних засобів до перехрестя. З використанням імітаційного моделювання проведено дослідження функціонування перехрестя з різними системами керування та встановлено, що застосування транспортно-залежного керування з нечітким алгоритмом керування є більш ефективним, ніж часово-залежного.