

УДК 711.454

Мамедов А., Жураковський А.

МОДЕЛІ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОСТОРОВОЇ ПІДСИСТЕМИ МІСТОБУДІВНОЇ СИСТЕМИ

Сучасне місто являє собою складну систему взаємодії соціально-демографічної, просторової, економічної та природно-техногенної підсистем[1,2] (рис.1). З розвитком технологій, зростанням обсягів виробництва товарів та послуг, рівня життя населення відбувається відповідне ускладнення містобудівної системи. У зв'язку з цим, виникає потреба удосконалення існуючих та розробка нових методів і моделей прогнозування та моніторингу взаємодії різних підсистем містобудівної системи.

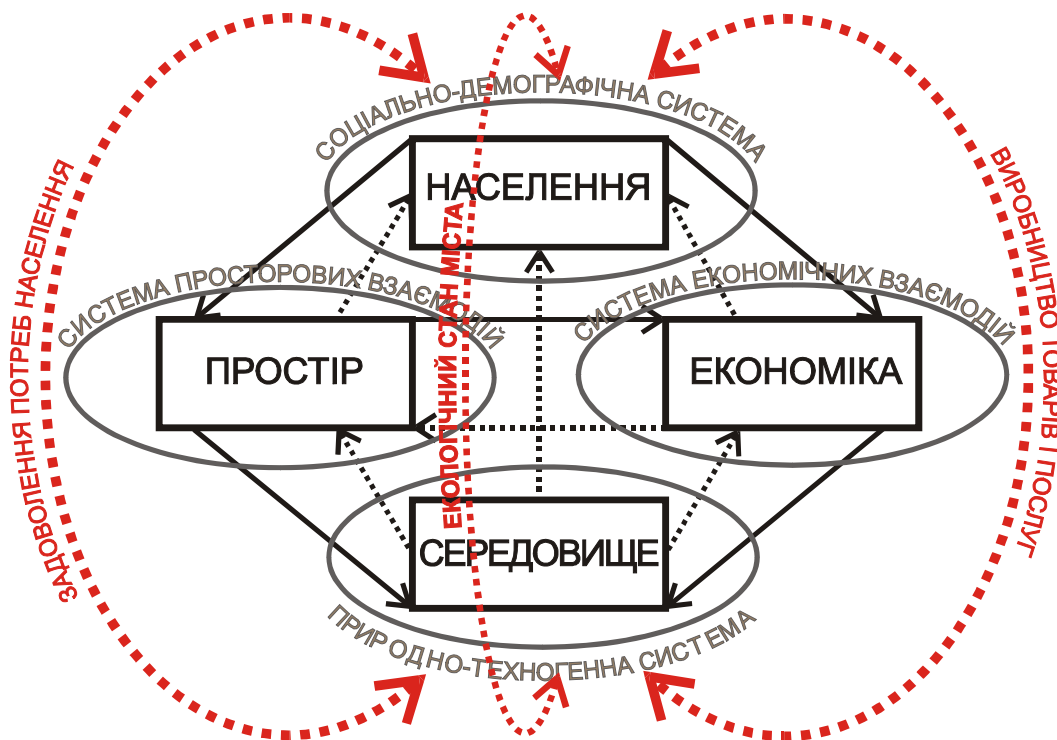


Рис. 1. Структурна модель містобудівної системи

Будь-яка діяльність відбувається в просторі та потребує витрати часу. Тому, ефективність функціонування містобудівної системи в цілому залежить від ефективності функціонування просторової підсистеми. Щорічні прямі збитки від транспортних заторів складають величезні суми (за статистичними даними в США – 63.1 млрд. дол. за 2005 рік) та зростають із зростанням рівня автомобілізації.

Моделювання просторових зв'язків в місті почало свій розвиток з середини 50-х років минулого сторіччя. Починаючи з 60-х років, більшість міст США[3] використовувало один з варіантів моделі планування системи міських транспортних потоків (рис.2).

Цю модель було застосовано для вирішення широкого кола задач, пов'язаних з планувальними, економічними і, останнім часом, енергетичними та екологічними проблемами.

Серед моделей просторової взаємодії концепція доступності пункту призначення відіграє центральну роль. Якщо поїздка – похідна від попиту, то досяжність є «товаром». Показник доступності можна записати у вигляді:

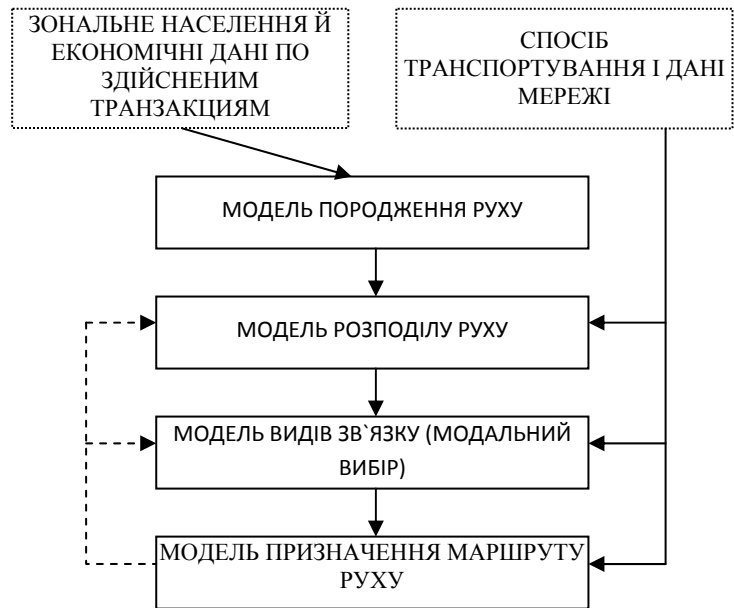


Рис. 2. Типова чотири-стадійна модель планування просторових зв'язків

$$a_i = \sum_j a_{ij} = \sum_j W_j^\alpha f(c_{ij}), \quad (1)$$

де:

W_j – рівень попиту, або вимір привабливості потенційної зони відправлення j для поїздок за визначеною метою;

c_{ij} – вартість поїздки від зони відправлення i до зони призначення j ;

α – коефіцієнт, який залежить від масштабу економіки, має значення від 0 до 1;

$f(c_{ij})$ – функція змінення способу поїздки та зменшення вартості в залежності від відстані між пунктами відправлення та призначення.

Використання моделей просторової взаємодії в містобудівництві одержало розвиток з розробкою теорій максимізації ентропії та корисності [4], які забезпечили більш розширені можливості статистики, інформаційної бази та раціональної економічної бази для теорії просторових взаємодій. Теоретичні зусилля, спрямовані на об'єднання цих двох підходів у 70-х та 80-х роках ХХ сторіччя дозволили розробити наступну логіт-модель просторових взаємин в місті:

$$T_{ij} = O_i \frac{\exp(v_{ij})}{\sum_j \exp(v_{ij})} \quad (2)$$

де:

T_{ij} – кількість поїздок між зонами i та j ;

O_{ij} -- кількість поїздок, що починаються у пункті i ;

v_{ij} – багатокритерійна функція значень, які відображають привабливість пункту j , для поїздок, що починаються у пункті i .

Подальший розвиток інформаційних та комп'ютерних технологій дозволили використовувати ітеративні моделі, які потребують значну обчислювальну потужність. При цьому використовується ціла низка варіантів ітераційних процедур. На стадії визначення складу потоку матриця поїздок автомобілів та вантажівок конвертується на еквівалент легкового автомобіля. Логіти можуть бути використані для вибору багатосполучних маршрутів та об'єднання різних моделей. В рамках цього підходу, орієнтованого на вирішення проблем перевантаження мережі, всі обсяги поїздок розподіляються таким чином, що поїздки за багатосполучними маршрутами між парами пунктів відправлення та призначення потребують однакових витрат часу. Відповідно, всі інші можливі, але не використані маршрути потребують більших витрат. В результаті, створюється рівновага, де неможливо змінити маршрут без додаткових витрат. Математично це можна показати таким чином:

$$\sum_{\alpha} \int_0^{f_{\alpha}} C_{\alpha}(x) d(x) \rightarrow \min, \quad (3)$$

за умовами:

$$f_{\alpha} = \sum_i \sum_j \sum_p \delta_{ij}^{\alpha p} X_{ij}^p \text{ для всіх сполучень } \alpha \text{ мережі} \quad (4)$$

$$\sum_i X_{ij}^p = T_{ij}, \quad i, j = 1, \dots, N \quad (5)$$

$$f_{\alpha} \geq 0 \quad \forall \text{ сполучень } \alpha; \quad X_{ij}^p \geq 0 \quad \forall \text{ шляхів мережі} \quad (6)$$

де:

T_{ij} – матриця поїздок;

f_{α} – обсяг поїздок на сполученні α ;

$C_{\alpha}(f_{\alpha})$ – вартість поїздки за сполученням α , яка чутлива до заторів, наприклад, у вигляді випуклої функції $c_{\alpha}(1 + \lambda_{\alpha} f_{\alpha})^4$, де:

C_{α} – час, що витрачається на поїздку у вільному потоці;

λ_{α} – функція пропускної спроможності сполучення;

X_{ij}^p -- змінний, який відображає кількість поїздок від пункту i до пункту j за багатосполучним маршрутом P ;

$\delta_{il}^{\alpha p} = 1$, якщо зв'язок належить маршруту P та 0 , якщо навпаки.

На рис. 3 наведені результати розрахунку оцінки земельного ресурсу щодо розміщення житла з використанням моделі оптимізації просторових зв'язків.

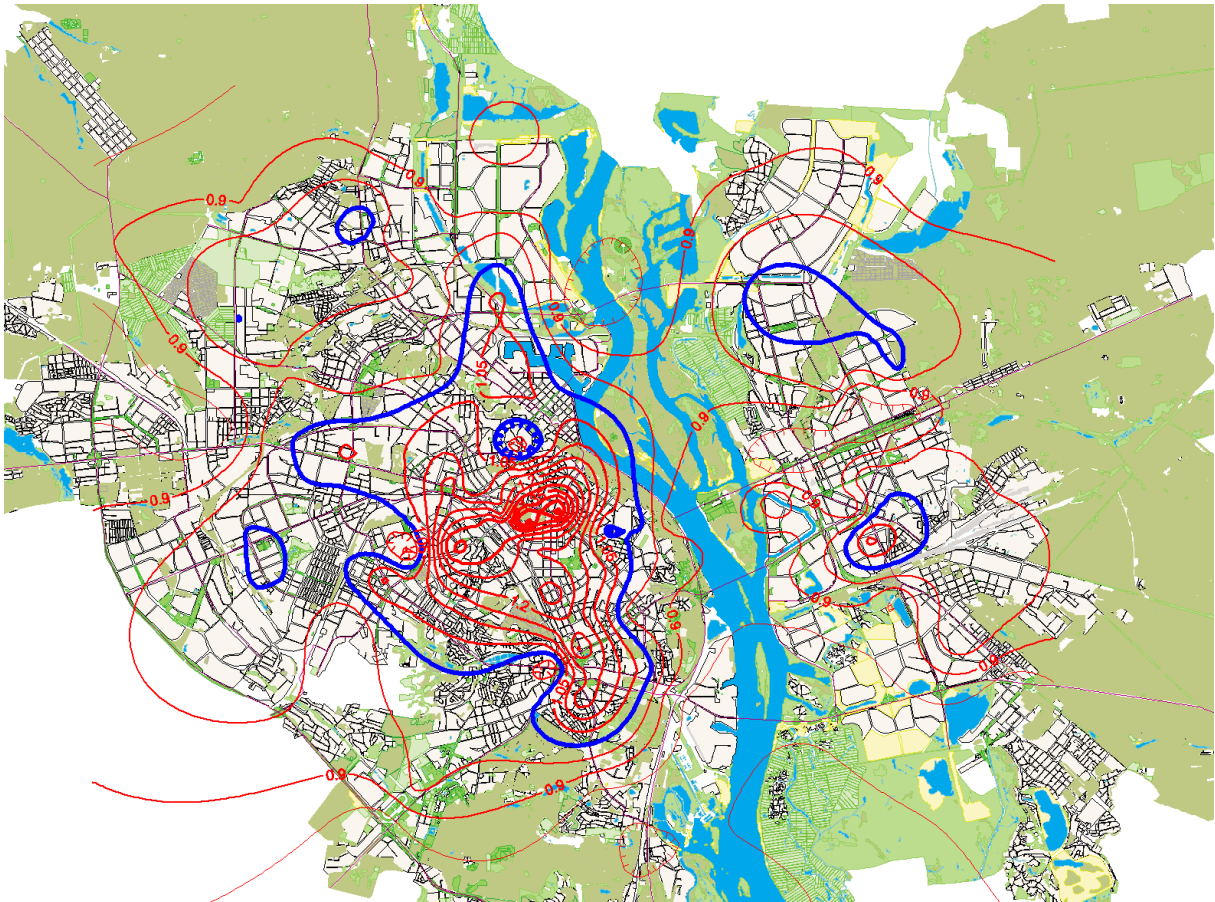


Рис. 3. Оцінка земельного ресурсу щодо розміщення житла.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Демин Н.М. Управление развитием градостроительных систем. – К.: Будивельник, 1991. – 184 с.
2. Осітнянко А.П. Планування розвитку міста: Монографія – Київ: КНУБА, 2001, 460 с.
3. Oppenheim, N. Urban Travel Demand Modeling. From Equilibrium Choices To General Equilibrium. John Wiley. New York, 1995. - 480p.
4. A. G. Wilson. Entropy in urban and regional modelling. Pion, London, 1970. - 166p.

Анотація

Наведені результати дослідження методів та моделей аналізу, оцінки та оптимізації просторових зв'язків в місті.

Аннотация

Приведены результаты исследования методов и моделей анализа, оценки и оптимизации пространственных связей в городе.