

УДК 656.13

## РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВИЗНАЧЕННЯ ПОПИТУ НА ПАРКУВАННЯ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ДІЛОВІЙ ЧАСТИНІ МІСТА

О.О. Холодова, доц., к.т.н.,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

*Анотація.* Запропоновано методику визначення попиту на паркування в центральній діловій частині міста (ЦДЧМ) на основі дослідження відцентрових та доцентрових транспортних потоків. Апробована на прикладі міста Харків методика дозволила визначити суттєві коливання попиту на паркування та час максимального транспортного навантаження протягом робочого дня під час виконання основної маси ділових поїздок.

*Ключові слова:* центральна ділова частина міста, попит на паркування, транспортний потік, система паркінгів, коефіцієнт нерівномірності, максимальне транспортне навантаження.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СПРОСА НА ПАРКОВАНИЕ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ДЕЛОВОЙ ЧАСТИ ГОРОДА

О.А. Холодова, доц., к.т.н.,

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

*Аннотация.* Предложена методика определения спроса на паркование в центральной деловой части города на основе исследования центробежных и центростремительных транспортных потоков. Апробированная на примере города Харькова методика позволила определить существенные колебания спроса на паркование и время максимальной транспортной нагрузки на протяжении рабочего дня во время выполнения основной массы деловых поездок.

*Ключевые слова:* центральная деловая часть города, спрос на паркование, транспортный поток, система паркингов, коэффициент неравномерности, максимальная транспортная нагрузка.

## THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF DETERMINING THE DEMAND FOR PARKING IN THE CENTRAL DOWNTOWN

O. Kholodova, Assoc. Prof., Ph. D. (Eng.),

Kharkiv National Automobile and Highway University

*Abstract.* The technique for determining the demand for parking downtown is based on investigation of traffic flows moving towards the city centre and backward is offered. The given technique tried on example of Kharkiv area made it possible to determine considerable fluctuations of demand for parking as well as maximum transport loading during the working day rush hours while making the main bulk of business trips.

*Key words:* central downtown, demand for parking, traffic flow, system of parking, unevenness coefficient, maximum transport load.

### Вступ

У всіх економічно розвинених країнах світу, не виключаючи України, нестримно зростає рівень автомобілізації, у зв'язку з чим однією

з проблем сучасного міста є постійне зростання транспортного навантаження в ЦДЧМ. Стабільне зростання кількості автотранспорту, особливо легкового, і значне щорічне його використання за відсутності резервів тех-

нічних параметрів вулиць для забезпечення руху транспортних потоків створили ситуацію, коли будь-яка система організації руху автотранспорту вже не буде ефективною. Існуюча вулично-дорожня мережа (ВДМ) не може забезпечити оптимальних умов для руху автотранспорту. Основними проблемами існуючої транспортно-дорожньої мережі міста є: невідповідність планувальних параметрів доріг прийнятій категорії; непостійність планувальних параметрів доріг по всій їх довжині; складність структури транспортного потоку (змішаний рух легкового, вантажного і громадського пасажирського транспорту); відсутність або недостатня кількість магістралей безперервного руху; відсутність або недостатня кількість розв'язок на декількох рівнях; недостатня щільність магістральної мережі та використання правої сторони для тимчасової стоянки автотранспорту через відсутність або недостачу тимчасових парковок біля об'єктів транспортного тяжіння.

Одним із найважливіших напрямів удосконалення транспортних систем міст є організація паркування в їх центральній діловій частині. У [1, 2] доведено, що існуючі наземні стоянки або підземні паркінги не в змозі забезпечити потреб населення в автостоянках, а побудова нових вимагає місця і фінансових дотацій; особливо це стосується центрів міст. Тому вирішення проблеми є можливим шляхом утворення альтернативних місць та способів паркування, тобто системи паркінгів. У свою чергу формування системи паркінгів вимагає послідовного вирішення ряду задач, однією з яких є визначення сумарної потрібної кількості та місткості всієї системи паркінгів, яка, у свою чергу, базується на визначенні попиту на паркування.

### Аналіз публікацій

Виконаний огляд та аналіз публікацій [2–4], які стосуються питань забезпечення попиту на паркування автомобілів у великих містах, дозволив сформулювати наступні висновки: відсутній системний підхід до формування системи паркінгів у ЦДЧМ міст, яка б повністю задовольняла потреби всіх центрів транспортного тяжіння в місцях паркування; залишаються не дослідженими процеси формування попиту на паркування та його розподілу територією ЦДЧМ; відсутні методи визначення основних параметрів систе-

ми паркінгів в ЦДЧМ (кількість паркінгів в системі; обґрунтування місць розташування та типу кожного паркінгу; визначення місткості та зон обслуговування кожного паркінгу в системі).

У (1) визначено взаємозв'язок сумарного попиту на паркування в центральній діловій частині міста із різницею сумарних вхідних та вихідних радіальних транспортних потоків наступним чином. Попит на паркування забезпечується за умови, що сумарний попит на паркування в ЦДЧМ має бути менший (або рівний) сумарній місткості системи паркінгів та місткості ВДМ з надання місць для паркування, тобто виконується співвідношення

$$N_{\text{потрЦДЧМ}} \leq N_{\Sigma\Pi} + N_{\Sigma\text{ВДМ}}, \quad (1)$$

де  $N_{\text{потрЦДЧМ}}$  – попит ЦДЧМ у паркувальних місцях, авт.-місць;  $N_{\Sigma\Pi}$  – сумарна місткість системи паркінгів, авт.-місць;  $N_{\Sigma\text{ВДМ}}$  – місткість ВДМ ЦДЧМ, авт.-місць.

Враховуючи умову (1), цільову функцію подано як

$$\Theta = \left| N_{\text{потрЦДЧМ}} - N_{\Sigma\Pi} - N_{\Sigma\text{ВДМ}} \right| \rightarrow 0. \quad (2)$$

Тобто критерієм розв'язання задачі виступає повне задоволення попиту на паркування за рахунок розміщення частини автомобілів на ВДМ міста, а іншої частини – в запропонованій системі паркінгів. Для отримання нульового значення функції формулюються обмежувальні умови. При цьому система обмежень до функції (2) буде мати такий вигляд

$$\begin{cases} N_{\text{потрЦДЧМ}} = \text{const}, & (3) \\ N_{\Sigma\text{ВДМ}} = \text{const}. & (4) \end{cases}$$

Умова (3) віддзеркалює той факт, що попит на паркування є об'єктивним параметром та формується незалежно від бажань проектувальників. Процес формування попиту має бути досліджений. Місткість ВДМ, згідно рівняння (4), також є величиною постійною, оскільки в умовах існуючої історично сформованої забудови та ширини проїзної частини центру міста на

даний момент зміненню не підлягає. При цьому повинні бути враховані наступні обмеження

$$\sum F_{\Pi} \leq \sum F_{\text{в}}, \quad (5)$$

$$z_{\text{я}} \leq z_{\text{max}}, \quad (6)$$

$$R \leq S_{\text{пд}}, \quad (7)$$

де  $\sum F_{\Pi}$  – сумарна площа території, яка має бути відведена під будівництво паркінгів, км<sup>2</sup>;  $\sum F_{\text{в}}$  – загальна площа вільної території в ЦДЧМ, км<sup>2</sup>;  $z_{\text{я}}$  – кількість ярусів у паркінгу, од;  $z_{\text{max}}$  – максимально припустима кількість ярусів у паркінгу згідно ДБН В.2.3-15:2007, од.;  $R$  – радіус обслуговування паркінгу, м;  $S_{\text{пд}}$  – відстань пішохідної досяжності, м.

Умова (5) пояснюється обмеженням вільної території, де може бути створений паркінг. Умова (6) обмежена величинами з будівництва згідно ДБН. Умова (7) є формалізацією умови забезпечення пішохідної досяжності від паркінгу до ЦТ.

Запропонована в [1] методика визначення сумарного попиту на паркування в ЦДЧМ потребує експериментального підтвердження.

### Мета та постановка завдання

Мета роботи полягає у визначенні попиту на паркування в ЦДЧМ на прикладі м. Харків. Для досягнення мети необхідно вирішити ряд задач: провести експериментальне дослідження доцентрових та відцентрових транспортних потоків, визначити максимальне транспортне навантаження в ЦДЧМ протягом робочого дня та встановити коефіцієнт нерівномірності попиту на паркування.

### Визначення сумарного незабезпеченого попиту на паркування в ЦДЧМ м. Харків

Для визначення сумарного незабезпеченого попиту на паркування позначимо через  $N_{i\text{дц}}$  кількість одиниць у транспортному потоці, який входить у ЦДЧМ на  $i$ -й умовно-радіальній магістралі (назву «умовно» обрано для врахування недосконалості геометрії проведення радіальної магістралі), а через  $N_{i\text{вц}}$  – кількість одиниць транспортного по-

току, який виходить на цій магістралі. Тоді сумарні потоки, які спрямовані в центр (вхідні) та з центру (вихідні) в період виконання основної кількості трудових та ділових поїздок, відповідно становлять

$$N_{\text{сум}}^{\text{вх}} = \sum_{i=1}^m N_{i\text{дц}}, \quad (8)$$

$$N_{\text{сум}}^{\text{вих}} = \sum_{i=1}^m N_{i\text{вц}}, \quad (9)$$

де  $m$  – кількість УРМ, од.

Якщо знехтувати величиною транспортних потоків, що зароджуються в ЦДЧМ та впливаються в  $N_{i\text{вц}}$ , тоді різниця

$$\Delta N = N_{\text{сум}}^{\text{вх}} - N_{\text{сум}}^{\text{вих}} \quad (10)$$

є тією частиною сумарного транспортного потоку, який залишається в ЦДЧМ та формує попит на паркування в ній. Вочевидь, що частина  $N_{\text{сум}}^{\text{вх}}$  виконує не трудові, а ділові поїздки, і протягом робочого дня залишає ЦДЧМ. Але на звільнене місце буде в'їжджати інший транспорт (відбувається часткова ротація автомобілів у ЦДЧМ).

При визначенні попиту на паркування в ЦДЧМ необхідно враховувати частину відцентрових потоків, що утворюються в ЦДЧМ. Але при розрахунку попиту на паркування значеннями цих потоків можна нехтувати, оскільки ця частина транспортних потоків дуже мала.

Тоді сумарний незабезпечений попит на паркування в ЦДЧМ, який і обумовлює необхідну сумарну місткість системи паркінгів, визначається як

$$N_{\Sigma\Pi} = K_{\text{р}} \cdot K_{\Pi} \cdot \Delta N, \quad (11)$$

де  $K_{\text{р}}$  – поправочний коефіцієнт, який уточнює нерівномірність попиту на паркування автомобілів у ЦДЧМ протягом робочого дня під час виконання ділових поїздок і визначається за формулою

$$K_{\text{р}} = N_{\text{max}} / \Delta N, \quad (12)$$

де  $N_{\text{max}}$  – максимальна кількість автомобілів, яка потребує паркування в ЦДЧМ протя-

гом робочого дня під час виконання ділових поїздок, авт.;  $K_{\Pi}$  – коефіцієнт запасу, який враховує збереження тенденції підвищення рівня автомобілізації. Під час аналізу даних Генерального плану розвитку м. Харків (2004–2026) та даних прогнозування рівня автомобілізації за роками, спрогнозованих кафедрою транспортних систем і логістики ХНАМГ [2], відмічено суттєву розбіжність між ними. Тому для визначення  $K_{\Pi}$  були взяті усереднені дані з цих джерел. На основі цього з достатньою точністю та деяким запасом можна прийняти  $K_{\Pi} = 1,25 - 1,3$ .

Потрібна сумарна місткість системи паркінгів визначається з умови (11). Потоки транспортних засобів були визначені в періоди пікових навантажень у робочі дні, в теплу,

але не відпускну, пору року, а протягом дня – в період виконання основної маси трудових переміщень (з  $8^{00}$  до  $10^{00}$  та з  $17^{00}$  до  $19^{00}$  [3, 4]). На основі результатів проведеного обстеження з визначення кількості вхідних та вихідних із ЦДЧМ транспортних потоків отримані середні значення вхідних(вихідних) транспортних потоків у(з) ЦДЧМ Харків у ранкові години «пік», які наведено в табл. 1. Середні значення вхідних(вихідних) транспортних потоків у(з) ЦДЧМ Харків у вечірні години «пік» наведено в табл. 2.

Обстеження відцентрових та доцентрових транспортних потоків на УРМ м. Харків виконувалось в один і той же час поблизу точок входу (та виходу) УРМ в ЦДЧМ.

Таблиця 1 Середні значення вхідних(вихідних) транспортних потоків у(з) ЦДЧМ Харків у ранкові години «пік»

Час	Вхідні потоки, авт.	Вихідні потоки, авт.	Кількість автомобілів, що осідає в ЦДЧМ за 10 хв., авт.	Накопичення автомобілів у ранкові години «пік» у ЦДЧМ, авт.
$8^{00}-8^{10}$	2144	1684	460	460
$8^{10}-8^{20}$	2193	1611	582	1042
$8^{20}-8^{30}$	2297	1705	592	1634
$8^{30}-8^{40}$	2382	1818	564	2198
$8^{40}-8^{50}$	2492	1896	596	2794
$8^{50}-9^{00}$	2523	1841	682	3476
$9^{00}-9^{10}$	2422	1852	570	4046
$9^{10}-9^{20}$	2325	1807	518	4564
$9^{20}-9^{30}$	2364	1768	596	5160
$9^{30}-9^{40}$	2323	1794	529	5689
$9^{40}-9^{50}$	2325	1774	551	6240
$9^{50}-10^{00}$	2311	1761	550	6790
Разом	28101	21311	6790	6790

Таблиця 2 Середні значення вхідних(вихідних) транспортних потоків у(з) ЦДЧМ Харків у вечірні години «пік»

Час	Вхідні потоки, авт.	Вихідні потоки, авт.	Кількість автомобілів, що залишає ЦДЧМ за 10 хв., авт.	Накопичений відтік автомобілів у вечірні години «пік» з ЦДЧМ, авт.
$17^{00}-17^{10}$	1897	2161	-264	-264
$17^{10}-17^{20}$	2013	2304	-291	-555
$17^{20}-17^{30}$	2041	2347	-306	-861
$17^{30}-17^{40}$	2067	2339	-272	-1133
$17^{40}-17^{50}$	2068	2322	-254	-1387
$17^{50}-18^{00}$	2109	2359	-250	-1637
$18^{00}-18^{10}$	2067	2316	-249	-1886
$18^{10}-18^{20}$	2085	2296	-211	-2097
$18^{20}-18^{30}$	2053	2255	-202	-2299
$18^{30}-18^{40}$	2026	2230	-204	-2503
$18^{40}-18^{50}$	2095	2260	-165	-2668
$18^{50}-19^{00}$	2089	2231	-142	-2810
Разом	24610	27420	2810	-2810

Порівняння сумарних доцентрових та відцентрових потоків у ранкові години «пік» по-

казало, що приблизно 75 % доцентрових потоків є транзитними для ЦДЧМ, а до 25 % –

залишаються в ЦДЧМ та потребують паркування.

Для визначення коефіцієнта нерівномірності попиту на паркування автомобілів впродовж робочого дня під час виконання ділових поїздок було проведено аналогічне обстеження в період з 10<sup>00</sup> до 17<sup>00</sup>. На всіх одинадцяти точках входу УРМ в ЦДЧМ: вул. Сумська – вул. Весніна, узвіз Пассіонарії; вул. Шевченка, вул. Червоноармійська, міст на вул. Гамарника, пр. Московський – Червоношкільна набережна; вул. Пушкінська – вул. Весніна, вул. Клочківська – узвіз Пассіонарії, вул. Бажанова – вул. Шевченка (міст), вул. Університетська, пр. Леніна, з понеділка по четвер, з 8.00 по 20.00, підраховувалась кількість автомобілів, які проїжджають через пости спостережень у прямому та зворотному напрямках, та фіксувалась з інтервалом у 10 хвилин.

Обстеження показало, що максимальна кількість автомобілів, яка знаходиться в ЦДЧМ, припадає на середину робочого дня (12<sup>00</sup> – 13<sup>00</sup>). Результати спостережень вхідних (вихідних) транспортних потоків у(з) центральну ділову частину м. Харків протягом робочого часу під час виконання ділових поїздок наведено в табл. 3.

Графік зміни попиту на паркування в ЦДЧМ протягом робочого дня під час виконання

основної маси ділових поїздок наведено на рис. 1.

Таким чином, максимальне значення коефіцієнта нерівномірності попиту на паркування становить

$$K_p = \frac{8377}{6790} = 1,23.$$

У Генеральному плані м. Харків (2004–2026) (розділ 9 – Транспорт) зазначено, що до кінця розрахункового періоду рівень автомобілізації становитиме 300 автомобілів на 1000 мешканців (у тому числі 250 одиниць власних легкових) [5]. Використовуючи визначену залежність прогнозування рівня автомобілізації за роками в роботах [2, 6], де враховані лише автомобілі в особистому користуванні, рівень автомобілізації становитиме в 2026 році 173 автомобілі на 1000 мешканців. Тому для визначення  $K_{\Pi}$  були взяті усереднені дані з цих джерел. На основі цього з достатньою точністю та деяким запасом можна прийняти  $K_{\Pi} = 1,25 - 1,3$ .

Сумарний незабезпечений попит на паркування в центрі м. Харків, який обумовлює необхідну сумарну місткість системи паркінгів, становить

$$N_{\Sigma\Pi} = 1,23 \cdot 1,25 \cdot 6790 = 10440 \text{ авт.}$$

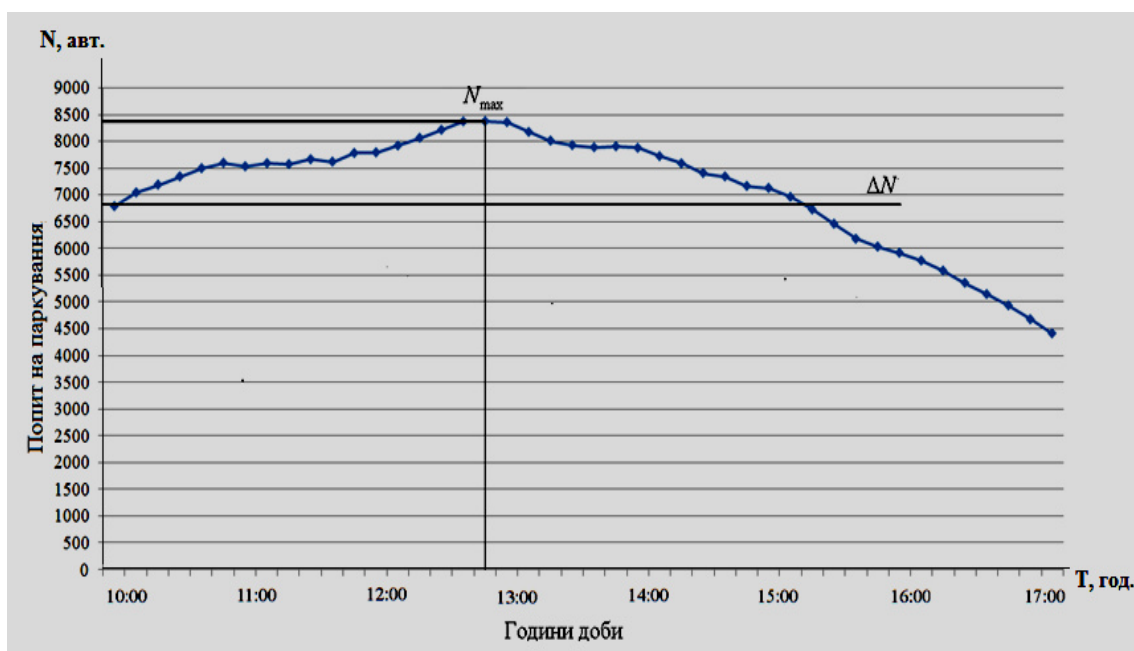


Рис. 1. Графік зміни попиту на паркування в ЦДЧМ протягом робочого дня під час виконання основної маси ділових поїздок

Таблиця 3 Середні значення вхідних(вихідних) транспортних потоків у(з) центральну ділову частину м. Харків протягом робочого часу під час виконання ділових поїздки

Час	Вхідні потоки, авт.	Вихідні потоки, авт.	Попит на паркування в ЦДЧМ протягом робочого дня, авт.	Накопичення попиту на паркування в ЦДЧМ протягом робочого дня, авт.
9 <sup>50</sup> -10 <sup>00</sup>	2311	1761	550	6790
10 <sup>00</sup> -10 <sup>10</sup>	2068	1813	255	7045
10 <sup>10</sup> -10 <sup>20</sup>	2110	1964	146	7191
10 <sup>20</sup> -10 <sup>30</sup>	2146	1992	154	7345
10 <sup>30</sup> -10 <sup>40</sup>	2157	2004	153	7498
10 <sup>40</sup> -10 <sup>50</sup>	2189	2088	101	7599
10 <sup>50</sup> -11 <sup>00</sup>	2104	2170	-66	7533
11 <sup>00</sup> -11 <sup>10</sup>	2162	2103	59	7592
11 <sup>10</sup> -11 <sup>20</sup>	2101	2119	-18	7574
11 <sup>20</sup> -11 <sup>30</sup>	2136	2044	92	7666
11 <sup>30</sup> -11 <sup>40</sup>	2048	2093	-45	7621
11 <sup>40</sup> -11 <sup>50</sup>	2194	2033	161	7782
11 <sup>50</sup> -12 <sup>00</sup>	2013	2001	12	7794
12 <sup>00</sup> -12 <sup>10</sup>	2062	1933	129	7923
12 <sup>10</sup> -12 <sup>20</sup>	1950	1807	143	8066
12 <sup>20</sup> -12 <sup>30</sup>	1933	1782	151	8217
12 <sup>30</sup> -12 <sup>40</sup>	1914	1758	156	8373
12 <sup>40</sup> -12 <sup>50</sup>	1921	1917	4	8377
12 <sup>50</sup> -13 <sup>00</sup>	1843	1860	-17	8360
13 <sup>00</sup> -13 <sup>10</sup>	1464	1648	-184	8176
13 <sup>10</sup> -13 <sup>20</sup>	1458	1620	-162	8014
13 <sup>20</sup> -13 <sup>30</sup>	1499	1583	-84	7930
13 <sup>30</sup> -13 <sup>40</sup>	1508	1548	-40	7890
13 <sup>40</sup> -13 <sup>50</sup>	1532	1513	19	7909
13 <sup>50</sup> -14 <sup>00</sup>	1471	1500	-29	7880
14 <sup>00</sup> -14 <sup>10</sup>	1383	1539	-156	7724
14 <sup>10</sup> -14 <sup>20</sup>	1339	1474	-135	7589
14 <sup>20</sup> -14 <sup>30</sup>	1291	1470	-179	7410
14 <sup>30</sup> -14 <sup>40</sup>	1349	1414	-65	7345
14 <sup>40</sup> -14 <sup>50</sup>	1313	1492	-179	7166
14 <sup>50</sup> -15 <sup>00</sup>	1402	1439	-37	7129
15 <sup>00</sup> -15 <sup>10</sup>	1351	1517	-166	6963
15 <sup>10</sup> -15 <sup>20</sup>	1288	1523	-235	6728
15 <sup>20</sup> -15 <sup>30</sup>	1293	1561	-268	6460
15 <sup>30</sup> -15 <sup>40</sup>	1393	1673	-280	6180
15 <sup>40</sup> -15 <sup>50</sup>	1475	1622	-147	6033
15 <sup>50</sup> -16 <sup>00</sup>	1607	1721	-114	5919
16 <sup>00</sup> -16 <sup>10</sup>	1538	1684	-146	5773
16 <sup>10</sup> -16 <sup>20</sup>	1582	1772	-190	5583
16 <sup>20</sup> -16 <sup>30</sup>	1673	1898	-225	5358
16 <sup>30</sup> -16 <sup>40</sup>	1680	1892	-212	5146
16 <sup>40</sup> -16 <sup>50</sup>	1729	1939	-210	4936
16 <sup>50</sup> -17 <sup>00</sup>	1781	2041	-260	4676
Разом	72450	74310	-1860	4676

Отримане значення сумарного незабезпеченого попиту на паркування надає можливість перейти до вирішення наступних задач формування систем паркінгів, а саме призначення місця розташування кожного паркінгу, його типу та місткості.

### Висновок

На підставі моніторингу доцентрових та відцентрових транспортних потоків визначено сумарний попит ЦДЧМ Харків у кількості місць під паркування та виявлено, що спо-

стерігаються істотні коливання попиту на паркування протягом робочого дня, а максимальне транспортне навантаження припадає не на ранкові та вечірні години «пiк», як зазначають авторами [7, 8, 9], а на середину робочого дня з 12<sup>00</sup> до 13<sup>00</sup>.

### Література

1. Гецович Е.М. Концепция создания системы паркингов в мегаполисах / Е.М. Гецович, О.А. Холодова, В.А. Кучеренко // Коммунальное хозяйство городов: Научно-технический сборник ХНАГХ. – 2009. – № 86. – С.297–303.
2. Холодова О.О. Формування систем паркінгів в центральних ділових частинах великих та найбільших міст: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / Холодова Ольга Олександрівна, 2013. – 24 с.
3. Бурко Д.Л. Подход к определению перспективного уровня автомобилизации в городах / Д.Л. Бурко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2008. – №6/6. – С. 33–36.
4. Кирзнер Ю.С. Об основах теории городского пассажирского транспорта / Ю.С. Кирзнер // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния. – Екатеринбург, 2001. – С.16–22.
5. Петрович М.Л. Предложения по устройству перехватывающих стоянок на под-  
ходах к центральным районам Санкт-Петербурга (материалы XII международной (пятнадцатой екатеринбургской) научно-практической конференции) / М.Л. Петрович, Ю.С. Кирзнер [Электронный ресурс]: – 2006. – С.47–52 – Режим доступа: [www.waksman.ru](http://www.waksman.ru).
6. Харків. Основні положення генерального плану // Державний комітет України з будівництва і архітектури, 2004. – 48 с.
7. Доля В.К. Закономірності зміни рівня автомобілізації в Харкові / В.К. Доля, О.О. Лобашов, Д.Л. Бурко / Вестник национального технического университета «ХПИ»: сб. науч. тр.: темат. вып. / Автомобиле- и тракторостроение. – 2010. – №1. – С. 160–163.
8. Шештокас В.В. Город и транспорт / В.В. Шештокас. – М.: Стройиздат, 1984. – 176 с.
9. Справочник по безопасности дорожного движения / Под ред. проф. В.В. Сильянова. – Осло – Москва – Хельсинки, 2001. – 773 с.
10. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов / Е.М. Лобанов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.

Рецензент: І.С. Наглюк, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 7 вересня 2015 р.