

УДК 656.13

А.С. Галкін, К.В. Доля, А.О. Олійникова, М.О. Жигилій

*Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Україна*

## ДО ПИТАНЬ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ДЕКІЛЬКОХ МАРШРУТІВ ОДНОТИПНИМИ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ

Стаття спрямована на підвищення ефективності транспортного обслуговування декількох маршрутів за умов перерозподілу транспортних засобів між ними в різні години пік для обслуговування всіх обсягів перевезень.

**Ключові слова:** маршрут, транспортний засіб, пасажиропотік, нерівномірність, проект, час обороту.

### Постановка проблеми

Визначення конкурентоспроможності маршруту дозволяє виявити недоліки в обслуговуванні пасажирів і організації руху транспорту на даному маршруті, в порівнянні з іншими маршрутами. Правильна коригування параметрів обслуговування пасажирів і руху транспорту, може привести до раціоналізації транспортного процесу і збільшення обсягів перевезень, і як наслідок збільшення прибутку.

Нерівномірність пасажиропотоків на різних маршрутах викликана об'єктивними причинами переміщення людей по трудовим і не трудовим кореспонденціям. Обслуговування декількох маршрутів з власною нерівномірністю пасажиропотоку спричиняє нераціональне використання автотранспортних засобів (АТЗ) на кожному з них. Але в той же час, існуючі науково-методичні підходи до транспортного обслуговування (ТО) розглядають роздільне обслуговування кожного окремого маршруту перевезень. В той же час, обслуговування декількох маршрутів, одними і тими ж АТЗ за умов їхнього перерозподілу між ними, вивчене недостатньо.

### Аналіз літератури

В роботі [1] зазначено, що при здійсненні пасажирських перевезень автомобільним транспортом управління полягає у прийнятті та реалізації комплексу технічних, технологічних, економічних, кадрових, організаційних рішень, матеріальне і моральне стимулювання членів колективу, економічність та екологічність.

Як свідчать наукові джерела під час розгляду проблеми ТО зазвичай звертаються до системного підходу, сучасних математичних моделей, синтезу та експлуатації у процесі функціонування [2]. Системний підхід до вивчення транспортного процесу дозволяє виділити основні напрямки

підвищення ефективності його протікання та фактори, що нього впливають [3-5]. Серед таких методів, важливе місце займає організація і планування маршрутів перевезень. Вдосконалення маршрутної системи може здійснюватися за допомогою вдосконалення існуючих маршрутів, введення нових маршрутів [5]. Вдосконалення організації дорожнього руху включає в себе такі заходи як [3-7]: вдосконалення розкладу руху транспортних засобів, диспетчерське керування, зменшення простоїв на кінцевих зупинках, а також оперативний перевід АТЗ на маршрути підвищеного попиту, або перерозподіл транспортних засобів.

### Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми

В той же час, останні недостатню увагу приділено вирішенню питань ефективності сумісного ТО декількох маршрутів в сучасних ринкових умовах. Таким чином, відсутність однозначного науково-теоретичного обґрунтування та відповідних практичних розробок визначили вибір теми роботи та її актуальність.

### Постановка задачі

Стаття спрямована на підвищення ефективності транспортного обслуговування декількох маршрутів за умов перерозподілу транспортних засобів між ними в різні години пік для обслуговування всіх обсягів перевезень.

### Викладення основного матеріалу

Оскільки попит на ТО протягом дня за кожним маршрутом може зазнавати значних змін. В окремих випадках потреба в АТЗ на маршруті в "непікові" години в рази нижча, ніж у годину "пік". Така ситуація обумовлює зміну кількості потрібних АТЗ по годинах доби, на різних маршрутами. Схема закріплення АТЗ за маршрутами при організації

сумісного ТО порівнюючи з існуючою, представлена на рис. 1.

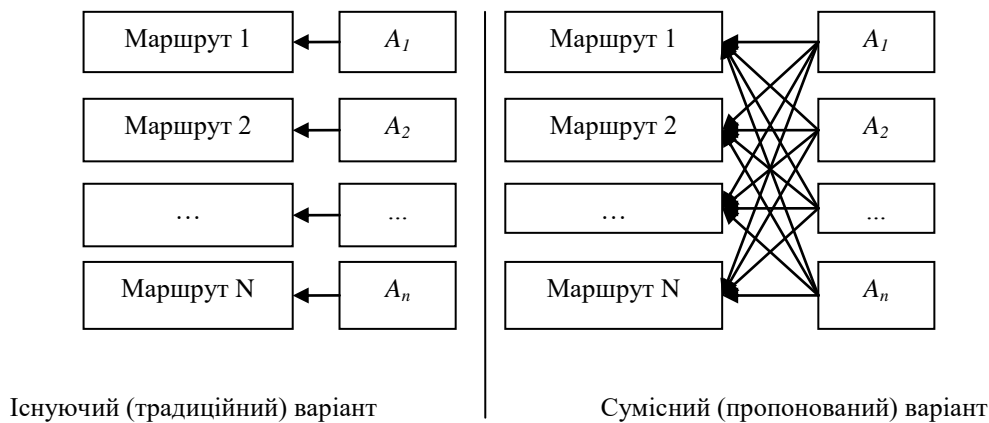


Рис. 1. Закріплення транспортних засобів за маршрутами

Для перерозподілу та корегування кількості АТЗ в «години пік» необхідно розрахувати час обертів ТЗ на кожному маршруті з урахуванням часу на зміну маршруту.

$$t_{об} = \frac{2l_m}{V_T} + n_{зп} t_{пз} + 2t_{кз} + t_{хол}, \quad (1)$$

де  $l_m$  – довжина маршруту, км;  
 $V_T$  – технічна швидкість АТЗ, км/год;  
 $n_{зп}$  – кількість проміжних зупиночних станцій, од;  
 $t_{пз}$  – час простою на кінцевих та проміжних зупиночних пунктах, год.  
 $t_{кз}$  – час простою на кінцевих зупиночних пунктах, год.  
 $t_{хол}$  – час приведений пробігу без пасажирів з менш навантаженого маршруту на більш навантажений, год.

Можливі затримки, які виникають за нерациональної організації ТО, спричиняють збільшення розрахункової кількості АТЗ. У результаті досліджень з'ясовано, що час перевезення може збільшуватися майже втричі. При перерозподілі АТЗ з менш навантаженого маршруту на маршрут з великим пасажиропотоком необхідно щоб зберігались графіки руху на них:

$$t_{об} + t_{хол} \leq T_{роб}^{год}, \quad (2)$$

де  $T_{роб}^{год}$  – час обертів АТЗ на закріпленому маршруті після перерозподілу.

Щоб визначити чи встигне АТЗ з менш навантаженого маршруту в певний період часу вийти на лінію маршруту з більшим пасажиропотоком та повернутися на свій маршрут необхідно розрахувати час нульового пробігу для кожного варіанту перерозподілу за формулою:

$$t_{хол} = \frac{l_{хол}}{V_T} \quad (3)$$

де  $l_{хол}$  – приведений пробіг при зміні маршруту, км.

Перерозподіл АТЗ в «годину пік» з менш навантажених маршрутів, на маршрути з більшим пасажиропотоком призводить до ефективного використання АТЗ. Ефективність такого обслуговування можна визначити за допомогою проектного аналізу. Економічна частина проекту базується на основі технологічних показників ТО. Критерій «альтернативного» вибору, виробництва товарів і послуг, заснований на прагненні, витрачаючи однакову кількість ресурсів, досягати більш ефективних результатів. Альтернативний прибуток показує, що витрати саме на цей проект серед всіх інших покажуть найбільший економічний результат при заданих ресурсах, ризиках та проміжках часу. Визначення ефекту заходів, в залежності від їх мети, може бути представлено різницею показників альтернативних проектів, а саме: [8, 9]:

$$\Delta NPV_g = NPV_{g+1} - NPV_g \rightarrow max, \quad (4)$$

де  $NPV_{g+1}$  – чиста приведена вартість пропонованого (альтернативного) проекту, у. од;

$NPV_g$  – чиста приведена вартість існуючого проекту, у. од.

Визначення ефекту заходів, в залежності від їх мети, може бути представлено різницею показників альтернативних проектів, а саме [10, 11]:

1. Зміною поточних витрат або зміною капітальних і поточних витрат. Як правило зміни у поточних або капітальних витратах впливають на формування витрат за запозиченим капіталом, а також податків і зборів. Методика розрахунку витратної частини проектів приведена в роботі [9], її можна використати за основу.

2. Зміною доходів, що, як правило, пов'язано зі зміною обсягів реалізації продукції внаслідок

підвищення якості логістичного обслуговування. Доходи за проектом пропонується визначити як:

$$D_{\text{рік}}^{T3} = ((n_{\text{об}}^{mc} \cdot Q_{\text{пер}}^{mc}) \cdot C_{\text{пер}}), \quad (5)$$

де  $n_{\text{об}}^{mc}$  - кількість обертів за день, од.;

$Q_{\text{пер}}^{mc}$  - кількість перевезених пасажирів за оберт одним транспортним засобом, пас.;

$C_{\text{пер}}$  - вартість квитка для одного пасажирів, грн.

Зміна технологічних параметрів веде до зміни ефективності ТО. Розглянемо обслуговування декількох маршрутів однотипними АТЗ.

Обсяг пасажирських перевезень знаходиться у прямій залежності від величини пасажиропотоку та характеру їх коливання. Вивчення характеру коливання пасажиропотоку в просторі та часі дають можливість встановити їх кількісне зміння по годинах доби, дням тижня, місяцям року і протяжності маршрутів і розкрити основні фактори, що впливають на формування пасажиропотоку по всій транспортній мережі.

Епюри зміни пасажиропотоку по годинах доби представлені на рис. 2 – 4.

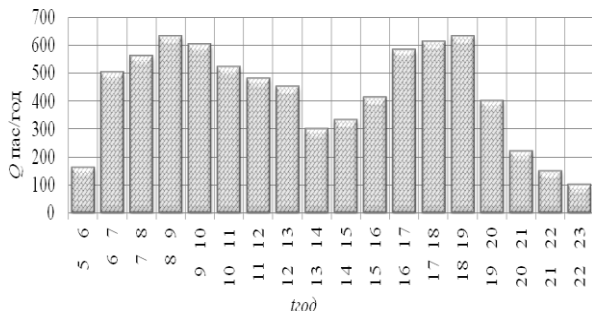


Рис.2. Епюра коливань максимального пасажиропотоку по годинах доби на маршруті №1

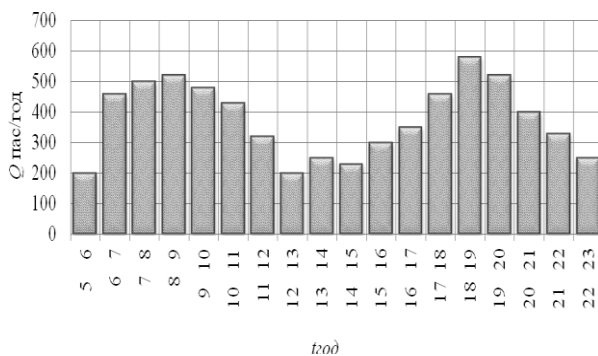


Рис.3. Епюра коливань максимального пасажиропотоку по годинах доби на маршруті №2

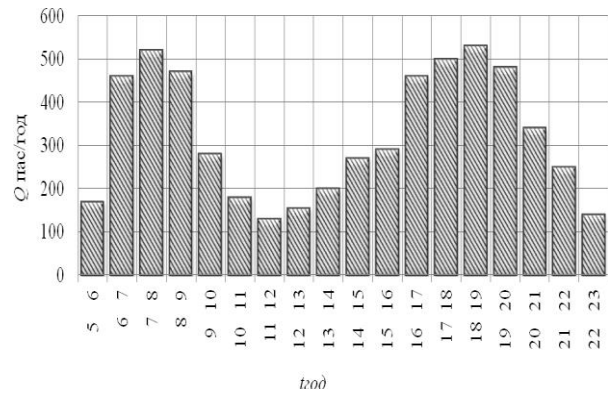


Рис. 4. Епюра коливання максимального пасажиропотоку по годинах доби на маршруті №3

На маршруті №1, за даними рисунку 2 можна побачити, що максимальна кількість рухомих одиниць повинна функціонувати в ранкову годину «пік» з 7:00 до 9:00 та в вечірню годину «пік» з 16:00 до 19:00. На маршруті № 2, за даними рисунку 3 можна побачити два періоди «пік» ранню з 7:00 до 9:00 та в вечірню з 18:00 до 19:00. За даними рисунку 4 на маршруті № 3, бачимо також дві години «пік» з 7:00 до 8:00 та з 18:00 до 19:00. Характеристики маршрутів та транспортного засобів на них наведені в табл. 1.

Потрібну кількість АТЗ пропонується визначити із умов їх необхідної кількості для обслуговування перевезень пасажирів:

$$A_{\text{роз}} = \frac{Q_{\text{розрах}} \cdot t_{\text{об}}}{q_n \cdot \gamma_c}, \quad (6)$$

де  $Q_{\text{розрах}}$  – розрахунковий значення пасажиропотоку за годину, пас./год.;

$q_n$  – номінальна місткість автобуса, пас.;

$\gamma$  – припустиме заповнення салону автобуса ТЗ;

$t_{\text{об}}$  – час обертів на маршруті, год.

Таблиця 1

№ з/п	Найменування показників	Прямий та зворотній напрямок руху		
		Маршрут 1	Маршрут 2	Маршрут 3
1	Довжина маршруту, км	11,2	27,5	27,5
2	Тривалість рейсу, год.	20	43	35
3	Зупинки тарифні, кількість	5	8	8
4	Обсяг перевезень на маршруті, пас.	7630	6780	5825
5	Довжина маршруту, км.	11,2	27,5	23
6	Час обертів, год.	0,7	1,43	1,16
7	Марка автобуса	БОГДАН-А092		
8	Кількість автобусів в годині «пік», од.	6	10	10
9	Інтервал руху, хв	10	5,5	5,5
10	Максимальний пасажиропотік, пас/год.	630	580	520

Розрахункова кількість АТЗ по трьом маршрутам зображена на рис. 5 та табл. 2.

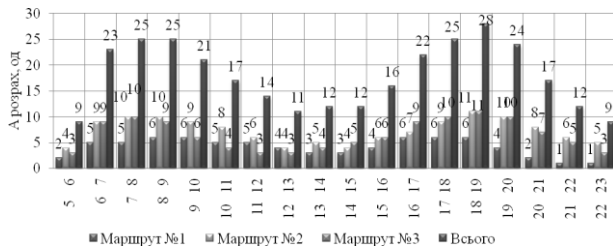


Рис. 5. Розрахункова кількість АТЗ по всім маршрутам

За даними наведеними у табл. 2 можна побачити, що при обслуговуванні кожного з маршрутів окремо, необхідна кількість АТЗ буде становити 28 одиниць. При взаємному обслуговуванні трьох маршрутів кількість автобусів зменшується до 26 одиниць. Отже зміна технології дозволить зменшити кількість АТЗ на 2 од., та повністю забезпечить задоволення пасажирів в перевезеннях.

Результати розрахунку технологічних показників представлені в табл. 3.

Дані розрахунку показують, що при перерозподілі ТЗ з одного маршруту на інший, кожна транспортна одиниця буде виключена з роботи на закріпленому маршруті щонайменш на 1,5 години.

Розглянемо варіант оперативного переведу АТЗ на маршрути підвищеного попиту. При перерозподілі АТЗ кожна транспортна одиниця буде виключена з роботи на закріпленому маршруті щонайменш на 1,5 години. Формування моделі процесу перевезень для окремого і сумісного ТО пасажирських маршрутів, проведено за допомогою графоалітичного розрахунку маршруту наведено, рис. 6-8.

Таблиця 2  
Розрахункова кількість транспортних засобів для функціонування маршрутів

Період часу	Маршрут №1	Маршрут №2	Маршрут №3	Розрахункова година кількість АТЗ	Кількість АТЗ при сумісному ТО маршрутів	
5-6	2	4	3	9	26	
6-7	5	9	9	23		
7-8	5	10	11	26		
8-9	6	11	9	26		
9-10	6	9	6	21		
10-11	5	8	4	17		
11-12	5	6	3	14		
12-13	4	4	3	11		
13-14	3	5	4	12		
14-15	3	4	5	12		
15-16	4	6	6	16		
16-17	6	7	9	22		
17-18	6	9	10	25		
18-19	6	10	10	26		
19-20	4	10	10	24		
20-21	2	8	7	17		
21-22	1	6	5	12		
22-23	1	5	3	9		
Кількість АТЗ при роздільному ТО маршрутів	6	11	11	-		-
Загальна кількість ТЗ	28			-		-

Таблиця 3

Результати розрахунків.

Показник	Маршрут №1	Маршрут №2	Маршрут №3
Час оберт з урахуванням холостого пробігу на новий маршрут ( $t_{об}$ ), год.	0,7	1,43	1,16
Холостий пробіг при зміні маршруту ( $t_{хол}$ ), км	16	8	13
Час на холостий пробіг, ( $t_n$ ), год.	0,32	0,16	0,26

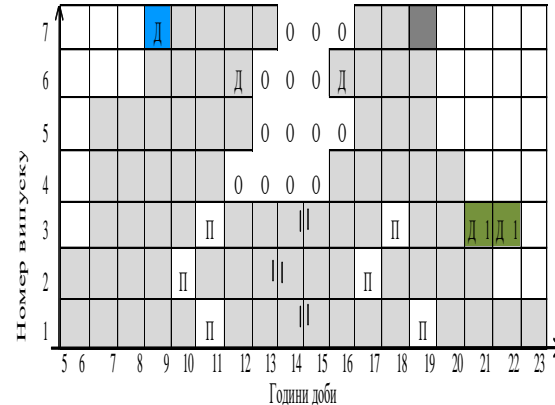
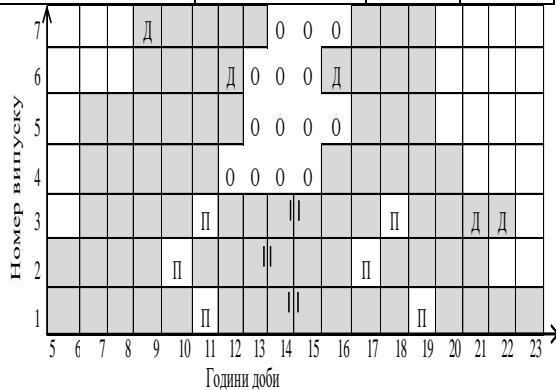


Рис. 6. Графік роботи автобусів на маршруті № 1:

А) до перерозподілу АТЗ

Б) після перерозподілу АТЗ

Д – додаткові автомобіле-години роботи; П – перерва; О – «міжпіковий» відстій;  
 II – перезміна; Д (синій), Д (сірий), Д (жовтий) – перерозподілені автомобіле-години з маршрута № 1 на маршрут № 2.





автотранспортного обслуговування декількох маршрутів не достатньо науково обґрунтоване. Доведено доцільність удосконалення механізмів та підходів до визначення показників сумісного обслуговування маршрутів.

Запропонований механізм та модель визначення кількості транспортних засобів при сумісному їх обслуговуванні маршрутів вантажного і пасажирського транспорту. За результатами обстеження було розраховано необхідну кількість транспортних засобів для кожного маршруту для кожної години доби, графічно зображено розподіл автомобіле-годин по кожному маршруту. Результати моделювання вказують на можливість перерозподілу транспортних засобів за умов не змінності графіків руху на маршруті.

Було встановлено, що при взаємному функціонуванні транспортних засобів на різних маршрутах за допомогою способу перерозподілу, зниження їх загальної кількості буде склади на 7,5 % ніж, при роздільному. Зменшення кількості автотранспортних засобів скорочують капітальні витрати та виплати за запозиченим капіталом, що позитивно відобразилось на показнику чистої приведеної вартості порівняно з існуючим варіантом.

Чиста приведена різниця при використанні сумісного використання транспортних засобів порівняно з роздільним склала – 5397569 грн за три роки експлуатації проекту.

Отримані результати можуть бути використані при плануванні і організації маршрутів в міському і міжміському сполученні значення з коротким плечем (до 120 км) та регулярних вантажних перевезень.

### Література

1. Доля, В. К., Методика расчета вероятности отказа пассажира в посадке в сетевой постановке [Текст] // В.К.Доля, Д.П. Понкратов // Комунальное хозяйство городов. – 2016. – №. 130. – С. 81-85.
2. Vakulenko, K. E., & Dolya, V. K. (2014) Logistic principles of the public passenger transport system management. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (69), 33-37.
3. Давідіч, Ю. О. (2006). *Проектування автотранспортних технологічних процесів з урахуванням психофізіології водія* [Текст]. Харків: ХНАДУ
4. Dolya, V. K., Enflezi, I. Determine the safe transport of dangerous goods route // *Transport Problems*. – 2015. – Т. 10. – №. 1. – С. 31-44.
5. Grabarek, I. Nowe wyzwania w projektowaniu innowacyjnych systemów transportowych // *Problemy Jakości*. – 2016. – Т. 48.
6. Sulek, Y., Filina-Davidovich, L. Water-bus in the public transport // *33 Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin*. – 2013. – №. 33. – С. 106-111.
7. Лобашов, О. О. *Моделювання впливу мережі паркування на транспортні потоки в містах* [Текст]: монографія. / О. О. Лобашов - 2010.
8. Galkin, A. The analysis of the alternative projects to estimating the amount and model of the vehicle // *Technology*

*audit and production reserves*. – 2013. – Т. 3. – №. 2 (11). – С. 43-45.

9. Benvenuti, F. *Monitoring Performances in Public Transport Systems: a Design Methodology* / Filippo Benvenuti, Claudia Diamantini and Domenico Potena. // *Advanced Logistics and Transport (ICALT), 2016 5th International Conference on, Kraków, 2016, pp. 25-30.*
10. Śladkowski, A., Pamula, W. (ed.). *Intelligent Transportation Systems—Problems and Perspectives*. – Springer, 2015. – Т. 32. – 303 p.
11. Nitkiewicz, T. *The Tools of Implementing Sustainability in Business Sector // The Role of Business in Achieving Sustainability. Part. – 2010. – Т. 1. – С. 20.*

### References

1. DOLYA, V. K., & PONKRATOV, D. P. (2016) *Metodika rascheta veroyatnosti otказа passazhira v posadke v setevoy postanovke. Kommunalnoe hozyaystvo gorodov, (130), 81-85.*
2. Vakulenko, K. E., & Dolya, V. K. (2014) *Logistic principles of the public passenger transport system management. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (69), 33-37.*
3. DAVIDICH, Yu. (2006) *Proektuvannya avtotransportnih tehnologichnih protsesiv z urahuvannyam psihofiziolohiyi vodiya. Harkiv: HNADU.*
4. DOLIA, V., & ENGLEZI, I. (2015) *Determine the safe transport of dangerous goods route. Transport Problems, 10(1), 31-44.*
5. GRABAREK, I. (2016). *Nowe wyzwania w projektowaniu innowacyjnych systemów transportowych. Problemy Jakości, 48(12), 35-43.*
6. SULEK, Y., & FILINA-DAVIDOVICH, L. (2013) *Water-bus in the public transport. 33 Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin, (33), 106-111.*
7. LOBASHOV, A. (2010) *Modeling the impact of network traffic flows parking in cities monograph.*
8. GALKIN, A. (2013) *The analysis of the alternative projects to estimating the amount and model of the vehicle. Technology audit and production reserves, 3(2 (11)), 43-45.*
9. FILIPPO BENVENUTI, CLAUDIA DIAMANTINI and DOMENICO POTENA (2016) *Monitoring Performances in Public Transport Systems: a Design Methodology. Advanced Logistics and Transport (ICALT), 2016 5th International Conference on, Kraków, pp. 25-30.*
10. ŚLADKOWSKI, A., & PAMUŁA, W. (Eds.) (2015) *Intelligent Transportation Systems—Problems and Perspectives (Vol. 32). Springer, 303 p.*
11. NITKIEWICZ, T. (2010) *The Tools of Implementing Sustainability in Business Sector. The Role of Business in Achieving Sustainability. Part, 1, 20.*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Давідіч Ю. А., Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків

**Автор:** ГАЛКІН Андрій Сергійович

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, кандидат технічних наук, доцент.

E-mail – [galkin.tsl@gmail.com](mailto:galkin.tsl@gmail.com)

**Автор:** ДОЛЯ Костянтин Вікторович

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, кандидат технічних наук, ст. викл.

E-mail – [k.dolya@inbox.ru](mailto:k.dolya@inbox.ru)

**Автор:** ОЛІЙНИКОВА Анна Олександрівна  
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, магістр Логістики.

**Автор:** ЖИГИЛІЙ Марія Олександрівна  
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, магістр Логістики.

### **К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НЕСКОЛЬКИХ МАРШРУТОВ ОДНОТИПНЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ**

А.С. Галкин, К.В. Доля, А.А. Олейникова, М.О. Жигилий  
Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова, Украина

*Стаття направлена на повышение эффективности транспортного обслуживания нескольких маршрутов в условиях перераспределения транспортных средств между ними в разные часы пик для обслуживания всех объемов перевозок.*

**Ключевые слова:** маршрут, транспортное средство, пассажиропоток, неравномерность, проект, время оборота

### **TO ISSUE OF EFFICIENCY VEHICLE SERVICE MULTIPLE ROUTES BY THE SAME TYPE VEHICLES**

Andrii Galkin, Constantine Dolya, Anna Oliynikova, Mariia Zhigiliy  
O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

*The article aims at improving the efficiency of transport services on several routes terms of redistribution between vehicles in a variety of rush hour service for all traffic volumes. The mechanism and model estimate the number of vehicles compatible with their service routes on freight and passenger transport. The mutual and joint vehicles' operation on different routes using proposed redistribution mechanism, reduce the total stocks on 7.5% than traditional services. Reducing the number of vehicles reduces capital expenditures and payments on borrowed capital, which positively reflected on the net present value compared to the existing version. Obtained results may be used in planning and organizing routes in the city and land values combined with a short arm (120 km) and regular transportation.*

**Keywords:** route, vehicle, ridership, irregularity, project turnaround time