



**В. В. Попович, О. В. Придатко, М. І. Сичевський, Н. П. Попович, М. А. Панасюк**

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна*

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СМІТТЄВОЗІВ У СЕРЕДОВИЩІ "МІСТО – СМІТТЄЗВАЛИЩЕ"

Наведено результати досліджень ефективності експлуатації сміттевозів у середовищі "місто – сміттєзвалище". Встановлено найефективніший сміттевоз для використання в умовах міста. Проаналізовано сміттевози із найбільшим вмістом кузова для транспортування побутових відходів. На ефективність застосування сміттевоза впливають такі параметри, як: маса відходів, об'єм відходів, маса транспортного засобу, габаритні розміри транспортного засобу, об'єм кузова. Оцінювання ефективності є складним завданням та потребує окремого розгляду. Її розглядають за часовими характеристиками доставлення твердих побутових відходів і підготовчо-заклучних операцій. Комунальні господарства і підприємства із забезпечення благоустрою можуть експлуатувати різні сміттевози, які мають різні характеристики. За результатами проведених теоретичних досліджень ефективності використання сміттевозів встановлено, що найбільше впливає на ефективність такий параметр, як об'єм кузова сміттевоза. Дещо менший вплив має вантажопідйомність маніпулятора. І найменший вплив має маса відходів, яка перевозиться. Ці результати є закономірними, оскільки для великого міста значущим показником роботи сміттевоза є максимальний об'єм відходів, які він може перевезти. Отже, в умовах міста найбільшу ефективність використання мають сміттевози: із боковим завантаженням – КО 449-02, КО-449-35; із заднім завантаженням – МКЗ-40, СБМ-409/1; порталні – МКТ-150.

**Ключові слова:** спеціальний транспорт; транспортування; тверді побутові відходи; регресійний аналіз.

**Вступ.** Процеси збирання, транспортування та утилізації твердих побутових відходів забезпечують спеціальні транспортні засоби. Серед цих транспортних засобів особливе місце належать сміттевозам, які експлуатуються в місцях проживання населення та повинні відповідати вимогам санітарних норм, безпеки експлуатації, екологічної безпеки. На цей час в Україні та за її межами випускають значну кількість сміттевозів. Основними відмінностями сміттевозів є об'єм кузова, маса відходів, які транспортуються, вантажопідйомність маніпулятора, базове шасі. Кожен виробник спеціальної техніки по-різному характеризує та оцінює свій предмет виробництва і тому вибрати найефективніший транспортний засіб для транспортування сміття в умовах міста є досить складно.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** У науковій роботі (Korotaev, Chechkin & Stafeichuk, 2004) предметом досліджень є управління транспортними потоками у поводженні з відходами на рівні регіону. Проте автори здебільшого досліджують економічний складник захоронення відходів на полігонах, а не ефектив-

ність руху спецтранспорту.

У науковій праці (Pavlenko et al., 2012) наведено методику визначення рациональної вантажопідйомності автомобілів-сміттевозів з доступних транспортних засобів, яка дає змогу підібрати марку автомобіля, що відповідає можливим обсягам перевезення. Визначено цільову функцію для кожної схеми організації вивозу ТПВ, що враховує витрати: на одноразовий вивіз відходів, за здачу на розроблення природоохоронних документів, на облаштування місця розміщення цього виду відходів.

У праці (Protsyk & Kotsiuk, 2006) обґрунтовано, що оцінювання транспортного процесу потрібно виконувати за комплексним критерієм, який враховує експлуатаційні витрати і капітальні вкладення. Автори стверджують, що єдиний критерій, що може бути застосований для характеристики всіх груп операцій, є час їх виконання. Окрім цього, розподіл часу виконання операцій є головною характеристикою надійності перевезень. Дослідження є суто теоретичними без наведення математичних формул для розрахунків ефективності.

### Інформація про авторів:

**Попович Василь Васильович**, д-р техн. наук, доцент, професор кафедри екологічної безпеки. **Email:** popovich2007@ukr.net

**Придатко Олександр Володимирович**, канд. техн. наук, заступник начальника кафедри управління проектами, інформаційних технологій та телекомунікацій. **Email:** o\_prydatko@ukr.net

**Сичевський Микола Ігорович**, заступник начальника кафедри експлуатації транспортних засобів і пожежно-рятувальної техніки. **Email:** sychevskij@ukr.net

**Попович Наталія Пилипівна**, викладач кафедри адміністративно-правових дисциплін. **Email:** vinata7@gmail.com

**Панасюк Микола Андрійович**, студент кафедри експлуатації транспортних засобів і пожежно-рятувальної техніки. **Email:** Mukola3075@gmail.com

**Цитування за ДСТУ:** Попович В. В., Придатко О. В., Сичевський М. І., Попович Н. П., Панасюк М. А. Ефективність експлуатації сміттевозів у середовищі "Місто – Сміттєзвалище". Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(10). С. 73–76.

**Citation APA:** Popovych, V. V., Prydatko, O. V., Sychevskij, M. I., Popovych, N. P., & Panasiuk, M. A. (2017). The Efficiency of Garbage Trucks Operation in the City – Landfill Environment. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(10), 73–76. <https://doi.org/10.15421/40271012>

У статті (Nosenko et al., 2012) розглянуто питання експлуатації сміттевозів, процеси, що відбуваються у системі "сміттевоз – умови експлуатації", наведено схему формування реалізованого ресурсу двигунів спеціальних автомобілів, розроблено блок-схему алгоритму оптимізації періодичності технічного обслуговування та ремонту за мінімумом витрат на підтримку і відновлення працездатного стану.

Основні наукові погляди на транспортне обслуговування систем збирання побутових відходів наведено у науковій праці (Goraiunov & Starienko, 2008). Розглянуто підхід до вивчення систем збирання побутових відходів і зв'язок між окремими їх елементами. Виявлено позитивні та негативні позиції опису технологічних процесів і сформульовано передумови для подальшого вивчення транспортного обслуговування систем збирання побутових відходів.

У статті (Shmarin & Shmarin, 2013) запропоновано методику розрахунку рентабельності переходу на новий тип транспорту, що використовують для вивезення муніципальних твердих побутових відходів. Методика ґрунтується на розрахунку різниці експлуатаційних витрат для використовуваного і планованого до використання типу транспорту, витрат на складування твердих побутових відходів на полігоні.

Дослідження транспортних засобів для перевезення небезпечних (радіоактивних) відходів наведено у працях (Popovych, Popovych & Kravchuk, 2014; Popovych & Bakaleiko, 2013; Popovych, Popovych & Buchkovskiy, 2013).

**Постановка завдання дослідження.** Мета цієї роботи полягає в тому, щоб на основі математичних методів дослідження встановити найефективніший сміттевоз для використання в умовах міста. Принцип відбору сміттевозів для досліджень полягав у тому, щоб залежно від розташування гідравлічного маніпулятора створити групи сміттевозів (їх виявилось 3 – бокове завантаження відходів, заднє завантаження відходів, порталні сміттевози) і у кожній групі відібрати по 5 сміттевозів із найбільшим об'ємом кузова. Отже, досліджували 15 сміттевозів (ті, які експлуатуються в Україні). Досліджували спецтранспорт із значним об'ємом кузова.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Транспортування сміття від контейнера до полігону ТПВ здійснюють автомобільні сміттевози, які виконані на базі вантажних автомобілів. В Україні експлуатуються кілька різновидів сміттевозів. За способом завантаження сміття сміттевози класифікують: із боковим завантаженням, із заднім завантаженням, порталні. Деякі види сміттевозів із найбільшим об'ємом контейнера наведено у табл. 1.

Табл. 1. Технічні характеристики сміттевозів, які експлуатуються в Україні

Марка	Шасі	Об'єм кузова, м <sup>3</sup>	Маса відходів, кг	Повна маса автомобіля, кг	Вантажопідйомність маніпулятора, кг	Габаритні розміри, мм
<i>Сміттевози із боковим завантаженням</i>						
КО-427-32	МАЗ-5337	16	6800	19000	700	7600×2500×3700
КО-440-8	МАЗ-5337	18	7150	18000	500	7600×2500×3700
КО-449-33	МАЗ-5337	18,5	7900	19500	700	7650×2500×3750
КО-449-02	КамАЗ-53215	22	8250	22400	700	8680×2500×3700
КО-449-35	МАЗ-5336А2	22	8100	20000	700	8750×2550×3750
<i>Сміттевози із заднім завантаженням</i>						
КО-437-50	МАЗ-5337	17	5500	16150	700	7850×2500×3900
КО-427-06	КамАЗ-65115	18	9700	20500	700	9150×2550×3500
КО-456-10	МАЗ-438043	10	4000	12500	500	7600×2500×3700
КО-456-12	КамАЗ-43255	10	4775	14300	500	7600×2500×3700
МКЗ-40	КамАЗ-53215	18	6000	20800	700	8320×2490×3550
СБМ-409/1	КамАЗ-65115	20	11500	22200	1000	7200×2500×3500
<i>Сміттевози порталні</i>						
СБМ-304/2	МАЗ-438043	8	5000	11600	5500	6100×2500×3200
СБМ-303/2	МАЗ-555102	8	7000	15700	5500	6100×2550×3300
СБМ-307/3	МАЗ-457041	8	4225	10100	4800	5650×2550×3200
МКТ-150	МАЗ-642205	50	24500	36500	5500	19395×2500×3800

На ефективність застосування сміттевоза мають вплив такі параметри, як: маса відходів, об'єм відходів, маса транспортного засобу, габаритні розміри транспортного засобу, об'єм кузова. Оцінювання ефективності є складним завданням та потребує окремого розгляду. Її розглядають за часовими характеристиками доставляння твердих побутових відходів і підготовчо-заключних операцій. Комунальні господарства і підприємства із забезпечення благоустрою можуть експлуатувати різні сміттевози, які мають різні характеристики. У ролі критеріїв ефективності роботи сміттевозів великого міста виберемо функцію

$$y = \frac{m_v}{m_a} \cdot \frac{m_m}{m_{m\max}} \cdot \frac{l}{l_{\max}} \cdot \frac{V}{V_{\max}},$$

де:  $m_v$  – маса відходів, які транспортує сміттевоз (кг);  $m_a$  – повна маса сміттевоза (кг);  $m_m$  – вантажопідйомність маніпулятора (кг);  $l$  – довжина сміттевоза (м);  $V$  – об'єм кузова сміттевоза (м<sup>3</sup>);  $m_{m\max}$ ,  $l_{\max}$ , і  $V_{\max}$  – відповідні максимальні значення параметрів для розглядува-

них сміттевозів. У виборі критерію враховували, що ефективність сміттевоза є більшою, якщо об'єм відходів, які він перевозить, є більшим, має менші габарити, зокрема довжину, та вантажопідйомність маніпулятора є найвищою.

Визначення ефективності 15 сміттевозів, які експлуатуються в Україні здійснимо за допомогою регресійного аналізу. Побудуємо функцію множинної лінійної регресії

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_{i1} + \beta_2 \cdot x_{i2} + \beta_3 \cdot x_{i3},$$

у якій незалежними змінними є  $x_{i1}$  – вантажопідйомність маніпулятора на  $i$ -му сміттевозі;  $x_{i2}$  – маса відходів, яка транспортується та  $x_{i3}$  – об'єм кузова сміттевоза.

Вектор коефіцієнтів рівняння регресії обчислюють за формулою

$$\beta^* = (X^T X)^{-1} X^T Y.$$

Матриця регресії та стовпчик значень критерію мають вигляд:

$$X = \begin{pmatrix} 1 & 700 & 6899 & 16 \\ 1 & 500 & 7150 & 18 \\ 1 & 700 & 7900 & 18 \\ 1 & 700 & 8250 & 22 \\ 1 & 700 & 8100 & 22 \\ 1 & 700 & 5500 & 17 \\ 1 & 700 & 9700 & 18 \\ 1 & 500 & 4000 & 10 \\ 1 & 500 & 4775 & 10 \\ 1 & 700 & 6000 & 18 \\ 1 & 1000 & 11500 & 20 \\ 1 & 5500 & 5000 & 8 \\ 1 & 5500 & 7000 & 8 \\ 1 & 4800 & 4225 & 8 \\ 1 & 5500 & 24500 & 50 \end{pmatrix}, Y = \begin{pmatrix} 0,527424 \\ 0,470395 \\ 0,685805 \\ 0,653442 \\ 0,712800 \\ 0,516259 \\ 0,651579 \\ 0,210526 \\ 0,219682 \\ 0,436853 \\ 1,438939 \\ 3,109101 \\ 3,216038 \\ 2,843074 \\ 9,517352 \end{pmatrix}$$

Отримано такі значення компонент вектора  $\beta^*$  – коефіцієнтів рівняння регресії:

$$\beta_0^* = -2,22; \beta_1^* = 7,694 \cdot 10^{-4}; \beta_2^* = 1,218 \cdot 10^{-4}; \beta_3^* = 0,083.$$

Вектор похибок визначають за формулою

$$\varepsilon = Y - X\beta^*.$$

З його урахуванням обчислено коефіцієнт множинної регресії

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=0}^{n-1} \varepsilon_i^2}{\sum_{i=0}^{n-1} (y_i - \bar{y})^2}},$$

де:  $n=14$ ;  $y_i$  – компоненти вектора  $Y$ ;  $\bar{y}$  – їх середнє арифметичне та  $\varepsilon_i$  – компоненти вектора  $\varepsilon$ . Значення коефіцієнта регресії становить  $R=0,989$  та є близьким до 1, що свідчить про добрий вибір функції регресії.

Для оцінювання впливу чинників на ефективність визначимо нормовані коефіцієнти регресії за формулами:

$$a_i = \beta_i \frac{S_{\beta_i^*}}{S_y}, i=1, 2, 3,$$

$$\text{де: } S_y = \sqrt{\frac{Y^T Y}{n} - \bar{y}^2}, S_{\beta_i^*} = \sqrt{\frac{b_{ii}}{n-m-1} \sum_{i=0}^{n-1} \varepsilon_i^2},$$

$b_{ii}$  – елементи головної діагоналі матриці  $B = (X^T X)^{-1}$ ,  $n=14$ ,  $m=3$ . Отже, отримано

$$a_1 = 2,224 \cdot 10^{-8}; a_2 = 4,286 \cdot 10^{-9}; a_3 = 1,348 \cdot 10^{-3}.$$

Проаналізувавши основні параметри сміттевозів, можна зазначити, що усі вони мають гідроманіпулятори для завантаження відходів і ущільнювальне устаткування. Проте основною відмінністю є різне улаштування гідроманіпулятора.

За результатами проведених теоретичних досліджень ефективності використання сміттевозів встановлено, що найбільше впливає на ефективність такий параметр, як об'єм кузова сміттевоза. Дещо менший вплив має вантажопідйомність маніпулятора. І найменший вплив має маса відходів, яка перевозиться. Ці результати є закономірними, оскільки для великого міста значущим показником роботи сміттевоза є максимальний об'єм відходів, які він може перевезти. Вантажопідйомність маніпулятора також відіграє важливу роль, адже забезпечує підйом великих контейнерів для сміття у житловому секторі та сприяє максимальному збиранню та рідшому вивозу. Маса відходів, яку транспортує сміттевоз, має низький вплив на ефективність, оскільки залежить від коефіцієнта ущільнення сміття в кузові.

Отже, в умовах міста найбільшу ефективність використання мають сміттевози: із боковим завантаженням – КО-449-02, КО-449-35; із заднім завантаженням – МКЗ-40, СБМ-409/1; порталні – МКТ-150.

Згідно з даними, наведеними у (Pchenko et al., 1993; Herelytsia & Herelytsia, 2010), умовою вибору транспортного засобу, для конкретних умов роботи, з погляду максимального виробітку, є величина граничної відстані перевезення, за якої використання одного транспортного засобу стає доцільнішим порівняно з іншим. Граничну відстань транспортування для порівняння двох транспортних засобів визначають як

$$L = \frac{q_n^1 \gamma^1 t^2 - q_n^2 \gamma^2 t^1}{\frac{q_n^2 \gamma^2}{\beta v^1} - \frac{q_n^1 \gamma^1}{\beta v^2}} = \frac{q_n^1 \gamma^1 t^2 - q_n^2 \gamma^2 t^1}{q_n^2 \gamma^2 v^2 - q_n^1 \gamma^1 v^1} \beta v^1 v^2,$$

де:  $q_n$  – номінальна вантажопідйомність транспортного засобу, т;  $\gamma$  – коефіцієнти використання вантажопідйомності;  $t$  – час завантаження та розвантаження автомобіля, год;  $\beta$  – коефіцієнт використання пробігу;  $v$  – швидкість руху транспортних засобів, км/год.

За наведеною вище формулою визначено величину граничної відстані транспортування відходів сміттевозами, які є найефективнішими для експлуатації за даними наведених вище теоретичних досліджень. Початкові дані для виконання розрахунків наведено у табл. 2.

**Табл. 2. Початкові дані для розрахунку граничної відстані транспортування за порівняння транспортних засобів (Nakaz Ministerstva transportu, 2006; Velikanov, 1969)**

Сміттевоз	Шасі	$\frac{q_n}{m}$	$v$ , км/год.	$\gamma$	$\beta$	$t$ , год.
КО-449-02	КамАЗ-65115	9,97	60	0,8	0,55	0,3
КО-449-35	МАЗ-5340В5	8,1	60	1,0	0,48	0,2
МКЗ-40	КамАЗ-53215	8,075	70	0,85	0,58	0,5
СБМ-409/1	КамАЗ-65115	11,5	80	0,8	0,55	0,2
МКТ-150	МАЗ-642205	24,5	90	0,8	0,60	2,0

На основі вихідних даних табл. 2 побудовано матрицю доцільності використання найпоширеніших сміттевозів (табл. 3).

**Табл. 3. Матриця граничних відстаней експлуатації основних марок сміттевозів, км**

Сміттевоз	КО-449-02	КО-449-35	МКЗ-40	СБМ-409/1	МКТ-150
КО-449-02	•	26,510	167,158	-11,945	22,571
КО-449-35	26,510	•	68,971	-1,625	23,146
МКЗ-40	167,158	68,971	•	-45,707	11,043
СБМ-409/1	-11,945	-1,625	-45,707	•	52,638
МКТ-150	22,571	23,146	11,043	52,638	•

Згідно з даними табл. 3, можна зробити висновок, що сміттевоз МКТ-150 забезпечує найбільшу дальність транспортування (від 11 до 52,6 км). Проте цей сміттевоз є автопоїздом (агрегатований із причепом 93892-010), має значну масу (39 тонн) та габаритні розміри (19395×2500×3800 мм) і використовувати його в умовах щільної забудови є недоцільним. Вважаємо, що використовувати МКТ-150 потрібно як сміттесортувальну станцію або проміжний пункт збирання сміття. Також встановлено, що недоцільно у комунальних господарствах використовувати сміттевоз СБМ-409/1. Серед досліджуваних сміттевозів у цієї моделі найнижчий об'єм кузова (20 м<sup>3</sup>), значна маса (22,2 тонни) за колісної формули 4×2.

**Висновки.** В умовах міста найбільшу ефективність використання мають сміттевози: із боковим завантаженням – КО-449-02, КО-449-35; із заднім завантаженням – МКЗ-40, СБМ-409/1; порталні – МКТ-150.

Із досліджених найефективніше експлуатувати сміттевоз МКЗ-40. Порівнювана дальність транспортування сміття може сягати від 11 до 167 км більше за інші види досліджуваних спецавтомобілів.

## Перелік використаних джерел

- Goriainov, A. N., & Starienko, O. E. (2008). Transportnoe obsluzhivanie sistem sbora bytovykh otkhodov. *Vostochno-Evropeiskii zhurnal peredovykh tekhnologii*, 1/3(31), 34–37. [in Russian].
- Herelytsia, R. O., & Herelytsia, N. Ye. (2010). Upravlinnia transportnoi lohistykoiu v silskohospodarskykh pidpryemstvakh. *Innovatsiina ekonomika. Vseukr. nauk.-vyrobn. zhurnal*, 292–298. Zhytomir. [in Ukrainian].
- Ilchenko, V. Yu. (Ed.), Karasov, P. I., Limont, A. S. et al. (1993). *Ekspluatatsiia mashynno-traktornoho parku v ahrarnomu vyrobnytstvi*. Kyiv: Urozhai. 288 p. [in Ukrainian].
- Korotaev, V. N., Chechkin, S. V., & Stafeichuk, I. B. (2004). Optimizatsiia regionalnoi skhemy transportirovaniia otkhodov potrebleniia s tecliu okonchatelnogo razmeshheniia. *Transport Urala*, 3, 24–30. [in Russian].
- Nakaz Ministerstva transportu ta zviazku. (2006). Pro zatverdzhennia Ekspluatatsiinykh norm serednoho resursu pnevmatychnykh shyn kolisnykh transportnykh zasobiv i spetsialnykh mashyn, vykonanykh na kolisnykh shasi vid 20.05.2006, № 488. [in Ukrainian].
- Nosenko, A. S., Kargin, R. V., Shemshura, E. A., & Altunina, M. S. (2012). Modelirovanie protseesa ekspluatatsii mashin dlia sbora i vyvoza tverdykh bytovykh otkhodov. *Sovremennye problemy i puti ikh resheniia v nauke, transporte, proizvodstve i obrazovanii-2012: mater. Mezhdunar. nauchno-prakticheskoi Internet-konferentsii*, 18-27 dekabria 2012 g. Retrieved from: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/december-2012>. [in Russian].
- Pavlenko, A. V., Nefedov, V. N., Muzylev, D. A., & Grishatohkin, R. N. (2012). Metodika vybora ratsionalnoi skhemy pri dostavke tverdykh bytovykh otkhodov. *Vostochno-Evropeiskii zhurnal peredovykh tekhnologii*, 6/3(60), 8–11. [in Russian].
- Popovych, V. V., & Bakaleiko, V. A. (2013). Proektuvannia spetsialnoi mashyny radiatsiinoho ta khimichnoho zakhystu na bazi ATs-30(53A)106. *Obiednannia teorii ta praktyky – zaporuka pidvyshchennia boiezdatnosti operatyvno-riatuvalnykh pidrozdiliv: zbirnyk tez Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii*, (pp. 168–169). Kharkiv: NUTsZU. [in Ukrainian].
- Popovych, V. V., Popovych, N. P., & Buchkovskiy, A. I. (2013). *Lohistychna systema transportuvannia nebezpechnykh vidkhodiv v umovakh mista*. Visnyk LDUBZhD, 8, 166–171. [in Ukrainian].
- Popovych, V. V., Popovych, N. P., & Kravchuk, M. M. (2014). Kryterii vyboru transportnykh zasobiv dlia perevezennia nebezpechnykh (radioaktyvnykh) vidkhodiv. *Scientific Bulletin of UN-FU*, 24(1), 171–177. [in Ukrainian].
- Protsyk, O. P., & Kotsiuk, O. Ya. (2006). Analiz efektyvnosti roboty smittievoziv. *Visnyk KDPU*, 6(41), 1, 52–54. [in Ukrainian].
- Shmarin, A. A., & Shmarin, A. P. (2013). Metodika ekonomicheskogo obosnovanniia perekhoda na novyi tip transporta dlia vyvoza munitcypalnykh otkhodov. *Problemy ekonomiki i menezhmenta*, 6(22), 69–72. [in Russian].
- Velikanov, D. P. (1969). Effektivnost avtomobilia. *Transport*, 240 p. [in Russian].

**В. В. Попович, А. В. Придатко, М. И. Сычевский, Н. Ф. Попович, М. А. Панасюк**

*Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности, г. Львов, Украина*

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ МУСОРОВОЗОВ В СРЕДЕ "ГОРОД – МУСОРОСВАЛКА"

Приведены результаты исследований эффективности эксплуатации мусоровозов в среде "город – мусоросвалка". Установлен наиболее эффективный мусоровоз для использования в условиях города. Проанализированы мусоровозы с наибольшим содержанием кузова для транспортировки бытовых отходов. На эффективность применения мусоровоза влияют такие параметры, как: масса отходов, объем отходов, масса транспортного средства, габаритные размеры транспортного средства, объем кузова. Оценка эффективности является сложной задачей и требует отдельного рассмотрения. Ее рассматривают по временным характеристикам доставки твердых бытовых отходов и подготовительно-заключительных операций. Коммунальные хозяйства и предприятия по обеспечению благоустройства могут эксплуатировать различные мусоровозы, которые имеют различные характеристики. По результатам проведенных теоретических исследований эффективности использования мусоровозов установлено, что наиболее влияет на эффективность такой параметр, как объем кузова мусоровоза. Несколько меньшее влияние имеет грузоподъемность манипулятора. И наименьшее влияние имеет масса отходов. Эти результаты закономерны, поскольку для большого города значимым показателем работы мусоровоза является максимальный объем отходов, которые он может перевезти. Таким образом, в условиях города наибольшую эффективность использования имеют мусоровозы: с боковой загрузкой – КО 449-02, КО-449-35; с задней загрузкой – МКЗ-40, СБМ-409/1, порталные – МКТ-150.

**Ключевые слова:** специальный транспорт; транспортировка; твердые бытовые отходы; регрессионный анализ.

**V. V. Popovych, O. V. Prydatko, M. I. Sychevskij, N. P. Popovych, M. A. Panasiuk**

*Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine*

## THE EFFICIENCY OF GARBAGE TRUCKS OPERATION IN THE CITY – LANDFILL ENVIRONMENT

At present, a significant amount of garbage trucks are produced in Ukraine and abroad. The main differences between garbage trucks are body volume, the weight of the waste being hauled, the load carrying capacity of the manipulator, and the base chassis. Each manufacturer of special vehicles characterizes and evaluates his product differently and therefore it is rather difficult to choose the most efficient means of hauling garbage in the city. Therefore the purpose of the work is to find the most efficient garbage truck for use in the city. We used mathematical and statistical methods to conduct our study. In course of the study the authors have researched the efficiency of garbage trucks operation in the city – landfill environment. We have defined the most efficient garbage truck to be used within city conditions. Garbage trucks with the largest body content for hauling the collected household waste are analyzed. The following parameters are supposed to influence the efficiency of garbage collection: waste mass, waste volume, mass of the vehicle, overall dimensions of the vehicle, and body volume. Evaluation of the efficiency is a complex task and requires sufficient consideration. It is considered by the time characteristics of the delivery of solid household waste and also preparatory and final operations. Communal farms and maintenance industry enterprises can operate various garbage trucks having different characteristics. According to the results of the theoretical studies on the efficiency of the use of garbage trucks, we have revealed that the parameter such as the volume of the garbage truck body has the greatest influence on the efficiency. Then, the load-carrying capacity of the manipulator is slightly less influential. Finally, the mass of the hauled waste has the smallest impact. These results are logical, since a significant parameter for the garbage truck operation is the maximum amount of waste it can haul within a city. Consequently, in the conditions of the city the most effectively used are garbage trucks: with side loading – КО 449-02, КО-449-35; with back loading – МКЗ-40, СБМ-409/1; portal – МКТ-150. The most efficient operation of the garbage trucks that were investigated is considered to be МКЗ-40. The comparable range of garbage hauling can reach from 11 to 167 km more than other types of special vehicles.

**Keywords:** special vehicle; hauling; solid household waste; regression analysis.