

## Transportation of municipal solid waste is a component of the transport system of cities

Vinnitsia National Technical University

### *Анотація*

*В роботі наведено результати оглядового аналізу перевезення твердих побутових відходів як частини транспортної системи міст. Проведено аналіз основних проблем транспортної системи, до яких віднесено: стан дорожньої інфраструктури та безпеку дорожнього руху.*

**Ключові слова:** перевезення, транспортна система, тверді побутові відходи, статистичні дані.

### *Abstract*

*The paper presents the results of a review analysis of solid waste transportation as part of the transport system of cities. An analysis of the main problems of the transport system, which include: the state of road infrastructure and road safety.*

**Key words:** transportation, transport system, municipal solid waste, statistical data.

### **Introduction**

The organization of a quality transport system in the cities of Ukraine is a key economic and environmental problem both at the municipal level and for the country as a whole. At the same time, in recent years the country has seen a steady increase in the generation of municipal solid waste (MSW), which only exacerbates the overall problem of their accumulation [1]. Hence the need to study the transportation of solid waste as part of the transport system of cities [2]. In this context, the introduction of separate solid waste collection systems (which are sought by a significant number of cities in the country, as they will significantly reduce the amount of solid waste exported to landfills) will create additional conditions and requirements for waste carriers.

### **Research results**

Transport is a technical system that is the basis for ensuring the existence of cities in all its aspects: economic, social, industrial and others. According to a study by G.I. Nesterenko transport system is "a complex of interconnected objects (one or more modes of transport intended for transportation)" [3].

In cities, the transport system is formed as an interconnected set of elements such as transport infrastructure and vehicles (including public transport, private cars and specialized vehicles of various kinds, etc.). The transport system is one of the most difficult parts of urban functioning. Its complexity lies in the fact that it creates and determines the conditions for the normal functioning of settlements. Quite often, the improvement of the transport system involves taking into account two aspects, such as the equipment involved in transportation, and the technology of their organization.

Transportation of specific types of cargo, such as: MSW [4-7], depends on the organization and characteristics of the transport system of the city. The state of the transport system, as well as directly the enterprises, a significant component of which is transportation, is influenced by a number of factors, including the state of road infrastructure. A significant part of the city residents' complaints concern the presence of damage (potholes on the roadway / sidewalk) and the general poor condition of the road surface. Improving the transport infrastructure of the city is one of the keys to its development. This process requires significant financial and organizational costs from city authorities and OTGs.

Most of the city's strategic documents and target programs do not focus on waste transportation. We believe that this is not justified for the following reasons:

1. The problem of solid waste accumulation needs to be addressed in most cities of the country. And it includes not only the presence and condition of landfills [8], but also the features of their removal from places of formation and removal [9].

2. The problem of solid waste accumulation is no less acute on the territory of private housing in the country's cities. After all, residents of private homes are obliged to solve the problem of disposal of their accumulated waste by concluding export agreements with relevant companies. However, in fact, the existence of such agreements does not guarantee the full removal of waste [10].

3. There is an urgent need for full implementation of separate waste collection in the country. However, due to the low activity of economic entities in the field of solid waste management, such a system is not implemented in most cities of the country. Another problem, in this context, is the unwillingness of residents of most cities in the country to sort the waste generated in their households. Preferably, the reason for this behavior is the lack of conditions (containers for separate waste collection) and the ability to properly sort. Among those city residents who claimed that they were already partially sorting waste, the following fractions were the most common: glass (40%), paper (35%) and plastic (25%). Thus, with the introduction of separate collection of solid waste in the city, it is the carriers, first of all, will face the problem of low public awareness of the rules of waste sorting [11].

Next, we focus on what internal conditions can affect the peculiarities of waste transportation in cities [12]. It is in the context of improving the transportation of solid waste in the cities of Ukraine, the impact of internal environmental factors is particularly relevant [13]. Currently, the planning of transportation of such goods in small towns of the country is formed mainly on the basis of the experience of management (or responsible managers) of specialized enterprises. However, given the dangers of the cargo that companies deal with, we consider it necessary to consider optimizing the routes, conditions and techniques used. The key issue is the provision of enterprises with specialized equipment that meets the restrictions on size, capacity and consumption of fuels and lubricants [14]. Development projects in most cities of the country did not take into account the need for accumulation and removal of significant amounts of solid waste [15]. In addition, most apartment buildings do not have enough parking spaces for their occupants.

Thus, the need of carriers in specialized equipment for the transportation of solid waste, with different technical characteristics is determined by the following factors: the conditions of service facilities; volumes of solid waste, characteristics of containers and their location; planning and features of the transport system and infrastructure; requirements of city councils to solid waste carriers [16]. Given the conditions and restrictions on the work of carriers, the dimensions and capacity of garbage trucks, the type and amount of fuel used for their work are important. In the conditions of mixed development of cities of the country, the enterprises transporting solid waste have in their fleet garbage trucks with different body capacity and, accordingly, different sizes, which provides them with access to adjacent areas [17].

Thus, taking into account these conditions and restrictions, when forming the company's transportation routes, carriers solve the following optimization problem: what specialized equipment should be sent to specific residential areas of the city for loading. The main task is the maximum load of special equipment with the minimum mileage of the car. The optimization criterion is to minimize travel costs. Restrictions include the following: the time during which waste is removed (there should be no peak time); duration of work of drivers and support staff; conditions of waste collection sites; optimal connection between the place of collection and the place of disposal of solid waste.

In addition, it should be borne in mind that at the landfill, as a place of unloading of collected solid waste, special equipment is also delayed for a certain, sometimes quite a long time. After all, at the entrance to the landfill there is a barrier and a checkpoint, an information stand with the characteristics of the landfill and car scales, which are used to account for household waste imported for disposal. After unloading, specialized vehicles pass through the barrier with a disinfectant solution. Unlike other types of transportation, transport companies of this type can not afford to refuse to serve certain routes that create a situation with forced empty runs [18].

## **Conclusions**

The reasons for the importance of solid waste transportation as part of the city's transport system are identified and systematized. The analysis of conditions of formation of the fleet and routes of transportation by the enterprise by the carrier of MSW is carried out. The need of carriers in specialized equipment for the

transportation of solid waste, with different technical characteristics is determined by the following factors: the conditions of service facilities; volumes of solid waste, characteristics of containers and their location; planning and features of the transport system and infrastructure; requirements of city councils to solid waste carriers.

## REFERENCES

1. Березюк О. В. Математичне моделювання прогнозування об'ємів утворення твердих побутових відходів та площ полігонів і сміттєзвалищ в Україні / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : Науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – № 2(7). – С. 88-91.
2. Попович В. В. Ефективність експлуатації сміттєвозів у середовищі "місто–сміттєзвалище" / В. В. Попович, О. В. Придатко, М. І. Сичевський, Н. П. Попович, М. А. Панасюк // Науковий вісник НЛТУ України. – 2017. – Т. 27. – № 10. – С. 111-116.
3. Нестеренко Г. І. Загальні основи транспортної географії : підручник / Г. І. Нестеренко, С. Л. Литвиненко, П. О. Яновський, Т. Ю. Габрієлова, С. І. Авраменко. – К.: Видавничий дім "Кондор", 2019. – 184 с.
4. Березюк О. В. Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час літнього компостування / О. В. Березюк, С. М. Горбатюк, Л. Л. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – № 4. – С. 17-20.
5. Ковальський В. П. Шламосолокарбонатний прес-бетон на основі відходів промисловості / В. П. Ковальський, А. В. Бондарь // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 18-20 травня 2015 р. – Харків, НТУ «ХПІ», 2015. – С. 209.
6. Сагдєєва О. А. Дослідження впливу температурного режиму на перебіг процесів компостування органічного компоненту твердих муніципальних відходів / О. А. Сагдєєва, Г. В. Крусір, А. Л. Цикало // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. Серія: Харчові технології. – 2018. – № 20 (85). – С. 155-161.
7. Березюк О. В. Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час весняного компостування / О. В. Березюк, М. С. Лемешев, Л. Л. Березюк, І. В. Віштак // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015. – № 1. – С. 29-33.
8. Березюк О. В. Определение регрессии коэффициента уплотнения твердых бытовых отходов от высоты полигона на основе компьютерной программы "RegAnaliz" / О. В. Березюк // Автоматизированные технологии и производства. – 2015. – № 2 (8). – С. 43-45.
9. Березюк О. В. Визначення параметрів впливу на шляхи поведінки з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : Науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2011. – № 2(10). – С. 64-66.
10. Березюк О. В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів перевертання контейнера під час завантаження твердих побутових відходів у сміттєвоз / О. В. Березюк // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – № 5. – С. 60-64.
11. Березюк О. В. Шляхи підвищення ефективності пресування твердих побутових відходів у сміттєвозах / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : Науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – № 1 (6). – С. 111-114.
12. Березюк О. В. Методика инженерных расчетов параметров навесного подметального оборудования экологической машины на основе мусоровоза / О. В. Березюк // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2016. – № 2. – С. 39-45.
13. Березюк О. В. Експериментальне дослідження процесів зневоднення твердих побутових відходів шнековим пресом / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2018. – № 5. – С. 18-24. – <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2018-140-5-18-24>
14. Березюк О. В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттєвозі / О. В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – № 2. – С. 14-18.
15. Bereziuk O. Ultrasonic microcontroller device for distance measuring between dustcart and container of municipal solid wastes / O. Bereziuk, M. Lemeshev, V. Bogachuk, W. Wójcik, K. Nurseitova, A. Bugubayeva // Przegląd Elektrotechniczny. – Warszawa, Poland, 2019. – No. 4. – Pp. 146-150. – <http://dx.doi.org/10.15199/48.2019.04.26>
16. Березюк О. В. Системи приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів / О. В. Березюк // Промислова гідравліка і пневматика. – 2017. – № 3 (57). – С. 65-72.
17. Послуги з вивезення побутових відходів. Плата за надані послуги. [Електронний ресурс]. – URL: <https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/>
18. Проскурня Ю. А. Проблеми утилізації відходів / Ю. А. Проскурня, Т. В. Васильєв. [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.tnu.in.ua/study/refs/d132/file220548.html>

**Коломієць Вікторія Іванівна** – студентка групи Л-196, факультет менеджменту та інформаційної безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kolomietsvika16@gmail.com

**Науковий керівник: Березюк Олег Володимирович** – доктор технічних наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: berezyukoleg@i.ua

***Kolomiets Viktoria I.*** – Department of Management and Information Security, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kolomietsvika16@gmail.com

*Supervisor:* ***Bereziuk Oleh V.*** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Life Safety and Safety Pedagogics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: berezyukoleg@i.ua