

БРЕДУН В. І.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

<https://orcid.org/0000-0002-8214-3878>e-mail: [bvi37h@gmail.com](mailto:bvi37h@gmail.com)

## ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ ЛОГІСТИКИ ТПВ У ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

В роботі наведені результати досліджень прогнозування можливих тенденцій розвитку техніко-логістичної складової регіональної системи управління відходами як одного з можливих шляхів зниження ризиків реалізації РПУВ та підвищення ефективності системи поводження з відходами. Проаналізовано концептуальні положення перспективного розвитку системи управління відходами в Полтавській області, відповідність перспективним планам дорожньої мережі та основні тенденції формування сміттєвального парку.

**Ключові слова:** система управління відходами, перспективи розвитку, логістична структура, дорожня мережа, сміттєвози.

Viktor BREDUN

Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic National University

### TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL COMPONENT LOGISTICS OF MSW IN POLTAVA REGION

*Purpose. The aim of the study is to ensure the effectiveness of the waste management system in Poltava region for the long term of the Regional Waste Management Plan in Poltava region for 2030 (RPUV) by analyzing the prospects of the logistics organization of waste management. Methodology. This paper uses methods of factor analysis with the study of causal relationships of the impact of conceptual provisions of the regional waste management system and some organizational and technological factors of its formation, as well as methods of inductive logic in forecasting trends. Results. It is established that the main conceptual principles of development of the waste management system of Poltava region provide for the introduction of a multi-stage scheme of solid waste transportation. The compliance of the road network with the goals of the RPUV is analyzed and the main problems are identified. A detailed analysis of the quality of the road network of the region allowed to identify the roads that pose the greatest threat to the implementation of the RPUV. The main tendencies of development of the park of specialized transport equipment in different perspective periods of realization of the plan and at different stages of the organization of transportations are established. Prospects for transport support of the first stage of transportation are formulated depending on the degree of urbanization of settlements. Originality. Based on the analysis of regional features of the system of solid waste management, the most probable directions of development of the technological component of the logistics structure of the regional system of solid waste management have been identified. Practical value. The results of the study reduce the risks of the implementation of the Regional Waste Management Plan and increase the efficiency of the solid waste management system.*

*Key words: waste management system, development prospects, logistics structure, road network, garbage trucks.*

#### Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

В рамках розроблення Регіонального плану управління відходами в Полтавській області до 2030 року [1] (далі – РПУВ або Регіональний план) є необхідність створення та забезпечення ефективного функціонування системи управління відходами у Полтавській області. Техніко-логістична складова системи управління відходами є основним базисом, що визначає ефективність всієї системи управління відходами. Особливої ваги логістичні питання набувають для періодів перспективного планування при впровадженні багатоетапних схем перевезень. Але, по-перше, перспективний період, визначений Регіональним планом, складає всього 9 років. По-друге, Регіональний план передбачає багатоваріантність реалізації. По-третє, існує ряд факторів, що впливають на структуру та перспективи розвитку логістичної складової системи управління відходами. Дані обставини обґрунтовують необхідність проведення аналізу можливих перспектив розвитку техніко-логістичної складової регіональної системи управління відходами як одного з можливих шляхів зниження ризиків реалізації РПУВ та підвищення ефективності системи поводження з відходами.

#### Формулювання цілей статті

Метою дослідження забезпечення ефективності системи поводження з відходами у Полтавській області на перспективний період дії РПУВ шляхом аналізу перспектив логістичної організації управління відходами.

#### Аналіз останніх досліджень

Вперше застосування принципу стратегічного планування до управління твердими побутовими відходами (ТПВ) у Полтавській області було здійснено в рамках розробки європейськими експертами у 2016 році «Субрегіональної стратегії поводження з відходами для Полтавської області» [2], яка розпочала своє практичне впровадження з 2017 року в рамках реалізації «Комплексної програми поводження з твердими побутовими відходами у Полтавській області на період 2017–2021 роки» [3]. Даними документами закладено основні концептуальні положення організації системи збору і транспортування ТПВ. Більш

детально питання логістичного планування регіональної системи поводження з ТПВ було опрацьовано в [1]. На окремих місцевих рівнях розробка базових логістичних структур реалізовувалась через конкретні пілотні проекти, спрямовані, передусім, на розвиток системи збирання ТПВ від населення як унітарним, так і роздільного [4-7].

### Виклад основного матеріалу

Процеси вивезення ТПВ розглядаються в сукупності з іншими суміжними процесами та явищами, які загалом утворюють систему управління ТПВ. Це дозволяє застосувати логістичні засади дослідження системи.

Завдання підвищення ефективності функціонування цієї системи не має простих і очевидних рішень і має базуватися на виключно науковому підході та обґрунтованій методичній основі. Традиційно розрізняють функції збирання та перевезення відходів. Як свідчить аналіз світового досвіду та вітчизняна практика, все розмаїття використовуваних систем видалення ТПВ можна звести до двох основних - прямої (одноетапної – збирання разом з вивезенням) та двоетапної (збирання, потім вивезення) з різними їх модифікаціями.

Одноетапна система видалення ТПВ використовується при їхньому прямому вивезенні від місць утворення та накопичення у вигляді змішаних відходів або селективно зібраних фракцій до об'єктів інфраструктури для подальшого поводження з ними з використанням спеціальних чи пристосованих транспортних технічних засобів - сміттєвзів різних типів та модифікацій, пристосованих для цих завдань вантажних автомобілів, тощо.

Двоетапна система видалення ТПВ включає збирання та транспортування відходів від місць їх утворення, збору (накопичення), збираючими сміттєвозами на СПС, де може проводитися не тільки тимчасове накопичення відходів і безпосередньо їх перевантаження в транспортні сміттєвози або іншу транспортну техніку, а й часткове сортування, підрібок із вилученням брухту, ущільнення та інші операції, та був, після перевантаження в великовантажну транспортну техніку (транспортні сміттєвози великої вантажопідйомності і місткості, пристосовані транспортні засоби), доставка до місць подальшого поводження з відходами.

Аналіз тенденцій розвитку систем поводження з ТПВ в нашій країні дозволяє зробити висновок про те, що вже в середньостроковій перспективі слід очікувати укрупнення об'єктів інфраструктури поводження з відходами (закриття дрібних полігонів та ліквідація санкціонованих звалищ поховання відходів із спорудженням великих сучасних міжмуниципальних полігонів з необхідною інфраструктурою, укрупнення сміттєпереробних та перевантажувальних комплексів та об'єктів з утилізації відходів).

Вже нині середня по Україні відстань вивезення ТПВ становить 20 км, однак у деяких великих містах із населенням понад 500 тис. жителів вона зростає до 45 км і більше. Близько 45% всіх ТПВ транспортуються на відстань 10-15 км, 40% - на 15-20 км, а 15% всіх відходів - більш ніж на 20 км. Дальність вивезення щорічно зростає в середньому на 1,5 км, а собівартість транспортування відповідно на 15-20 %.

Практика свідчить, що ефективний радіус вивезення відходів за одноетапною системою (прямий вивіз) становить 15-25 км. У разі дальності транспортування вище зазначеної величини потрібна організація двоетапної системи вивезення із застосуванням сміттєперевантажувальних станцій (СПС). Двоетапна система із застосуванням СПС при великій віддаленості місць утворення та збору відходів від місць тривалого поводження з ними ефективніша в економічному та екологічному відношенні. Відстані транспортування ТПВ на другому та третьому етапах передбаченим регіональним планом становлять від 20 до 120 км.

Все вище наведене означає збільшення обсягів магістральних перевезень, задіяння відповідної дорожньої інфраструктури (включаючи дороги найвищих категорій) та багатотонажного швидкісного магістрального транспорту.

За результатами аналізу дорожньої мережі області [8] встановлено, що кількість доріг та їх структура здатні забезпечити реалізацію Регіонального плану. Проте, якість покриття багатьох доріг є незадовільною, що створює певні загрози. Без проведення ремонтних робіт на цих шляхах, вони можуть бути зруйновані за декілька років. Це обумовлює вірогідну необхідність перепроєктування маршрутів другого етапу перевезень з прокладанням їх по дорогам задовільної якості. Однак, за такого варіанту відстань транспортування може збільшитись. Тому, нами за допомогою інформації з відкритих інтернет ресурсів проведено аналіз стану задіяних у маршрутах перевезень доріг, та встановлено ті з них, які потребують першочергових ремонтів: О1701001, О1702014, О1708108, О1710369, О1712158, О1712173, О1725350, С1171978, С170322, С171112, С171116, С172501, Т1705.

Як при прямому, так і при двоетапному вивезенні ТПВ при роздільному зборі відходів необхідно застосовувати спеціалізовані транспортні засоби, що унеможливають перемішування окремо зібраних фракцій. Зазвичай при цьому використовується високопродуктивна транспортна техніка різної місткості та вантажопідйомності, спеціалізована для вивезення певних фракцій відходів, що дозволяє покращити техніко-економічні та екологічні характеристики всієї транспортної системи. З даних позицій економічно, технологічно та екологічно оправданою, і це підтверджується європейським досвідом (особливо скандинавських країн), є перспектива впровадження багатосекційних сміттєвзів [9]. Однак, така техніка на ринку України представлена дуже слабо.

В даний час для вивезення ТПВ використовуються різні сміттєвози як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва, які відрізняються призначенням, місткістю, механізмами завантаження та вивантаження, спеціальним обладнанням для ущільнення відходів та характером процесу ущільнення.

Підбір транспорту для вивезення відходів багато чому визначається прийнятою системою збору. При передбаченій РПУВ багатоетапній схемі збору на кожному етапі існують свої специфічні вимоги. Основними логістично значимими є:

- споряджена маса автомобіля, яка має відповідати допустимому навантаженню на дорогу;
- габаритні параметри транспортного засобу (довжина, висота, ширина, радіус розвороту);
- параметри дорожньої інфраструктури (максимально дозволені навантаження на дорожнє полотно, обмеження по висоті, ширина вулиць, наявність розворотних майданчиків, мостів, тунелів, арок тощо);
- кількість і якість відходів, що утворюються;
- систему збору (змішана, неповна роздільна, повна роздільна, число фракцій, що окремо вивозяться).

Але найбільш важливим, актуальним для кожного етапу технологічним параметром з точки зору логістичного планування є об'єм бункера сміттєвоза. На підставі досвіду розробки логістичної складової регіональних і місцевих систем поводження з ТПВ [4-7] є можливим прогнозувати наступну структуру транспортного забезпечення логістичних процесів в перспективному періоді до 5 років:

1. Пріоритетним, особливо для населених пунктів з вузькими вулицями є сміттєвози з заднім механізованим завантаженням.

2. Для організації першого етапу перевезень в містах використовуються переважно автомобілі з об'ємом бункера 11-22м<sup>3</sup> та контейнеровози з об'ємом бункера 33-35м<sup>3</sup>.

3. В селищах міського типу - переважно автомобілі з об'ємом бункера 8-11м<sup>3</sup>. Рідше 15-18м<sup>3</sup> та контейнеровози з об'ємом бункера 33-35м<sup>3</sup>. В окремих випадках, обумовлених архітектурно-планувальною структурою населеного пункту, доцільно використання автомобілі з об'ємом бункера 6м<sup>3</sup>.

4. Для обслуговування сільських населених пунктів в більшості територіальних громад в основному доцільно використовувати автомобілі з об'ємом бункера 8-11м<sup>3</sup>. В окремих випадках демографічна та географічна структура сільської частини громади може бути підставою для використання сміттєвозів з об'ємом бункера 6 або 18-22м<sup>3</sup>.

5. Для обслуговування маршрутів 2 та 3 етапів перевезень необхідно використовувати спеціалізовані транспортні сміттєвози в складі потужного швидкісного тягача та напівпричепа з об'ємом бункера 60м<sup>3</sup> (в перспективі можливо й 90м<sup>3</sup>, але на ринку України такі пропозиції на даний час відсутні).

В перспективному періоді до 10 років з поширенням технологій роздільного збору доцільним є широке впровадження багатосекційних сміттєвозів. Враховуючи селищно-сільський тип урбаністичної структури більшості громад та віковий склад населення, оптимальним є використання дво- або трисекційних сміттєвозів.

### **Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі**

Основною стратегією розвитку логістичної структури системи управління відходами Полтавської області є поступове впровадження на протязі планового періоду багатоетапної схеми перевезень. Більшість доріг області категорій Т, О, С були побудовані ще за часів СРСР. Стан доріг цих категорій часто не відповідає вимогам організації магістральних перевезень, а структура дорожнього полотна не розрахована на рух багатотоннажних автомобілів. Тому, зараз існує проблема з якістю дорожнього покриття доріг зазначених категорій. Пропускна здатність існуючої дорожньої мережі при підтриманні її в задовільному стані забезпечує можливість збільшення навантаження транспортними сміттєвозами. Максимально допустимі швидкості руху по параметру категорійності на всіх дорогах області відповідають технічним параметрам і проектним режимам руху спеціалізованого транспорту. Важливу роль у формуванні структури системи перевезень та транспортного забезпечення відіграють демографічні чинники. Існуючий модельний ряд спеціалізованого транспорту, який пропонують українські виробники не здатний повністю забезпечити реалізацію РПУВ, особливо в другому перспективному періоді, що обумовлює необхідність його розширення пріоритетно за рахунок введення нових моделей у відчизняне виробництво або шляхом закупівлі закордонної техніки.

### **Література**

1. Регіональний план управління відходами у Полтавській області до 2030 року : проект [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.adm-pl.gov.ua/advert/oprilyudnennya-dlya-obgovorennya-proektu-regionalniy-plan-upravlinnya-vidhodami-u-poltavskiy>.

2. Субрегіональна стратегія поводження з твердими побутовими відходами для Полтавської області : проект «Реформа управління на сході України» «Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH» : представлено для Полтавської обласної державної адміністрації, GFA Consulting Group, січень 2016.

3. Комплексна програма поводження з твердими побутовими відходами у Полтавській області

на період 2017–2021 роки : затверджена рішенням сесії Полтавської обласної ради № 497 від 14.07.2017.

4. Схема санітарної очистки смт. Семенівка Семенівського району Полтавської області (угода 2019 року).

5. Схема санітарної очистки Гадяцької міської об'єднаної територіальної громади. Договір № 18/20 від 16.04.2020. Договір № 0104/20 від 16.04.2020.

6. «Схема санітарної очистки для м. Лохвиця та сіл Криниця, Васильки, Христанівка, Гаївщина Лохвицького району Полтавської області» (договір № 0150/19 від 02.05.2019,).

7. Особливості логістичного планування систем поводження з ТПВ на прикладі міста Лохвиця / [О. Е. Ілляш, В. І. Бредун, В. І. Радко та ін.]. // Наук. журнал „Екологічна безпека”. – 2019. – №2. – С. 12–17.

8. Бредун В.І. Аналіз регіональної мережі автомобільних доріг як елементу системи управління відходами. Вісник Хмельницького національного університету : Технічні науки : наук. журн. / Хмельниц. нац. ун-т. – Хмельницький: Вид-во ХНУ, №2 (295), 2021. – С.278-281. – ISSN 2307-5732 DOI 10.31891/2307-5732-2021-295-2-278-281.

9. В.І. Бредун, В.В. Попельников, Аналіз технологічної ефективності логістичної схеми збору ТПВ, «Екологія. Довкілля. Енергозбереження»: Матеріали I Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Екологія. Довкілля. Енергозбереження», присвяченій 90-річчю Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (3-4 грудня 2020 року). – Полтава: НУПП, 2020. – С.241-243.

#### References

1. Rehionalnyi plan upravlinnia vidkhodamy u Poltavskii oblasti do 2030 roku : proekt [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <https://www.adm-pl.gov.ua/advert/oprilyudnennya-dlya-obgovorennya-proektu-regionalny-plan-upravlinnya-vidhodami-u-poltavskiy>.

2. Subrehionalna stratehiia povodzhennia z tverdymy pobutovymy vidkhodamy dlia Poltavskoi oblasti : proekt «Reforma upravlinnia na skhodi Ukrainy» «Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) Gmbn» : predstavleno dlia Poltavskoi oblasnoi derzhavnoi administratsii, GFA Consulting Group, sichen 2016.

3. Kompleksna prohrama povodzhennia z tverdymy pobutovymy vidkhodamy u Poltavskii oblasti na period 2017–2021 roky : zatverdzhena rishenniam sesii Poltavskoi oblasnoi rady № 497 vid 14.07.2017.

4. Skhema sanitarnoi ochystky smt. Semenivka Semenivskoho raionu Poltavskoi oblasti (dohovir 2019 roku).

5. Skhema sanitarnoi ochystky Hadiatskoi miskoi obiednanoi terytorialnoi hromady. Dohovir № 18/20 vid 16.04.2020. Dohovir № 0104/20 vid 16.04.2020.

6. «Skhema sanitarnoi ochystky dlia m. Lohvytsia ta sil Krynytsia, Vasylyky, Khrystanivka, Haivshchyna Lohvytskoho raionu Poltavskoi oblasti» (dohovir № 0150/19 vid 02.05.2019,).

7. Osoblyvosti lohistychnoho planuvannia system povodzhennia z TPV na prykladi mista Lohvytsia / [O. E. Illiash, V. I. Bredun, V. I. Radko ta in.]. // Nauk. zhurnal „Ekolohichna bezpeka”. – 2019. – №2. – S. 12–17.

8. Bredun V.I. Analiz rehionalnoi merezhi avtomobilnykh dorih yak elementu systemy upravlinnia vidkhodamy. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu : Tekhnichni nauky : nauk. zhurn. / Khmelnyts. nats. un-t. – Khmelnytskyi: Vyd-vo KhNU, №2 (295), 2021. – S.278-281. – ISSN 2307-5732 DOI 10.31891/2307-5732-2021-295-2-278-281.

9. V.I. Bredun, V.V. Popelnykov, Analiz tekhnolohichnoi efektyvnosti lohistychnoi skhemy zboru TPV, «Ekolohiia. Dovkillia. Enerhozberezhennia»: Materialy I Vseukrainskii naukovopraktychnii konferentsii z mizhnarodnoiu uchastiu «Ekolohiia. Dovkillia. Enerhozberezhennia», prysviachenii 90-richchiu Natsionalnoho universytetu «Poltavska politekhnikha imeni Yurii Kondratiuka» (3-4 hrudnia 2020 roku). – Poltava: NUPP, 2020. – S.241-243.