

ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРНИХ ПАРАМЕТРІВ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ ЗБОРУ І ПЕРЕВЕЗЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ КУП «ЕКОВІН» МІСТА ВІННИЦЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі запропоновано математичну модель оптимізації структурних параметрів системи збору і перевезення твердих побутових відходів КУП «ЕкоВін» міста Вінниця, засновану на цільовій функції мінімізації собівартості ($F \rightarrow \min$) транспортування 1 м^3 відходів з урахуванням взаємодії кількості спеціалізованих автомобілів (N_i), контейнерного парку (K_j) та експлуатаційних витрат. На основі розробленої об'єктно-функціональної схеми встановлено аналітичні залежності продуктивності системи від техніко-експлуатаційних показників маршрутів та тривалості циклу розвантаження відходів.

Ключові слова: математична модель, оптимізація, собівартість перевезень, структурні параметри, тверді побутові відходи, цільова функція.

Abstracts.

The paper proposes a mathematical model for optimizing the structural parameters of the system for collecting and transporting solid household waste of the KUP "EcoVin" of Vinnytsia, based on the objective function of minimizing the cost ($F \rightarrow \min$) of transporting 1 m^3 of waste, taking into account the interaction of the number of specialized vehicles (N_i), the container fleet (K_j) and operating costs. Based on the developed object-functional scheme, analytical dependences of the system's productivity on the technical and operational indicators of the routes and the duration of the waste unloading cycle are established.

Keywords: mathematical model, optimization, transportation cost, structural parameters, solid waste, objective function.

Вступ

Для забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку міської інфраструктури в умовах зростання обсягів споживання критично важливим є якісне та стабільне транспортне обслуговування у сфері поводження з відходами. Специфіка системи збору твердих побутових відходів (постійність утворення, суворі санітарні норми та складність маршрутів у щільній міській забудові) вимагає від спеціалізованих підприємств високої точності планування, технічної готовності та раціонального використання ресурсів.

Безперервність та економічна ефективність вивезення відходів є ключовими умовами для досягнення основної мети управління – створення надійної та безпечної системи життєдіяльності міста. Необхідність точного узгодження технічних характеристик рухомого складу з параметрами контейнерного парку зумовлює актуальність розробки та застосування математичних моделей, які б дозволяли оптимізувати структурні параметри системи за критерієм мінімізації експлуатаційних витрат.

Метою роботи є обґрунтування та оптимізація структурних параметрів математичної моделі системи збору і перевезення твердих побутових відходів КУП «ЕкоВін» міста Вінниця для підвищення загальної ефективності функціонування транспортного комплексу підприємства.

Результати дослідження

Була розроблена та апробована математична модель оптимізації структурних параметрів, яка ґрунтується на взаємозв'язку обсягів утворення відходів, технічних характеристик парку та параметрів контейнерного господарства [2, 5]. Для знаходження раціонального рішення використано об'єктно-функціональну схему (рис. 1), що дозволяє формалізувати процес вивезення твердих побутових відходів (ТПВ) [3, 4].

1. **Формалізація цільової функції:** Обґрунтовано використання критерію мінімізації собівартості транспортування 1 м³ відходів (F), яка визначається як функція від кількості автомобілів i -го типу (N_i) та контейнерів j -го типу (K_j) [2, 5]:

$$F = f(N_i, K_j) \rightarrow \min \quad (1)$$

2. **Розрахунок продуктивності системи:** Продуктивність на k -му маршруті (Q_k) розраховується з урахуванням часу наряду (T_H), технічної швидкості (V_T) та тривалості вантажно-розвантажувальних робіт (t_{Tpi}) [1, 5]:

$$Q_k = \frac{T_H \cdot q_i \cdot N_i}{\frac{l_{c\partial i}}{\beta \cdot V_T} + t_{Tpi}}, \quad (2)$$

3. **Визначення параметрів контейнерного парку:** Встановлено, що час простою під завантаженням (t_{Tpi}) є критичним фактором, який прямо залежить від кількості контейнерів (K_j) та часу обслуговування однієї одиниці (t_{Iki}) [1, 5]:

$$t_{Tpi} = t_{Iki} \cdot K_j, \quad (3)$$

4. **Порівняльний аналіз та оптимізація:** Дослідження, проведені на базі КУП «ЕкоВін», показали, що існуюча структура парку потребує коригування для зниження експлуатаційних витрат (A). Моделювання дозволило визначити вектор переходу від фактичного стану до оптимального [3, 4]:

$$(N_i, K_j) \rightarrow (N_i^*, K_j^*), \quad (4)$$

де N_i^*, K_j^* – скоригована кількість техзасобів, що забезпечує мінімальну собівартість при повному виконанні добового плану Q .

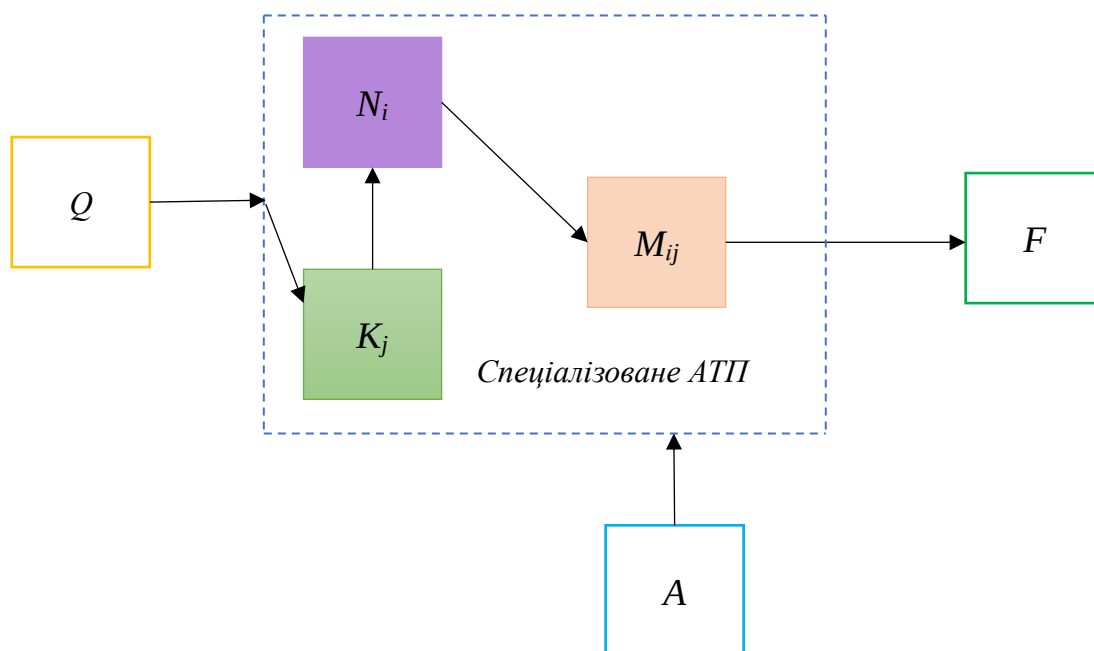


Рис. 1. Об'єктно-функціональна схема для розробки математичної моделі функціонування спеціалізованого АТП

Складна система (спеціалізоване АТП), де представлено взаємодією ключових елементів:

- Q – загальний обсяг ТПВ, т.
- N_i – число автотранспортних засобів i -го типу, од.

- K_j – число контейнерів j -го типу, од.
- M_{ij} – параметр маршруту збору та вивезення ТПВ при використанні i -х типів АТЗ та j -х типів контейнерів.
- F – собівартість 1 т · км, грн.
- A – експлуатаційні витрати, грн.

На рисунку 1 відображено об'єктно-функціональну схему взаємодії регулюючих органів, підсистем утворення та вивезення ТПВ. Ця схема є обов'язковим елементом дослідження, оскільки вона візуально підтверджує системний підхід до логістики КУП «ЕкоВін».

Аналіз моделі показує, що для міста Вінниця ключовим фактором ефективності є оптимізація періодичності вивезення (P_j), яка безпосередньо впливає на кількість робочих днів рухомого складу (D_{ppj}). Запропонований підхід дозволяє зменшити транспортну складову в тарифі шляхом раціонального підбору вантажопідйомності сміттєвозів відповідно до типу та кількості встановлених контейнерів [1, 3, 4].

Висновки

Обґрунтовано математичну модель оптимізації структури системи збору і перевезення твердих побутових відходів, для КУП «ЕкоВін» міста Вінниця. Доведено, що мінімізація собівартості транспортування залежить від раціонального узгодження кількості спецавтомобілів, типів контейнерів та техніко-експлуатаційних характеристик маршрутів. Встановлено, що перехід до скоригованої структури парку дозволяє суттєво знизити експлуатаційні витрати, забезпечуючи безперервність та економічність вивезення відходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Біліченко В. В. Стратегії технічного розвитку автотранспортних підприємств [Електронний ресурс] : монографія / В. В. Біліченко, Є. В. Смирнов. – Електронні текстові дані (1 файл (PDF) : 7,57 Мбайт). – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 144 с.
2. Вітлінський В.В. Економіко-математичні методи та моделі: оптимізація : навч. посібник [Електронний ресурс] / Вітлінський В. В., Терещенко Т. О., Савіна С. С. — К. : КНЕУ, 2016. — 303 с.
3. Митко М. В. Підвищення ефективності роботи автотранспортних підприємств удосконаленням структури виробничих підрозділів: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Митко Микола Васильович. – К., 2019. – 251 с.
4. Управління твердими побутовими відходами в умовах реформування місцевого самоврядування та розвитку міжмуніципального співробітництва: Навчально-практичний посібник / За заг. редакцією Толкованова В.В., Ілляш О.Е., Журавля Т.В., Голіка Ю.С. – Київ, 2018. – 393 с.
5. Прокудін Г.С. Моделі і методи оптимізації перевезень у транспортних системах / Г.С. Прокудін. – К.: НТУ, 2006. - 224 с.

Червоний Максим Анатолійович – студент групи ІТТ-24м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: chervoniy2002@gmail.com

Митко Микола Васильович – канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Chervonyi Maksym A. – Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: chervoniy2002@gmail.com

Mytko Mykola V. – Cand. Sc. (Eng), Assistant professor of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia