

© В. Ю. Чернега, аспірант,
ORCID: 0009-0004-4938-4348,
e-mail: vitalij019283@gmail.com
(Вінницький національний технічний університет)

© Vitaliy Chernega, Postgraduate,
ORCID: 0009-0004-4938-4348,
e-mail: vitalij019283@gmail.com
(Vinnytsia National Technical University)

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ У ЛОГІСТИЧНОМУ ЦЕНТРІ ЗАСОБАМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

INCREASING THE EFFICIENCY OF CARGO SORTING IN THE LOGISTICS CENTER USING AUTOMATION MEANS

Анотація. У сучасних умовах стрімкого розвитку глобальної торгівлі, електронної комерції та зростання обсягів вантажоперевезень особливого значення набуває забезпечення ефективної роботи логістичних центрів, які відіграють ключову роль у системі товароруку. Розвиток ефективної системи управління автомобільними вантажними перевезеннями є важливим фактором забезпечення стабільності економічних процесів, особливо в умовах сільської місцевості, де транспортна інфраструктура є недостатньо розвиненою.

Актуальність теми обумовлена стрімким зростанням обсягів вантажопотоків, розвитком електронної комерції, підвищенням вимог до швидкості та точності обробки замовлень, а також необхідністю оптимізації логістичних операцій для забезпечення конкурентоспроможності підприємств на ринку транспортно-логістичних послуг. У статті розглянуто основні проблеми організації перевезень, серед яких обмеженість транспортної інфраструктури, сезонні коливання попиту на перевезення, недостатній рівень впровадження сучасних інформаційних технологій та проблеми оптимізації маршрутів.

У роботі розглянуто актуальні проблеми управління автомобільними вантажними перевезеннями, які виникають через недостатню якість дорожньої інфраструктури, нерівномірний розподіл транспортних потоків, зростання витрат на паливо та технічного обслуговування транспорту. Окреслено основні виклики, пов'язані з оптимізацією логістичних процесів, ефективним використанням транспортної інфраструктури та впровадженням інноваційних технологій у сферу вантажоперевезень. Основними факторами, що ускладнюють пасажирські перевезення, є: застаріла інфраструктура та зношеність рухомого складу, низький рівень сервісу та комфорту для пасажирів, недостатній рівень цифровізації, екологічні проблеми, недосконала законодавча база та відсутність ефективного державного регулювання тощо.

Ключові слова: автомобільні перевезення, вантажний транспорт, логістичні системи, оптимізація маршрутів, цифрові технології.

Abstract. In today's conditions of rapid development of global trade, e-commerce and growth in freight volumes, ensuring the effective operation of logistics centers, which play a key role in the system of goods movement, is of particular importance. The development of an effective road freight transportation management system is an important factor in ensuring the stability of economic processes, especially in rural areas where the transport infrastructure is underdeveloped.

The relevance of the topic is due to the rapid growth in freight flows, the development of e-commerce, increasing requirements for the speed and accuracy of order processing, as well as the need to optimize logistics operations to ensure the competitiveness of enterprises in the transport and logistics services market. The article considers the main problems of organizing transportation, including the limited transport infrastructure, seasonal fluctuations in demand for transportation, insufficient level of implementation of modern information technologies and problems of route optimization.

The paper examines the current problems of road freight transportation management, which arise due to the insufficient quality of road infrastructure, uneven distribution of transport flows, increasing costs for fuel and maintenance of transport. The main challenges associated with the optimization of logistics processes, effective use of transport infrastructure and the introduction of innovative technologies in the field of freight transportation are outlined. The main factors complicating passenger transportation are: outdated infrastructure and wear and tear of rolling stock, low level of service and comfort for passengers, insufficient level of digitalization, environmental problems, imperfect legislative framework and lack of effective state regulation, etc.

Keywords: road transportation, freight transport, logistics systems, route optimization, digital technologies.

Вступ

Транспортно-логістична система – це складна багаторівнева структура, яка об'єднує сукупність взаємопов'язаних і взаємодіючих елементів, серед яких транспортна інфраструктура,

рухомий склад, логістичні центри, склади, інформаційно-комунікаційні технології, системи управління та нормативно-правове забезпечення. Її основним призначенням є організація, координація та ефективне

управління всіма процесами, пов'язаними з перевезенням вантажів і пасажирів, їхнім зберіганням, обробкою, оформленням супровідної документації, а також інформаційним та аналітичним супроводом логістичних операцій.

Метою дослідження є аналіз сучасного стану управління автомобільними вантажними перевезеннями, виявлення основних проблем та розробка ефективних заходів щодо вдосконалення логістичних процесів, оптимізації маршрутів, зниження витрат.

Основна частина

Логістичні системи спираються на принципи будівництва багаторівневих систем, які

забезпечують можливість управління матеріальними потоками на різних рівнях операційного управління з виходом на загальні критерії ефективності логістичних систем. Разом із тим у логістичних системах велика увага приділяється питанням інформаційного забезпечення керуючих систем. Адже лише завдяки інформаційному забезпеченню існує можливість координувати процеси управління в єдиному інформаційному просторі за наявності великої кількості суб'єктів. Функціональну структуру транспортної системи зображено на **рис. 1**.

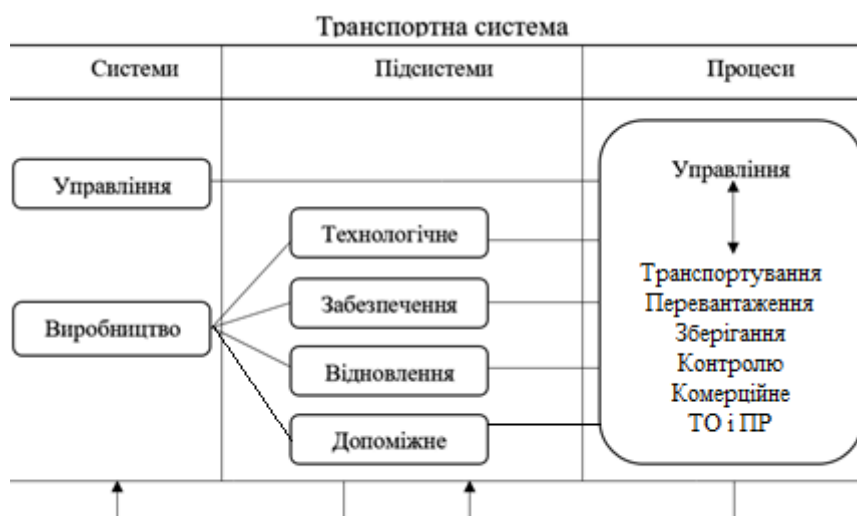


Рис. 1. Функціональна структура транспортної системи

На першому рівні перебувають виробнича та управлінська системи. Сукупність елементів та зв'язків, які утворюють транспортну систему, – не постійна величина, ця сукупність залежить від об'єкта управління та інших факторів. Найчастіше склад системи можна визначити з точки зору позиції «спостерігача». Це узагальнювальна назва дослідника, проєктувальника, конструктора, особи, яка приймає рішення, та інших аналогічних суб'єктів, котрі займаються вивченням, створенням системи або її управлінням. Так, наприклад, для експедитора як об'єкт управління виступає безпосередньо сам процес доставки вантажу, а значить, відповідно до цього в транспортну систему входять вантажовласник, перевізник, графік доставки і т. д. З позицій перевізника, який уклав з експедитором договір на здійснення перевезення, до транспортної системи

входять водій, транспортний засіб, технічне обладнання, необхідне для безпечного та своєчасного перевезення вантажу, а також інші елементи, що забезпечують виконання зобов'язань за договором. Допоміжна підсистема покликана забезпечити здійснення функцій, пов'язаних із спільною роботою системи (кадрова робота, облікові функції тощо).

Загалом сучасні підсистеми покликані забезпечувати здійснення процесів, щоб система змогла досягти поставленої мети. Підтримка керованості системи здійснюється завдяки зворотньому зв'язку. Якщо розглядати процес перевезення вантажу, він охоплює низку окремих процесів, які йдуть один за одним ланцюжком [2]. Процес перевезення складається з низки технологічних операцій, які є неоднорідними та мають відмінності за тривалістю. Окремі операції, поєднавшись, утворили певні

етапи процесу перевезення, в яких кожен етап покликаний здійснювати конкретні завдання. Процес перевезення вантажу є багатоетапним і багатоопераційним, передбачає технологічні, експлуатаційні та економічні різновиди

операцій. Деякі етапи процесу перевезення вантажу нерідко можуть бути представлені як самостійні процеси. Нижче на рис. 2 можна побачити технологічні схеми процесу перевезення вантажів [3].

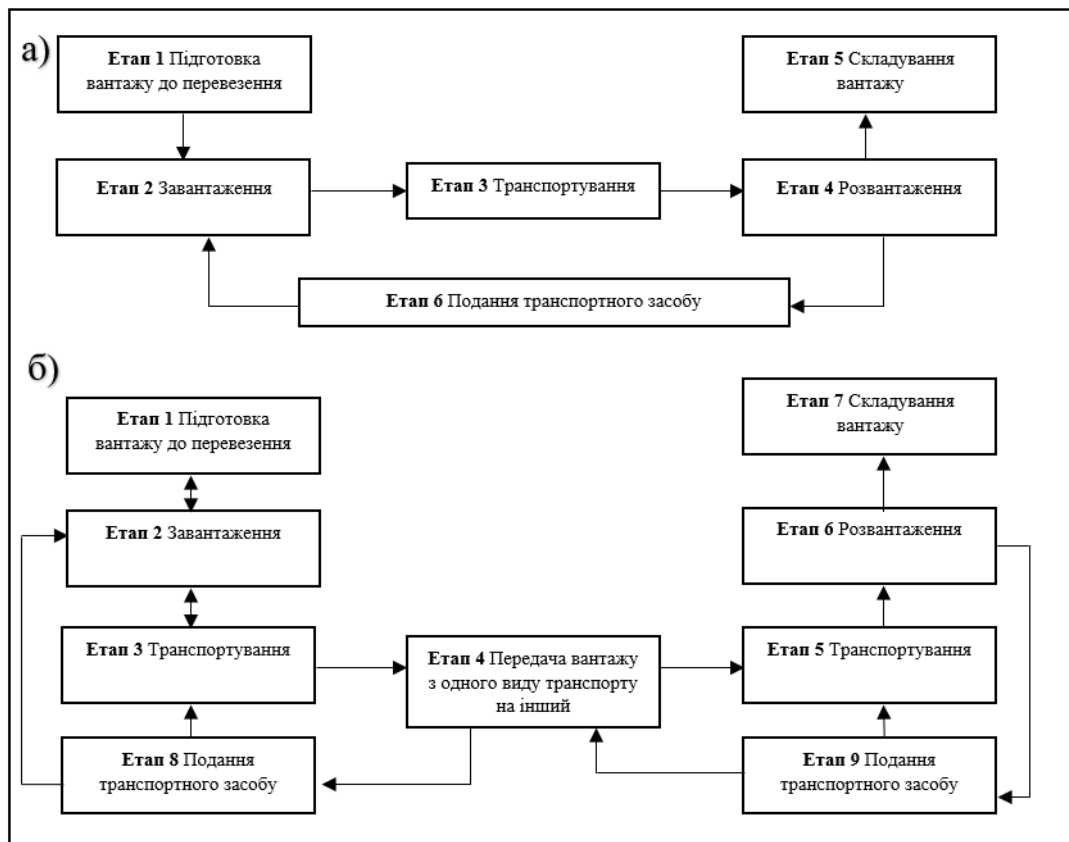


Рис. 2. Технологічні схеми процесу перевезення вантажів

Цьому процесу властивий циклічний характер. Це означає, що транспортування вантажу здійснюється повторюваними виробничими перевізними циклами, які йдуть один за одним, окрім випадків, коли використовується трубопровідний транспорт, діяльність якого відбувається постійно. Ритм цих циклів встановлюється їхньою частотою, що залежить від середнього періоду тривалості одного циклу [4], можуть коливатися в часі. Проте вони завжди мають початок і кінець. Усі цикли перевезення вантажу, що повторюються, охоплюють велику кількість окремих етапів, взаємозалежних і рівно спрямованих. Сукупність окремих циклів, що формують цикл перевезення, становить перевізний процес. У всіх процесах перевезення є свої етапи, які властиві лише вантажу, етапи, характерні лише для рухомого складу, та спільні етапи. Спільними етапами є такі: навантаження, перевезення та розвантаження. Різними етапами є подання рухомого складу для завантаження, підготовчі заходи до

відправлення, зберігання вантажу на місці його виготовлення та в проміжних місцях, складування тощо. Це все робить поняття процесу перевезення складнішим.

З погляду автотранспортних підприємств, де на першому плані – питання вдосконалення та використання рухомого складу, зменшення часу обороту рухомого складу, для здійснення процесу транспортування вантажу потрібно, крім перевезення вантажу, виконати ще і його навантаження, вивантаження та подати рухомий склад під навантаження, іншими словами, здійснити транспортний процес. Практичний досвід з організації перевезень показав, що не весь вантаж, розміщений на рухомому складі в пункті виробництва, буде доставлений до пункту його споживання. Причинами цього можуть бути втрати вантажу, його псування, а також його природний спад маси тощо. Тривалість розподілу перебування рухомого складу в місці завантаження визначається так:

1) вхідним потоком рухомого складу;

2) часом очікування рухомим складом навантаження (розвантаження);

3) часом маневрування;

4) тривалістю завантаження (розвантаження);

5) часом оформлення документації [5].

Тривалість такої складової, як «маневрування», залежить здебільшого від роботи вантажного пункту.

Від організації вантажних робіт залежить також і розподіл тривалості обслуговування та фактична тривалість обслуговування.

За результатами роботи, проведеної на прикладі організації, спостерігаються процеси, що вимагають коригування: рівень послуг сервісу, що надаються клієнтам, а також значення продуктивності процесу вантажопереробки на складі, що охоплює процеси приймання готової продукції, комплектації та відвантаження. Через те, що між названими факторами виявлено зв'язок, ці два параметри будуть об'єктами заходів щодо підвищення ефективності транспортно-логістичної діяльності організації. Необхідно провести заходи щодо скорочення тимчасових витрат у зоні відправлення, а також щодо переміщення продукції до зони комплектації та пошуку продукції на складі. Виходячи з цих даних, склад працює з переваженнями зон відправлення та комплектування, що призводить до помилок у виконанні замовлень, пошкодження тари під час завантаження, а також до затримок у комплектації замовлень та під час відвантаження зі складу.

Завдяки імітаційному моделюванню та вивченню методів раціональної організації транспортно-логістичного процесу (ТЛП) можлива пропозиція заходів щодо підвищення ефективності ТЛП на підприємстві. Одним із таких заходів пропонується автоматизація складу із застосуванням системи штрихкодів.

Ця технологія товару винайдена у США в 1970-ті рр. Уже тоді використовували схожу технологію сортування листів поштою та на військових заводах для обліку номерів виробів. У наш час штрихове кодування товарів у внутрішньому обліку стає дедалі популярнішим. Основною перевагою використання цієї технології є прискорення логістичних операцій під час приймання товару, його відвантаження, збирання замовлень та інвентаризації, а також зниження витрат за рахунок ліквідації випадків пересортування. Для організації ця технологія вкрай актуальна, оскільки

штрикування товарів застосовується в упаковці товарів, через необхідність маркування, але не в операціях приймання, збирання замовлень та відвантаження товарів на складі готової продукції. Це неминуче призводить до втрати часу у процесі виконання складських операцій.

Приймання продукції від «червоної зони» відбувається через спеціальні вікна подачі товару за допомогою конвеєра. Тобто на одному кінці конвеєра здійснюється упаковка товару, а на іншому комплектувальник на складі готової продукції укладає товар у транспортну одиницю для зберігання. Він виконує такі дії:

- переміщення порожньої транспортної одиниці до конвеєра;
- підготовка транспортної одиниці;
- тарування готової продукції;
- перерахунок базових одиниць готової продукції в тарі;
- формування прибуткової накладної;
- обпалювання (якщо потрібно);
- переміщення затареної транспортної одиниці для зберігання.

Автоматизація приймання готової продукції за допомогою технології штрих-кодування передбачає встановлення сканерів штрихкоду на конвеєрі приймання, за яким готова продукція рухається із зони упаковки. Коли продукція, що приймається, упаковується в більші одиниці, пропонується маркувати їх, використовуючи вже встановлений термопринтер для друку штрих-кодів на кожному гофрокоробі і звичайний принтер для друку палетних листів зі штрих-кодом, що вказує на кратність упаковки. Наприклад, усього на складі готової продукції встановлено три конвеєри, на двох з яких може одночасно вестися приймання в ящики на палеті, металеву тару або полімерні контейнери, а на одному – приймання в гофрокороб на палеті; тож на приймання потрібно три сканери штрихкодів. Впровадження цієї технології дозволить економити час на таких операціях, як перерахунок базових одиниць готової продукції в тарі, формування прибуткової накладної, приймання в ТСД, проте потребує одноразових капітальних вкладень, причому необхідний розрахунок ефективності. За наявною технологією відвантаження продукції організації часто, у зв'язку з великим обсягом замовлення, одне замовлення розподіляється на кілька машин, найчастіше дві чи три машини.

Через це виникають труднощі розподілу палет одного замовлення на різні машини, оскільки цей процес не повністю не комп'ютеризований. У процесі відвантаження старший зміни і виконує такі операції:

- 1) перерахунок продукції за кількістю одиниць, звіряння із замовленням;
- 2) заповнення маршрутного листа;
- 3) зведення маршрутних листів кількох машин;
- 4) виправлення помилок (за їхньої наявності);
- 5) формування накладних (по одній для кожної машини);
- б) роздруківка документів.

Із цього списку видно, що час займає паперова робота. Цю проблему також можна вирішити впровадженням технології сканування завдяки використанню терміналів збору даних із вбудованим сканером штрих-коду в процесі відвантаження, цей захід не потребує капітальних вкладень. Комп'ютеризація процесу відвантаження дозволить уникнути проблем із розподілом одного замовлення між декількома машинами, скоротить час оформлення необхідних документів, скоротить кількість помилок, чим дозволить підвищити рівень сервісу за рахунок відсутності затримок при поставці продукції клієнтам, а також дозволить заощадити підприємству витрати наймамого транспорту, що має погодинну.

Захід з підвищення продуктивності зони комплектації замовлень передбачає використання технології «multipicking» та комплектації по «хвилях». У процесі хвильового складання ріск-листів замовлення комплектуються в межах т. з. «хвилі». Хвиля – це набір позицій, що збирається у певній зоні зберігання, одночасно відбираються товари всіх замовлень і переміщуються в зону комплектації. Хвильова комплектація дозволяє підвищити швидкість комплектації замовлень, знизивши тимчасові витрати завдяки мінімізації відстані між точками забору компонентів та ліквідації простоїв комірників. Іще одним заходом, що впливає на продуктивність складу, а переважно зони комплектації, є впровадження адресної системи зберігання. Його суть полягає в тому, щоб розбити складське приміщення на ділянки і кожному з них призначити свою адресу та присвоїти штрихкод, тоді будь-яка така ділянка, незалежно від її фізичних характеристик, називатиметься осередком.

Якщо одна партія готової продукції розміщується на кількох палетах, осередки об'єднуються в області для швидкого та гнучкого оперування ними. Передбачається, що проведення запропонованих заходів призведе до підвищення продуктивності складських операцій за рахунок скорочення тимчасових витрат на їх виконання, а також до скорочення помилок при комплектації, прийманні та відвантаженні, що забезпечить високий рівень сервісу. Доцільність застосування запропонованих заходів можна визначити розрахунками ефективності їхнього застосування. Наявність одноразових витрат на впровадження заходів передбачає розрахунок окупності інвестицій [6].

Щоб описати та провести аналіз транспортно-логістичних процесів у таких системах, потрібно використовувати адекватні формальні методи та засоби. Зазвичай для таких цілей вдаються до методу дослідження операцій (наприклад, методу управління запасами, методу розв'язання транспортних задач та методу лінійного програмування). Тому, зважаючи на ускладнення завдань, які вирішуються в організаціях, дуже актуальною є проблема створення моделі транспортно-логістичних процесів та програми, яка б дозволила їх описати та експериментально перевірити.

Таким інструментом є імітаційне моделювання у програмі AnyLogic 7 Personal Learning Edition. Використання методу імітаційного моделювання дає можливість довести значущість прийнятих рішень і тим самим знизити ризик їх реалізації. Для управління транспортно-логістичними процесами (ТЛП) потрібно було описати ці процеси. Для моделювання транспортно-логістичних процесів було розроблено імітаційну модель у програмі Anylogic. Експериментально перевірено створену модель та знайдено недоліки в роботі ТЛП.

Висновки

У ході проведеної роботи розглянуто особливості функціонування транспортно-логістичної системи підприємства та проаналізовано основні проблеми, що впливають на ефективність організації транспортно-логістичних процесів. З'ясовано, що сучасні транспортно-логістичні системи є складними багаторівневими структурами, які охоплюють виробничу, управлінську та допоміжну підсистеми. Кожна з них виконує специфічні функції, спрямовані

на досягнення загальної мети – забезпечення безперервного, якісного та економічно доцільного перевезення вантажів.

Проаналізовано технологічні схеми перевезення вантажів, визначено основні етапи транспортного процесу, зокрема подання рухомого складу під завантаження, навантаження, транспортування, розвантаження та оформлення документації. Встановлено, що однією з актуальних проблем є тривалість обслуговування рухомого складу на вантажних пунктах, що залежить від часу очікування, маневрування, завантаження та оформлення супровідних документів. На основі проведеного аналізу складських операцій було виявлено перевантаженість зон відправлення та комплектування замовлень, що призводить до помилок у виконанні замовлень, пошкоджень тари, затримок у комплектації та відвантаженні. З метою усунення цих проблем запропоновано низку заходів: автоматизація складських процесів із застосуванням технології штрих-кодів продукції на етапах приймання, збирання замовлень та відвантаження, що дозволить скоротити тимчасові витрати та мінімізувати кількість помилок; комп'ютеризація процесу відвантаження продукції за допомогою терміналів збору даних, що зменшить тривалість паперових операцій і підвищить якість сервісу; впровадження технології *multipicking* та хвильової комплектації, яка забезпечить одночасне виконання кількох замовлень,

скоротивши простої персоналу та відстані переміщення.

Отже, впровадження запропонованих організаційно-технічних заходів дозволяє істотно підвищити ефективність транспортно-логістичної діяльності підприємства, забезпечити стабільність перевізного процесу, скоротити тимчасові витрати на виконання складських операцій та підвищити якість обслуговування клієнтів. Це створює підґрунтя для подальшого розвитку логістичних процесів на підприємстві та підвищення його конкурентоспроможності на ринку.

References

1. Kovalenko, V. V. (2021). The influence of road surface condition on the efficiency of freight transportation. *Automobile transport*, 30, 45–51.
2. International Road Transport Association (IRU). (2022). *Innovations in Road and Tire Technologies for Sustainable Rural Transport*, Geneva, 45.
3. European Road Federation (ERF). (2020). *Green Roads for the Future: Technologies for Reducing Rolling Resistance*, Brussels, 68.
4. Smith, J., Brown, P. (2019). Road-Tire Interaction under Varying Environmental Conditions. *International Journal of Vehicle Systems*, 25, 3, 175–189.
5. International Organization for Standardization. (2018). *ISO 28580:2018. Passenger car, truck and bus tyres. Methods of measuring rolling resistance. Single point test and correlation of measurement results*.
6. Oliynyk, Y. L. (2021). The influence of weather conditions on the operational characteristics of freight transport. *Bulletin of the Dnipropetrovsk National University of Railway Transport*, 23, 59–64.