

УДК 656.13:519.85

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ПО ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТУ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

В.М. Никончук, проф., д-р екон. наук,
Національний університет водного господарства та природокористування, м.Рівне
В.В. Аулін, проф., д-р. техн. наук,
С.В. Лисенко, доц., канд. техн. наук,
Г.І. Стулій, ст. гр. ТТ-24М,
І.С. Сугак, ст., гр. ТТ-23,
Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький

На основі проведеного аналізу системи управління логістичними транспортними потоками та оцінки діяльності підприємства-перевізника встановлено, що під час доставки продукції підприємство використовує маятникову схему руху, яка передбачає зворотний холостий пробіг. Крім того, приймання та опрацювання замовлень здійснюється малоефективним способом – через операторів кол-центру, що уповільнює обробку запитів та створює додаткові організаційні витрати.

Розраховані показники продемонстрували, що маятникова модель транспортування не дозволяє повністю розкрити логістичний потенціал підприємства та призводить до перевитрат часу і ресурсів.

Маятниковий маршрут транспортування - це схема руху транспортного засобу (ТЗ) між складською базою підприємства та споживачем з певною регулярністю (рис. 1). Головним недоліком такого маршруту є значна частка холостого пробігу, яка негативно впливає на ефективність перевезень і збільшує витрати.

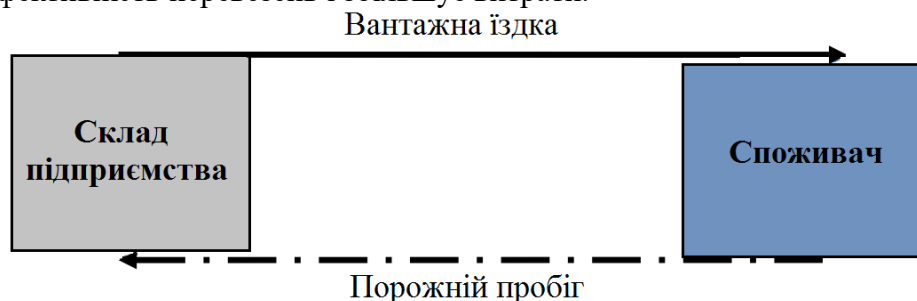


Рисунок 1 - Схема маяткового маршруту транспортування на досліджуваному підприємстві

Під вантажною їздкою розуміють переміщення транспортного засобу з вантажем, тоді як порожній пробіг означає рух автомобіля без вантажу.

Для підвищення ефективності процесу транспортування продукції доцільно застосувати кільцеву схему руху.

Кільцевий маршрут передбачає пересування автотранспорту замкненим контуром в одному напрямку. Уздовж цього маршруту рівномірно розміщуються точки завантаження та розвантаження (рис. 2). Особливістю кільцевої схеми є безперервний рух по визначеній лінії з послідовним обслуговуванням усіх необхідних пунктів.

Організація транспортного процесу є оптимальною, коли перевезення виконуються регулярно та невеликими партіями.

Основні переваги кільцевого маршруту:

- значне скорочення порожніх пробігів;

- зростання продуктивності транспортної роботи;
- зменшення потреби у великому парку транспортних засобів.

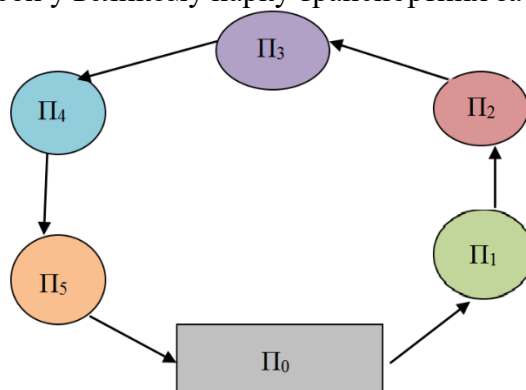


Рисунок 2 - Схема кільцевого маршруту: П₁-П₅ – постачальники; П₀ – склад підприємства

Реалізація кільцевого маршруту потребує забезпечення його необхідною інфраструктурою, зокрема наявністю автозаправних станцій уздовж шляху, що дозволяє ТЗ безперебійно проходити весь цикл перевезення.

До недоліків кільцевих маршрутів можна віднести обмежену вантажомісткість транспортних засобів, а також необхідність дотримання додаткових умов, зокрема часових обмежень. Якщо загальний час проходження кільцевого маршруту перевищує допустимі нормативи, проблему вирішують шляхом зменшення кількості споживачів у цьому секторі та їх частковим перенесенням до сусіднього сектора. Аналогічне рішення застосовується і в разі виникнення інших видів обмежень.

Кільцеві маршрути поділяють на кілька типів:

- розвізні,
- збірні,
- збірно-розвізні.

Для більшості автопідприємств найбільш придатним є розвізний тип кільцевого маршруту (рис. 3).

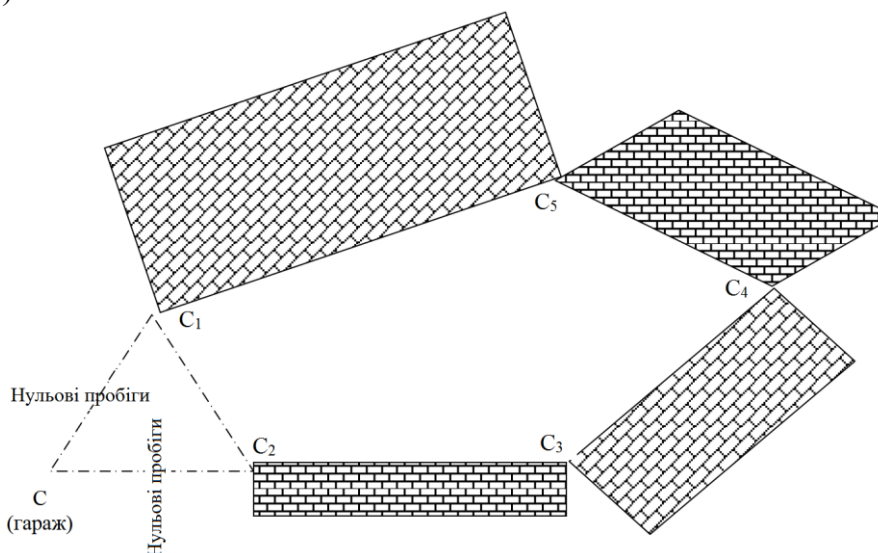


Рисунок 3 - Схема розвізного кільцевого маршруту одного виду товару:
С₁ - С₅ - споживач; С - гараж

У цьому випадку транспортний засіб завантажується в одному пункті, після чого здійснює послідовну доставку товару всім споживачам, розташованим уздовж лінії

маршруту. Після завершення обслуговування всіх точок автотранспорт повертається до початкової точки циклу.

На рисунку 4 подано приклад розвізного кільцевого маршруту для транспортування одного виду продукції. Разом із тим, існує можливість організувати аналогічний маршрут і для доставки кількох видів товарів.

Такий формат маршрутизації є особливо зручним для підприємства, оскільки поставки продукції постійним клієнтам здійснюються регулярно та невеликими партіями. Це дозволяє підтримувати стабільний рівень сервісу та рівномірно розподіляти навантаження на ТЗ.

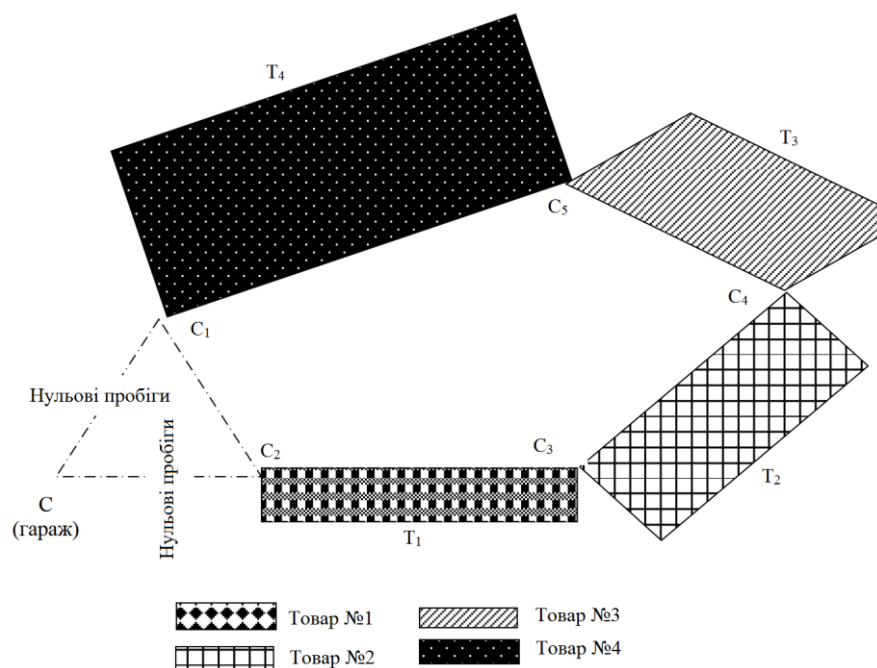


Рисунок 4 - Схема розвізного кільцевого маршруту кількох видів товару: $C_1 - C_5$ - споживач; C - гараж; $T_1 - T_4$ - товари

Для швидкого та результативного переходу від маятникової схеми перевезень до кільцевої, а також для усунення застарілого й малоефективного механізму приймання замовлень через кол-центр, доцільно впровадити систему DeOS «Оптимізація маршрутів руху транспорту».

Абревіатура DeOS розшифровується як «доставка, оптимізація, люкс». Ця система вигідно вирізняється серед аналогічних рішень високим рівнем надійності та ефективності. Її функціонал дозволяє розв'язати низку ключових логістичних завдань:

- оптимізацію маршрутів збору та доставки;
- зменшення витрат на транспортування;
- гнучке та адаптивне планування;
- підвищення продуктивності й якості роботи автопарку.

Переваги застосування цієї системи наведені в таблиці 1.

Однією з важливих складових процесу є крос-докінг - організація приймання та відвантаження товарів через склад без довготривалого зберігання. Економія витрат досягається завдяки автоматичному формуванню оптимальних маршрутів збору та доставки вантажів.

Система DeOS розраховує всі ключові параметри, що прямо впливають на логістику перевезень: адресні точки маршруту, режим роботи водіїв, технічні характеристики ТЗ та інші показники.

Таблиця 1 – Позитивні характеристики впровадженої системи DeOS

Область впливу програми	Позитивні сторони програми
Планування та оптимізація маршрутів	<ul style="list-style-type: none"> -Можливість одночасного планування маршрутів між декількома регіональними центрами або підприємствами та численними точками доставки; -Збереження кожної моделі маршруту у системі для подальшого аналізу та порівняння; -Гнучке налаштування тарифних параметрів; -Врахування сезонності, типу та вартості палива, тарифних зон, міського або заміського режиму руху, особливостей клієнтів та інших факторів; -Розрахунок витрат на доставку до кожної конкретної точки; -Оптимізація маршрутів з урахуванням одночасного виконання завдань доставки та збору продукції з торгових точок; -Можливість ситуаційного моделювання розвитку подій у логістичному ланцюзі.
Перспективне планування	<ul style="list-style-type: none"> -Можливість одночасного розрахунку маршрутів за різними наборами параметрів (мета-розрахунки); -Прогнозування змін при корекції списку складів, замовників, автопарку або обсягів перевезень; -Функція «що, якщо» для аналізу альтернативних сценаріїв; -Використання спеціалізованих моделей для побудови маршрутів; -Оцінка ефективності операцій крос-докінгу.
Карти	<ul style="list-style-type: none"> -Використання загальноприйнятої системи координат WGS84 замість пропріетарних; -Отримання GPS-координат точок доставки без сторонніх картографічних сервісів; -Застосування векторних безшовних карт; -Повна доступність карти для редагування: налаштування типів доріг, обмежень руху та швидкості, типів транспорту; -Можливість самостійного створення та редагування маршрутів; -Актуалізація карток за запитом користувача; -Щоденне оновлення карт; -Підтримка обліку міжнародних трас.
Налаштування та інтерфейс	<ul style="list-style-type: none"> -Автоматизація дій за розкладом: відправка звітів, оновлення даних, внесення записів у журнал тощо; -Сучасний та зручний інтерфейс користувача.
Автомобілі	<ul style="list-style-type: none"> -Облік спеціалізації, графіка роботи та вартості експлуатації кожного автомобіля; -Контроль мінімального завантаження транспортних засобів; -Можливість закріплення кількох водіїв, експедиторів та менеджерів за одним автомобілем; -Відстеження заїздів на автозаправну станцію, стоянки та інші об'єкти по маршруту; -Вказівка спеціалізації, категорій та підкатегорій вантажу; -Зв'язок із складами та клієнтами; -Облік причепів із можливістю залишити їх у дозволеній точці та пізніше повернути; -Розширений облік нормативів робочого часу водіїв, включно з багатоденними нормами та перервами; -Порівняння планових і фактичних переміщень автотранспорту; -Оперативне повідомлення про відхилення від графіка; -Історія маршрутів; -Інтеграція з GPS-системами для контролю транспорту.
Клієнти	<ul style="list-style-type: none"> -Встановлення графіка роботи для кожної точки, включно з обідньою перервою; -Планування прийому різних видів продукції; -Визначення пріоритетності клієнтів; -Можливість використання спеціалізованого транспорту; -Можливість критичного (сценарного) планування маршрутів; -Запобігання запізнь у зазначених точках доставки; -Оповіщення клієнтів про доставку через електронну пошту або SMS.
Інтеграція із зовнішніми системами	<ul style="list-style-type: none"> -Використання WMS-систем для роботи на складі; -Встановлення на автомобілях GPS та інших систем віддаленого моніторингу; -Інтеграція ERP-системи; -Застосування АСУ для управління підприємством.
Склади	<ul style="list-style-type: none"> -Ведеться облік «вікон» навантаження (рампи) та черговості навантаження на них; час розвантаження розраховується залежно від ваги, обсягу та кількості палет товару; -Враховуються організаційні затримки; -Ведеться класифікація та облік категорій товарів, що відвантажуються зі складів; -Система підтримує процес крос-докінгу.

У разі впровадження системи DeOS на автотранспортному підприємстві можна очікувати низку позитивних змін у роботі логістичної інфраструктури. Зокрема:

- значно скорочується час опрацювання заявок, оскільки їхнє оформлення відбуватиметься онлайн через мережу Internet;
- зменшуються витрати на транспортування завдяки оптимізації маршрутів і підвищенню завантаженості автомобілів;
- підвищиться продуктивність та ефективність використання власного автопарку;
- з'являється можливість більш обґрунтовано планувати подальший розвиток підприємства;
- забезпечується жорсткіший контроль за роботою транспортних засобів та виконанням ними логістичних операцій;
- покращується координація взаємодії транспорту з контрагентами.

Схема роботи диспетчерів під час формування маршруту наведена на рисунку 5.



Рисунок 5 – Удосконалена робота диспетчерської під час прокладання маршруту

Запровадження системи DeOS дозволяє значною мірою зняти з працівників частину рутинних задач, що дає можливість зосередитися на аналізі ключових процесів, оцінці ризиків та прийнятті управлінських рішень. Завдяки цьому підприємство може досягти таких результатів:

- оперативно моделювати нові логістичні сценарії та наочно оцінювати, як зміниться рівень витрат за умов коригування параметрів - наприклад, зміни графіка роботи складських майданчиків чи точок доставки;
- швидко реагувати на виникнення відхилень від оптимального маршруту та своєчасно коригувати дії;
- підтримувати постійний контроль за фактичною ситуацією в транспортній системі.

Досягнення високої якості роботи транспорту, яку ставить за мету автотранспортне підприємство, передбачає мінімальне відхилення фактичного виконання рейсів від заздалегідь спланованого графіка. Для цього система DeOS інтегрується з GPS-моніторингом, АСУ відвантаження та складськими системами, а також використовує детальні геодані. Окремим інструментом є мобільний застосунок, що забезпечує водіїв актуальною інформацією та дозволяє оперативно передавати дані про хід виконання завдань і необхідну звітність.

Таким чином, система DeOS містить набір базових функціональних можливостей для вирішення ключових завдань логістики – від підвищення ефективності та оптимізації

операцій до планування й контролю. На сьогодні ці рішення активно використовуються автопідприємствами у своїй практичній діяльності.

Список використаних джерел

1. Fesovets O., Strelko O., Berdnychenko Yu., Isaienko S., Pylypchuk O. Container Transportation by Rail Transport Within the Context of Ukraine's European Integration. Proceedings of 23rd International Scientific Conference «Transport Means 2019». 2019. P. 381–386.
2. Kulova D., Boyko M., Kosyakevych D. Assessment of Risk Factors and Improvement of Transportation Technology for Temperature-Sensitive Cargo in Refrigerated Containers. Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences. 2026. Issue 13(44), Part I. P. 1-10.
3. Lavrukhin O., Kovalov A., Schevcenko V., Kyman A., Kulova D. Construction of an integrated criterion for estimating the consequences of emergencies involving dangerous goods. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol. 2, Issue 3 (98). P. 25-31. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.163442>
4. Lavrukhin O., Kovalov A., Kulova D. Technological and economic estimation of efficiency of a route choice for transportation of dangerous goods. SHS Web of Conferences. 2019. Vol. 67. P. 1-6. DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/20196702005>
5. Аулін В.В., Кульова Д.О., Гриньків А.В., Лисенко С.В. Оцінювання ризиків несхоронних перевезень нафтопродуктів автомобільним транспортом. Центральнорайонський науковий вісник. Технічні науки. 2024. Вип. 10(41), ч.ІІ, С. 205-213. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10\(41\).2.205-213](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10(41).2.205-213)
6. Кульова Д.О., Магопєць С.О., Лівіцький О.М. Безпека дорожнього руху в Україні: оцінювання ризиків і перспективи цифровізації. Центральнорайонський науковий вісник. Технічні науки. 2025. Вип. 11(42), ч.ІІ. С. 298-312. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11\(42\).2.278-285](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11(42).2.278-285)
7. Кульова Д.О. Застосування концептуального підходу ризик-менеджменту в сфері безпеки руху на транспорті. Центральнорайонський науковий вісник. Технічні науки. 2024. Вип. 10(41), ч.І. С. 261-269. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10\(41\).1.261-269](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10(41).1.261-269)
8. Аулін В.В., Кульова Д.О., Варваров В.В. Виявлення, аналіз і прогнозування параметрів ризику безвідмовного навантаження готової продукції на транспортно-логістичному терміналі підприємства. Центральнорайонський науковий вісник. Технічні науки. 2025. Вип. 11(42), ч.І. С. 263-271. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11\(42\).1.263-271](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11(42).1.263-271)
9. Аулін В.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В., Головатий А.О., Голуб Д.В. Теоретичні і методологічні основи логістики транспортних і виробничих систем / монографія під заг. ред. д.т.н., проф. Ауліна В.В. – Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2021. – 503 с.
10. Аулін В. В., Митник М. М., Ляшук О. Л., Гевко І. Б., Цьонь О. П., Лисенко С. В., Гудь В. З., Гриньків А. В., Голуб Д. В., Бабій М. В. Формування та функціонування логістичних центрів в регіональних транспортно-логістичних системах України: монографія за заг. ред. д.т.н., проф. Ауліна В. В., д.т.н., проф. Ляшука О. Л. – Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2024. – 393 с.
11. Wei L., Zheng X., Li Y., Li X., Liu L. Research on the impact effect of multimodal transport on domestic and international dual circulation: Evidence from China's railway and water transport. PLoS ONE. 2025. Vol. 20, Issue 4. Article e0319982. P. 1-18. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0319982>
12. Zhang Z., Jin J., Li S., Han Z., Wu Z., Xu X., Li Y., Peng T. Research review and development trend analysis of grain multimodal transport with a special emphasis upon China. Agriculture. 2026. Vol. 16. Article 592. P. 1-35. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture16050592>
13. Uddin M. M., Huynh N. Routing model for multicommodity freight in an intermodal network under disruptions. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. 2016. No. 2548. P. 71–80. DOI: <https://doi.org/10.3141/2548-09>
14. Jayant, Arvind, Mohammed Azhar, and Priya Singh. "Interpretive structural modeling (ISM) approach: a state of the art literature review." Int. J. Res. Mech. Eng. Technol 5.1 (2015): 15-21. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1240/1/012010>
15. United Nations Conference on a Convention on International Multimodal Transport : Final Act and Convention on International Multimodal Transport of Goods. – New York : United Nations, 1981. Vol. 1. 16 p.
16. Про мультимодальні перевезення : Закон України від 17.11.2021 р. № 1887-IX станом на 19 груд. 2021 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1887-20#Text> (дата звернення: 10.03.2026).
17. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). Terminology on Combined Transport. New York and Geneva: United Nations, 2000. 13 p.