

© Ю. В. Зеленько, докт. техн. наук,
професор, завідувач кафедри,
ORCID: 0000-0001-5551-0305,
e-mail: j.v.zelenko@gmail.com;
© В. Е. Черкудінов, аспірант,
старший викладач кафедри,
ORCID: 0000-0003-3164-0329,
e-mail: volodymyrcherkudinov@gmail.com;
© К. Ц. Главацький, канд. техн. наук,
доцент кафедри,
ORCID: 0000-0003-0921-9845,
e-mail: kazimir.glavatskij@gmail.com;
© І. М. Щека, канд. техн. наук,
доцент кафедри,
ORCID: 0000-0002-4608-3898,
e-mail: shcheka.ig@gmail.com;
(Український державний університет науки
і технології)

© Yulia Zelenko, Doctor of Technical
Sciences, Professor, Head of the Department,
ORCID: 0000-0001-5551-0305,
e-mail: j.v.zelenko@gmail.com;
© Volodymyr Cherkudinov, Postgraduate,
Senior Lecturer,
ORCID: 0000-0003-3164-0329,
e-mail: volodymyrcherkudinov@gmail.com;
© Kazimir Hlavatskyi, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor of the Department,
ORCID: 0000-0003-0921-9845,
e-mail: kazimir.glavatskij@gmail.com;
© Ihor Shcheka, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor of the Department,
ORCID: 0000-0002-4608-3898
e-mail: shcheka.ig@gmail.com;
(Ukrainian State University of Science
and Technologies)

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОСТАЧАННЯ ПАЛИВА В УКРАЇНУ В ПЕРІОД ВОЄННОГО СТАНУ

PROBLEMS AND PROSPECTS OF FUEL SUPPLY TO UKRAINE DURING THE PERIOD OF MARTIAL LAW

Анотація. Одним з найпотрібніших продуктів в Україні на сьогодні є нафтопродукти. Процес перевезення має безліч обмежень і вимог. Здійснюючи перевезення продуктів переробки нафти, існує небезпека нанести негативний вплив навколишньому середовищу – виток рідини може створити екологічну проблему для певної території. Транспортування нафтовміщуючих вантажів в Україну, під час воєнного стану, здійснюється мультимодальним транспортом, а саме, автомобільний, морський і залізничний види транспорту. Авторами здійснено огляд актуальних проблем та задач організації вантажних перевезень нафтопродуктів в Україну та аналіз тенденцій, пов'язаних з використанням транспортного комплексу.

Ключові слова: екологічний інцидент, логістика, маршрут, мультимодальна система, транспортний комплекс, транзитна політика, нафтопродукт, транзитний коридор, шлях.

Abstract. One of the most popular products in Ukraine today is petroleum products. The transportation process has many restrictions and requirements. When transporting petroleum products, there is a risk of having a negative impact on the environment - a liquid leak can create an environmental problem for a certain territory. Transportation of oil-containing cargo to Ukraine during martial law is carried out by multimodal transport, namely, road, sea and rail modes of transport. The authors reviewed the current problems and tasks of organizing cargo transportation of petroleum products to Ukraine and analyzed trends related to the use of the transport complex. Using a systems analysis, methods were proposed for assessing existing problems and tasks, and the actual definition of environmental issues in the transportation of petroleum products during martial law was also presented. At the same time, energy redistribution processes are taken into account in the form of specific and generalized efficiency indicators that can be used to meet the needs of multimodal transportation. Based on the considered and analyzed problems and trends in the operation of transport systems, recommendations have been developed for comprehensively solving transport planning tasks, improving safety, and reducing the negative impact of transport on the environment for further dissemination of the most successful solutions in each of the areas of transportation. Solving problems arising in the field of supply chain management is critically important for the stable functioning of the state. The war has made significant adjustments to the usual way of life, destroying ties between people and business, and also led to significant economic losses. Since imports now occur mostly across the border of Ukraine with European countries, new supply chains have begun to be built in the western regions and transport hubs have been created for receiving, distributing and grouping cargo and transporting it to the central, northern and eastern regions.

Keywords: logistics, multimodal system, transport complex, environmental incident, transit policy, oil product, route.

Вступ

Воєнні дії значною мірою вплинули на зовнішньоекономічну діяльність України. Через

високий рівень небезпеки неможливо здійснювати доставку нафтовантажів морським та авіасполученням, доступним залишаються

сухопутний кордон і порти Румунії, Польщі та країн Балтії.

Зміни в логістиці, географії попиту та втрата доступу до певних ресурсів суттєво вплинули на ситуацію. Внаслідок цього єдиною альтернативою залишилися постачання пального через кордони з Європейським Союзом. Прогнозується, що європейські компанії зможуть забезпечити стабільні поставки пального, оскільки вже укладено контракти на значні обсяги ресурсу, які наразі транспортуються. Однак, це супроводжується суттєвими витратами, оскільки в країнах Європи існує дефіцит нафтопродуктів, і регіон є імпортозалежним.

Рішення проблем, що виникають у сфері управління ланцюгами постачання, є критично важливим для стабільного функціонування держави. Війна внесла суттєві корективи в звичний життєвий устрій, призвела до значних економічних втрат. Оскільки імпорт тепер відбувається здебільшого через кордон України з європейськими країнами, то в західних областях, почали вибудовуватися нові ланцюги постачань, створюватися транспортні хаби для отримання, розподілу та групування вантажів, їхнього транспортування до центральних, північних і східних областей.

Метою роботи є аналіз шляхів поставки нафтопродуктів в Україну під час воєнного стану, розгляд питання енергоефективності мультимодальної транспортної системи, зокрема використання автомобільного транспорту в системі мультимодальних перевезень палива.

Постановка проблеми. Основним завданням ми поставили аналіз існуючих маршрутів транспортування, вивчення ефективності мультимодальних перевезень, зокрема автомобільного транспорту.

Також вирішили оцінити вплив відстаней, технічних обмежень та природних умов на енергоспоживання і безпеку перевезень. Визначити основні ризики екологічних інцидентів, пов'язаних із перевезенням небезпечних вантажів.

Оцінити загрози, пов'язані з воєнними діями, зокрема масованими атаками на транспортні засоби. Запропонувати заходи для зменшення антропогенного впливу на довкілля під час транспортування. Оцінити енергетичні витрати різних видів транспорту та запропонувати способи їхнього зменшення.

Основна частина

Завдяки високій мобільності та здатності доставляти вантажі «від дверей до дверей» автомобільний транспорт є одним із найпоширеніших способів перевезення нафтопродуктів. Проте, його основними недоліками є:

- високі витрати на транспортування;
- обмежена вантажопідйомність;
- залежність від стану дорожньої інфраструктури.

Залізничний транспорт є економічно вигідним та енергоефективнішим способом перевезення нафтопродуктів. Його основні переваги:

- велика вантажопідйомність;
- незалежність від погодних умов;
- нижчі викиди CO₂ у порівнянні з автомобільним транспортом.

Однак, залізничний транспорт має обмеження порівняно з автомобільним, а саме: потребує спеціальної інфраструктури, тривалішого часу на доставку через обмежену кількість перевантажувальних станцій.

Перевезення нафтопродуктів пов'язане з ризиком витоків, що можуть спричинити значної шкоди довкіллю. Основними факторами можуть бути пошкодження транспортних ємностей та аварії під час перевантаження.

Умови воєнного стану надають додаткових загроз транспортуванню, таких як:

- обстріли транспортних засобів;
- руйнування інфраструктури (доріг, мостів, залізничних колій);
- небезпека мінування ключових транспортних шляхів.

Поєднання різних видів транспорту дозволяє забезпечити оптимальну ефективність доставки. Наприклад, доставка морським транспортом до портів Європи. Перевантаження на залізничний транспорт для транспортування до західних регіонів України. Використання автомобільного транспорту для кінцевої доставки.

Для мінімізації витрат і часу перевезення часто використовують міжнародні логістичні хаби в Польщі, Румунії та Словаччині. Основні їхні переваги – це розвинена транспортна інфраструктура та зручне географічне розташування.

Зменшення негативного впливу транспортування на довкілля можливе завдяки використанню енергоефективних транспортних засобів, оптимізації маршрутів для зниження

витрат пального, впровадження альтернативних джерел енергії (біопаливо, електротранспорт).

Впровадження сучасних систем моніторингу стану транспорту та вантажу дасть змогу запобігти аваріям і вибокам нафтопродуктів.

Використання спеціалізованого програмного забезпечення для координації мультимодальних перевезень дасть змогу знизити ризики затримок та оптимізувати маршрути в режимі реального часу.

Встановлення GPS-трекерів і сенсорів на транспортні засоби забезпечує контроль за рухом вантажу та його станом. Це особливо важливо в умовах воєнних ризиків.

Впровадження мультимодальних послуг є сучасною тенденцією у міжнародній транспортній логістиці, що обґрунтовує необхідність подальших досліджень методів організації перевезень нафтопродуктів і розробки шляхів вдосконалення транспортно-логістичних систем мультимодальної інфраструктури.

Негативні тенденції, пов'язані з використанням транспортного комплексу, стимулюють пошук і розробку нових методів мінімізації впливу транспорту на довкілля та здоров'я людей. Екологічний аспект залишається ключовим у створенні та функціонуванні транспортного комплексу: з одного боку, збільшення вантажообігу нафтопродуктів сприяє зростанню антропогенного навантаження, а з іншого – небезпека цих видів вантажів вимагає запровадження спеціальних заходів для уникнення їхнього негативного впливу на довкілля.

Серед основних причин екологічних інцидентів:

- природні катаклізми, які призводять до пошкодження цистерн із нафтовими вантажами;
- порушення технологічних вимог до перевезення нафтопродуктів;
- терористичні акти, спрямовані на захоплення нафтовміщуючих вантажів для злочинного використання.

Рішення у сфері розвитку транспортної системи мають враховувати як економічну ефективність, так і безпеку руху та зменшення негативного впливу на довкілля, причому ці критерії є рівнозначними.

Важливо зазначити, що забезпечення поступового переорієнтування вантажопотоків

на екологічно безпечні види транспорту. Замість ліквідації наслідків варто зосередитися на запобіганні екологічних проблем.

Реалізація принципу «забруднювач платить» у поетапному порядку сприятиме зменшенню шкідливого впливу економічної діяльності на довкілля. Комплексний підхід до транспортного планування, підвищення безпеки та зниження екологічного навантаження має бути зосереджений насамперед у великих містах, курортних зонах і біля міжнародних транспортних коридорів, із подальшим поширенням успішних рішень.

Міжнародні транспортні коридори потребують посиленої уваги з погляду охорони довкілля, особливо під час перевезення небезпечних нафтовантажів. Транспортна політика повинна враховувати екологічні особливості регіонів, спираючись на вдосконалення законодавства, тарифів та інноваційної діяльності. Це дасть змогу створити умови для залучення транзитних вантажопотоків.

Мультимодальна транспортна система, як складова транспортно-логістичної системи країни, включає:

- мультимодальну транспортну мережу (інтеграцію різних видів транспорту);
- міжнародні мультимодальні транспортні коридори;
- об'єкти мультимодальної інфраструктури (транспортні вузли).

Особливу роль відіграють об'єкти інфраструктури, що забезпечують допоміжні операції (зберігання, обробка нафтовантажів), і мають відповідати таким умовам:

- розташування на перетині транспортних шляхів;
- розвиненість інфраструктури різних видів транспорту;
- наявність потужних складських і термінальних комплексів;
- забезпечення митного, фінансового та інформаційного супроводу.

Процес перевезення нафтовмісних речовин автомобільним транспортом, суворо контролюється і регламентується Законом України «Про перевезення небезпечних вантажів», Правилами дорожнього руху України, Угодою про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ДОПНВ).

Маршрут перевезення нафтопродуктів повинен обходити густонаселені пункти, заповідники і території для відпочинку.

Найкоротший маршрут транспортування не завжди є найбільш енергоефективним.

Під час транспортування нафтопродуктів, на енерговитрати впливає багато чинників:

- технічний стан авто;
- дорожнє покриття (асфальт, ґрунт);
- рельєф місцевості;
- якість дизпалива;
- потужність двигуна;
- стиль водіння.

Останній фактор має суттєве значення, оскільки саме рівномірний рух дає економію пального. В умовах міста, особливо у пробках, рухатися з постійною швидкістю досить складно.

Зменшення енерговитрат також залежить від обертів двигуна, опору та тертя коліс. За дотримання певних умов руху можна на третю частину скоротити використання пального. Основний алгоритм найменшої витрати палива забезпечується для дизельних двигунів за умови, коли оптимальний показник кількості обертів не має перевищувати 1500-2000 за хвилину. Це актуально для турбодизельних силових агрегатів.

Залежно від марки та моделі вантажного автомобіля на найвищій передачі середня найекономічніша швидкість коливається в діапазоні 75-90 км/год під час руху по трасі.

Також до факторів, що безпосередньо впливають на кількість пального, яке споживається транспортним засобом, виділимо дорожні та погодні умови. До перших належать як стан дорожнього покриття, так і щільність руху на міському чи змішаному режимах пересування. Подолання бруду або снігового покриття вимагає додаткових зусиль двигуна, автоматично збільшуючи споживання пального.

Вплив погодних умов особливо помітний за високих або низьких температур, коли потребується увімкнення кліматичних установок. Обігрівач і кондиціонер надають додаткового навантаження на бортову мережу, відбираючи на себе частину потужності.

Порівняння даних із різних джерел показує, що регулярне користування кондиціонером приблизно на 15 % підвищує споживання палива.

Серйозно впливає на економічність двигуна маса вантажу, який транспортується, технічний стан та якість пального.

Дослідження питання енергоефективного використання можливе завдяки моделюванню дорожнього руху.

Для моделювання транспортних потоків існує багато математичних підходів, які дають змогу дослідити різні параметри руху та методи керування такими потоками.

Існують декілька класифікацій математичних моделей транспортних потоків. Їх прийнято розбивати на три класи: моделі-аналоги, моделі проходження за лідером та імовірнісні моделі, кожна з яких реалізовує один із двох підходів – детермінований або стохастичний.

В основі детермінованих моделей лежить функціональна залежність між окремими показниками.

У стохастичних моделей транспортний потік розглядається як імовірнісний процес із застосуванням відповідного математичного апарату.

В імовірнісних моделях транспортний потік розглядається на мікрорівні як результат взаємодії (має стохастичний характер) окремих транспортних засобів на елементах транспортної мережі. Окремі моделі використовують принципи клітинних автоматів. І хоча моделі на клітинних автоматах поступаються в точності часово-неперервним моделям, вони все ж здатні відтворити велику кількість дорожніх ситуацій. Завдяки своїй простоті чисельно вони найефективніші й можуть використовуватися для моделювання великих дорожніх мереж у реальному часі.

Саме моделювання руху автомобіля є найбільш дієвим і швидким способом дослідження його характеристик та параметрів у різних умовах і з відмінними особливостями конструкцій. Головною проблемою є, однак, забезпечення достатньої достовірності й адекватності реальним процесам руху, що обумовлює необхідність експериментальних досліджень щодо оцінки точності математичної моделі та результатів розрахунків.

Висновки

У нинішніх умовах мультимодальні перевезення нафтопродуктів в Україну стали не просто логістичним викликом, а стратегічним чинником енергетичної безпеки держави. Військова агресія РФ докорінно змінила логістичні маршрути, водночас стимулюючи модернізацію транспортної інфраструктури та

впровадження нових підходів до управління ланцюгами постачання.

Поєднання залізничного та автомобільного транспорту в системі мультимодальних перевезень є оптимальним компромісом між економічною доцільністю, енергоефективністю та оперативністю. Проте, з огляду на зростаючі ризики воєнних дій, критично важливим є запровадження гнучких логістичних моделей, які здатні швидко адаптуватися до змін безпекової ситуації.

З погляду екології, питання мінімізації впливу на довкілля набуває нового значення. Низьковуглецеві технології, перехід на альтернативні види пального, а також цифровізація процесів моніторингу та планування перевезень — це не просто тренди, а вимога часу. Реалізація цих рішень дає змогу не лише зменшити викиди CO₂, а й підвищити стійкість транспортної системи до форс-мажорних обставин.

Вибір автомобільного транспорту для перевезення нафтопродуктів забезпечує мобільність і доставку «від дверей до дверей», проте має недоліки, такі як високі витрати, обмежену вантажопідйомність та залежність від дорожньої інфраструктури.

Перевезення нафтопродуктів супроводжуються ризиками витоків і аварій, що можуть завдати шкоди довкіллю. Основними факторами ризику є пошкодження транспортних ємностей, порушення технологічних норм перевезення та воєнні загрози, такі як обстріли й мінування.

Впровадження сучасних систем моніторингу стану транспорту, GPS-трекерів, сенсорів та програмного забезпечення для координації мультимодальних перевезень дозволяє підвищити безпеку перевезень та ефективність роботи.

Для зменшення енерговитрат важливі технічний стан автомобілів, стиль водіння, якість палива та оптимальний режим роботи двигуна. Економія пального можлива завдяки дотриманню певних умов руху та використанню моделювання для оцінки енергоефективності.

Ці висновки підкреслюють необхідність подальших досліджень у сфері логістики

автомобільного транспорту, зокрема впровадження новітніх технологій і розвитку мультимодальної інфраструктури

References

1. Zelenko Yu. V., Myamlin S. V. (2017). Environmental and economic measures for stabilization and improvement of the environmental condition in railway transport. Collection of scientific works of the Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan. Problems of Transport Economy, 7, 47–51. DOI: 10.15802/pte.v0i7.32094
2. Vernygora R. V., Okorokov A. M., Tsuprov P. S., Pavlenko O. I. Multimodal transportation as a basic segment of the transit potential of Ukraine. Transport systems and transportation technologies: collection of scientific works of the Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan. Dnipro, 4, 20–29. DOI: 10.15802/tsst2017/123148.
3. Deineka O. G., Pozdnyakova L. O. (2019). Principles of the logistic approach to railway transportation. Bulletin of Transport and Industry Economics: abstracts of reports based on the materials of the 15th scientific-practical international conference "International transport infrastructure, industrial centers and corporate logistics", Kharkiv, 66, 130-132.
4. Zelenko Yu. V., Kalymbet M. V., Fesenko D. V. (2020). Implementation of measures to eliminate the consequences of accidents during the transportation of dangerous goods. Transport systems and transportation technologies. Dnipro, 20. 20–26. DOI: 10.15802/tsst2020/217394.
5. Cherkudinov, V., & Zelenko, Y. (2023). Environmental strategy of multimodal transportation. European Science, 1(sge24-01), 136–142. <https://doi.org/10.30890/2709-2313.2023-24-01-018>
6. Yulia Zelenko, Volodymyr Cherkudinov. (2024). Energy-efficient means of transporting oil products to Ukraine during martial law. MATEC Web of Conferences 390, 01007 EOT-2023. <https://doi.org/10.1051/matec-conf/202439001007>