

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ  
кафедра «Логістичне управління та безпека руху на транспорті»**

**РЕГІОНАЛЬНА ФІЛІЯ «ДОНЕЦЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ» АТ «УКРЗАЛІЗНИЦЯ»**

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З БЕЗПЕКИ НА ТРАНСПОРТІ**

**ГО «СХІДНОУКРАЇНСЬКА ЛОГІСТИЧНА АСОЦІАЦІЯ»**

**ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНА КОМПАНІЯ «AVA CARRIER» США**

# **ЛОГІСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ ТА БЕЗПЕКА РУХУ НА ТРАНСПОРТІ**

**науково-практична конференція  
здобувачів вищої освіти та молодих вчених  
1 лютого 2024 року  
м. Київ**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

**Київ 2024**

**Голова організаційного комітету**

*Чернецька-Білецька Наталія* – д.т.н., професор, завідувачка кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, м. Київ. Засновниця ГО «Східноукраїнська логістична асоціація».

**Заступник голови організаційного комітету**

*Володимир Степанюк* – директор товариства з обмеженою відповідальністю «Технолоджи».

**Члени організаційного комітету**

*Рязанцева Антоніна* – головний спеціаліст відділу державного нагляду у м. Київ Державної служби України з безпеки на транспорті.

*Кравчук Ігор* – начальник відділу державного нагляду у м. Київ Державної служби України з безпеки на транспорті

*Сиднев Володимир* – начальник Центру професійного розвитку персоналу регіональної філії «Донецька залізниця» АТ «Укрзалізниця».

*Борисенко Дмитро* – головний інженер регіональної філії «Донецька залізниця» АТ «Укрзалізниця».

*Турпак Сергій* – д.т.н., професор, завідувач кафедри «Транспортні технології» Національного університету «Запорізька політехніка».

*Лямзін Андрій* – д.т.н, проф. кафедри організація авіаційних робіт та послуг Національного авіаційного університету.

*Марушевський Сергій* – головний ревізор з безпеки руху, департамент безпеки руху АТ «Укрзалізниця».

*Водолазський Олексій* співробітник транспортно-логістичної компанії «AVA CARRIER» США. Штат Небраска.

**Вчений секретар конференції**

*Мірошникова Марія* – к.т.н., доцент кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, м. Київ. Член Ради ГО «Східноукраїнська логістична асоціація».

**ВІДПОВІДАЛЬНИЙ РЕДАКТОР:** **Чернецька-Білецька Н.Б.**, д.т.н., професор, завідувачка кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, м. Київ.

Рекомендовано до друку Вченою радою Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (Протокол №7 від 29.02.2024 р.)

**Логістичне управління та безпека руху на транспорті:** збірник наукових праць науково-практичної конф., 1 лютого 2024 р., м. Київ / відп. ред. Н.Б. Чернецька-Білецька. – Київ: СЛУ ім. В. Даля, 2024. – 88 с.

Містить результати наукових, експериментальних та теоретичних досліджень здобувачів вищої освіти та молодих вчених, що були надані для участі у науково-практичній конференції «Логістичне управління та безпека руху на транспорті».

Матеріали можуть бути корисними науковим співробітникам, інженерно-технічним працівникам, аспірантам та здобувачам вищої освіти старших курсів, що здійснюють діяльність у транспортній галузі.

## ЗМІСТ CONTENTS

<b>Курьченко І.О., Кліуєв С.О.</b> ANALYSIS OF RISKS IN TRANSPORTATION BY RAIL TRANSPORT .....	5
<b>Курьченко І., Семенов С., Савітська Ю.</b> ABOUT THE DEVELOPMENT OF CONTAINER TRANSPORTATION .....	7
<b>Семенов С., Курьченко І., Петрецько Ю.</b> POSSIBILITIES FOR CREATING MULTIMODAL LOGISTICS CENTERS .....	10
<b>Бричак О.В., Кузьменко С.В., Кічкін О.В.</b> РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ СКРАПЛЕНОГО ГАЗУ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ .....	12
<b>Жаравін С.Л., Михайлов Є.В.</b> ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ КОНТЕЙНЕРІВ ЯК ПЕРСПЕКТИВА РОЗВИТКУ ТЕХНОЛО- ГІЙ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ .....	16
<b>Закравець Я., Шевченко О.</b> АДАПТАЦІЯ ЛОГІСТИКИ ДО ПОТРЕБ РИНКУ ПІД ЧАС ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ .....	18
<b>Кириченко І.О., Ключев С.О., Подгорна Л.С.</b> АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ ТА ОЦІНКА РИЗИКУ .....	21
<b>Кириченко І.О., Петрецько Ю.М., Семенов С.О.</b> АНАЛІЗ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ СЛОВАЧЧИНИ.....	25
<b>Ключев С.О., Кириченко І.О., Кузнєцов Д.Г.</b> ПРОБЛЕМИ КОМПЛЕКСНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЗНИЖЕННЯ АВАРІЙНОСТІ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРА- НСПОРТІ .....	27
<b>Ключев С.О., Кириченко І.О., Сігонін А.Є.</b> ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УПРАВЛІННІ ЛОГІСТИЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ .....	31
<b>Ключев С.О., Кириченко І.О., Юров Б.В.</b> СЕРТИФІКАЦІЯ ПОСЛУГ З ПЕРЕВЕЗЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ .....	33
<b>Ключев С.О., Смола І.М.</b> ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ .....	36
<b>Кондель В.</b> АНАЛІЗ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ДОРОГИ ПІД ЧАС РУХУ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ .....	39
<b>Молчанов П.О., Борисова Т.М., Гудзь С.А., Дорошенко С.О.</b> ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ ТА ОСНОВИ ТРАНСПОРТУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВАНТАЖІВ .....	43
<b>Петрецько Ю.В., Кириченко І.О., Подгорна Л.С.</b> ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ .....	46
<b>Росич К.С., Кічкіна О.І.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ФОРМУЛЮВАННЯ МЕТОДИЧНИХ РІШЕНЬ З ПИТАНЬ ПОСТАЧАННЯ СКРАПЛЕНОГО ГАЗУ .....	48
<b>Рубан А.С., Михайлов Є.В.</b> ВДОСКОНАЛЕННЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИС- ТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГОРИЗОНТАЛЬНОЇ ПЕРЕВАЛКИ .....	53

<b>Савик В.М., Суржко Т.О., Книш М.І., Ілляшенко Ю.П.</b> ТРАНСПОРТУВАННЯ ВОДНИМИ ШЛЯХАМИ БЛОКІВ БУРОВОГО ОБЛАДНАННЯ .....	56
<b>Семенов С.О., Гагаріна А.О., Ліпунов Я.О.</b> ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСПОРТУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЦЯМИ КРАЇНИ .....	59
<b>Семенов С.О., Мальований М.С., Старков М.С.</b> АНАЛІЗ ТРАНСПОРТУВАННЯ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ В МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ.....	62
<b>Сорока С.І., Чернецька-Білецька Н.Б., Мірошникова М.В.</b> МОДЕЛЮВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНО-АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕТИНІВ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ .....	64
<b>Турпак С.М., Острогляд О.О., Компанієць Є.М.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДОСТАВКИ МЕТАЛОПРОКАТУ РІЗНИМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ .....	68
<b>Черкашин І.А., Климаш А.О., Ворох А.О.,</b> ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ ДЛЯ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ .....	73
<b>Щербина Ю.В., Терещук А.О.</b> ОГЛЯД ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ КОРОЗІЙНИХ ДЕФЕКТІВ ВНУТРІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ КОТЛА ВА- ГОН-ЦИСТЕРНИ ТА МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ЇХ УСУНЕННЯ.....	76
<b>Яровий Р.О.</b> ВИКОРИСТАННЯ ШІ В ЗАДАЧАХ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРІШЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ .....	80
<b>Хорошун А.Ю., Ковцур К.Г.</b> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ПОСТАЧАННЯ ШВИДКОПСУВНИХ ВАНТАЖІВ В НАПРЯМКУ РЕСПУБЛІКА ПОЛЬЩА-УКРАЇНА.....	82

## ANALYSIS OF RISKS IN TRANSPORTATION BY RAIL TRANSPORT

The article provides data on risks in railway transport, which are divided by the possibility of impact. According to this feature, risks are distinguished, the effect of which cannot be influenced by decision-makers and other subjects. These are risks associated with the manifestation of natural forces, the state of the economy, the socio-demographic situation in the country, etc.

**Keywords:** risks, railway transport, transportation safety, risk analysis, risk management, quality transportation, cargo, rolling stock.

Safety, reliability, comfort in passenger transportation are the most important tasks of the railway industry, but, unfortunately, these tasks are affected by many risks, including related not only to the reliability of individual technical systems, but also to natural disasters and various extraordinary events.

The sphere of railway transport is a complex system, the functioning of which is accompanied by risks that threaten its economic security. Railway transport must ensure high-quality and fast transportation of goods and passengers, taking into account the protection of its interests, including financial from the influence of negative factors and extraordinary events.

This complicates the process of creating a system for ensuring the safety of railway transportation and requires the formation of an effective mechanism for identifying, analyzing and preventing risks, as well as their financing and management [1].

Railway transport is responsible for all threats, the source of which is the operation of rolling stock, i.e. causing damage to other persons: injury or death of passengers, harming the life and health of the company's employees, and also bears significant losses in case of damage to technical means and railway infrastructure.

Measures to reduce risks in railway transport should be based not only on the use and improvement of the system of traffic safety indicators, but also on the mechanisms of risk redistribution and management, as well as the organization of their insurance protection.

The functioning of railway transport is accompanied by the influence of various phenomena and processes, as well as the action of external entities or railway transport itself, which lead to cases of damage, partial or complete destruction of rolling stock, cargo, property of individuals and legal entities and other objects, partial or complete loss of working capacity, death of passengers, railway workers and third parties, damage to the environment.

Therefore, there is a constant danger of losses and damages in railway transport as a result of fires, explosions, accidents (collisions, stairs of railway rolling stock), injuries, burns, poisoning, electric shock, etc.

Therefore, specialists in the field of railway transport consider it necessary to systematize the risks that threaten the stable and safe development of railway transport in the conditions of its reform.

By its essence, risk is an event that leads to negative consequences in the future, and the consequence of risk realization is loss. Therefore, from an economic point of view, risk is the probability of losses and damages as a result of the occurrence of a random event relative to a separate object.

Risk is assessed, as a rule, by mathematical methods using the theory of probability, with indicators such as the frequency of occurrence of the event and the maximum damage that occurs as a result of its implementation. The presence of risk and the need to cover possible damage as a result of its manifestation cause the need for insurance, therefore, risk as a separate phenomenon is the basis for the formation of insurance relations.

The risk of railway transport means the probability of losses and damages in the process of transportation by rail. Risks in railway transport are characterized by complexity and variety, so they must be classified according to separate characteristics.

The most important features of the classification of risks in railway transport are: object of manifestation; sources of occurrence; the ability to influence risks; time of occurrence; amount of damages; transportation stage; type of transportation; organization of insurance protection.

Risks are often identified with their specific carriers, therefore, first of all, it is necessary to highlight objects on railway transport. However, the railway transport facilities themselves are a source of risks, and they are also threatened by certain risks. Such objects include:

-passengers, employees, clients, third parties: commuter, local, long-distance passengers; consumers of railway services; employees of structural subdivisions of railway transport; the population of the territories adjacent to the railway; users of railway crossings, etc.; rolling stock and railway vehicles: traction rolling stock: locomotives (electric locomotives, diesel locomotives, etc.).

- rolling stock (battery trains, diesel trains, etc.); freight wagon fleet (wagons, covered wagons, platforms, tanks, refrigerators, hoppers and other vehicles that do not move autonomously); passenger car fleet (passenger cars, luggage

cars, mail cars, restaurant cars and other special purpose cars); railway containers; special self-propelled and non-self-propelled rolling stock;

- buildings and structures: railway stations, railway stations, railway bridges, platforms, etc.;
- railway infrastructure: railway tracks, crossings, tunnels, etc.;
- environment: forests, vegetation, animal world, water bodies, underground water, etc.;
- financial results of railway enterprises: income; profit.

Regarding climatic risks, which are affected by natural forces: storm, whirlwind, hurricane, tornado, storm, typhoon, strong wind, accompanied or not accompanied by precipitation, foreign objects (trees, debris, etc.); flood, inundation, inflow of groundwater, downpours, hail – impact of water or ice on railway transport as a result of rising ground water level, at the time when the snow melts, rainfall that exceeds the average indicators for this area; lightning strike; frosts; earthquake; subsidence of the soil, landslide, collapse; mud, avalanche, rockfall.

Anthropogenic risks caused by human influence on the emergence of emergency situations. The probability of the impact of human actions on the occurrence of risks in railway transport is determined by many factors, but all of them can be divided into two components: non-targeted and targeted action.

The risks of unintended human actions include errors by drivers, dispatchers, controllers and other subjects, which may be caused by the lack of necessary knowledge, the occurrence of unknown situations, violations of the rules of traffic safety on railway transport or industrial discipline.

The statistics of emergency incidents in railway transport and their investigation show that the most widespread are human errors together with poor organization of the transport process, and the share of technical failures is a small part.

Risks associated with purposeful human actions are: illegal actions of third parties; burglary, robbery or robbery; intentional damage or destruction of railway transport objects as a result of actions of third parties.

Technical risks caused by the technical condition of rolling stock and railway infrastructure, namely: factory defect, mechanical damage, malfunction of rolling stock and infrastructure, etc.

Risks during operation are associated with the failure of the main elements of rolling stock and infrastructure and insufficient control over their mechanical properties [3]. Improving the safety of rail transportation requires a significant review and strengthening of risk analysis during its operation.

Macroeconomic risks that are formed under the influence of processes at the macroeconomic level and under the influence of market factors. Such risks primarily include: a decrease in the volume of rail transportation as a result of changes in the transport market; decrease in the volume of financial resources due to the increase in prices for energy sources and products of other enterprises, etc.

Socio-demographic risks caused by processes in the social and demographic sphere: decrease in demand for passenger transportation due to the deterioration of the demographic situation in the country; decrease in the solvency of the population in the conditions of war, etc.

Risks in railway transport are divided by the possibility of influencing the risk. According to this feature, risks are distinguished, the effect of which cannot be influenced by decision-makers and other subjects. These are risks associated with the manifestation of natural forces, the state of the economy, the socio-demographic situation in the country, etc.

Endogenous risks are risks whose action is influenced by decision-makers, as a result of which they can influence the probability of their occurrence. Such risks include technical, anthropogenic, financial and credit risks, etc.

All risks are interrelated and affect the operation of railway transport, while a change in one risk can cause changes in most other risks.

According to the amount of damages. All risks in railway transport are divided depending on the amount of damage resulting from their occurrence. According to this feature, the following are distinguished: small risks that lead to minor damages and losses of one of the subjects of railway transportation; large - as a result of which there are significant damages and losses, as a rule, of all transport entities; catastrophic risks are those that lead to particularly large losses for all transport entities and result in damage to a large number of objects, including the environment.

The study of risks from the point of view of their classification requires the structuring of the process of transportation by rail transport. Transportation activity on railway transport includes a set of organizationally and technologically related operations for the preparation, implementation and completion of the movement of passengers and cargo, each of which is accompanied by risks [4, 5]. Therefore, risks can be divided depending on the stage of transportation of passengers, cargo, luggage (luggage) into the risks of stages: preparation for movement; implementation of movement; completion of transfer [6].

By type of transportation. When carrying out railway transportation, risks are divided into risks that are characteristic of cargo transportation, passenger transportation, and those that accompany all transportation by railways. The risks associated with passenger rolling stock are significantly different from the risks associated with freight cars or locomotives. The risks of damage or destruction of passenger rolling stock are not only significantly lower than those of freight, which is due to a higher level of traffic safety organization, but also differ in their specificity, for example, one of the risks that threatens passenger rolling stock is vandalism.

Transportation of goods by rail transport is inevitably associated with various risks that arise both in the process of transportation and during loading and unloading operations and temporary storage. The risks of damage or destruction of freight rolling stock increase when railway transport interacts with other types of transport: when unloading and loading operations are carried out on the territory of terminals, etc.

#### References:

1. DSTU IEC/ISO 31010–2013 (IEC/ISO 31010:2009, IDT). Risk management. Methods of general risk assessment. URL: <https://khoda.gov.ua/image/catalog/files/dstu%2031010.pdf>.
2. DSTU ISO Guide 73–2013 (ISO Guide 73:2009, IDT). Risk management. Dictionary of terms. Metrology. National standard of Ukraine. [Electronic resource]. Access mode: <https://metrology.com.ua/ntd/skachat-iso-iecshas/iso/dstu-iso-guide-73-2013/>.
3. Samsonkin V.M., Moiseyenko V.I. Theory of safety in railway transport: monograph. Kyiv: Caravela, 2014. 248 p.
4. Hakker AS, Brymeister L. Using impacts and risks in road safety research. The Netherlands, Leidsendam : SWOV Institute for Road Safety Research, 2001.
5. Kliuiev S. Increasing the level of integrated safety and reducing accidents on transport / S. Kliuiev, S. Soroka, O. Vodolazskiy, B. Snichirov // Theses of XIII international scientific and practical conference “Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects”. – The Ministry of education and science of Ukraine, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University. – Severodonetsk. – 2021. – P. 34–37.
6. Kliuiev S. Railway risk management system in railway transport / S. Kliuiev, K. Levchenko // Theses of international scientific and practical conference “Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects”. – The Ministry of education and science of Ukraine, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University. – Severodonetsk. – 2020. – P. 46–48.

*Кириченко І.О., Ключев С.О. Аналіз ризиків при перевезеннях залізничним транспортом.* У статті наведено дані щодо ризиків на залізничному транспорті, які поділяються за можливістю впливу. За цією ознакою виділяють ризики, на дію яких не можуть впливати особи, які приймають рішення та інші суб'єкти. Це ризики, які пов'язані з проявом стихійних сил природи, стану економіки, соціально-демографічної ситуації в країні тощо.

**Ключові слова:** ризики, залізничний транспорт, безпека перевезень, аналіз ризиків, управління ризиками, якісні перевезення, вантаж, рухомий склад.

Кириченко Ірина Олексіївна

д.т.н., професор кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, ЧНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: i.kir@ukr.net

Ключев Сергій Олександрович

к.т.н., доцент кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, ЧНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: kliuiev@snu.edu.ua.

UDC 656.78

**Kyrychenko I.,  
Semenov S.,  
Savitska Yu.**

**Kyiv**

#### ABOUT THE DEVELOPMENT OF CONTAINER TRANSPORTATION

An analysis of the state of container transportation was carried out. The main factors that hinder the growth of containerization of domestic cargo transportation with the attraction of additional volumes of transit container flows are considered. The role of modern information technologies is noted and possible directions for increasing the efficiency of container transportation are proposed.

**Keywords:** container transportation, development prospects, interoperability, terminal, technology.

In the conditions of the modern transport market, the issue of rational use of resources and funds in organizing the transport process is relevant. One of the most effective ways to deliver goods “door to door” is container transportation. For example, in order to increase the efficiency of using universal containers for transporting goods by rail, special measures are taken to organize their movement [1, 2].

The transport factor plays an important role in modern conditions of state development. An important condition for transporting goods is the final price of their delivery. Therefore, important criteria for successful transportation are ensuring the safety of transported goods by observing optimal modes of transshipment operations, rational placement

in cargo areas and creating conditions for maintaining the quality of goods during transportation. A current trend in the technology of the transportation process and the organization of cargo transportation is containerization. The use of this technology implies the possibility of transporting almost any type of cargo from the point of departure to the point of destination without overloading and performing all logistics operations. At the moment, there is a trend towards global containerization of freight transport, i.e. increasing use of containers in the freight traffic system.

The implementation of logistics principles at the moment must take into account the new direction of information technology - information logistics. It includes the provision of telematics systems for transport processes, cargo units, vehicles, the creation of international and national information portals of integrated logistics systems, optimization of information support for real goods flows, etc [3-5]. An integral part of this technology should be an electronic document management system based on unified forms and uniform rules information notification, confirmation and control of cargo flows.

An analysis the state of the level by transport and logistics services in the sphere of container transportation in Ukraine showed its insufficient development. There is no reliable system of information and logistics support for container transportation along the entire path of door-to-door compliance. A number of large terminals do not have container repair and exchange points, security services, 24-hour television and video surveillance, or other forms of logistics services at the request of clients. There is a need to simplify and speed up customs procedures and the widespread introduction of electronic document management. The interoperability of freight transport, unfortunately, remains at a low level.

In addition, most container terminals do not have opportunities for further expansion and development, and there are no reliable access roads to them. This does not allow us to fully satisfy the region's needs for transport and warehouse services, does not provide an adequate level of customer service, hinders the implementation of foreign trade and transit potential and leads to large direct and indirect losses in the form of lost profits.

The most constructive way to solve the problem is to create a backbone network of transport and logistics centers that ensure coordination and interaction of all types of transport, consolidation of participants in the transport and distribution process, introduction of promising logistics technologies, including the development of modern cargo transportation in standardized containers and piggybacks [5-7].

Such centers in the modern sense are cargo storage, cargo processing, transshipment and warehouse complexes organized at the nodes of the transport network, at the junction of mainline and local transport that delivers cargo to the consignee or transports cargo from the consignor. Unlike the usual concept of a warehouse complex, which performs exclusively the functions of warehousing and storing goods, in logistics centers, in addition to cargo accumulation, the main function becomes cargo processing and consolidation of cargo shipments. In addition, in the logistics zone, the formation and disbandment of shipments in transportation directions, the processing of containerized artificial cargo, their packaging, labeling, packaging, the formation of container and ship parties, and the provision of a various range of service and commercial services can be carried out.

A typical example of such an approach, which allows one to determine the effective cost proportions of the components of a managed system and develop a management strategy, is logistics management. An objective analysis carried out by a number of authors suggests that by the early 90s in Ukraine there were certain prerequisites for the widespread use of the logistics management concept. Therefore, good logistics management should provide the necessary economic efficiency compared to traditional management methods. Thus, the basis of the logistics approach to organizing and managing activities is the idea of interoperability. This idea stems from the fact that flows of materials, resources, finance and information, existing in themselves at technically independent stages and stages of similar activities, can be interconnected through a common management system. The idea of integration entails the idea of the need for compromises when making management decisions in different departments, since, although the interests of different departments may not coincide and even be in conflict, the management procedure should be aimed at respecting the interests of the whole [3]. In the field of container shipping, this means that relations between all market participants are based on the principles of ensuring equal access to railway infrastructure and transportation services, mutually beneficial cooperation and economic efficiency.

Such an important aspect when organizing container transportation is the provision of modern information technologies in systems for viewing additional services and expert systems. The possibility of effective analysis of technical and economic processes, modeling of preparation processes and presentation of results for subsequent decision-making is indicated. Providing modern information technologies makes it possible to increase the efficiency of delivery of desires due to the ability to quickly access information about subjects (purchases, moves, terminals) and objects (goods, services) of delivery.

An analysis of scientific works in this area has shown that the main factors constraining the growth of containerization of domestic cargo transportation with the involvement of additional volumes of transit container flows include: low speed of container transportation, low competitiveness, significant infrastructure limitations, underdeveloped door-to-door service, insufficient technical terminal equipment, imperfection of the regulatory framework, including customs legislation, insufficient integration with related modes of transport, shortage of container fleet, significant infrastructure restrictions, etc. Thus, the following changes are necessary:

- Investments in digitalization. At the moment, this is an important technical solution for optimizing the technology of the transportation process, with the possibility of eliminating intermediaries from the value chain, increasing the efficiency of customer service, increasing productivity and reducing costs.

- Consolidation: the current stage of industry maturity requires the involvement of fewer but larger operators. Over the past few decades, explosive trade growth has created an environment that has been able to support many transportation market players. Due to global changes (COVID-19, war, instability of individual trade routes, etc.), the growth of container traffic has slowed down. In this regard, the transport industry needs to optimize container routes.

- Interoperability: transportation professionals need to achieve a higher level of interaction, both in the technology of the transportation process and in material matters. First of all, this is attracting investment in transport infrastructure, in the modernization of transport and warehouse complexes and equipment for mechanization and automation of loading and unloading operations, the use of modern information technologies, etc.

Thus, container transportation is one of the most economical types of cargo transportation. The main problem of their development in Ukraine: the low level of containerization of cargo, lack of infrastructure and insufficient level of development of transport capacities, poor interoperability of transportation. A new level of quality of transportation services, which will invariably be achieved through containerization, will increase the competitiveness of the country's entire transport system at the international level. Investments in research and development and regulatory frameworks are greatly needed to address the challenges in container shipping. The use of logistics management using modern information technologies can provide a significant economic effect not only when conceptually considering the entire financial and production process as a single whole, but also due to its characteristic technological methods for managing individual elements of this process.

#### References:

1. Bartholdi, J.J., III., P. Jarumaneeroj, and A. Ramudhin, 2016. A new connectivity index for container ports. *Maritime Economics and Logistics* 18 (3): 231–249. <https://doi.org/10.1057/mel.2016.5>.
2. Zhanga, R., et al., 2018. Estimation of Network Level Benefits of Reliability Improvements in Intermodal Freight Transport. *Research in Transportation Economics* 70, 1-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.09.002>.
3. Macharisa, C., et al., 2012. Bringing Intermodal Transport to the Potential Customers: an Interactive Modal Shift Website Tool. *Research in Transportation Business & Management* 5, 67-77. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2012.11.005>.
4. Fesovets O., Strelko O., Berdnychenko Yu., 2019. Container transportation by rail transport within the context of Ukraine's European integration. *Transport Means: Proceedings of 23rd International Scientific Conference (part I, p. 381–386)*.
5. Fang X. Ji, Z., Chen Z., Chen W., Caj C., Gan J., 2020. Synergy Degree Evaluation of Container Multimodal Transport System. *Sustainability. MDPI, Open Access Journal*, 12(4), 1–26. <https://doi.org/10.3390/su12041487>.
6. Карпунь О. В., Янчик О. Г. Концептуальні засади інтегрованого управління якістю транспортних послуг логістичного провайдера. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ", 2020/ Сер.: Машинознавство, 2, 58–65.* <https://doi.org/10.20998/2079-0775.2020.2.07>.

*Кириченко І.О., Семенов С.О., Савіцька Ю.А. Щодо розвитку контейнерних перевезень. Проведено аналіз стану контейнерних перевезень. Розглянуто основні фактори, що стримують зростання контейнеризації внутрішніх вантажоперевезень із залученням додаткових обсягів транзитних контейнерних потоків. Відзначено роль сучасних інформаційних технологій та запропоновано можливі напрямки підвищення ефективності контейнерних перевезень.*

**Ключові слова:** інтероперабельність, контейнерні перевезення, перспективи розвитку, термінал, технології.

Кириченко Ірина Олександрівна

д.т.н., проф., професор кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СНУ ім. В.Даля, м. Київ, Україна

Семенов Станіслав Олександрович

к.т.н., доц., доцент кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СНУ ім. В.Даля, м. Київ, Україна

Савіцька Юлія Андріївна

студентка гр. ОПАТ-23дм кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті», СНУ ім. В.Даля, м. Київ, Україна

**POSSIBILITIES FOR CREATING MULTIMODAL LOGISTICS CENTERS**

A review of the functioning of the logistics systems of many European countries showed that logistics centers are important elements of the transport structure. It is noted that their creation is based on the interaction of the logistics operator with financial organizations, local authorities, construction companies and utilities. The advantages of reducing costs and saving time are considered.

**Keywords:** delivery, flow, interoperability, multimodal logistics centers, terminal.

Analysis of the logistics systems of many European countries indicates the relevance of the formation of logistics centers as important elements of the logistics infrastructure. Of course, they are the main nodes of logistics networks. Such important nodes include seaports.

Despite Ukraine's status as a transit state, at present, in addition to military operations, there remain problems of insufficient development of multimodal transport logistics and poor quality of transport customer service. This leads to a decrease in the efficiency of both the transport industry and the economy as a whole, inhibition of industry growth, and insufficient implementation of the transit potential of our country. It is not possible to fully use sea, river and air transport. The work of different modes of transport is insufficiently coordinated, primarily at transport hubs. It is also necessary to note the insufficient development on the territory of Ukraine of high-quality transport and forwarding services throughout the logistics chain of cargo transportation, the underdevelopment of services for the use of modern transportation technologies using various modes of transport.

Analysis of the logistics services market showed that the main directions of its development are: globalization of the activities of client companies, concentration of companies on key competencies and outsourcing of non-core areas, the desire to reduce the size of the supply chain and optimize costs in its areas, shortening the life cycle of products and new approaches to marketing and distribution of the product, the role of innovation.

There are known examples of the successful operation of multimodal logistics centers that are currently operating. This definition refers to a multifunctional terminal complex located at the nodes of the transport network [1, 2]. At the same time, it includes the functions of a logistics transport and distribution center and ensures coordination and interaction of various types of transport, loading and unloading and transshipment of goods, short-term and long-term storage, cargo processing, implementation of the necessary customs procedures, comprehensive freight forwarding services, ensuring delivery cargo to customers using "door-to-door" and "just-in-time" technology, providing a full range of service and commercial and business services, including production and technical, banking, information, consulting and analytical services and other types of logistics services. Through the integration of inventory, information, financial and service flows, a maximum synergistic effect is achieved.

Analysis of research results allows us to structure the following features of the functioning of a multimodal logistics center [3, 4]. This is a certain territory of a company that performs logistics, transport or distribution activities; the presence of several operators on the site, acting as owners or tenants of houses and structures; ensuring free access for all companies engaged in logistics activities; availability of access to different cargo delivery technologies; management of the territory of the logistics center by the enterprise. The creation of infrastructure for multimodal logistics centers is based on the interaction of the logistics operator with financial organizations, local authorities, construction companies and utilities.

The advantages of intermodal transport compared to the transportation of goods by separate modes of transport have been well studied. For example, for railway transport, the main problem that requires an early solution and attraction of foreign investment is the moral and physical depreciation of fixed assets. Road transport is characterized by high costs of cargo delivery, etc. Some of the key benefits that make multimodal transportation an attractive option for public and private stakeholders include a number of features. This is saving money and time due to the optimal use of each type of transport for each stage of transportation; increasing the level of private and public investment in infrastructure; optimal use of power through rational use of each mode; reduced energy consumption, etc.

A number of scientific works highlight the prospects for the development of this type of transportation as a prerequisite for the use of modern technologies with a high level of informatization of the transportation process [2, 3]. Impetus for further discussion of possible implementation is provided.

A number of European organizations and government agencies are actively involved in the development of modern multimodal transport corridors, including rail, road, air and sea transport to facilitate the smooth movement of goods within the region. Local governments and regional organizations are interested in creating safe and sustainable multimodal transport systems that not only serve as a catalyst for socio-economic development, but also increase

international competitiveness. An efficient way to transport cargo with low cost and greater efficiency is a compelling reason for multinational firms to invest in a particular region, leading to increased foreign direct investment. The presence of strong multimodal production and transport networks increases trade in goods, services and capital flows in the region and hence intra-regional trade.

From the point of view of interoperability of multimodal transport between European countries and Ukraine, we note that there is a need to develop multimodal transport networks. To increase interaction in the field of transport, a comparative analysis of multimodal freight transport is required, as well as a search for economic and time benefits from the use of multimodal transport. Unified dispatch systems must be formed between railways, seaports, and logistics terminals, ensuring “seamless” logistics in ports and hub transport and logistics centers. It is advisable to expand the practice of organizing train movement on a schedule, partially replacing sorting work with terminal cargo processing, and processing trains at the terminal without breaking the train in a fixed time. Further research analysis should focus on examining trade flows to identify critical paths to determine optimal multimodal transport routes for cargo.

The main prerequisites for the establishment and successful development of multimodal logistics centers include: the presence of large and stable cargo flows passing near the proposed multimodal logistics center; geographic proximity and building relationships with a large multimodal transport hub; creation of favorable conditions by the initial owners of the land, or subsequently management companies, to attract operators carrying out logistics activities within the territory of a multimodal logistics center.

When creating a network of hub multimodal logistics centers, it should be accompanied by the modernization of logistics technologies. It is necessary to develop new products and solutions with quality at the level of international standards. Examples include freight carpooling, cross-docking, the use of EDI (electronic data interchange) communications in the warehouse industry, the use of robotic warehouse technologies, the introduction of digital seals and radio frequency identification, implementation of platform document management technologies. In this case, the use of modern information technologies in the transport process is relevant.

Current economic conditions and other factors do not allow the implementation of the proposed technical solution, namely the successful operation of multimodal logistics centers. But there are still certain steps in this direction. Active cooperation between Ukraine and Slovakia is planned on the development of multimodal transport between Asia and the EU. In Zakarpattia (Mukachevo region) it is planned to create a multimodal logistics hub for exporting grain to EU countries [5]. According to statements from investors, the implementation of such a terminal will contribute to the development of the export potential of our region and the country as a whole. It will allow local agricultural producers to expand foreign markets, as well as strengthen the image of Zakarpattia as a reliable partner in the implementation of such large-scale initiatives. The project, in particular, provides for the creation of opportunities for reloading agricultural products from a wide path to a narrow one, the appearance of warehouses, providing the center with containers for grain, sunflower oil, etc. Representatives of Italian companies participating in the project emphasized that they are interested in strengthening communication with the Ukrainian side, including Zakarpattia, in socio-economic, legal and other aspects. The launch and operation of such a hub is promising for each of the parties. Similar logistics hubs are already operating in the Rivne, Lviv and Ternopil regions, and two more “inland ports” are being built in Volyn’, with an annual throughput capacity of 3 million tons.

The relevance of such measures is determined by the fact that due to the impossibility of transporting a number of cargoes by sea transport, parts of the cargo flows were reoriented to road and rail modes of transport.

Although there are a number of obstacles to creating a multimodal transport network, efforts to create integrated transport corridors require: harmonization of tariffs and customs regulations [6]. The presence of problems is evidenced, first of all, by the narrow range of logistics services provided, among which transport, forwarding and warehousing services mainly predominate. In addition, challenges related to lack of infrastructure and barriers to proper coordination at borders and checkpoints need to be reduced. Therefore, it is necessary to deeply understand the general problems associated with the integration of multimodal transport into the country’s transport system with the development of a network of multimodal logistics centers. The benefits obtained from cost reduction and time savings in a number of studies point to the need to create and operate a network of multimodal logistics centers that results in efficient and cost-effective logistics services.

#### References:

1. Pleszko J., 2012, Multi-variant configurations of supply chains in the context of synchromodal transport. *LogForum LogForum* 8 (4), 287-295. URL: <http://www.logforum.net/vol8/issue4/no2>.
2. Kwak, D.W.; Seo, Y.J., 2012. Trade-offs in multimodal transport options: The case of logs carriage from US to South Korea. *Int. J. Marit. Aff. Fish.* 8, 49–6.
3. Hanaoka, S.; Matsuda, T.; Saito, W.; Kawasaki, T.; Hiraide, T., 2021. Identifying Factors for Selecting Land over Maritime in Inter-Regional Cross-Border Transport. *Sustainability*, 13, 1471.
4. Dimitriou, D.; Sartzetaki, M., 2020. Assessment framework to develop and manage regional intermodal transport networks. *Res. Transp. Bus. Manag.* 35, 100455.
5. Італійці побудують на Закарпатті сухий порт для експорту зерна. *AgroPortal*. – Режим доступу: <https://agroportal.ua/news/ukraine/italiyци-pobuduyut-na-zakarpatti-suhiy-port-dlya-eksportu-zerna>. – Назва з екрану.

6. Hu, H.; Li, J.; Zhao, X., 2020. A Study on Location-Route Optimization Model of Logistics Distribution Center and Its Heuristics Solving Algorithm in Multi-Modal Transport Network. In *Advances in Transdisciplinary Engineering*; IOS Press: Amsterdam, The Netherlands, Volume 14, pp. 182–190.

*Семенов С.О., Кириченко І.О., Петрейко Ю.М.* **Можливості створення мультимодальних логістичних центрів.** Огляд функціонування логістичних систем багатьох європейських країн показав, що логістичні центри є важливими елементами транспортної структури. Зазначається, що їх створення базується на взаємодії логістичного оператора з фінансовими організаціями, місцевою владою, будівельними та комунальними підприємствами. Розглянуто переваги зниження витрат і економії часу.

**Ключові слова:** доставка, потік, інтеперабельність, мультимодальні логістичні центри, термінал.

Кириченко Ірина Олексіївна	д.т.н., проф., професор кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СНУ ім. В.Даля, м. Київ, Україна
Семенов Станіслав Олександрович	к.т.н., доц., доцент кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СНУ ім. В.Даля, м. Київ, Україна
Петрейко Юрій Миколайович	студент гр. ОПЗТ-22д кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті», СНУ ім. В.Даля, м. Київ, Україна

УДК: 656.2.7:536.24

**Бричак О.В.,  
Кузьменко С.В.,  
Кічкін О.В.**

**м. Київ**

## **РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ СКРАПЛЕНОГО ГАЗУ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ**

Анотація. Метою дослідження було виявлення можливостей запобігання надлишковим транспортним втратам скрапленого газу при його транспортуванні залізницями України, особливо в літній період. Аналіз термодинамічних процесів витоку газу через запобіжний клапан виявив суттєве зменшення його температури і надав підстави для охолодження і, відповідно, зменшення тиску скрапленого газу в котлі цистерни. Проведені розрахунки показали можливість зменшення втрат газу на 8,7% у порівнянні з існуючою конструкцією.

**Ключові слова:** скраплений газ, вагон-цистерна, котел, запобіжний клапан, адіабатне розширення, теплообмін, конденсація, випаровування.

Перевезення в межах України залізничним транспортом скрапленого вуглеводородного газу здійснюється спеціалізованими вагонами-цистернами мод. 15-1519 і т.п. (рис. 1) [1]. Вони призначені для перевезення пропану, н-бутану, пропілену, нестабільного газового бензину, бутілен-бутадієну, бутан-бутилену, ізопрену, ізоамілену, н-бутилену, псевдобутилену, широкої фракції вуглеводнів.

Вагон-цистерна складається з котла і платформи. Котел виготовлений зі сталі 09Г2С і являє собою циліндричну обичайку, до торців якої приварені еліптичні днища.

У верхній частині котла є люк-лаз (діаметром 500 мм). На кришці люка-лаза цистерни встановлено зливно-наливну і контрольно-вимірвальну арматуру, яка закривається ковпаком. Навколо люка-лаза встановлено майданчик з огорожами, з двох боків до нього підведені сходи. Котел до платформи кріпиться болтами за допомогою фасонних лап і стяжних хомутів.

Платформа цистерни встановлена на два двовісні візки і обладнана гальмівним і ударно-тяговим обладнанням.

Для запобігання утворенню в котлі тиску, вищого за допустимий, у котлі встановлено запобіжний клапан, відрегульований на робочий тиск 2 МПа. Даний клапан повинен забезпечувати сполучення верхньої частини котла цистерни із атмосферою в разі перевищення тиску більше за робочий.

Спрацювання запобіжного клапану приводить до витоку в атмосферу парової фази газу, яка знаходиться в цистерні. З точки зору термодинаміки даний процес можна розглядати як адіабатний виток газу, який супроводжується значним зменшенням його температури. Якщо виток газу здійснити через теплообмінний контур

всередині котла цистерни, то можливо забезпечити додаткове зниження температури і тиску рідкої фази газу і, відповідно, запобігти надлишковим вишкам газу із цистерни.

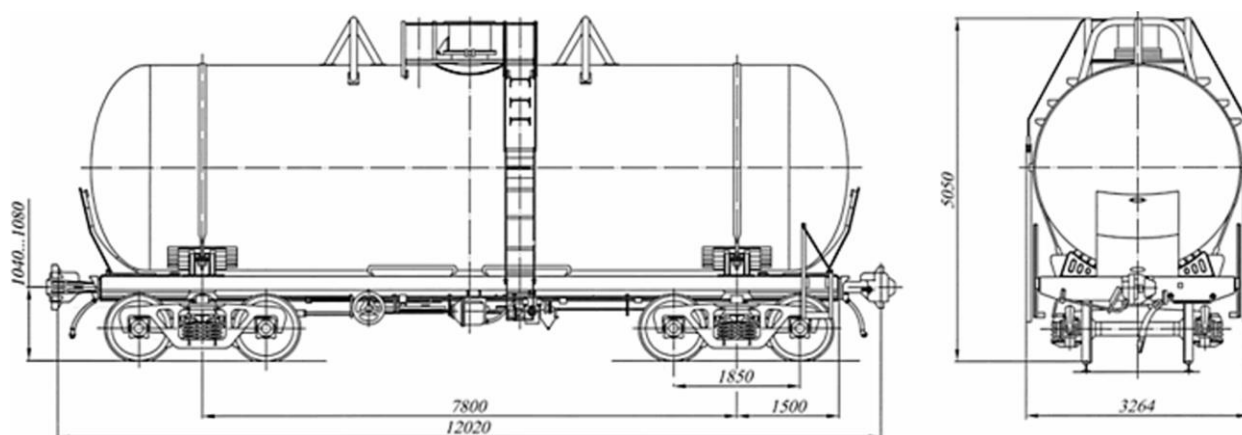


Рисунок 1 – Залізнична цистерна для перевезення скраплених вуглеводородних газів (модель 15-1519)

На підставі вищезначеного, більш детально розглянемо основні характеристики адіабатичного процесу на прикладі перевезення пропану в літній період, який супроводжується високими температурами навколишнього середовища і більшою вирогідністю спрацьовування запобіжного клапану і витоку газу.

Залежність параметрів газу при здійсненні адіабатичного процесу розширення [2]:

$$pv^k = const ,$$

де  $p$  – тиск газу,  $v$  – об'єм газу,  $k=1,138$  – показник адіабати пропану.

Якщо представити дану залежність із застосуванням тиску і температури, маємо наступне [2]:

$$\frac{T_1}{T_2} = \left( \frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{k-1}{k}} ,$$

де  $T_1, T_2$  – початкові і кінцеві значення абсолютної температури газу,  $p_1, p_2$  – початкові і кінцеві значення тиску газу.

Примемо за початкові умови розрахунку наступні значення:

- тиск газу початковий і кінцевий, відповідно:  $p_1=2$  МПа (робочий тиск в котлі цистерни),  $p_2=0,1$  МПа (тиск атмосферного повітря);

- початкова температура газу  $T_1=326,23$  К (температура пропана на лінії насичення при тиску 2МПа [3]).

Відповідно за цих умов можемо отримати:

$$T_2 = T_1 \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 326,23 \left( \frac{1 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^6} \right)^{\frac{1,138-1}{1,138}} = 226,86 \text{ К.}$$

Тобто, кінцева температура адіабатного процесу за даних умов повинна скласти  $t_2=-46,14$  °С. З урахуванням того, що температура кипіння пропану при атмосферному тиску 0,1 МПа складає  $t_{кин}=-42,07$  °С, процес адіабатного витоку буде супроводжуватися охолодженням пропану і виникненням його рідкої фази вже за температури  $t_2=-42,07$  °С.

Наведені попередні розрахунки свідчать про можливість забезпечення ресурсозбереження при перевезенні скраплених вуглеводородних газів залізничним транспортом за рахунок охолодження його рідкої фази при витоку парової фази із цистерни через запобіжний клапан і теплообмінний контур котла цистерни.

На підставі цих висновків, проведемо додаткові розрахунки щодо представлення повних даних представленої концепції.

Запишемо рівняння стану ідеального газу [2] у наступному вигляді:

$$\frac{pV}{T} \frac{M}{m} = R ,$$

де  $p, V, T$  – тиск, об'єм і температура газу;  $m, M$  – маса і молярна маса газу;  $R$  – універсальна газова постійна.

Якщо мова йде про виток газу через запобіжний клапан вагону-цистерни, то при розрахунку параметрів стану парової фази пропану в котлі цистерни змінними величинами будуть тиск і маса газу при інших постійних величинах. Тобто, можемо отримати:

$$\frac{p}{m} = const .$$

Проведемо розрахунок за умови зменшення тиску с котлі цистерна з  $p_1=2,0$  МПа до  $p_2=1,9$  МПа і визначемо масу газу, яка залишилась в цистерні:

$$m_2 = m_1 \frac{p_2}{p_1}$$

За технічними характеристиками об'єм котла вагона-цистерни мод.15-159 [1] становить:

- повний  $V_n=75,5$  м<sup>3</sup>;
- корисний  $V_k=64,2$  м<sup>3</sup>.

Із цих даних слідує, що об'єм газової фракції в цистерні складає  $V_2=11,3$  м<sup>3</sup>, а маса цієї фракції (при температурі  $T_1=326,23$  К і щільності пропану для даної температури  $\rho_1=45,33$  кг/м<sup>3</sup> [3]) складе  $m_1=512,23$  кг.

Остаточна, маса газу, яка залишилась в котлі цистерни становить:

$$m_2 = 512,23 \frac{1,9 \cdot 10^3}{2,0 \cdot 10^3} = 486,62 \text{ кг.}$$

Маса пропану, який витік через запобіжний клапан складає:

$$m_c=512,23 - 486,62=25,61 \text{ кг.}$$

З урахуванням попередніх розрахунків витоку газу із котла цистерни через запобіжний клапан маємо наступні процеси:

- адіабатичний: охолодження і переходу газоподібного пропану до рідкої фази;
- із теплообміном з навколишнім середовищем: випаровування рідкої фази і нагрів парової фази пропану через стінки теплообмінника всередині котла цистерни.

Теплота яку отримує пропан при випаровування і потім в газоподібному стані при нагріванні буде визначена як:

$$Q = m_c (r + c_p \Delta T_c),$$

де  $r=426,2$  кДж/кг – теплота пароутворення пропану при тиску 0,1 МПа;  $c_p$  – теплоємність газової фази пропану;  $\Delta T_c$  - температурний напір газової фази пропану при знаходження в теплообміннику котла цистерни.

Припустимо, що кінцева температура, до якої нагріється парова фаза пропану складе  $T_1=326,23$  К (як і при розрахунку адабатичного витоку газу) і, відповідно, після переходу до газоподібної фази після випаровування при температурі  $T_2=230,93$  К температурний складе:

$$\Delta T_c = T_1 - T_2 = 326,23 - 230,93 = 95,3 \text{ К.}$$

Теплоємність пропану для цього процесу процесу визначемо як середню між значеннями температури початку і кінця процесу при тиску 0,1 МПа [3]:

- $c_{p1}=2,25$  кДж/кгК – теплоємність пропану при  $T_1=326,23$  К;
- $c_{p2}=1,81$  кДж/кгК – теплоємність пропану при  $T_2=230,93$  К.

Таким чином, теплоємність пропану для процесу нагрівання в теплообміннику складе  $c_p=2,03$  кДж/кгК.

З іншого боку, теплота, яку віддсть рідка фаза метану, що знаходиться в котлі цистерни, визначиться наступним чином:

$$Q = m_p c \Delta T_p,$$

де  $m_p$  – маса пропану в рідкому стані в котлі цистерни;  $c$  – теплоємність метану при тиску 2 МПа і температурі  $T=326,23$  К (початкові умови);  $\Delta T_p$  - тепловий напір процесу теплообміну.

Щільність пропану в рідкому стані при тиску 2,0 МПа складає  $\rho_p=439,81$  кг/м<sup>3</sup>, звідкіля його маса (при корисному об'єму котла цистерни  $V_k=64,2$  м<sup>3</sup>) [3] визначиться наступним чином:

$$m_p=64,2 \cdot 439,81 = 28235,802 \text{ кг.}$$

Звідсіля маємо, що тепловий напір процесу теплообміну в рідкому пропані, який розташований в котлі цистерни складе

$$\Delta T_p = \frac{m_c (r + c_p \Delta T_c)}{m_p c} = \frac{25,61(426,2 + 2,03 \cdot 95,3)}{28235,8 \cdot 3,27} = 0,17 \text{ К.}$$

Зменшення температури рідкої фази на 0,17 К аналогічно зменшенню тиску в котлі цистерни з 2,0МПа до 1,9913 МПа. Використовуючи залежності щодо визначення маси пароподібного пропану, який випустили через запобіжний клапан можемо отримати масу пропану, який можна би було зберегти:

$$m_{збер} = m_1 \left( 1 - \frac{p_2}{p_1} \right) = 512,23 \left( 1 - \frac{1,9913 \cdot 10^6}{2,0 \cdot 10^6} \right) = 2,23 \text{ кг.}$$

З урахуванням попередніх розрахунків щодо маси пропану для зменшення тиску з 2,0 МПа до 1,9 МПа  $m_z=25,61$  кг показник збереження пропану складе у відсотках:

$$\zeta = \frac{2,23}{25,61} \cdot 100\% = 8,7\% .$$

Проведений аналіз і розрахунки показують, що про перевезенні скрапленого газу залізничним а також іншими видами транспорту є можливості зменшити транспортні втрати газу за рахунок використання теплофізичних процесів, направлених на зменшення тиску і температури вантажу. З урахуванням того, що останні три роки імпорт скрапленого газу постійно зростає [4], то заощадження ресурсу, який перевозиться, є актуальним і пріоритетним.

#### Література:

1. Вантажні вагони колії 1520 мм. Альбом-довідник. М.: Транспорт. – 1989. – 178 с.
2. Нащокін В.В. Технічна термодинаміка і теплопередача. М. Вища школа. – 1975. – 496 с.
3. Варгафтік Н.Б. Довідник по теплофізичним властивостям газів і рідин. М. Наука. – 1972. – 730 с.
4. Імпорт газу до України у серпні зріс до найвищого значення за три роки - 1,09 млрд куб м. ExPro Consulting. URL: <https://expro.com.ua/novini/import-gazu-do-ukrani-u-serpni-zrs-do-nayvischogo-znachennya-za-tri-roki-109-mlrd-kub-m>

Brychak O., Kuzmenko S., Kichkin O. **Resource conservation of liquefied gas during transportation by rail.** The purpose of the study was to identify the possibilities of preventing excess transport losses of liquefied gas during its transportation by railways of Ukraine, especially in the summer. Analysis of the thermodynamic processes of gas leakage through the safety valve revealed a significant decrease in its temperature and provided grounds for cooling and, accordingly, a decrease in the pressure of liquefied gas in the tank boiler. The performed calculations showed the possibility of reducing gas losses by 8.7% compared to the existing structure.

**Keywords:** liquefied gas, tank car, boiler, safety valve, adiabatic expansion, heat exchange, condensation, evaporation.

Бричак Олег Володимирович	студент спеціальності 273 – залізничний транспорт Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.
Кузьменко Сергій Валентинович	к.т.н., доцент, професор кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.
Кічкін Олексій Вікторович	старший викладач кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

## ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ КОНТЕЙНЕРІВ ЯК ПЕРСПЕКТИВА РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

У роботі проаналізовано переваги використання та перспектив впровадження однієї з перспективних технологій контейнерних перевезень із використанням інтелектуальних контейнерів.

**Ключові слова:** контейнерні перевезення, технологія перевезень, смарт-контейнер, переваги, впровадження ефективність.

**Актуальність дослідження** зумовлюється необхідністю розвитку та вдосконалення технологій контейнерних перевезень.

**Метою роботи** є визначення переваг та перспектив впровадження ефективної логістичної технології контейнерних перевезень із використанням інтелектуальних контейнерів.

Контейнерні перевезення становлять значну частку вантажообігу під час здійснення міжнародної торгівлі. В умовах постійного зростання контейнерних потоків при реалізації глобальних ланцюжків постачання стоїть завдання впровадження інноваційних технологій для оптимізації логістики та підвищення їхньої ефективності.

Одним із найбільш перспективних напрямів є розробка та застосування інтелектуальних контейнерів (смарт-контейнерів) [1].

Смарт-контейнер - це контейнер, оснащений різними датчиками, системами геолокації та іншими пристроями, що дозволяють відстежувати його місцезнаходження та стан вантажу в режимі реального часу. Це є ключовим моментом для всіх учасників глобального ланцюжка постачання.

Інтернет речей (IP) здійснює революцію у цій сфері: смарт-контейнери, оснащені датчиками та підключені до мереж, передають інформацію в режимі реального часу у віддалені центральні вузли. Це надає кожній зацікавленій стороні – постачальникам логістичних послуг, судноплавним лініям, вантажовідправникам, вантажоодержувачам, операторам транспортних вузлів тощо – важливі дані про місцезнаходження кожного контейнера, температуру, вологість та інші важливі фактори. Ці знання забезпечують не тільки безпечно, а й оптимальне транспортування вантажів, мінімізуючи ризики та максимізуючи ефективність.

Основні технології та пристрої, які перетворюють звичайний контейнер на інтелектуальний, такі:

- Датчики температури, вологості, прискорення, моніторингу умов усередині контейнера.
- GPS для відстеження розташування контейнера.
- Системи зв'язку 3G/4G для передачі даних.
- Вбудований акумулятор для автономного живлення систем.
- Пристрої доступу та блокування для віддаленого контролю доступу.
- RFID мітки для ідентифікації та відстеження контейнера.

Всі ці технології інтегрують смарт-контейнер у єдину інформаційну систему перевезень та дозволяють віддалено контролювати його стан та переміщення.

За даними [2] очікується, що до 2028 обсяг світового ринку смарт-контейнерів досягне \$ 10,8 млрд, а середньорічне зростання ринку протягом прогнозованого періоду складе 18,2%. За прогнозами експертів до 2025 року до 90% усіх нових контейнерів буде оснащено вбудованими датчиками та засобами геолокації. Використання технології IP дозволить також скоротити втрати вантажів на 10-15%.

Використання смарт-контейнерів у ланцюжках постачання може забезпечити такі суттєві переваги:

### 1. Підвищення безпеки вантажів

Відстеження розташування, контроль доступу, моніторинг розкриття контейнерів та віддалене блокування знижують ризики розкрадань. Виявляються випадки несанкціонованого переміщення контейнерів.

Контроль температурного режиму та інших параметрів запобігає псуванню швидкопсувних вантажів за рахунок своєчасного виявлення критичних відхилень температури та вологості.

### 2. Оптимізація логістики та управління вантажоперевезеннями

Відстеження місцезнаходження контейнерів у режимі реального часу дозволяє оптимізувати маршрути перевезення, мінімізувати простой, підвищити швидкість обробки, дає можливість динамічного коригування маршрутів та графіків доставки.

Скорочується час на пошук контейнерів на терміналі та запобігають простоям та затримкам при транспортуванні.

### 3. Скорочення документообігу

Дані датчиків автоматично фіксують умови транспортування, зменшуючи обсяг паперових документів. Цьому сприяє використання хмарних платформ накопичення та аналізу отриманих даних, технології блокчейну для надійного зберігання даних.

### 4. Екологічні та економічні вигоди

Відстеження умов та оптимізація маршрутів знижує розміри псування вантажів та кількість відходів, що дозволить заощадити на штрафних та компенсаціях при псуванні вантажів, а також знизити витрати на страхування вантажів за рахунок підвищення безпеки.

Раціональне планування перевезень скорочує викиди CO<sub>2</sub> у навколишнє середовище.

### 5. Поліпшення зв'язку та взаємодії з клієнтами

При використанні технології GPS для визначення місцезнаходження, мереж стільникового зв'язку 3G/4G для передачі даних та супутникового зв'язку у віддалених зонах, відправники вантажу та вантажоодержувачі можуть отримувати актуальну інформацію про статус своїх контейнерів.

У розробці технологій інтелектуальних контейнерів лідирують такі компанії, як:

Nexxiot (Швейцарія) – розробила комплексну платформу Globe, що включає сенсори стану контейнера Nexxiot, технології супутникового зв'язку з контейнером та хмарну платформу аналізу даних. Рішення Nexxiot дозволяють в режимі реального часу відстежувати місцезнаходження, температуру, вологість, удари та інші параметри стану контейнера.

Traxens (Франція) – розробила рішення для контейнерних перевезень на базі сенсорів, супутникового зв'язку та платформи обробки даних. Платформа Traxens дозволяє оптимізувати логістику, підвищити безпеку вантажів, скоротити простой. Технології Traxens встановлені на судах найбільших логістичних компаній, таких, як MSC, CMA CGM, Harpag-Lloyd.

Globe Tracker (США) – виробляє широкий спектр IP-пристроїв для моніторингу рефрижераторних контейнерів, відстеження розташування та контролю умов перевезень. Рішення Globe Tracker використовують технології супутникового зв'язку, мережі 3G/4G, Bluetooth для передачі даних про контейнер.

Orbcomm (США) – пропонує комплексні рішення холодильного моніторингу, що включають апаратні сенсорні пристрої, супутникову мережу зв'язку, а також хмарні сервіси візуалізації та аналізу даних. Технології Orbcomm використовують найбільші логістичні компанії, такі як Maersk, Mediterranean Shipping Company, CMA CGM.

В даний час відомі успішні кейси використання смарт-контейнерів у реальних умовах роботи.

Переваги, що надаються цією технологією, найбільш повно виявляються в умовах роботи великих транспортних вузлів, наприклад морських портів. Так, наприклад, порт Сінгапуру запустив пілотний проект із 500 смарт-контейнерами. Це дозволило скоротити час обробки контейнера загалом на 17%.

У порту Гамбурга протестовано IP-платформу на базі 100 контейнерів. Дані датчиків допомогли оптимізувати планування логістики і знизити псування вантажів, що швидко псуються, на 22%.

Порт Лос-Анджелеса впровадив систему контролю доступу для 1000 контейнерів. Це запобігло розкраданню вантажів та контрабанді наркотиків, а також прискорило процедури митного оформлення.

Аналіз доступної інформації [1-3] дозволив виділити такі тенденції у розвитку смарт-контейнерів:

- Масове поширення контейнерів із вбудованими датчиками та модулями зв'язку.
- Використання технологій блокчейн для захищеного обміну даними та транзакціями.
- Розвиток єдиних платформ акумуляції та аналізу даних від інтелектуальних контейнерів.
- Перехід від періодичного моніторингу до безперервного відстеження руху контейнерів за допомогою IP.

Смарт-контейнери можуть повністю трансформувати логістику вантажоперевезень. Однак, незважаючи на очевидні переваги, впровадження смарт-контейнерів стикається із низкою проблем:

- Висока вартість оснащення контейнерів датчиками та модулями зв'язку.
- Необхідність модернізації IT-інфраструктури транспортних вузлів для збирання та обробки великих даних.

- Складність інтеграції розрізаних платформ контейнерних перевізників та транспортних вузлів.

- Ризики кібератак та несанкціонованого доступу до даних про вантажі.

Для подолання цих труднощів потрібні спільні зусилля та інвестиції держави та бізнесу, а також вироблення єдиних стандартів безпеки даних.

**Висновки.** Інтелектуальні контейнери – це майбутнє глобальної логістики. Їхнє повсюдне впровадження дозволить оптимізувати процеси, знизити втрати, підвищити швидкість і надійність доставки вантажів. Щоб отримати максимум переваг, транспортно-логістичним компаніям необхідно активно впроваджувати нові технології, виробляти загальні стандарти та створювати інтегровані цифрові платформи керування контейнерними перевезеннями.

### Література:

1. Smart container global market report – 2023. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.thebusinessresearch-company.com/report/smart-container-global-market-report>

2. The Global Smart Container Market size is expected to reach \$10.8 billion by 2028, rising at a market growth of 18.2% CAGR during the forecast period. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.globenewswire.com/news-release/2022/12/20/2577213/0/en/The-Global-Smart-Container-Market-size-is-expected-to-reach-10-8-billion-by-2028-rising-at-a-market-growth-of-18-2-CAGR-during-the-forecast-period.html>
3. Smart Container Market Size, Outlook, Growth, Key Player Analysis, Scope and Forecast 2021 to 2026. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.globalbankingandfinance.com/smart-container-market-size-outlook-growth-key-player-analysis-scope-and-forecast-2021-to-2026>

*Zharavin S.L., Mikhailov E.V.* **The development of intelligent containers as a prospect for the development of container transportation technology.** The paper analyzed the advantages of the development and prospects for the development of one of the promising technologies for container transportation with the development of intelligent containers.

**Keywords:** container transportation, transportation technology, smart container, advantages, implementation, efficiency.

Михайлов Євген Валентинович к.т.н., доцент кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, ЧНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: mihajlov@snu.edu.ua.

Жаравін Сергій Леонидович здобувач вищої освіти, гр. ОПЗТ-23д, кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті, ЧНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: opzt-23d-1093@snu.edu.ua.

УДК 164.08

**Закравець Я.,  
Шевченко О.**

**м. Кропивницький**

## **АДАПТАЦІЯ ЛОГІСТИКИ ДО ПОТРЕБ РИНКУ ПІД ЧАС ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ**

Анотація. Сучасні військові реалії нашої країни вимагають швидких і надійних рішень у сфері матеріально-технічного забезпечення. Адже часто логістика є основою для багатьох сфер діяльності, якщо не для всіх. Поставки товарів і сировини, перевезення пасажирів - все це вимагає прорахованих логістичних маршрутів, які будуть безпечними і якісними.

**Ключові слова:** логістика, релокація, бізнес, транспортні послуги, логістичні компанії.

Повномасштабне вторгнення РФ 24 лютого 2022 року мало суттєвий вплив на всі сфери життя українців. Торгівля, банківський сектор, сфера послуг, транспорт – всі ці і не тільки ці сфери завмерли майже на два місяці. І тільки наприкінці квітня 2022 року підприємці і компанії отримали можливість здійснювати свою діяльність з урахуванням вимог. Логістика також мала адаптуватись до потреб споживачів, потреб підприємств та компаній. Саме це спонукало логістичні компанії враховувати тенденції потреб ринку.

Так, наприклад, у період березня-липня 2022 року різко зросла кількість компаній та ФОП, які почали здійснювати перевезення як пасажирів у більш безпечні регіони, так і релокацію бізнесів з Донецької та Луганської областей. Компанії з надання транспортних послуг миттєво відреагували на запит ринку і задовольнили його попит.

За даними Міністерства економіки України, за рік війни за урядовою програмою релокації в більш безпечні регіони країни було переміщено 800 підприємств, 623 з яких вже відновили роботу на новому місці [1]. Найбільше підприємств релокувались до Львівської (24%), Закарпатської (14,5%), Чернівецької (9,8%), Івано-Франківської (8,3%), Хмельницької (7,3%), Тернопільської (6,3%) областей (рис.1).

Програма релокації продовжує діяти, хоча кількість запитів значно зменшилась, порівняно з березнем-квітнем минулого року, коли кількість заявок сягнула тисячі. Уряд продовжує надавати підтримку підприємствам, які вирішили релокуватись, адже їх перевезення в безпечніші регіони – це збереження робочих місць, збереження динаміки сплати податків, збереження активності бізнесу, який є драйвером відбудови і сильним гравцем на економічному фронті [1].

Процес релокації підприємств зі Сходу України у більш безпечні регіони не міг відбуватися без прямої участі логістичних компаній, які допомагали не тільки здійснити перевезення, а й зробити це швидко, безпечно і якісно.

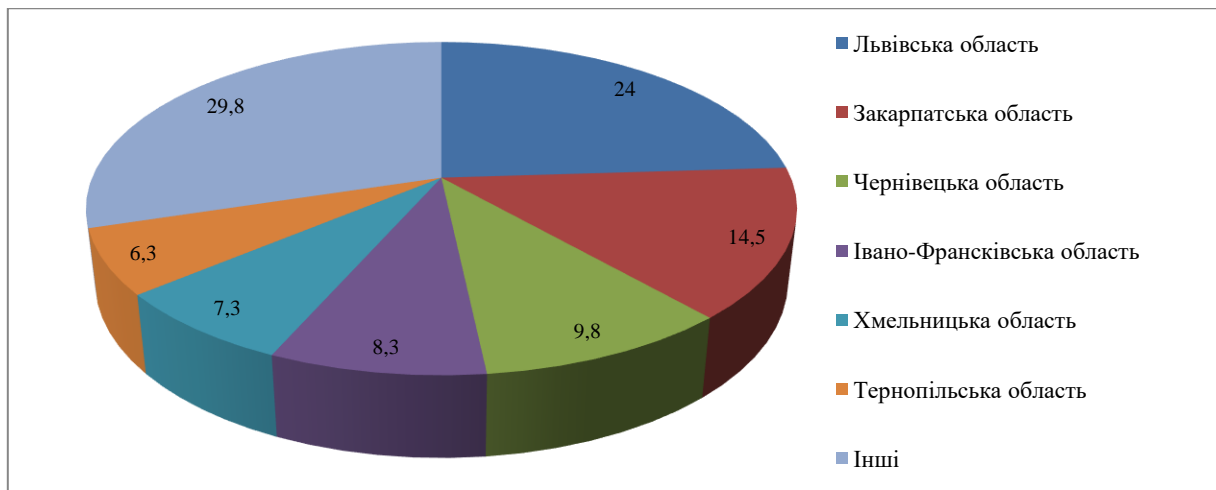


Рисунок 1 – Частка релокованих підприємств з Сходу України за перший рік війни, % [1]

Так, наприклад, зі Слов'янська Донецької області були релоковані цехи італійсько-українського підприємства з виробництва плитки та мармуру «Zeus Ceramica», що дозволило зберегти частину виробничих потужностей підприємства, в той час, коли виробничі потужності, які не було можливо вивезти було зруйновано обстрілами окупантів (рис.2.).



Рисунок 2 – Нслідки ракетних обстрілів РФ італійсько-українського підприємства «Zeus Ceramica» [2]

У результаті релокації цеху з виробництва мармуру «Zeus Ceramica» у Київську область, виникла потреба у налагодженні нових ланцюгів постачання сировини для виробництва. Адже підприємство не дарма будувалося у Донецькій області, яка багата на корисні копалини у вигляді крейди, вапняків та іншої сировини. Результатом цього запиту стала налагоджена система постачання сировини для виробництва завдяки використанню комбінованих видів транспорту, а саме автомобільного і залізничного. Це дозволило налагодити міцні зв'язки з новими постачальниками з інших областей (Дніпропетровська та Львівська) та забезпечити виробництво безперебійним постачанням сировиною.

Сьогодні, майже після двох років з початку повномасштабного вторгнення, логістичні компанії змінили формат своєї роботи і врахувати сучасні реалії у логістичних ланцюгах, а саме:

- врахування можливих затримок поставок через комендантську годину, блокпости та огляди вантажівок;
- щоразу розробка запасного маршруту через можливі обстріли перевірених маршрутів;
- врахування затримок поставок сировини та товарів, якщо задіяні комбіновані види транспорту, через надмірну завантаженість залізничного транспорту;
- необхідність зберігання товарів та сировини невеликими партіями у складських приміщеннях невеликої площі через можливі атаки з боку країни-агресора;
- потреба у нових складських приміщеннях у більш безпечних регіонах країни [3].

Також потрібно зазначити роль логістичних компаній не тільки у програмі релокації бізнесу, а у житті звичайних громадян України. Ринок поштових перевізників є динамічним і різноманітним сектором, який відіграє важливу роль у глобальній економіці. Цей ринок охоплює широкий спектр послуг, від традиційної доставки листів до сучасних експрес-відправлень і великогабаритних вантажів. Особливість ринку полягає у його адаптації до змінних вимог споживачів та інтеграції інноваційних технологій, що змінюють підходи до логістики та доставки.

Так, «завдяки» пандемії COVID-19, українські логістичні компанії значно скоротили час і матеріальні витрати на розробку, організацію та проведення нарад, переговорів із замовниками, оформлення супроводжуваних документів для вантажів. Це дозволило логістичним компаніям доволі швидко зорієнтуватись в умовах ведення військових дій і розробити і впровадити нові правила перевезення вантажів, нові логістичні маршрути і при цьому стримати вплив цінового фактору.

Український ринок поштових перевізників є унікальним та багатограним, відображаючи як глобальні тенденції, так і місцеві особливості. Протягом останніх років, в контексті посилення ролі електронної комерції та цифровізації, цей ринок зазнав значних змін.

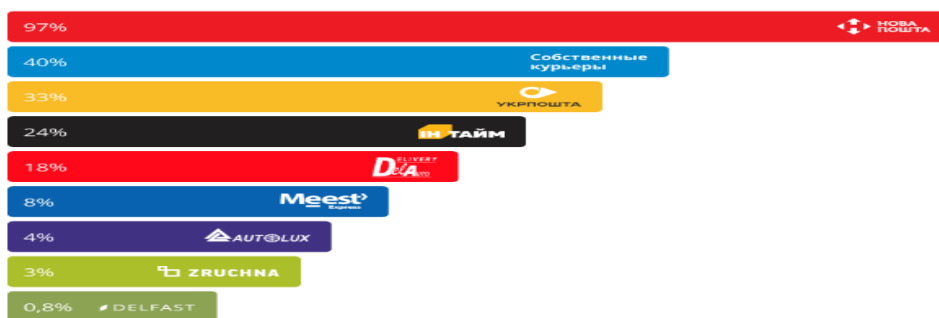


Рисунок 3 – Частка поштових перевізників в Україні серед різних компаній [4]

Ринок поштових послуг в Україні також включає численні невеликі та середні компанії, які надають спеціалізовані або локалізовані поштові та логістичні послуги. Ці компанії часто фокусуються на нішевих послугах, таких як доставка важких або великогабаритних вантажів, або надання послуг з високим рівнем персоналізації.

Особливістю ринку України є його адаптація до економічних та політичних викликів. Наприклад, збільшення популярності он-лайн-покупок стимулювало зростання ринку експрес-доставки, а політичні та соціальні зміни вплинули на структуру та географію логістичних маршрутів.

Аналіз ринку поштових перевізників в Україні демонструє, що галузь знаходиться в стані постійного розвитку та адаптації до змінюваних умов. Інвестиції в інновації та технології, відповідь на зміни в споживачьких вподобаннях та зовнішніх факторах є ключовими елементами успіху для компаній на цьому ринку. Водночас, конкуренція та зростаючі вимоги клієнтів стимулюють поліпшення якості послуг та пошук нових рішень у сфері логістики.

«Укрпошта» – державний оператор, є одним з головних конкурентів «Нової пошти». Завдяки своїй широкій мережі відділень по всій країні та історично сформованій репутації, «Укрпошта» займає значну частку ринку в сегменті стандартних поштових послуг. Останнім часом компанія також розширює спектр своїх послуг, включаючи експрес-доставку, та інвестує у цифровізацію та модернізацію своєї інфраструктури. Так, ПАТ «Укрпошта» була єдиною логістичною компанією, яка одразу змогла взяти на себе зобов'язання перед населенням, яке було вимушено виїхати за кордон і отримати там тимчасовий захист, з перевезення і доставки їх особистих речей. Адже багато жінок і дітей дуже швидко поїхали, взявши із собою мінімальну кількість речей. «Укрпошта» забезпечила надійні, швидкі і доступні за ціною послуги із міжнародних перевезень вантажів. Люди мали змогу оформити відправку вантажів у всі країни Європейського союзу. Причому для цього «Укрпошта» використовувала як залізничний, так і автомобільний і морський транспорт. Що дозволило робити такі перевезення за доступною ціною. Також однією з переваг компанії є те, що кожен із потенційних клієнтів «Укрпошти» має можливість отримати попередні розрахунки з вартості доставки вантажів через сайт компанії. Все це сьогодні робить «Укрпошту» одним з головних учасників на ринку міжнародних відправлень вантажів.

Одним з ключових гравців на українському ринку є «Нова Пошта». Заснована в 2001 році, компанія швидко стала лідером серед поштових та логістичних служб, відзначаючись інноваційним підходом до доставки та великою мережею відділень по всій країні. «Нова Пошта» активно інвестує у розвиток своєї інфраструктури та цифрових рішень, що дозволяє компанії ефективно конкурувати не тільки на внутрішньому, але й на міжнародному ринках.

«Нова Пошта» займає визначне місце серед конкурентів на українському ринку логістичних послуг. У першому півріччі 2023 року компанія встановила власний рекорд, доставивши 170 мільйонів відправлень, що на 9% більше порівняно з аналогічним періодом 2021 року. Значний ріст компанії підтверджується також кількістю міжнародних відправлень, яка склала 4,2 мільйона за перше півріччя 2023 року.

Крім того, компанія демонструє високі фінансові показники. Її чистий прибуток за три квартали 2023 року склав понад 3,2 мільярда гривень. "Нова Пошта" також значно збільшила кількість відділень, додавши 935 нових одиниць лише за перше півріччя 2023 року, збільшивши загальну кількість відділень до понад 10 000, а поштоматів – до 14 000.

Зазначені показники свідчать про потужну ринкову позицію «Нової Пошти» в Україні, де вона ефективно конкурує як з місцевими операторами, так і з міжнародними гігантами логістики. Її стратегія розвитку та інвестиції у інфраструктуру та цифрові технології сприяють подальшому зростанню та зміцненню позицій на ринку. Глобалізація та зміни в світовій економіці суттєво впливають на ринок поштових перевізників. Відкриття нових ринків, зростання транскордонної торгівлі та електронної комерції вимагають від компаній більшої гнучкості та адаптації до нових умов. Також це стимулює розвиток міжнародних логістичних мереж, впровадження більш складних інтегрованих логістичних рішень та співпрацю між різними гравцями на ринку для ефективної доставки вантажів на міжнародному рівні.

Таким чином, сучасні реалії військового стану, який майже два роки формує нові вимоги до організації логістичних ланцюгів, вимагають нових методів і підходів в організації постачання товарів і сировини підприємствами. Це у свою чергу допомагає створити налагоджену і захищену систему постачання.

#### Література:

1. Міністерство економіки України. URL: <https://www.me.gov.ua/News/Detail?lang=uk-UA&id=a700c206-722a-4752-b5bb-78a1063ae9db&title=ZaRikViiniVBilsh>
2. «Зевс Кераміка» у Слов'янську після ракетного удару Росії готує позов до суду. URL: <https://novosti.dn.ua/news/352717-zevs-keramika-u-slov-yansku-pislya-raketnogo-udaru-rosiyi-gotuye-pozov-do-sudu#>
3. Логістика під час війни: як українському бізнесу організувати транспортні потоки. URL: [https://www.ukrinform.ua/rubric-other\\_news/3566470-logistika-pid-cas-vijni-ak-ukrainskomu-biznesu-organizuvati-transportni-potoki.html](https://www.ukrinform.ua/rubric-other_news/3566470-logistika-pid-cas-vijni-ak-ukrainskomu-biznesu-organizuvati-transportni-potoki.html)
4. Офіційний сайт «Нова пошта». URL: <https://novaposhta.ua/news/rubric/2/id/2068>

Abstract. Modern military realities of our country require fast and reliable solutions in the field of logistics. After all, logistics is often the basis for many spheres of activity, if not for all. Deliveries of goods and raw materials, transportation of passengers - all this requires calculated logistics routes that will be safe and of high quality.

**Keywords:** logistics, relocation, business, transport services, logistics companies.

Закравець Ярослав

студент 2 курсу, спеціальність 075 «Маркетинг», ВСП «Слов'янський фаховий коледж НАУ»

Шевченко Ольга

викладач вищої категорії, ВСП «Слов'янський фаховий коледж НАУ»

УДК 656.225:502.37:347.763

Кириченко І.О.,  
Клюєв С.О.,  
Подгорна Л.С.

м. Київ

## АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ ТА ОЦІНКА РИЗИКУ

У статті наведено дані щодо визначення методу для проведення аналізу ризику. При цьому необхідно враховувати всі стадії функціонування об'єкта, а також критерії прийнятного ризику, цілі аналізу, тип аналізованого небезпечного об'єкта, характер небезпеки, яку представляє об'єкт, наявність ресурсів для проведення аналізу, наявність необхідної інформації та інші фактори.

**Ключові слова:** перевезення небезпечних вантажів, залізничний транспорт, ризику, аналіз небезпек, оцінка збитків, класифікація збитків.

Залізниця є основною організаційною ланкою на залізничному транспорті. Велику долю небезпечних вантажів складають нафта та нафтопродукти (нафта, керосин, мазут). Транспортування цих вантажів залізничним транспортом вважається екологічно небезпечною та пов'язане з ризиком виникнення аварій. Наслідками

аварійних подій при перевезенні нафтопродуктів залізничним транспортом можуть бути протоки різного масштабу, а при несприятливому розвитку подій – вибухи та пожежі, які приводять до забруднення території, великих матеріальних збитків, а також до отруєння токсичними речовинами та смерті громадян. Найбільш важливим аспектом перевезень небезпечних вантажів є забезпечення їх безпеки. Більшість аварій, що виникають при перевезенні небезпечних вантажів характеризуються обмеженим впливом [1].

Найбільш важливим аспектом перевезень небезпечних вантажів є забезпечення безпеки. У стратегію розвитку міністерства інфраструктури закладений перехід на єдину інформаційно-керуючу систему, яка б за функціональними можливостями могла б об'єднати велику кількість інформаційно-керуючих та інформаційно-довідкових систем, та розширювала області їх застосування.

У процесі визначення методу для проведення аналізу ризику необхідно враховувати всі стадії функціонування об'єкта, а також критерії прийнятного ризику, цілі аналізу, тип аналізованого небезпечного об'єкта, характер небезпеки, яку представляє об'єкт, наявність ресурсів для проведення аналізу, наявність необхідної інформації та інші фактори.

На етапі, в процесі якого відбувається ідентифікація небезпечних процесів і оцінка ризику, рекомендується застосувати метод якісної оцінки та аналізу ризику, заснований на вже продуманій процедурі, за допомогою опитувальних листів, анкет, інструкцій і бланків, а також враховувати досвід практичної роботи виконавців. Такий етап називається - аналіз небезпек [2]. Потрібно обов'язково враховувати, що використання непростих кількісних методів аналізу ризику регулярно дає значення показників ризику, точність яких для складних технічних систем невелика. Тому виконання повної кількісної оцінки ризику буде набагато ефективніше для того, щоб провести порівняння джерел небезпек, ніж для того, щоб провести складання висновку про ступінь безпеки об'єкта.

Втім, кількісні методи оцінки ризику часто виявляються дуже корисними, а іноді, виявляються єдино допустимими. Аналіз наслідків і видів відмов безпосередньо використовується для проведення якісного аналізу небезпеки для даного об'єкту або технічної системи. Яскраво вираженою рисою даного методу є розгляд абсолютно кожного складового об'єкту (блоку, установки або виробу), або складової частини системи (або ж елемента) на аналіз того факту, внаслідок якого він став несправним (причина і вид відмови), а також такий вплив сприяв відмові безпосередньо якось технічної системи. Аналіз наслідків і видів відмов дозволено збільшити до кількісного аналізу видів, наслідків та критичності відмов.

Будь-який вид відмови ранжується з урахуванням декількох складових, а саме тяжкості наслідків відмови і критичності - ймовірності. Визначення характеристик критичності є невід'ємною процедурою для розробки рекомендацій і розстановки пріоритетів для заходів безпеки.

Отриманий результат аналізу представляють в табличному вигляді зі списком обладнання, видів і причин можливих відмов, з наслідками, критичністю, частотою, засобами виявлення несправності (прилади контролю), а також порадами та рекомендаціями, які спрямовані на зменшення небезпек.

Потрібно мати на увазі, що систему класифікації відмов за критеріями ймовірності та тяжкості наслідків необхідно адаптувати під кожен об'єкт, або технічний пристрій, з огляду на їх специфіку [1, 2]. Далі представлені як приклад показники рівнів, а також критерії критичності по тяжкості та ймовірності для наслідків будь-якої відмови. Конкретно виділяється чотири групи, які можуть отримати якусь шкоду від відмови, а саме: населення, персонал, майно (будівлі, споруди, різне обладнання), а також навколишнє природне середовище. Далі представимо наступні варіанти критеріїв:

#### 1. Критерії відмов по тяжкості наслідків:

- критична або некритична відмова - може загрожувати або не загрожувати життю людей, приводити або ж не приводить до вагомого збитку майну, а також природного довкілля;

- нехтує малі наслідки - відмова, може не стосуватися по виду своїх наслідків ні до однієї з будь-якої категорії;

- відмова катастрофічна - ця відмова, може привести до смерті людей, вагомому збитку майну, а також може завдати величезної шкоди навколишньому природному середовищу.

#### 2. Критичність відмов:

A – потрібні особливі заходи забезпечення безпеки або обов'язковий кількісний аналіз ризику;

B – потрібне прийняття певних заходів безпеки або бажаний кількісний аналіз ризику;

C – прийняття деяких заходів безпеки або рекомендується проведення якісного аналізу небезпек;

D – прийняття і аналіз спеціальних заходів безпеки не потрібно.

Збитки U від небезпечних ситуацій на об'єктах залізничної інфраструктури та рухомого складу техногенного, природного характеру та терористичних проявів визначаються трьома базовими складовими:

$$U = U_T + U_S + U_N \quad (1)$$

$U_T$  – збитки об'єктам техносфери;

$U_S$  – збитки навколишньому середовищу;

$U_N$  – збитки населенню (людині і суспільству в цілому).

Збитки  $U_T$  визначаються підсумовуванням збитків від пошкодження і руйнування рухомого складу та інфраструктури залізничного транспорту, промислових будівель і споруд  $U_{ТП}$ , збитків від пошкоджень і руйнувань цивільних (житлових) об'єктів  $U_{ТГ}$ , збитків від пошкоджень і руйнувань зовнішніх об'єктів інфраструктури (транспортні, енергетичні, трубопровідні та інші системи)  $U_{ТІ}$ :

$$U_T = U_{ТП} + U_{ТГ} + U_{ТІ} \quad (2)$$

Збитки  $U_S$  навколишньому середовищу визначаються підсумовуванням збитків, нанесених ґрунту, водному середовищу, повітряному середовищу, рослинному і тваринному світу [2]:

$$U_S = U_{SГ} + U_{SA} + U_{SB} + U_{SP} + U_{ST} \quad (3)$$

$U_S$  – збитки навколишньому середовищу;

$U_{SГ}$  – збитки нанесені ґрунту;

$U_{SA}$  – збитки, нанесені водному середовищу;

$U_{SB}$  – збитки, нанесені повітряному середовищу;

$U_{SP}$  – збитки, нанесені рослинному середовищу;

$U_{ST}$  – збитки, нанесені тваринам.

Збитки населенню складаються з збитків від втрат людських життів та від нанесення збитків здоров'ю:

$$U_N = U_{NЖ} + U_{NЗ} \quad (4)$$

Збитки за характером їх виникнення діляться на дві групи:

1) прямі (первинні), пов'язані з безпосередніми впливами вражаючих факторів при небезпечних ситуаціях на об'єктах залізничного транспорту;

2) непрямі (вторинні), пов'язані з подальшим в часі проявом вражаючих факторів від небезпечних ситуацій на об'єктах залізничного транспорту.

Таким чином, збиток можна розглядати як суму прямих і непрямих збитків:

$$U = U_1 + U_2 \quad (5)$$

Збитки кількісно визначаються двома типами параметрів:

1. Натуральними одиницями (число пошкоджених об'єктів і постраждалих людей, площа забруднених і пошкоджених територій).

2. Еквівалентними економічними одиницями (гривні, долари).

Прямі (первинні) і непрямі (вторинні) збитки з урахуванням базових складових визначаються для наступних розрахункових випадків:

1. Для часу виникнення і розвитку фактичних небезпечних ситуацій;

2. Для часу після реалізації надзвичайних ситуацій;

$$U = U_{\Phi} + U_{\Pi} \quad (6)$$

$U_{\Phi}$  – час виникнення і розвитку фактичних небезпечних ситуацій;

$U_{\Pi}$  – час після реалізації надзвичайних ситуацій.

При детермінованих оцінках первинних і вторинних збитків враховуються матеріали техніко-економічних обґрунтувань проєктів і виробництв, нормативно-технічна документація [3].

При статистичних оцінках первинних і вторинних збитків використовується узагальнена інформація про надзвичайні ситуації, що міститься в державних доповідях. При імовірнісних оцінках первинних і вторинних збитків використовуються дані імітаційного моделювання, дані про ймовірні зони дії вражаючих факторів, ймовірнісно-статистичні дані про уразливість об'єктів, навколишнього середовища і населення при різних небезпечних ситуаціях.

Для прогнозних оцінок первинних і вторинних збитків можуть бути використані методи експертних оцінок. Оцінка збитку полягає у визначенні його величини в натуральному або грошовому (економічна оцінка) вираженні шкоди. При цьому основними видами наслідків є:

1. Загибель або шкода здоров'ю населення.

2. Соціально-економічні наслідки (втрата того чи іншого виду власності, витрати на переселення людей, виплату компенсацій постраждалим, упущена вигода від неукладених і розірваних контрактів, порушення процесу нормальної господарської діяльності, погіршення умов життєдіяльності людей).

3. Екологічні наслідки (погіршення природного середовища і витрати на його відновлення, втрата народногосподарської цінності територій) та інші.

Якщо мова йде про заходи захисту і оцінку ефективності відповідних витрат, то всі види пошкоджень називатимуться запобіганням цих пошкоджень. Повний збиток є сумою прямих і непрямих збитків, а також витрат на ліквідацію наслідків аварії. Повний збиток визначається на конкретний момент часу і є проміжним у порівнянні із загальним збитком, який визначиться кількісно у віддаленій перспективі [4].

Збитки мають складну багаторівневу структуру. Для систематичної оцінки збитків їх слід розділити за типами. Це потрібно зробити таким чином, щоб, з одного боку, врахувати всю різноманітність наслідків аварій, а з іншого – виключити подвійний облік наслідків, який може виникнути, якщо обрані типи наслідків будуть перекривати один одній [5, 6].

В цьому випадку повний збиток від аварії може бути отриманий простим додаванням збитків різних типів. При розгляді соціальних, економічних і екологічних наслідків доцільно оперувати поняттями прямого, непрямого і повного збитку. Під прямим збитком в результаті аварії зазвичай розуміють втрати і збитки всіх структур економіки, що потрапили в зони впливу аварії.

При розгляді структури прямого збитку виділяють прямий економічний, прямий екологічний і прямий соціальний збиток. Непрямий збиток включає збитки, понесені поза зоною прямого впливу аварії. Також, як і прямий збиток, непрямі збитки поділяються на економічні, екологічні та соціальні. Економічний непрямий збиток включає наступні складові: зміна обсягу і структури випуску продукції промисловості (за видами); зміна показників ефективності в промисловості; передчасне вибуття основних виробничих фондів і виробничих потужностей; пошкодження, спричинені вимушеною перебудовою діяльності систем управління (додаткові витрати на використання запасних пунктів управління, додаткові витрати на застосування пересувних засобів зв'язку).

Оцінка ризиків при перевезенні небезпечних вантажів має дуже важливе значення задля запобігання виникнення аварій, травмування пасажирів, пошкодження вантажів та захисту навколишнього середовища.

#### Література:

1. ДСТУ ІЕС/ISO 31010–2013 (ІЕС/ISO 31010:2009, IDT). Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику. URL: <https://khoda.gov.ua/image/catalog/files/dstu%2031010.pdf>.
2. Владимиров В.О., Измаков М.М. Оцінка ризику та управління безпекою. – монографія. – 2002 р. – 184 С.
3. Самсонкін В.М., Мойсеєнко В.І. Теорія безпеки на залізничному транспорті: монографія. Київ: Каравела, 2014. 248 с.
4. Хаккер А.С., Браймастер Л. Використання впливів і ризиків у дослідженнях з безпеки дорожнього руху. Нідерланди, Лейдсендам : Інститут SWOV з дослідження безпеки дорожнього руху, 2001.
5. Клюєв С.О. Аналіз засобів підвищення безпеки перевезення вантажів / С.О. Клюєв, А.І. Румянцева, Д.Г. Лапиков, Л.М. Васютіна, С.А. Демяненко // Логістичне управління та безпека руху на транспорті: збірник наукових праць науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених., 1-2 грудня 2020 р., м. Рубіжне (Луганська обл.) – Міністерство освіти та науки України, СНУ ім. В. Даля. – Северодонецьк. – 2020. – С. 81–84.
6. Клюєв С. О. Дослідження факторів, що впливають на безпеку функціонування залізничної транспортної системи і її підсистем / С.О. Клюєв, Є.П. Медведєв // Проблеми механіки залізничного транспорту: Безпека руху, динаміка, міцність рухомого складу та енергозбереження. XV Міжнародна конференція. Тези доповідей. – МОН України, ДНУЗТ. – Дніпро. – 2020. – С. 39–43.

*Kyrychenko I.O., Kliuiev S.O., Podhorna L.S. Analysis of dangerous cargo transport processes and risk assessment.* The article provides data on the definition of a method for conducting risk analysis. At the same time, it is necessary to take into account all stages of the operation of the object, as well as the criteria for acceptable risk, the goals of the analysis, the type of analyzed dangerous object, the nature of the danger presented by the object, the availability of resources for conducting the analysis, the presence of the necessary information and other factors.

**Keywords:** transportation of dangerous goods, railway transport, risks, hazard analysis, damage assessment, damage classification.

Кириченко Ірина Олексіївна д.т.н., професор кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: [i.kir@ukr.net](mailto:i.kir@ukr.net)

Клюєв Сергій Олександрович к.т.н., доцент кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: [kliuiev@snu.edu.ua](mailto:kliuiev@snu.edu.ua)

Подгорна Лілія Сергіївна асистент кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: [lspodgorna@gmail.com](mailto:lspodgorna@gmail.com)

## АНАЛІЗ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ СЛОВАЧЧИНИ

У статті наведено дані щодо традицій та створення залізничного транспорту Словаччини, історія його розвитку, переваги залізничних перевезень, а саме - збільшення швидкості доставки пасажирів та вантажів, зменшення обсягів перевантажувальних робіт, зниження вартості транспортування, підвищення якості транспортування завдяки налагодженій системі управління якістю поїздів і володіє сертифікатом якості ISO 9001:2000.

**Ключові слова:** перевезення, залізничний транспорт, оцінка конкурентоспроможності, інфраструктура, швидкість доставки.

У пасажирських залізничних перевезеннях переважають перевезення на коротші відстані (доїзд на роботу). Ефективним і екологічно безпроблемним є вантажний залізничний транспорт, переважають перевезення на великі відстані (понад 200 км).

Словаччина має середню щільність залізничної мережі 7,5 км на 100 км<sup>2</sup>. Це середній європейський показник. Загальна протяжність залізниць — 3657 км, з них двоколіїних — 1020, електрифікованих — 1556 км (42,4%).

Залізничний транспорт у Словаччині має свої традиції. За кінною залізницею Братислава - Трнава з 1846 р. у 1848 р. створено першу парову залізницю Братислава - Відень через Марчегг, трохи пізніше лінія через Трнаву та Леопольдов до Жиліни та на Моравії до Брно. Залізнична мережа в Угорщині побудована радіально до головного залізничного вузла на Будапешт.

Під час світової війни у Чехословаччині залізнична мережа мала бути завершена сполученням із заходу на схід (Леопольдов – Злате Моравце – Козаровце – Зволен – Банська Бистриця – Червена Скала – Маргечани з підключенням до лінії Богумін – Кошице) [1, 2].

У післявоєнний період було завершено південне шосе Зволен – Лученец – Рожнява – Кошице, а лінія від Кошице до Черни над Тісою стала двоколіїною. Ця лінія в даний час є однією з найбільш завантажених залізничних ліній (понад 50% загальної продуктивності залізниць Словаччини). Вона повністю електрифікована і двоколіїна. Також електрифікується південна магістраль (Зволен – Лученец – Кошице). За потужністю і швидкістю вона не дотягує до першої. Відсутнє магістральне сполучення в напрямку північ-південь між вузлами Жиліна – Врутки – Зволен. Траса Брно – Братислава – Штурово має транзитне значення для країн Південно-Східної Європи.

Будівництво залізниць також може мати негативні наслідки для деяких регіонів (прикладом можуть бути Кежмарок і Левоча, розвиток яких уповільнився, а регіональні центри перемістилися до Попрада та Спішської Нової Весі через будівництво залізниць). З іншого боку, інші пережили бум через будівництво (наприклад, Vrútky, Leopoldov) [3].

Для сполучення з Польщею пасажирським транспортом важливу роль відіграє новозбудована ділянка лінії Скаліте – Звардонь [4], яка уможливила залізничне сполучення між Жиліною та Верхньою Сілезією. 70% перевезень здійснюється на маршрутах:

- Братислава – Жиліна – Кошице;
- Бржецлав – Братислава – Штурово;
- Чадца – Жиліна – Леопольдов (Нове Замки – Козаровце – Зволен – Лученец – Кошице).

Райони без залізничного транспорту: Свидник, Строкков, Собранце та Наместово.

Основною транспортною системою у регіоні Високі Татри є вузькоколіїна Татранська електрична залізниця (TEŽ) - CR. За нею йдуть інші види транспорту (автомобільні та альтернативні канатні дороги до Скальнате Плесо та Ломницького Штіта та зубчаста залізниця на Штрбі і Штрбське плесо). Використання лісових залізниць для перевезення деревини вже залишилося в минулому. Частково відремонтовані лісові залізничні – Чорногорська та Кисуцька – привабливі для туризму.

У Словаччині є дві залізничні компанії - сьогодні ŽSR as та Železničná spoločnosť as. Перша назва є залізничним оператором у сенсі інфраструктури. Залізнична компанія, навпаки, володіє залізничним транспортом. Залізничне підприємство поділяється на пасажирське та вантажне, а в лютому 2006 року процес приватизації вантажного транспорту - Cargo було зупинено.

На початку 2003 р., в результаті неефективного використання залізничних фінансів урядом Словаччини та колишнім ЖСР, всі т.зв. місцеві треки. Незважаючи на це, у більшості регіонів з бюджетів, в основному ВОЦ, у стислі терміни було знайдено кошти для відновлення роботи місцевих відділень. Залізничний транспорт забезпечує внутрішні та міжнародні перевезення. По залізниці курсують національні потяги, але вони

їздять не по всім селам та містам, до деяких місць можна доїхати не потягом, а лише автобусом. Квитки купують на вокзалах. У поїзді їх позначатиме провідник. У Словаччині також курсують експреси міського залізничного транспорту. Залізничний транспорт також забезпечує трансфер вночі.

Подорож експресом: - можна доїхати з Братислави до Попраду – Татри експресом Словенко і Герлах приблизно за 4 години, на експресі Земплін, Ліптов, Спішан і Поважан, Ваг, Криван або Цінгов за 4,45 години, вартість квитка може залежати від типу та рівня комфорту поїзда. Усі ці експреси також забезпечують транспорт до Кошице, куди ви можете дістатися приблизно за 5,15 години експресом Slovenka або Gerlach. Маршрут швидкісної автостради Герлах пролягає від Відня до Кошице. На інших швидкісних трасах пересадка займає 6 і більше годин. Наприклад, існує маршрут до Кошице - з Братислави до Банської Бистриці з пересадкою на експрес-поїзд Nohrehones, який прямує до Кошице, або на експрес-поїзд Slatina, який закінчується в Банській Бистриці. Тривалість поїздки така ж, як і на громадському автобусі, приблизно 3,5 години, квиток обійдеться приблизно в однакову вартість - з Братислави до Відня потяги ходять приблизно щогодини. Також доступні квитки з інших міст Словаччини. Їх також можна придбати онлайн. Якщо запланована подорож громадським транспортом Відня, то в касах можна придбати квиток EURegio WIEN TICKET Z100, який включає один обраний день проїзду громадським транспортом у першій тарифній зоні.

Таким чином, залізничний транспорт є важливою галуззю транспортній системі держави. Хоча в даний час він не має такої великої присутності на транспортному ринку, як у минулому, його частка повинна зрости в основному в міжнародних перевезеннях, а також у комбінованих перевезеннях, враховуючи, що це екологічно чистий вид транспорту.

Переваги ЗТ є загальновідомими. Це:

- Можливість створення зв'язку між виробником і споживачем (шлюз), що збільшує швидкість доставки вантажів, зменшує обсяги перевантажувальних робіт і здешевлює транспортування, підвищує якість транспортування;

- Відносно низьке навантаження на 1 т вантажу, що перевозиться;

- Велика транспортна місткість;

- Відносно висока швидкість транспорту;

- Участь у комбінованих перевезеннях.

Недоліки ЗТ також не нові:

- Великі інвестиційні витрати при будівництві транспортних ліній;

- Погіршення економічних показників при скороченні середньої відстані транспортування, оскільки збільшуються витрати на початкові операції (навантаження, розвантаження) - при відсутності під'їзного шляху потреба іншого транспорту підбиратися ближче до залізниці.

Використання ЗТ на залізницях характерні для таких умов:

- Перевезення вантажів і сипучих матеріалів на середні та великі відстані;

- Міжнародні перевезення;

- Перевезення вантажів на менші відстані від сайдингу до сайдингу;

- Перевезення осіб.

Технічна база вантажного залізничного транспорту Словаччини є наступною. Вантажні вагони можна розділити на: універсальні та спеціальні. Універсальні вантажні вагони представляють собою вагони звичайної конструкції, призначені для перевезення різних видів вантажів, які не потребують особливих умов під час перевезення. Вони поділяються на криті (мають повний кузов вагона - борта, передки, дах) і відкриті (без даху), які поділяються на високостінні, низькостінні, платформні та закриті. Спеціальні вантажні вагони – це вагони спеціальної конструкції, призначені для перевезення певного виду вантажів (наприклад, рефрижераторні, цистерни, саморозвантажувальні, контейнерні, глибинні та ін.). Ці вагони здебільшого належать перевізникам.

Залізничний транспорт у транспортній системі перевезення партій вагонів окремими вагонами включає перевезення в себе транспортування окремих вагонів або групи вагонів (група - 5 і більше вагонів на один перевізний документ) згідно з планом формування поїзда. Зазначений план визначає транспортний маршрут і поїзди, якими транспортується даний вантаж. Перевезення окремих вагонів є рішенням транспортних потреб ринку та є вигідним при перевезенні невеликої кількості вантажів у декілька пунктів призначення.

Повний поїзд - цей продукт призначений для клієнтів, яким необхідно перевезти велику кількість вантажів. Головною перевагою інтегрованого поїзда є менший час перевезення в порівнянні з транспортною системою окремих вагонів. Прямий інтегрований поїзд – поїзд, що перевозить відправлення з однієї станції відправлення від одного відправника до однієї станції призначення для одного одержувача.

Логістичний потяг - цей тип продукту підходить для перевізників, які використовують метод логістики just-in-time, оскільки цим потягом приділяється підвищена увага та є одними з пріоритетних потягів ZSSK Cargo. ZSSK CARGO має налагоджену систему управління якістю цих поїздів і володіє сертифікатом якості ISO 9001:2000.

Майбутнє залізничного транспорту в Словаччині вимагає створення мультимодальної транспортної системи, яка може ефективно обслуговувати різноманітні транспортні потреби та забезпечувати мобільність мешканців до місць, де розосереджені різноманітні види діяльності. Дані перспективи вимагають додаткового вивчення.

#### Література:

1. Železničná a cestná doprava. Slovak region. – Режим доступу: <https://slovakregion.sk/zeleznicna-a-cestna-doprava>. – Назва з екрану.
2. Bálizs D., Bajmócy P., 2019, Cross-border suburbanisation around Bratislava – changing social, ethnic and architectural character of the “Hungarian suburb” of the Slovak capital, *Geografický časopis*, 71, 1, pp. 73–98.
3. Michniak D., 2016, Main trends in commuting in Slovakia, *European Journal of Geography*, 7, 2, pp. 6–20.
4. Rail transport in Slovakia. Wikipedia. – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Rail\\_transport\\_in\\_Slovakia](https://en.wikipedia.org/wiki/Rail_transport_in_Slovakia). – Назва з екрану.

*Kyrychenko I., Petreiko Y, Semenov S. Analysis the work of railway transport in Slovakia.* The article provides data on the traditions and creation of railway transport in Slovakia, the history of its development, the advantages of railway transport, namely, increasing the speed of passenger and cargo delivery, reducing the volume of transshipment work, reducing the cost of transportation, improving the quality of transportation thanks to the established train quality management system and has the ISO 9001:2000 quality certificate.

**Keywords:** intermodal transportation, rail transport, competitiveness assessment, infrastructure, delivery speed.

Кириченко Ірина Олексіївна	д.т.н., проф., професор кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СНУ ім. В.Даля, м. Київ, Україна.
Петрейко Юрій Миколайович	здобувач вищої освіти, гр. ОПЗТ-22д, кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ, Україна.
Семенов Станіслав Олександрович	к.т.н., доц., доцент кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СНУ ім. В.Даля, м. Київ, Україна.

УДК 656.13

**Клюєв С.О.,  
Кириченко І.О.,  
Кузнєцов Д.Г.**

**м. Київ**

## ПРОБЛЕМИ КОМПЛЕКСНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЗНИЖЕННЯ АВАРІЙНОСТІ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

У статті розглянуто актуальні аспекти безпеки на дорогах та виявляє ключові проблеми, пов'язані із комплексністю заходів безпеки та високим рівнем аварійності на автомобільних шляхах. Автори досліджують основні чинники, що впливають на безпеку дорожнього руху, включаючи технічний стан транспортних засобів, дотримання правил дорожнього руху, та взаємодію між учасниками. В статті наведено аналіз інноваційних підходів та стратегій для забезпечення комплексної безпеки на дорогах та зниження аварійності. Результати дослідження можуть бути основою для розробки ефективних заходів та політик в галузі безпеки дорожнього руху та подальшого покращення автомобільного транспорту.

**Ключові слова:** аварійність, безпека, дорожній рух, інфраструктура, автомобільний транспорт, дорожньо-транспортна пригода.

Автомобільний транспорт є однією з найважливіших галузей народного господарства України. Він забезпечує перевезення майже 70% всіх вантажів та майже 41% пасажирів. Також він є складовою важливою частини інфраструктури, дозволяє здійснювати доставку експортно-імпортних вантажів різного призначення в інтересах розвитку міжнародного культурного та технічного співробітництва, а також інтеграції в світову економіку. Але питання комплексної безпеки дорожнього руху та зниження аварійності з кожним роком стає все більш актуальною [1, 2].

Україна – один з лідерів країн Європи за кількістю дорожньо-транспортних пригод. Як за кількістю постраждалих, так і за кількістю загиблих. З 2014 по 2020 рік, згідно статистики, кількість ДТП перевищувало

150 тис на рік, постраждалих більше 30 тис на рік, а загиблих – близько 3,5 тис на рік (практично третина з них - пішоходи). На 1млн населення в нашій країні гине 81 людина, при тому, що у Великобританії цей показник – 27 людей, а в Німеччині та Іспанії – 39 людей на 1 млн населення. Економічні втрати – майже 2,5% від ВВП [3, 4].

Не дивлячись на невелике зменшення кількості зареєстрованих ДТП останні два роки, стверджувати що намітилася якась позитивна динаміка в цьому питанні поки що неможна – військові дії в нашій країні не дають можливості адекватно оцінити ситуацію в цілому і робити прогнози у середньо та довгостроковій перспективі.

Тобто, проблеми забезпечення безпеки руху та зниження рівня наслідків ДТП, для нашої країни, вкрай актуальні, та потребують негайних та невідкладних заходів [5].

Подальший розвиток автомобільної транспортної системи України та забезпечення її стабільного функціонування в умовах безпеки транспорту має бути стратегічним завданням для держави.

Швидке зростання автомобільного парку (особливо в останні роки), значно збільшує навантаження на дорожню інфраструктуру, яка не була розрахована на таку кількість транспортних засобів, та інших учасників дорожнього руху. Протяжність автомобільних державних доріг в Україні становить 169,5 тис. км. У процентному відношенні в Україні дорогами першої категорії є 1 % всіх автошляхів, другої – 8 %, третьої – 17 %, четвертої – 63 % та 11 % п'ятої. Майже всі автомобільні шляхи України проходять через населені пункти, що не відповідає вимогам до міжнародних транспортних коридорів, адже призводить до обмеження швидкості руху автомобільного транспорту. Незадовільним є транспортно-експлуатаційний стан автошляхів: 51,1 % не відповідає вимогам за рівністю, 39,2 % – за міцністю. Середня швидкість руху на автошляхах України у 2–3 рази нижча, ніж у західноєвропейських країнах. Фінансування (як державного так і приватних інвесторів) не вистачає не тільки на стабільний та прогнозований розвиток інфраструктури, так і на підтримку всієї мережі у задовільному стані. Успішна реалізація локальних проєктів, на жаль, не може докорінно змінити ситуацію в цілому, хоча останні роки таких проєктів стає все більше і більше.

Автовиробники прагнуть зробити свої автомобілі максимально безпечними як для водіїв і пасажирів, так і для інших учасників дорожнього руху. Цьому сприяє, як конкуренція між ними, поява нових технологій та запитів від клієнтів, так і державна політика розвинених країн, яка спрямована на підвищення комплексної безпеки [6, 7].

Постійно розробляються, вводяться та вдосконалюються системи активної безпеки автомобілів, тобто тих вузлів і агрегатів, які запобігають ДТП: АБС, система курсової стійкості, допомоги при аварійному гальмуванні, адаптивний круїз-контроль, адаптивне світло. Це ж стосується і систем пасивної безпеки, тобто пристроїв, які мають обмежувати або повністю запобігти негативним наслідкам ДТП: ремені безпеки; фронтальні і бічні подушки безпеки; травмобезпечні рульові колонки і педальні вузли; активні зони деформації кузова. Застосування таких засобів дозволяє знизити кількість загиблих та травмованих [8, 9].

Для всьому світу питанням безпеки на дорогах відводиться особлива роль. В розвинених країнах, застосовуються комплексні рішення, які пов'язані з ефективною організацією дорожнього руху: заміною старих світлофорів на світлодіодні, введення смуг для громадського транспорту, розділення зустрічних потоків, систематизація та оптимізація маршрутів для окремих видів транспорту, застосування Інтелектуальних Транспортних Систем.

Для розгляду питання безпеки, необхідно розуміти різницю між поняттями: «безпека на автомобільному транспорті» та «безпека дорожнього руху».

Безпека на автомобільному транспорті - рівень захисту або комплекс заходів щодо запобігання злочинній діяльності (шахрайство, напади на водіїв і транспортні засоби, крадіжки вантажів і транспортних засобів), а також терористичних актів.

Безпека дорожнього руху – рівень захисту і комплекс заходів із запобігання аваріям на дорогах загального користування, які призводять або не призводять до матеріальних збитків, травм або летальних випадків [10].

Заходи з підвищення безпеки на автотранспорті та безпеки дорожнього руху повинні здійснюватися паралельно, з тим щоб отримувати обопільну користь, враховуючи очевидний взаємозв'язок між ними. Слід розуміти, що повну безпеку гарантувати неможливо, але автотранспортна галузь зацікавлена в підвищенні рівня безпеки.

За державою має зберігатися провідна роль в забезпеченні безпеки.

«Транспортна безпека» може бути визначена як:

- система запобігання, протидії, припинення злочинів та мінімізація наслідків;
- система попередження на транспорті надзвичайних подій природного і техногенного характеру;
- система спрямована на підвищення екологічної безпеки перевезень, екологічної стійкості транспортної системи;
- система реалізації цілей національної безпеки в транспортному комплексі в цілому.

«Транспортна безпека» має на меті забезпечити:

- безпечні для життя і здоров'я пасажирів умови проїзду;
- безпеку перевезень вантажів, багажу;

- безпеку функціонування та експлуатації об'єктів і засобів транспорту;
- економічну (в тому числі - зовнішньоекономічну) безпеку;
- екологічну безпеку; інформаційну безпеку;
- пожежну безпеку;
- санітарну безпеку;
- хімічну, бактеріологічну, ядерну та радіаційну безпеку;
- мобілізаційну готовність галузей транспортного комплексу.

Загроза транспортної безпеки - протиправні дії, або наміри вчинити подібні дії, а також процеси природного або техногенного характеру, або їх сукупність, що перешкоджають реалізації життєво важливих інтересів особистості, суспільства і держави в транспортній сфері, що призводять або здатні призвести до аварій в транспортному комплексі.

Основні загрози на транспорті:

- терористичні і диверсійні;
- інші випадки незаконного втручання у функціонування транспорту;
- кримінальні дії проти пасажирів;
- кримінальні дії проти вантажів;
- події (аварії), обумовлені станом транспортних технічних систем;

За результатами проведеного Національною Поліцією України аналізу стану аварійності на території країни (2014 – 2020 р.) встановлені основні причини скоєння дорожньо-транспортних пригод із загиблими та/або травмованими людьми, а саме:

- перевищення безпечної швидкості – 34%;
- порушення правил маневрування – 22%;
- недотримання дистанції – 8%;
- порушення правил проїзду перехрестя – 8%;
- порушення правил проїзду пішохідних переходів – 6%;
- керування транспортним засобом у нетверезому стані – 3,23%;
- виїзд на смугу зустрічного транспорту – 1,35%.

Перевищення швидкості є проблемою не тільки нашої країни. Якщо відсутній механізм контролю, то більшість водіїв, на жаль, будуть порушувати швидкісний режим, виправдовуючи це тим, що вони кудись поспішають. Сучасні дорожні комплекси, які в автоматичному режимі вимірюють швидкість та, у разі перевищення фіксують порушення, довели свою ефективність в усьому світі. В нашій країні, в умовах військового стану, робота таких комплексів та встановлення нових викликає питання, як етичного так і безпекового плану.

Використання ременів безпеки є найбільш дієвим засобом захисту водіїв і пасажирів під час дорожньо-транспортних пригод. Це зменшує ризик контакту тіла з деталями автомобіля в разі зіткнення, утримує людину від викидання з автомобіля та небезпечних переміщень всередині автомобіля (наприклад, в разі перевертання), зменшує ймовірність завдання травм іншим пасажиром (наприклад, не пристебнутий пасажир на задньому сидінні в разі лобового зіткнення летить вперед і завдає важких травм тим, хто сидить попереду, навіть якщо вони пристебнуті) та гарантує коректне спрацювання подушок безпеки. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, ефективність ременів безпеки для порятунку життів становить близько 50 % у дорожньо-транспортних пригодах, результатом яких у випадку невикористання ременів стала би смерть водія та пасажирів.

В Україні лише 46% водіїв правильно користуються пасками безпеки. Невелика сума штрафу, низький рівень контролю з боку поліції та не інформованість водіїв, призвели до таких результатів. Для порівняння, у Франції відсоток водіїв, які користуються пасками безпеки – 99%, а в Польщі – 83%.

Кількість водіїв, які керують транспортними засобами після вживання алкоголю. В Україні в 2021 році сталося 5 019 аварій за участю водіїв, які перебували за кермом у стані алкогольного сп'яніння. У цих ДТП загинули 113 людей, 1 072 особи отримали травми. Підвищення розмірів штрафів до 17-34 тис грн та позбавлення водійського посвідчення на 3 роки при повторному порушенні у 2023 році має зменшити кількість таких випадків.

Окремо необхідно звернути увагу на пішохідів, які також є учасниками дорожнього руху. За даними аналітиків, із січня по травень 2023 року на пішохідів було оформлено 71,3 тисячі протоколів за порушення ПДР. При цьому за весь 2022 рік було зафіксовано 86,3 тисячі порушень ПДР пішоходами. Але маленька сума штрафу 255-850 грн та відсутність бажання поліції «займатися» такими порушниками, призводить до збільшення таких випадків.

Стан транспортної безпеки стосується всіх фізичних та юридичних осіб причетних до діяльності транспортного комплексу. Тому питання зміцнення транспортної безпеки не можуть цікавити тільки органи державної влади, а повинні стосуватися всіх і кожного. Держава не може вирішувати цю проблему поодиноці, оскільки для цього потрібні значні матеріальні, фінансові та кадрові ресурси. Громадськість має активно брати участь у фінансуванні завдання забезпечення транспортної безпеки.

Для підвищення безпеки руху на дорогах ключовим повинно бути забезпечення на відповідному рівні автодорожньої інфраструктури: якість (наявність) асфальтованих шляхів, дорожніх розв'язок, перехресть, технічних засобів регулювання, моніторингу дорожнього руху. Також, важливим фактором є дотримання обов'язків всіма учасниками дорожнього руху – як водіїв (рівень підготовки яких в нашій країні викликає багато питань), так і пішоходів, велосипедистів (які часто взагалі не знають правил дорожнього руху нашої країни). Більш широке застосування вже існуючих ІТС, розробка та введення нових – буде сприяти підвищенню безпеки. Дієвим механізмом є штрафи за порушення ПДР, збільшення розміру яких та незворотність покарання, призводить до зменшення кількості порушень. Ще не треба забувати про перевезення пасажирів. В цьому сегменті ринку надання послуг, дуже багато порушень щодо технічного стану транспортних засобів, кваліфікації водіїв, умов їхньої праці.

#### Література:

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 30. жовтня 2008 р № 1384-р «Про схвалення Концепції Державної цільової програми підвищення рівня безпеки дорожнього руху на 2009-2012 роки». — Київ: Рада, 2008.
2. Зеркалов Д.В., Левковець П.Р., Мельниченко О.І., Дмитрієв О.М. Безпека руху автомобільного транспорту: довідник. — Київ: Основа, 2002. — 360 с.
3. Лукашик Ж., Шиманеко А., Безпека та ризик дорожнього руху: вибрані проблеми, «Транспортні проблеми», том 7 випуск 2, 2012, 2012.
4. Про дорожній рух та його безпеку: проект Закону України від 26 верес. 2016 р., [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc34?id=&pf3511=60111&pf3540=400876>.
5. Кищун В.А., Кузнецов Р.М., Мурований І.С., Лаба О.В. Безпека дорожнього руху та деякі правові аспекти: Навч. пос. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2010. – 261 с.
6. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / За заг. ред. В.П. Поліщука – К.: Знання України, 2012. – 467 с.
7. Слово і діло: [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.slovoidilo.ua/2023/04/21/novyna/suspilstvo/stalo-vidomo-skilky-porushen-pravyl-dorozhnoho-ruhu-zafiksuvany-kamery-2022-roczy>
8. Економічна правда: [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.epravda.com.ua/publications/2018/09/3/640036/>
9. Клюєв С.О. Дослідження безпеки дорожнього руху на автомобільному транспорті / С.О. Клюєв, О.Ю. Лопата // Логістичне управління та безпека руху на транспорті: збірник наукових праць науково-практичної конф., 10 лютого 2023 р., м. Київ / відп. ред. Н.Б. Чернецька-Білецька. – Київ: СНУ ім. В. Даля, 2023. – С. 31–35.
10. Kliuiev S. Increasing the level of integrated safety and reducing accidents on transport / S. Kliuiev, S. Soroka, O. Vodolazskyi, V. Sniehirov // Theses of XIII international scientific and practical conference “Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects”. – The Ministry of education and science of Ukraine, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University. – Severodonetsk. – 2021. – P. 34–37.

*Kliuiev S.O., Kyrychenko I.O., Kuznietsov D.G. Problems of comprehensive safety and reduction of accidents in road transport.* The article examines current aspects of road safety and reveals key problems associated with the complexity of safety measures and the high level of accidents on highways. The authors examine the main factors affecting road safety, including the technical condition of vehicles, compliance with traffic rules, and interaction between participants. The article provides an analysis of innovative approaches and strategies to ensure comprehensive road safety and reduce accidents. The results of the research can be the basis for the development of effective measures and policies in the field of road safety and further improvement of road transport.

**Keywords:** emergency, safety, road traffic, infrastructure, road transport, road accident.

Клюєв Сергій Олександрович	к.т.н., доцент кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: <a href="mailto:kliuiev@snu.edu.ua">kliuiev@snu.edu.ua</a> .
Кириченко Ірина Олексіївна	д.т.н., професор кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: <a href="mailto:i.kir@ukr.net">i.kir@ukr.net</a>
Кузнецов Дмитро Геннадійович	здобувач вищої освіти, гр. ІБЗТ-23дм, кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: <a href="mailto:kuznietsovd78@gmail.com">kuznietsovd78@gmail.com</a>

**ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УПРАВЛІННІ ЛОГІСТИЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ**

У статті наведено дані щодо використання штучного інтелекту у логістиці. Описано переваги використання штучного інтелекту у наведених прикладах. Розглянуто актуальний вплив штучного інтелекту на оптимізацію та покращення логістичних процесів. Виконано аналіз основних аспектів використання штучного інтелекту, такі як автоматизація планування та маршрутизації, прогнозування попиту, інтелектуальне управління запасами та виявлення аномалій. Стаття також висвітлює позитивні ефекти впровадження штучного інтелекту, як впливає на рівень ефективності, точності та відкриває перспективи для вдосконалення стратегій логістичного управління в сучасному бізнес-середовищі. Результати дослідження можуть бути основою для практичного впровадження технологій штучного інтелекту в галузі логістики та оптимізації бізнес-процесів.

**Ключові слова:** штучний інтелект, логістика, автоматизація управління логістичними процесами, інновації, цифровізація.

Цифровізація логістики – процес, який найактивніше сьогодні впливає на трансформацію транспортних компаній. Впровадження бізнесом штучного інтелекту і машинного навчання, використання блокчейн-технологій - ключові рішення, що допомагають підприємцям сьогодні мінімізувати витрати і підвищувати якість сервісу [1, 2].

Згідно зі статистикою Pitchbook Data, 80% логістичних операторів частково або повністю перейшли на цифрову модель управління бізнесом 2021 року. З них 86% керівників транспортних компаній ще 2021 року називали інформаційні технології найкращим способом скорочення витрат. Сьогодні кількість тих компаній, які усвідомлюють значущість впровадження ІТ-технологій, ще вища і серед лідерів ринку наближається до 100%. До 2023 року розумні системи управління складами, відстеження пересування водіїв-експедиторів і моніторингу процесу перевезення можуть підвищувати ефективність вантажоперевезень до 30%, скорочуючи час доставки на 20-40% і знижуючи витрати на логістику на 15-25% [3].

Одним із неочевидних трендів у цифровізації логістики є використання штучного інтелекту і машинного навчання для прогнозування попиту на вантажоперевезення та оптимізації маршрутів доставки. Завдяки більш детальному прогнозуванню попиту, логістичні компанії можуть своєчасно розподіляти вільне рухоме обладнання або транспорт за потрібними регіонами, тим самим уникати їхньої нестачі або непотрібного простоя в тому чи іншому суб'єкті. Це особливо важливо в умовах складних глобальних ланцюгів поставок. Крім цього, нейромережі можуть допомагати в побудові або оптимізації логістичних маршрутів, стежити за станом автопарку, а також прогнозувати витрату палива. Ба більше, на ринку вже є низка логістичних компаній, у штаті яких працюють справжні роботи-декларанти, які відповідають за підготовку декларацій на товари для митниці. Співробітникам у цьому разі залишається лише перевіряти ще раз внесені роботом дані [4, 5].

Далі ми наведемо 5 реальних прикладів того, як компанії з різних країн світу вже сьогодні використовують або активно впроваджують штучний інтелект для оптимізації та модернізації складських процесів [6, 7].

Приклад №1: автоматизація процесу інвентаризації.

Процес інвентаризації на складі – це трудомістке завдання. Крім необхідності залучення додаткових ресурсів, воно також вимагає уваги і присутності складського персоналу. Плюс потрібне використання спеціалізованого обладнання, часто проводяться роботи на висоті, пов'язані з ризиком для людини.

Щоб вирішити зазначені проблеми і мінімізувати ризики, компанія L'Oréal, наприклад, впровадила у себе безпілотну систему інвентаризації.

Дрон, оснащений бортовою камерою, пролітає повз стелажі по кожній позиції та ярусу для проведення інвентаризації. Завдяки обробці відео за допомогою штучного інтелекту дрон може зчитувати штрих коди, розпізнавати порожні місця, враховувати висоту шарів і визначати, де закінчився один осередок і почався інший.

Які це дає переваги:

- процес інвентаризації проходить швидше;
- низький відсоток помилок;
- зниження операційних витрат (не потрібно залучати додаткові людські ресурси);
- підвищується безпека співробітників (не потрібно працювати на висоті).

Приклад №2: розумне управління запасами.

Управління запасами - це дуже важливе завдання. Адже запаси - однаково гроші. Неefективне управління товарними запасами призводить до зниження рентабельності, що надалі відбивається на житті всього

підприємства. Штучний інтелект може допомогти людині і в цьому питанні, адже за допомогою нього можна більш ефективно управляти запасами. Яким чином?

На основі історичних даних, поточних запасів, відвантажень, товароруку штучний інтелект здатний прогнозувати потреби підприємства і може давати зважені рекомендації (закупівля, переміщення тощо). Він здатний визначати, які товари продаються швидше, які - повільніше, а які й зовсім не користуються попитом. Це дає змогу коригувати запаси таким чином, щоб уникнути дефіциту, обмежити надлишок і відповідно до цього стає можливим побудувати більш точні запаси.

Також штучний інтелект може прогнозувати потрібні запаси в потрібний час - це скорочує час доставки товару до клієнта.

Переваги:

- зниження транспортних витрат;
- зниження вартості зберігання товару на складі;
- закупівлі стають більш ефективними і зваженими;
- збільшення якості клієнтського сервісу.

Приклад №3: автоматизація процесу комплектації замовлень.

Щоб полегшити роботу збирачів замовлень і навіть повністю її автоматизувати, штучний інтелект можна пов'язати з роботами. У підсумку це дасть змогу значно заощадити час і підвищити продуктивність.

Наприклад, маркетплейс Cdiscount впровадив у себе роботів зі штучним інтелектом.

Завдяки роботизованій системі відбувається оптимізація комплектації замовлень. На складі присутній парк із сотні роботів, які можуть рухатися в трьох напрямках. Роботи можуть пересуватися не тільки по землі, а й підніматися на висоту. Завдяки цій технології Cdiscount збільшили ємність складу в п'ять разів. Продуктивність же, збільшилася в три-чотири рази, ніж при ручному управлінні.

Переваги:

- більш швидка і точна комплектація замовлень;
- зниження операційних витрат на персонал;
- підвищення ефективності роботи співробітників.

Приклад №4: автоматизація процесу сортування посилок.

Зі зростанням електронної комерції зростають і потоки посилок, що так само вимагає оптимізації процесів. Штучний інтелект і тут може прийти на допомогу, ставши цінним інструментом для автоматизації цього етапу ланцюжка поставок.

Компанія експрес-доставки STO Express використовує роботів для сортування своїх посилок.

Робот, оснащений камерою, який пересувається самостійно, завдяки оптичному розпізнаванню здатний для швидкої ідентифікації сканувати етикетки товарів та їхні характеристики (вагу, розміри, географію та адресу доставки). Завдяки задалегідь визначеній системі для сортування, роботи автоматично направляють посилки до місць призначення.

Завдяки роботам-сортувальникам, які працюють спільно зі штучним інтелектом, STO Express обробляють 18 000 посилок на годину. Також у компанії підвищилася ефективність, точність і безпека процесу сортування, що додатково знизило трудовитрати на 70%.

Переваги:

- більш точна оцінка часу прибуття посилки;
- зниження трудовитрат;
- підвищення безпеки процесу;
- підвищення якості сервісу і задоволеність клієнтів.

Приклад №5: оптимізація маршрутів доставки.

"Остання миля" (кінцева доставка до споживача) є складним і важкокерованим процесом через безліч несподіваних подій, які можуть статися. Затори, аварії, тимчасові перекриття доріг тощо. - обмежень може бути величезна кількість. Реагувати на них "вручну" - не найкращий спосіб вирішення цього завдання.

Рішення з оптимізації маршрутів на основі штучного інтелекту дають змогу створювати ефективні маршрути доставки в режимі реального часу з урахуванням реальної обстановки і подій, які відбуваються на маршруті руху. Завдяки їм водії можуть надати високу якість сервісу кінцевому споживачеві. Як саме це працює?

Штучний інтелект, застосовуючи методи машинного навчання, збирає дані і на підставі цього робить свої прогнози та прокладає оптимальний маршрут, вельми точно визначаючи час доставки. Даними для аналізу можуть слугувати: тип клієнта, район доставки, поверх, розмір і вага посилки тощо. Також можуть використовуватися дані завантаженості доріг у години пік, дорожні та погодні умови.

Переваги:

- менше пройдених кілометрів;
- зниження витрат і скорочення часу доставки;
- вища якість сервісу і задоволеність клієнтів;
- зниження викидів CO<sub>2</sub>.

Як видно з описаних вище прикладів, штучний інтелект уже сьогодні має масу можливих варіантів застосування в логістиці. Будь-які завдання, що вимагають аналізу великих обсягів даних, обліку або розрахунку будь-чого, за допомогою ШІ вирішуються набагато швидше й ефективніше.

Зрозуміло, налаштування і навчання будь-якої автоматизованої системи на базі штучного інтелекту - це доволі складний, тривалий і дорогий процес, однак за умови грамотної організації процесу всі вкладення більш ніж окупаються вже в середньостроковій перспективі. При цьому варто розуміти, що ШІ технології зараз розвиваються дуже швидкими темпами, і з розвитком вони стають більш доступними. Тому повсюдне використання штучного інтелекту в логістиці – це лише питання часу.

#### Література:

1. Лопатін А., Іщенко Н. Значення використання штучного інтелекту при виборі постачальника у сучасних логістичних системах. ГРААЛЬ НАУКИ. 2021. С. 51–54.
2. Новаківський І.І. Застосування штучного інтелекту для управління інноваційними процесами у ланцюгах вартості / І.І. Новаківський, Г.В. Рачинська // Вісник НУ «Львівська політехніка». 2011. № 720. С. 303–309.
3. Інноваційні технології в логістиці : навчальний посібник Т. О. Колодізева, Г. Р. Руденко. – Х.: Вид. ХНЕУ, 2013. – с. 168–176.
4. Кирлик Н. Ю. «Штучний інтелект» та його використання в логістичних процесах. Актуальні проблеми економіки. 2021. № 9–10. С. 59–66. URL: [https://eco-science.net/wp-content/uploads/2021/12/9–10.21.\\_topik\\_KyrylykN.Yu\\_.59–66.pdf](https://eco-science.net/wp-content/uploads/2021/12/9–10.21._topik_KyrylykN.Yu_.59–66.pdf)
5. Ключев С.О. Дослідження трансформації транспортної логістики в Україні в умовах індустрії 4.0 / С.О. Ключев, Б.В. Юров // Вісник СНУ ім. В. Даля. – Северодонецьк: СНУ ім. В. Даля. – 2021. – Вип. № 4 (268). – С. 66–71.
6. Kliuiev S. Implementation of information technologies in transport and digitization of transport processes / S. Kliuiev, V. Kozhemiakina // Scientific papers of XV international scientific and practical conference “Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects”. – The Ministry of education and science of Ukraine, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University. – Kyiv. – 2023. – P. 15-18.
7. Ключев С.О. Аналіз інтелектуальних транспортних систем / С.О. Ключев, А.Є. Сігонін // Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи: збірник наукових праць конференції, 20 червня 2023 р. / відп. ред. Н.Б. Чернецька-Білецька. – Київ: СНУ ім. В. Даля, 2023. С. 81–84.

*Kliuiev S.O., Kyrychenko I.O., Sihonin A.E. The use of artificial intelligence in the management of logistics processes.* The article provides data on the use of artificial intelligence in logistics. The advantages of using artificial intelligence are described in the given examples. The current impact of artificial intelligence on the optimization and improvement of logistics processes is considered. An analysis of the main aspects of the use of artificial intelligence, such as planning and routing automation, demand forecasting, intelligent inventory management and anomaly detection, was performed. The article also highlights the positive effects of the implementation of artificial intelligence, how it affects the level of efficiency, accuracy and opens perspectives for improving logistics management strategies in the modern business environment. The results of the research can be the basis for the practical implementation of artificial intelligence technologies in the field of logistics and optimization of business processes.

**Keywords:** artificial intelligence, logistics, automation of logistics process management, innovation, digitalization.

Ключев Сергій Олександрович

к.т.н., доцент кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: [kliuiev@snu.edu.ua](mailto:kliuiev@snu.edu.ua).

Кириченко Ірина Олексіївна

д.т.н., професор кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: [i.kir@ukr.net](mailto:i.kir@ukr.net)

Сігонін Артем Євгенович

здобувач вищої освіти, гр. ОПАТ-21д, кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ.

УДК 658.7:342.9

**Ключев С.О.,  
Кириченко І.О.,  
Юров Б.В.**

**м. Київ**

### СЕРТИФІКАЦІЯ ПОСЛУГ З ПЕРЕВЕЗЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

У статті розглянуто важливість сертифікації послуг міжнародних вантажних перевезень. Наведено різновиди сертифікатів, необхідних для організації вантажних перевезень, розглянуто особливості оформлення ліцензій, дозволів, сертифікатів. Розглянуті актуальні зміни в організації міжнародних перевезень для України.

**Ключові слова:** СКМТ, сертифікація, «Транспортний безвіз», вантажні перевезення.

Перевезення вантажів і пасажирів автомобільним транспортом є неодмінною складовою галузі транспорту, забезпечуючи ефективність економіки та соціально-економічний розвиток країн. Однак, зростаючі вимоги до безпеки, надійності та якості послуг у цій сфері роблять актуальним питання сертифікації [1].

Сертифікація послуг з перевезень автомобільним транспортом полягає у визнанні та підтвердженні відповідності діяльності перевізників, водіїв та транспортних компаній вимогам законодавства, стандартів безпеки, якості обслуговування та екологічних стандартів [2].

Питання сертифікації послуг з перевезення залишається актуальним по сьогоднішній день, оскільки перевезення автомобільним транспортом відіграють ключову роль у світі торгівлі та економічного розвитку. Споживачі та підприємства розраховують на якісні та безпечні послуги, тому сертифікація стає важливим інструментом для забезпечення стандартів та норм у цій галузі [3].

Перед тим як поглиблюватися в питання сертифікації, важливо розглянути сучасний стан ринку автомобільних перевезень. Розвиток технологій та глобалізація призвели до зростання обсягів перевезень, що вимагає від галузі вдосконалення якості та безпеки. Зростаючий попит також змушує підприємства надавати послуги на високому рівні [4].

Однією з головних проблем, які виникають у галузі перевезень, є недостатня якість та безпека послуг, що може призвести до ризиків для життя та здоров'я людей, а також до економічних втрат. Сертифікація стає необхідною для встановлення чітких стандартів, які гарантують, що підприємства дотримуються визначених вимог щодо технічних характеристик, безпеки та екологічної сумісності.

Національні та міжнародні організації визначають стандарти для перевізників. Важливо визначити, які системи стандартів будуть використовуватися в процесі сертифікації та як вони відповідають потребам ринку. Це може включати технічні характеристики автомобілів, вимоги до водіїв та норми екологічної безпеки.

Сертифікація послуг автомобільного транспорту проводиться на відповідність вимогам чинних в Україні нормативних документів щодо безпеки життя, здоров'я людей, захисту їх майна та охорони навколишнього природного середовища [5].

Ліцензії на перевезення вантажів в Україні є обов'язковим елементом для будь-якої компанії, яка займається перевезенням товарів. Це обумовлено статтею 4 Закону України "Про автомобільний транспорт". Згідно з цим законом, вантажні перевезення можуть проводитися лише компаніями, які мають відповідні ліцензії (рис. 1).

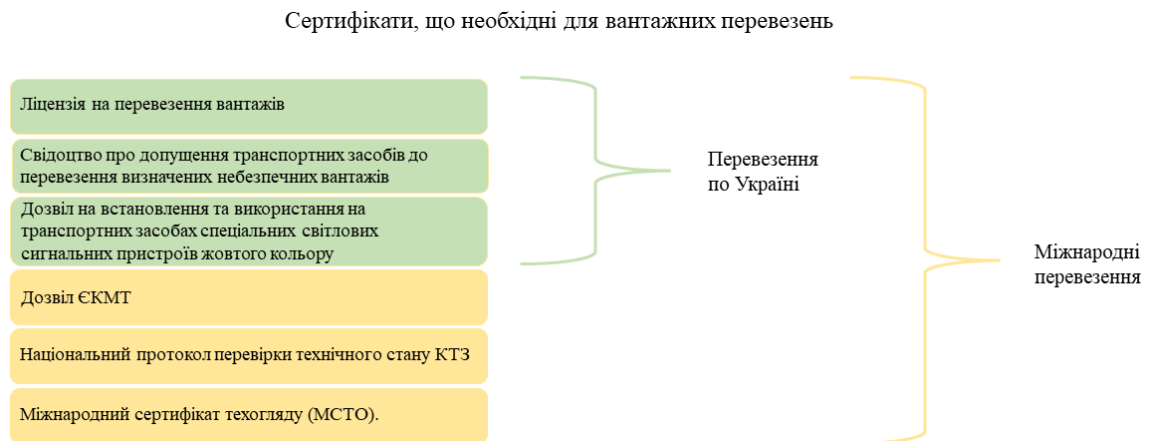


Рисунок 1 – Необхідна сертифікація для здійснення вантажних перевезень автомобільним транспортом

Для того, щоб мати можливість виконувати вантажні перевезення в межах України, компанія-перевізник повинна мати відповідну ліцензію. Перш ніж отримати ліцензію, компанія-перевізник повинна бути офіційно зареєстрована на території України, мати необхідні транспортні засоби та технічну базу. Для подання заяви на отримання ліцензії необхідно подати необхідні документи в Державну Службу України з Безпеки на Транспорті (Укртрансбезпека). Після подачі заявки, компанія-перевізник повинна пройти інспектування з метою перевірки технічного стану транспорту та їх відповідність до вимог чинного законодавства [6].

Процедуру отримання ліцензії на вантажні перевезення можна пройти і дистанційно через систему «Шлях», яка співпрацює з Державною Службою України з Безпеки на Транспорті. Однак, в такому випадку, термін отримання ліцензії буде довший.

В разі перевезення небезпечних вантажів, необхідна наявність на кожному транспортний засіб:

- свідоцтво про допущення транспортного засобу до перевезення визначених небезпечних вантажів (оформлюється через сервісний центр МВС у 10-денний строк);
- дозвіл на встановлення та використання на транспортний засіб спеціальних світлових сигнальних пристроїв жовтого кольору (оформлюється через сервісний центр МВС у 10-денний строк).

Для міжнародних вантажних перевезень по країнам Європейського Союзу окрім вищеназваних документів, компанія-перевізник зобов'язана мати дозвіл ЄКМТ (Європейської Конференції Міністрів Транспорту). Даний дозвіл встановлює правила і норми, пов'язані з економічною ефективністю, дотриманням екологічних стандартів та безпекою. Видачою дозволів ЄКМТ займається Державна Служба України з Безпеки на Транспорті.

Сертифікат ЄКМТ видається на підприємство або особу, яка здійснює вантажоперевезення. За терміном дії сертифікат поділяється на зелений (дійсний протягом року) і жовтий (дійсний протягом 30 днів) (рис. 2).

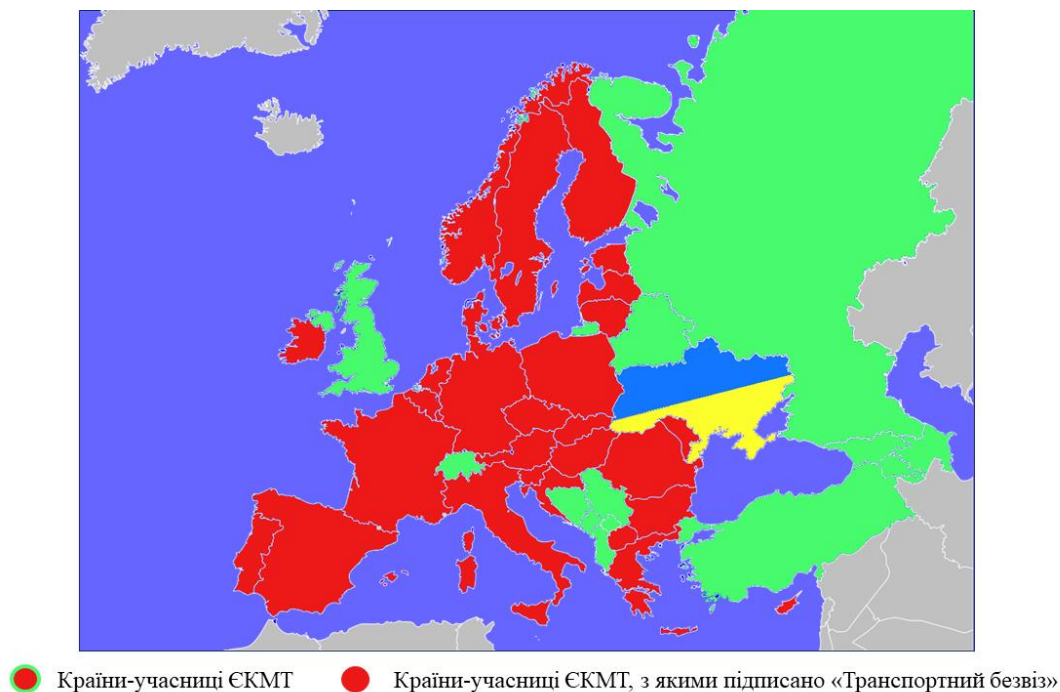


Рисунок 2 – Дія угоди про «Транспортний безвіз»

Організація ЄКМТ була створена на підставі Брюсельського Протоколу 17 жовтня 1953 року. Членами ЄКМТ є 43 країни, серед яких і Україна.

У перші місяці після початку широкомасштабного вторгнення РФ у Україну 2022 року Австрія, Угорщина, Італія, Латвія, Естонія, Болгарія, Німеччина, Данія, Литва, Румунія, Греція та Словаччина уклали з Україною Угоду про тимчасове скасування дозволів ЄКМТ на вантажні перевезення.

29 червня цю Угоду було підписано з усіма 27 країнами ЄС. В серпні 2022 року список країн з «Транспортним безвізом» для України поповнила Молдова, в червні 2023 року – Північна Македонія, у вересні 2023 року – Норвегія.

Оскільки кількість дозволів для України останнім часом почала постійно зменшуватись, а через блокування українських портів у 2022 році потреба в дозволах різко збільшилась, підписання «Транспортного безвізу» стало спасінням для української економіки.

Окрім сертифікату ЄКМТ для здійснення міжнародних вантажних перевезень необхідно отримати:

- сертифікат на відповідність резолюціям ЄКМТ.
- національний протокол перевірки технічного стану КТЗ.
- міжнародний сертифікат техогляду (МСТО). Процедура технічного огляду для комерційного вантажного або пасажирського автомобільного транспорту а також для причепів та напівпричепів необхідно проходити один раз в рік.

Сертифікація послуг з перевезень автомобільним транспортом сприяє не лише забезпеченню безпеки в дорозі, але й підвищенню довіри споживачів до перевізників, створенню конкурентних умов на ринку та збереженню навколишнього середовища через дотримання екологічних стандартів.

У світлі постійно зростаючих вимог до якості та безпеки, сертифікація стає стратегічно важливим інструментом для розвитку та підтримки вантажних і пасажирських перевезень автомобільним транспортом.

#### Література:

1. Gruz-UA. Ліцензування перевезення вантажів в Україні [Електронний ресурс] / Gruz-UA – Режим доступу до ресурсу: <https://gruz-ua.com/licenzuvannya-na-perevezennya-vantazhiv-v-ukra%D1%97ni/>.

2. Транс-Атлас. Обов'язкові документи для міжнародних вантажоперевезень і документація, що спрощує перетин кордонів [Електронний ресурс] / Транс-Атлас – Режим доступу до ресурсу: <https://trans-atlas.com.ua/ua/article/122>.
3. ОТК-Сервіс. ЄКМТ [Електронний ресурс] / ОТК-Сервіс – Режим доступу до ресурсу: <https://otk.in.ua/poslugi/tehoglyad/yekmt>.
4. Міністерство інфраструктури України. Україна отримала 100 додаткових базових квот ЄКМТ на 2023 рік [Електронний ресурс] / Міністерство інфраструктури України. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.kmu.gov.ua/news/ukraina-otrimala-100-dodatkovykh-bazovykh-kvot-iekmt-na-2023-rik>.
5. Оля Мироненко. Які документи необхідні для перевезення вантажу приватній особі: правила вантажоперевезень в Україні [Електронний ресурс] / Оля Мироненко – Режим доступу до ресурсу: <https://cargofy.ua/uk/blog/dokumenty-neobhidni-dlya-vantazhoperevezen>.
6. Kliuiev S. Quality, standardization, certification in transport / S. Kliuiev, N. Hryshycheva, V. Melnykov // Логістичне управління та безпека руху на транспорті: збірник наукових праць науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених., 14-16 листопада 2019 р., м. Лиман – Міністерство освіти та науки України, СНУ ім. В. Даля. – Сєвєродонецьк. – 2019. – С. 63–65.

*Kliuiev S.O., Kyrychenko I.O., Yurov B.V. Certification of road transportation services.* The article discusses the importance of certification of international freight transportation services. The types of certificates required for the organization of freight transportation are presented, and the peculiarities of obtaining licenses, permits and certificates are considered. The changes in the organization of international transportation that are relevant for Ukraine are considered.

**Keywords:** ECMT, certification, "transport visa-free regime", freight transportation.

Клюєв Сергій Олександрович	к.т.н., доцент кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: <a href="mailto:kliuiev@snu.edu.ua">kliuiev@snu.edu.ua</a>
Кириченко Ірина Олексіївна	д.т.н., професор кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: <a href="mailto:i.kir@ukr.net">i.kir@ukr.net</a>
Юров Богдан Віталійович	здобувач вищої освіти, гр. ОПАТ-23дм, кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: <a href="mailto:bogdan.yurov@ukr.net">bogdan.yurov@ukr.net</a>

УДК 656.078

**Клюєв С.О.,  
Смола І.М.**

**м. Київ**

## **ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ**

Стаття розглядає актуальні та передові аспекти вдосконалення систем пасажирських перевезень з використанням інноваційних технологій у сфері автомобільного транспорту. Досліджено вплив новітніх технологій, таких як електричні та автономні транспортні засоби, мобільні додатки та системи управління рухом, на розвиток і зручність пасажирських перевезень. Розглянуто питання екологічності, безпеки та ефективності нових ініціатив в галузі автомобільних перевезень. Особлива увага приділяється взаємодії інновацій з потребами та очікуваннями користувачів, а також впливом на сталість та майбутнє розвитку транспортної системи. Результати дослідження можуть служити як підстава для розробки стратегій та політик в галузі пасажирських перевезень на автомобільному транспорті, спрямованих на підвищення якості обслуговування, зменшення впливу на навколишнє середовище та задоволення зростаючих потреб сучасних пасажирів.

**Ключові слова:** інновації, інтернет речей, пасажирські перевезення, транспортна система, інфраструктура, електромобілі, забруднення повітря.

Автомобільний транспорт в сучасному світі є невід'ємною частиною нашого повсякденного життя, забезпечуючи ефективний та зручний спосіб переміщення. Проте, із зростанням населення та розвитком мегаполісів, виникає необхідність у вдосконаленні системи пасажирських перевезень. В цьому контексті, інноваційний розвиток автомобільного транспорту стає невід'ємною ланкою у стратегії покращення мобільності та забезпечення сталого розвитку [1, 2].

Сучасні виклики, такі як екологічні проблеми, затори та неефективність традиційних перевезень, потребують технологічних рішень та інноваційних підходів. Розглядаються ключові аспекти інноваційного розвитку пасажирських перевезень на автомобільному транспорті, аналізуються нові технології та проекти, що

спрямовані на поліпшення якості та ефективності перевезень, а також розглядаються виклики та перспективи цього заходу. Висвітлення цих аспектів допоможе оцінити потенціал інновацій у сфері пасажирських автоперевезень та їхню роль у сталому розвитку сучасного транспортного сектору.

На сьогоднішній день автомобільний транспорт залишається однією з основних форм пасажирських перевезень, що забезпечує велику частину світового населення ефективним та зручним способом переміщення. Автомобільні мережі великих міст та міжміські автодороги визначають рух і пов'язані із ним виклики [3, 4].

Однак існують ряд проблем, що потребують негайного вирішення. Затори, забруднення повітря, енергетична неефективність та нерівномірний розподіл транспортних ресурсів – це лише кілька проблем, які виникають в сфері пасажирських перевезень. Величезний обсяг використання традиційних автомобілів з порожніми місцями, а також неповне використання об'єктивно важливих транспортних маршрутів підштовхують до розробки та впровадження новаторських рішень для оптимізації системи пасажирських перевезень.

У сучасному світі пасажирські перевезення переживають значні зміни під впливом технологій та змін у споживацьких уподобаннях. Зокрема, застосування мобільних додатків для замовлення транспорту, таких як Uber, зробило доступними нові форми перевезень та змінило взаємодію між пасажиром та водієм.

Однією з головних тенденцій є також перехід до екологічно чистих видів транспорту. Зростання популярності електричних автомобілів та альтернативних видів енергії в пасажирських перевезеннях свідчить про зміни в спрямуванні галузі на шляху до сталого розвитку. Проте, разом із позитивними змінами, існують і виклики, такі як затори, нестача інфраструктури, та необхідність забезпечення безпеки та комфорту для пасажирів. Для подолання цих викликів, галузь пасажирських перевезень активно вивчає та впроваджує інновації в різних аспектах свого функціонування [6].

У цьому контексті, інноваційний розвиток автомобільних перевезень стає стратегічним напрямком, що може вирішити ці виклики та покращити якість перевезень. Електричні автобуси, автономні автомобілі та використання інтернету речей (IoT) в транспорті – це лише кілька напрямків інновацій, що реалізуються для забезпечення ефективності, безпеки та сталості пасажирських перевезень. В далекоглядному плані ці інновації не лише полегшать рух пасажирів, а й сприятимуть створенню екологічно чистих та інтелектуальних транспортних систем майбутнього.

За останні роки електричні автобуси та таксі стали ключовими елементами інноваційного розвитку пасажирських перевезень. Вони допомагають зменшити викиди CO<sub>2</sub> та інших забруднюючих речовин, що сприяє сталому розвитку та збереженню навколишнього середовища. Крім того, електричні автобуси можуть бути витратоекономічними у експлуатації, оскільки їхні експлуатаційні витрати значно нижчі у порівнянні з традиційними автобусами з ДВЗ [7].

Однак для успішного впровадження електромобілів важливо розвивати не лише самі транспортні засоби, але й відповідну інфраструктуру. Створення зарядних станцій та їх розміщення в стратегічних місцях може значно полегшити використання електромобілів та підтримати перехід до екологічно чистого транспорту.

Завдяки швидкому розвитку технологій штучного інтелекту та сенсорів, автономні автомобілі стають реальністю. Такі транспортні засоби можуть покращити безпеку дорожнього руху та забезпечити комфортніші умови для пасажирів, виключаючи фактор людської помилки з процесу водіння.

Автономні автомобілі відкривають нові можливості для пасажирів, зменшуючи час на дорогу та забезпечуючи можливість працювати чи відпочивати під час подорожі. Транспортні компанії можуть знизити витрати на оплату водіїв та покращити розклади, забезпечуючи більш ефективний та надійний сервіс.

Впровадження IoT в пасажирські перевезення дозволяє забезпечити реальний час відстеження руху транспортних засобів, оптимізувати маршрути та уникати заторів. Це допомагає забезпечити ефективний графік та зекономити час для пасажирів.

IoT також може бути використаний для підвищення рівня безпеки на дорозі, надаючи інформацію про стан транспортних засобів, дороги та умови руху. Це сприяє зменшенню аварій та оптимізації роботи систем управління транспортною інфраструктурою [8].

Враховуючи ці інноваційні напрямки, можемо спостерігати перетворення у сфері пасажирських перевезень, спрямовані на створення більш сталої, безпечної та комфортабельної транспортної системи.

Впровадження інновацій у сферу пасажирських перевезень вже має свої успішні приклади у різних куточках світу. Наприклад, місто Стокгольм впровадило систему "екологічних зелених хвиль", яка динамічно регулює світлофори на перехрестях, сприяючи плавному русі екологічно чистих транспортних засобів. Це дозволяє не тільки зменшити затори, але і знизити викиди шкідливих речовин.

Одним із найвідоміших прикладів використання електромобілів є місто Осло, яке поступово замінює свій автобусний парк на електричні автобуси. Це призвело до зменшення рівня забруднення повітря та поліпшення якості середовища для місцевого населення.

Успішні ініціативи в сфері інноваційних перевезень нерозривно пов'язані з активною роллю уряду та підтримкою бізнесу. Багато країн активно впроваджують програми субсидій та стимулювання для транспортних компаній, які переходять на екологічно чисті технології [9].

Бізнес-інкубатори та стартапи, спеціалізовані в галузі транспортних інновацій, грають важливу роль у розробці новаторських рішень. Їхні ідеї і технології можуть швидко знаходити шлях до практичного застосування завдяки підтримці як з боку держави, так і з боку приватного сектору.

Зростаюча роль розумних технологій у сучасних перевезеннях також відіграє ключову роль у створенні інновацій. Впровадження систем штучного інтелекту та IoT для моніторингу дорожнього руху, оптимізації маршрутів, та створення "розумних" парковок дозволяє покращити якість послуг та знизити вплив на навколишнє середовище.

Проекти з використанням сучасних технологій також охоплюють автономний транспорт, де водії можуть використовувати технічні рішення для підвищення безпеки та ефективності руху. Розробка і впровадження таких ініціатив спрямовані на створення більш ефективної, екологічно чистої та безпечної транспортної системи.

Розглядаючи ці приклади та роль громадянського суспільства, уряду та підприємницької активності, можна визначити ключові фактори успіху та перспективи для подальшого розвитку інновацій у сфері пасажирських перевезень. Перехід до сталого та інноваційного транспорту вимагає спільних зусиль та взаємодії всіх зацікавлених сторін.

Інноваційний розвиток у сфері пасажирських перевезень не обійдеться без вирішення численних викликів. Серед найбільших проблем є нестача інфраструктури для підтримки нових технологій, невизначеність стандартів для автономних автомобілів, а також питання щодо кібербезпеки в зв'язку з використанням IoT у транспорті.

Важливим кроком є сприяння виробникам, операторам транспорту та державним органам у вирішенні цих труднощів. Запровадження єдиної нормативної бази та створення партнерств між секторами може допомогти врегулювати ринок та забезпечити безпеку та ефективність інновацій.

Поряд із викликами, що стоять перед інноваціями у пасажирських перевезеннях, існують значні перспективи, які можуть трансформувати транспортну систему у майбутньому.

- Розширення використання електромобілів: Продовження та розширення використання електричних автомобілів може сприяти зменшенню викидів та поліпшити якість повітря в містах. Розвиток більш ефективних акумуляторів та створення широкої мережі зарядних станцій можуть підтримати цю перспективу.

- Інтеграція різних видів транспорту: Розвиток "розумних" систем управління міською мобільністю дозволить інтегрувати різні види транспорту. Взаємодія між автомобілями, електричними скутерами, велосипедами та громадським транспортом може стати більш координованою, спрощуючи переміщення пасажирів.

- Розвиток автономного транспорту: Подальший розвиток та впровадження автономних транспортних засобів може покращити безпеку руху, зменшити кількість аварій та оптимізувати потоки транспорту. Однак, разом із цим, важливо вирішувати етичні та правові питання, пов'язані з автономною технологією.

- Розвиток "розумних" інфраструктурних рішень: Використання сучасних технологій для створення "розумних" доріг, світлофорів та парковок може сприяти оптимізації руху, зменшенню затворів та поліпшенню загальної ефективності транспортної системи.

Однією з основних перспектив є поширення використання інноваційних технологій на більшій території та в інших містах. Зростання популярності електричних автомобілів, автономних транспортних засобів та розумних систем управління дорожнім рухом може призвести до трансформації транспортної системи у багатьох регіонах.

Крім того, інтеграція різних видів транспорту в одну ефективну систему може полегшити переміщення пасажирів та зменшити транспортні затори. Використання технологій для розробки "розумних" транспортних маршрутів та оптимізації останньої милі може стати ключовим аспектом майбутнього розвитку пасажирських перевезень.

Загалом, не дивлячись на виклики, інновації у пасажирських перевезеннях відкривають нові можливості для створення ефективної, екологічно чистої та комфортабельної транспортної системи майбутнього. Вирішення проблем та реалізація перспектив вимагатиме спільних зусиль громадян, бізнесу та влади для досягнення балансу між інноваціями та сталістю у пасажирських перевезеннях.

Акцентуємо увагу на важливості переходу до екологічно чистих технологій, таких як електромобілі, а також переваги автономних автомобілів у контексті безпеки та ефективності.

Використання інтернету речей (IoT) в транспорті, зокрема зв'язаність транспортних засобів для оптимізації маршрутів, відкриває нові можливості для покращення транспортної системи. Успішні приклади впровадження інновацій у реальному житті, такі як "екологічні зелені хвилі" та перехід до електричних автобусів у місті Осло, свідчать про потенціал покращення міської мобільності.

Незважаючи на досягнуті успіхи, інновації в пасажирських перевезеннях залишаються динамічним полем для досліджень та розвитку. Майбутні дослідження можуть зосередитися на вдосконаленні технологій для підвищення безпеки, розширенні ефективних транспортних мереж та розвитку інтегрованих рішень для більшої зручності пасажирів.

Закликаємо державні установи, бізнес-спільноту та науковців продовжувати співпрацю для створення інновацій, спрямованих на вирішення актуальних проблем у сфері пасажирських перевезень. Тільки через

спільні зусилля можна досягти збалансованого та сталого розвитку транспортної системи, яка задовольняє потреби сучасного суспільства.

#### Література:

1. Smith, J., & Johnson, A. (2020). Impact of Autonomous Vehicles on the Future of Passenger Transportation. *Journal of Transportation Innovation*, 15(2), 45-62.
2. Chen, H., & Wang, L. (2019). The Role of Mobile Applications in Enhancing the Passenger Experience in Innovative Transport Systems. *Transportation Technology Review*, 25(3), 87-104.
3. Brown, R., & Gupta, S. (2018). Electric Vehicles and Sustainable Passenger Transportation: A Comprehensive Review. *Sustainable Transportation Journal*, 12(4), 231-240.
4. Lee, S., & Patel, A. (2021). Integration of Artificial Intelligence in Traffic Management for Improved Passenger Flow. *International Journal of Intelligent Transportation Systems*, 18(1), 34-50.
5. Sharma, R. K., & Wang, Q. (2017). Environmental Sustainability in Passenger Transportation: A Case Study of Green Initiatives in Urban Mobility. *Journal of Sustainable Transportation*, 9(2), 121-138.
6. Zhang, Y., & Chen, W. (2016). Innovative Approaches to Safety and Security in Passenger Transport: A Case Study of Advanced Driver Assistance Systems. *Transportation Safety Journal*, 140(7), 071012.
7. Ключев С.О. Аналіз інтелектуальних транспортних систем / С.О. Ключев, А.С. Сігонін // Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи: збірник наукових праць конференції, 20 червня 2023 р. / відп. ред. Н.Б. Чернецька-Білецька. – Київ: СНУ ім. В. Даля, 2023. С. 81-84.
8. Ключев С.О. Дослідження трансформації транспортної логістики в Україні в умовах індустрії 4.0 / С.О. Ключев, Б.В. Юров // Вісник СНУ ім. В. Даля. – Северодонецьк: СНУ ім. В. Даля. – 2021. – Вип. № 4 (268). – С. 66–71.
9. Ключев С.О. Аналіз інноваційних видів транспорту / С.О. Ключев, Смола І.М. // Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи: збірник наукових праць конференції, 20 червня 2023 р. / відп. ред. Н.Б. Чернецька-Білецька. – Київ: СНУ ім. В. Даля, 2023. С. 84-88.

*Kliuiev S.O., Smola I.M. Innovative development of passenger transport by road transport.* The article considers current and advanced aspects of improving passenger transportation systems using innovative technologies in the field of road transport. The influence of the latest technologies, such as electric and autonomous vehicles, mobile applications and traffic management systems, on the development and convenience of passenger transportation has been studied. The issues of environmental friendliness, safety and efficiency of new initiatives in the field of road transport were considered. Special attention is paid to the interaction of innovations with the needs and expectations of users, as well as the impact on the sustainability and future development of the transport system. The results of the research can serve as a basis for the development of strategies and policies in the field of passenger transport by road, aimed at improving the quality of service, reducing the impact on the environment and meeting the growing needs of modern passengers.

**Keywords:** innovations, Internet of things, passenger transportation, transport system, infrastructure, electric cars, air pollution.

Ключев Сергій Олександрович

к.т.н., доцент кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: kliuiev@snu.edu.ua.

Смола Ілля Миколайович

здобувач вищої освіти, гр. ОПАТ-21д, кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ.

УДК 625.7-049.5:656.13

**Кондель В.**

**м. Полтава**

### АНАЛІЗ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ДОРОГИ ПІД ЧАС РУХУ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Проведено аналіз стану безпеки руху та аварійності на наземному транспорті в Україні. Виявлено, що за останній час суттєво збільшилася кількість дорожньо-транспортних пригод, число загиблих і травмованих осіб через несприятливі дорожні умови. Досліджено вплив величини коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою  $\phi$  на безпеку руху автомобільним транспортом і запропоновано заходи щодо його збереження на нормативному рівні. Охарактеризовано показники рівня безпеки дороги (відносна аварійність, коефіцієнт безпеки, коефіцієнт аварійності) та методику оцінки рівнів безпеки руху, використання яких дозволяє знайти шляхи щодо зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод та негативних наслідків від них.

**Ключові слова:** безпека руху, ДТП, коефіцієнт зчеплення  $\phi$ , показники безпечності дороги, методика оцінки рівнів безпеки.

Державна служба України з безпеки на транспорті провела детальний аналіз стану безпеки руху та аварійності на наземному транспорті в Україні за 9 місяців 2023 року, який показав, що незважаючи на вжиття з боку Укртрансбезпеки системних заходів для забезпечення належного рівня безпеки та проведення відповідних робіт щодо попередження виникнення дорожньо-транспортних пригод, стан справ з аварійністю продовжує залишатися складним. Так за статистичними даними протягом 9 місяців 2023 року на автошляхах України сталося 1469 дорожньо-транспортних пригод (далі – ДТП) за участю ліцензованого автомобільного транспорту, який надає послуги з перевезення пасажирів, небезпечних вантажів та небезпечних відходів, міжнародних перевезень пасажирів та вантажів, в яких 132 особи загинули та 633 особи отримали травми, що суттєво перевищує показники 9 місяців 2022 року: на 31,3% – за кількістю ДТП, на 50% – числом загиблих і 22,2% – травмованих осіб [1, с. 1-2]. Інші показники ДТП (види, причини настання, час доби, маршрути руху автомобільного транспорту тощо) подано на рис. 1 [4].

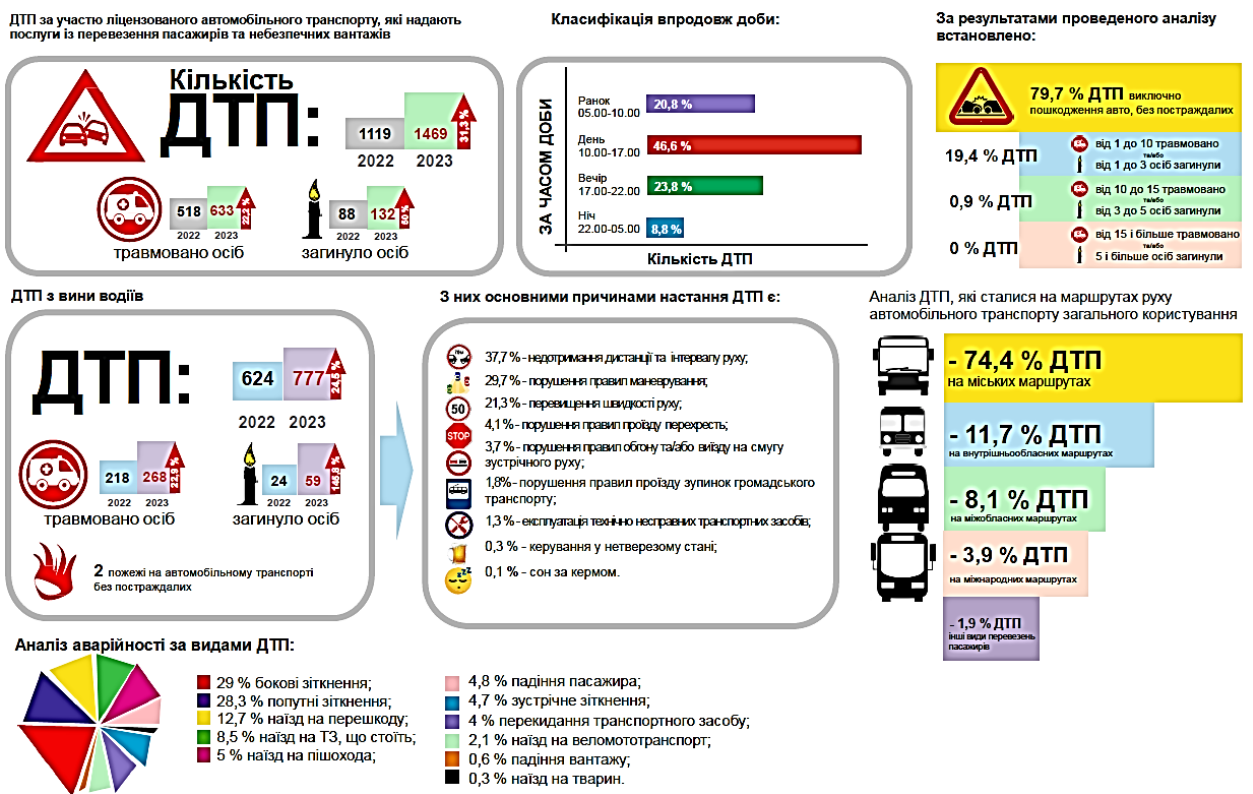


Рисунок 1 – Стан аварійності на автомобільному транспорті за 9 місяців 2023 року

Аналізуючи динаміку загиблих і травмованих у ДТП в Україні, науковці виявили, що кількість загиблих на 100 ДТП на автомобільних дорогах загального користування майже вдвічі перевищує аналогічні показники в цілому по Україні (рис. 2) [2, с. 90], а рівень загибелі на одне ДТП суттєво перевищує показники передових країн світу (наприклад, Німеччини у 10 разів). Саме тому багато сучасних досліджень присвячено аналізу рівня безпеки дороги під час руху автомобільним транспортом, виявленню найнебезпечніших аварійних ситуацій на дорозі, а також розробці та впровадженню заходів, спрямованих на запобігання і зменшення небезпек для людей, транспортних засобів та довкілля [5, с. 6].

Офіційна статистика свідчить, що дорожні умови в Україні є причиною 8...12% всіх ДТП, але дослідження науковців показали, що несприятливі дорожні чинники можуть бути причиною ДТП у 30...40%. Це означає, що головними умовами забезпечення безаварійної роботи автомобільного транспорту є відповідність проєктів технічного стану доріг, рівень та якість їх ремонту, утримання та облаштування доріг сучасними елементами і засобами, що регламентовано рядом нормативних документів, зокрема, відповідних державних будівельних норм.

Аналізуючи основні причини ДТП, викликані незадовільними дорожніми умовами, отримаємо приблизний щорічний розподіл чинників, пов'язаних з дорожніми факторами, а саме: підвищена ковзкість покриття – 64,7%; нерівність покриття – 9,5%; погане утримання дороги в зимовий період – 7,2%; недостатнє освітлення проїжджої частини – 5,6%; незадовільний стан обочин – 5,2%; відсутність тротуарів і доріжок – 3,3%; інші причини – 4,5%. Ці дані свідчать про те, що майже 2/3 усіх ДТП, викликаних незадовільними дорожніми

умовами, відбувається при підвищеній ковзкості покриття, головним показником якого є коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою  $\phi$ . Цей коефіцієнт для різних дорожніх покриттів та умов їх роботи може мати такі значення для

- цементобетону (сухого – 0,7...0,9; вологого – 0,36...0,6);
- асфальтобетону (сухого – 0,8; вологого – 0,47...0,66; влітку при температурі 40°C – 1,0...1,1);
- гравійного покриття (сухого – 0,6...0,7; вологого – 0,3...0,4);
- ґрунтової дороги (сухої – 0,5...0,6; зволоженої – 0,2...0,4);
- піску (сухого – 0,2...0,3; зволоженого – 0,4...0,5);
- снігу (посипаного піском – 0,3...0,38; збитого – 0,3...0,5, розпушеного – 0,2...0,4);
- гладкого льоду (при температурі нижче 0°C – 0,06...0,1).

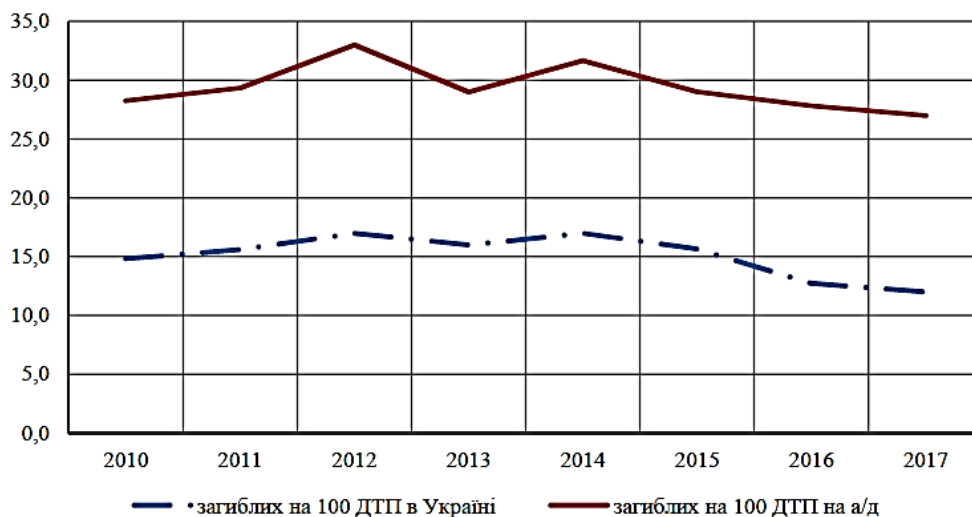


Рисунок 2 – Кількість загиблих на 100 ДТП

Оскільки величина коефіцієнта зчеплення  $\phi$  суттєво впливає на безпеку руху автомобільним транспортом, будівельні норми містять мінімальні значення цього коефіцієнта, які повинні забезпечити дорожньо-експлуатаційна служба за будь-яких метеорологічних умов. Величина коефіцієнта  $\phi$  має бути не менше 0,4 для вологого стану дороги на будь-якому покритті.

В процесі експлуатації погіршуються властивості автомобільної дороги як інженерної споруди через стирання кам'яних матеріалів під дією шин, дії атмосферних опадів, забруднення покриття, внаслідок чого суттєво зменшується шорсткість покриття, зростає гальмівний шлях автомобіля та ймовірність виникнення ДТП. Для забезпечення безпеки дорожнього руху необхідно постійно вживати заходи, які зберігатимуть коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою  $\phi$  на достатньому рівні, а саме: підігрів покриття, застосування дренажних покриттів, збільшення розмірів гравію для поверхневої обробки, використання сучасних фрикційних матеріалів та спеціальних рисунків протектора, встановлення антиблокуючих пристроїв у гальмівних системах автомобільного транспорту [3].

Оцінюючи рівень безпеки дороги, можна використати такі показники: відносну аварійність, коефіцієнт безпеки, коефіцієнт аварійності тощо.

Відносна аварійність – це показник, що характеризує рівень аварійності на дорозі і дозволяє оцінити ступінь небезпеки окремих її ділянок. Цей показник визначається з урахуванням кількості ДТП на ділянці дороги за розрахунковий період (наприклад, 1 рік), інтенсивності руху та сумарного пробігу автомобілів в обох напрямках, довжини ділянки дороги.

Коефіцієнт безпеки визначається як відношення швидкості, яка забезпечується тією чи іншою ділянкою дороги, виходячи з безпеки руху, до найбільш можливої максимальної швидкості в'їзду на неї з попередньої ділянки. Ділянка дороги вважається безпечною, якщо коефіцієнт безпеки складає 0,8...1,0; малобезпечною – 0,7...0,8; небезпечною – 0,6...0,7; дуже небезпечною – менше 0,6.

Для виявлення небезпечних ділянок доріг з різними комбінаціями умов руху використовують коефіцієнт аварійності, який визначається як відношення кількості ДТП на 1 млн км сумарного пробігу транспортних засобів на якій-небудь ділянці дороги до кількості ДТП на еталонній, тобто, горизонтальній прямолінійній ділянці з рівним шорстким покриттям шириною 7,5 м і закріпленими обочинами шириною 2,5...3 м на відкритій місцевості. Взагалі, цей коефіцієнт розраховують як добуток окремих коефіцієнтів аварійності з урахуванням інтенсивності руху автомобільного транспорту, кількості смуг руху, ширини проїжджої частини та обочини, відстані видимості в плані, поздовжнього нахилу дороги, радіусу кривизни у плані, коефіцієнтів

зчеплення  $\phi$  тощо. Усі ці окремі коефіцієнти встановлюються на основі аналізу статистики ДТП. Якщо загальний коефіцієнт аварійності складає не більше 10, ділянка дороги вважається задовільною за вимогами безпеки руху, якщо 10...20 – слід заборонити обгін з виїздом на зустрічну смугу. Якщо коефіцієнти аварійності знаходяться у межах 20...40, необхідно не тільки заборонити обгін, але й встановити відповідні знаки щодо обмеження швидкості руху автотранспортних засобів. Ділянки доріг, для яких коефіцієнт аварійності перевищує 40, є дуже небезпечними і підлягають реконструкції [3].

Для детального аналізу рівня безпеки можна використати «Методику оцінки рівнів безпеки руху на автомобільних дорогах України» (М 218-033450778-652:2008), як це зробили дослідники рейтингу мережі доріг державного значення за даними аварійності 2017 року [2]. За цією методикою рівень безпеки руху характеризується відносними показниками аварійності та/або тяжкості наслідків від ДТП по відношенню до умовно прийнятого безпечного рівня, «еталонного» показника, визначеного для конкретного періоду часу і простору, який в даній ситуації максимально захищає людину від ризиків потрапити у ДТП. Автори оцінили ступінь небезпеки 10 автомобільних доріг державного значення за середньозваженим показником рівня аварійності та тяжкості наслідків ДТП, використовуючи наступні дані: середня кількість ДТП на 1 км, середня кількість ДТП з постраждалими на 1 км, кількість загиблих на 100 ДТП. Дослідження показали, що дуже небезпечними автомобільними дорогами державного значення є Р-70 Одеса–Білгород–Дністровський–Монаші і М-27 Одеса–Іллічівськ, а інші вісім – М-10 Львів–Краковець, М-05 Київ–Одеса, Р-05 Городище–Рівне–Старокостянтинів, Р-06 Ульяновка–Миколаїв, Р-01 Київ–Обухів, М-11 Львів–Шегині, Р-02 Київ–Іванків, Н-02 Львів–Тернопіль – мають небезпечний рівень. Науковці дійшли висновку, що встановлення рейтингу автомобільних доріг за показниками рівня аварійності та тяжкості наслідків ДТП і покращення дорожніх умов, насамперед, на дорогах з найвищим рівнем аварійності – це найефективніший шлях до поставленої мети щодо зниження кількості ДТП та загиблих на автомобільних дорогах загального користування. Крім того, оцінюючи мережу доріг слід аналізувати всі коефіцієнти окремо, оскільки на автомобільних дорогах з низьким рівнем аварійності може бути висока тяжкість наслідків від ДТП, тому розробка заходів з підвищення безпеки руху у кожному конкретному випадку повинна мати свою направленість, що суттєво зменшить кількість ДТП та їх негативні наслідки [2, с. 91–96].

**Висновок.** Таким чином, аналізуючи дані Державної служби України з безпеки на транспорті, можна стверджувати, що останнім часом суттєво збільшилася кількість ДТП, число загиблих і травмованих осіб через несприятливі дорожні умови. Оскільки причиною переважної кількості таких ДТП є підвищена ковзкість покриття, слід постійно вживати заходів щодо забезпечення нормативного значення коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою  $\phi$ .

Для оцінки рівня безпеки дороги слід використовувати відповідні показники (відносна аварійність, коефіцієнт безпеки, коефіцієнт аварійності тощо), а також запропоновану методику оцінки рівнів безпеки руху, що дозволить знайти шляхи для зменшення кількості ДТП і негативних наслідків від них.

#### Література:

1. Аналіз стану безпеки руху та аварійності на наземному транспорті в Україні за 9 місяців 2023 року. URL: [https://old.dsbt.gov.ua/sites/default/files/imce/Bezpeka\\_DTP/2023/analiz\\_avariynosti\\_9\\_misyaciv\\_2023.pdf](https://old.dsbt.gov.ua/sites/default/files/imce/Bezpeka_DTP/2023/analiz_avariynosti_9_misyaciv_2023.pdf).
2. Бондар Т.В., Нагребельна Л.П., Кононенко А.О., Беленчук О.В., Ольхова М.Ю., Петрашенко О.П. Рейтинг мережі доріг державного значення за даними аварійності 2017 року. *Дороги і мости*. Київ, 2017. Вип. 17. С. 89-96. URL: [http://dorogimosti.org.ua/files/upload/ilovepdf\\_com-89-96.pdf](http://dorogimosti.org.ua/files/upload/ilovepdf_com-89-96.pdf).
3. Дорожні умови та їх вплив на керування автомобіля. URL: <https://licey58.zp.ua/lesson/tema-dorozhni-umovi-ta-%D1%97x-vpliv-na-kerovanist-avtomobilya>.
4. Стан аварійності на автомобільному транспорті загального користування за 9 місяців 2023 року. URL: [https://old.dsbt.gov.ua/sites/default/files/imce/Bezpeka\\_DTP/2023/avariynist\\_9\\_misyaciv\\_2023.pdf](https://old.dsbt.gov.ua/sites/default/files/imce/Bezpeka_DTP/2023/avariynist_9_misyaciv_2023.pdf).
5. Ткаченко І. О. Ризики у транспортних процесах : навч. посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 114 с. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/154806543.pdf>.

*Kondel V. Analysis of the road safety level while driving motor vehicle transport.* The analysis of the state of traffic safety and accidents on land transport in Ukraine was carried out. It was revealed that recently the number of traffic accidents, the number of dead and injured persons due to adverse road conditions has increased significantly. The influence of the coefficient of adhesion of the wheels to the road on the safety of road traffic was studied and measures were proposed to maintain it at the regulatory level. The road safety level indicators (relative accident rate, safety factor, accident rate) and the methodology for assessing traffic safety levels are characterized, the use of which allows finding ways to reduce the number of road accidents and their negative consequences.

**Keywords:** traffic safety, traffic accidents, coefficient of adhesion  $\phi$ , road safety indicators, method of assessing safety levels.

Кондель Володимир Миколайович

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри професійної освіти, дизайну та безпеки життєдіяльності Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка, м. Полтава; e-mail: vkondel@i.ua

## ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ ТА ОСНОВИ ТРАНСПОРТУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВАНТАЖІВ

У статті наголошується, що підготовка майбутніх фахівців із транспорту та логістики у закладах вищої освіти повинна включати в себе знання про різні типи вантажів, у тому числі будівельних, та їхні фізичні та геометричні характеристики, а також про різні види транспорту, які використовуються в будівництві. Важливо знати, який вид транспорту доцільно використовувати для перевезення певного типу вантажу, залежно від відстані, габаритів вантажу та інших факторів. Необхідно мати уявлення про процеси навантаження, транспортування та розвантаження будівельних вантажів, а також про планування транспортних процесів та їхню координацію з графіком перевезень.

**Ключові слова:** підготовка фахівців, транспортна галузь, транспортування, вантаж, габарити, автотранспорт, будівельні вантажі.

Підготовка майбутніх фахівців із транспортування будівельних вантажів має виконуватися з урахуванням того, який вид транспорту доцільно використовувати для перевезення певного типу вантажу, залежно від відстані перевезення, габаритів вантажу та інших факторів [1-3]. Важливо мати знання про процеси навантаження, транспортування та розвантаження будівельних вантажів, а також про планування транспортних процесів та їхню координацію з графіком монтажу конструкцій на будівельному майданчику та процесом зведення будівель, особливо з монолітного залізобетону.

Ці знання допоможуть майбутнім фахівцям ефективно організувати транспортування будівельних вантажів та забезпечувати успішне виконання будівельних проєктів. Окрім того, важливо мати знання про різні способи складування та зберігання будівельних матеріалів, що допоможе забезпечити їхню цілісність та запобігти пошкодженням під час транспортування. Знання про планування внутрішньобудівельних доріг та їхню організацію допоможуть забезпечити ефективне та безпечне транспортування вантажів на будівельному майданчику. Отже, підготовка майбутніх фахівців із транспортування будівельних вантажів повинна бути комплексною та включати в себе знання про різні аспекти транспортування, що допоможе забезпечити успішне виконання будівельних проєктів та збереження матеріальних ресурсів.

У будівництві транспортні операції мають велике значення, і їх різноманітність [4-7] визначає важливість правильного вибору транспортних засобів, напрямків вантажопотоків, комплексної механізації навантаження та розвантаження, а також зменшення перевантажень та оптимізацію дальності перевезень. Фактори, які впливають на вибір транспортних засобів, включають тип вантажу (штучний, сипкий, рідкий), розміри та масу конструкцій (довгомірні, плоскі, тонкостінні елементи), спосіб транспортування (горизонтальний, вертикальний, похилений), габарити просторових елементів, дальність та допустиму швидкість транспортування, спосіб розвантаження, вид дороги, її стан та ухил, температуру перевезеного матеріалу і зовнішнього повітря, умови транспортування (відкритий чи закритий спосіб).

При використанні автомобільного транспорту враховують ці фактори при виборі типу автомобіля, тягача, причепа або напівпричепа. Під час вибору транспортного засобу для перевезення вантажу на будівельний майданчик спочатку визначають найефективніші види, враховуючи розташування основних постачальників, а потім обирають найоптимальніші транспортні засоби.

Оцінка транспортних засобів у будівництві може бути розділена на три групи критеріїв: технічні (вантажопідйомність, прохідність, маневреність, осьові навантаження, пристосованість до навантажувально-розвантажувальних операцій), технологічні (збереження вантажів, місце розвантаження) та економічні (собівартість перевезень).

Використання автомобільного транспорту є ефективним для перевезення різних типів вантажів на відстані до 200 км, а в деяких країнах цей вид транспорту широко застосовується навіть на більші відстані (рис. 2). Особливо це актуально у важкодоступних районах та при наявності вантажів, які за розмірами не підходять для перевезення залізничним транспортом.

У сільській місцевості автомобільний транспорт і трактори використовуються для доставки вантажів на будь-які відстані. З іншого боку, залізничний транспорт виявляється більш доцільним для перевезення важких вантажів та обладнання, особливо у випадку будівництва великих об'єктів, де великі обсяги матеріалів потрібно сконцентрувати в одному місці. Ці відмінності у використанні транспорту визначаються конкретними вимогами та умовами будівельних проєктів.

Річковий транспорт виявляється зручним у випадках, коли будівництво розташоване в прибережних зонах річок та обладнано спеціальним портовим обладнанням.

Повітряний транспорт використовується лише винятково, зазвичай для перевезення та монтажу унікальних конструкцій, коли інші види транспорту стають неефективними через економічні або тимчасові обставини [8-10]. Цей вид транспорту застосовується у важкодоступних районах, де відсутня власна інфраструктура, водні та наземні шляхи комунікацій, або в періоди, коли інші засоби транспорту неможливо використати через несприятливі кліматичні умови.

Змішані способи перевезення використовуються в регіонах, де технічно неможливо організувати рух деяких видів транспорту через відсутність автомобільних або залізничних доріг, наявність водних перешкод, або коли доставка вантажів змішаним способом, навіть із додатковим перевантаженням, виявляється економічно вигідною.

Різновидами безрейкового транспорту є автомобільний і тракторний. Безрейковий транспорт вигідно використовувати завдяки невеликим капітальним витратам, низьким витратам на навантажувально-розвантажувальні роботи та можливості перевозити будівельні вантажі вчасно. Автомобілі можуть просуватися по дорогах з великими повздожними ухилами та малими радіусами повороту.

Автомобільний транспорт поділяється на два основних типи: транспорт із об'єднаним двигуном та бункером для переміщення вантажу (кузов) та транспорт із розділеним двигуном і кузовом, такий як тягачі з причепами та напівпричепами, а також тракторний транспорт.

Автомобільний транспорт використовується в основному бортовий, або загального призначення, який призначений для перевезення різноманітних матеріалів, таких як цегла (рис. 1), збірні залізобетонні конструкції (рис. 2), пакетовані матеріали та продукція деревообробних підприємств. Також використовуються додаткові причепа та напівпричепа для оптимізації транспортних потужностей.



Рисунок 1 – Перевезення та розвантаження цегли спеціальним автотранспортом



Рисунок 2 – Спеціалізовані напівпричепа: розсувний балковоз

Автомобілі-самоскиди використовуються для перевезення сипких будівельних матеріалів, ґрунту та будівельного сміття, і мають перевагу у можливості використання механічного розвантаження. Ці самоскиди поділяються на універсальні та спеціалізовані залежно від призначення. Також вони розрізняються за типом розвантаження – назад, на один чи два боки, або на три боки. Автопоїзди з самоскидами також є поширеними в певних сферах.

Для перевезення матеріалів, які характеризуються невеликою щільністю, таких як керамзит, використовують спеціальні автомобілі з великим обсягом кузова, до 40 м<sup>3</sup>, з метою повного використання їх вантажопідйомності. У виняткових ситуаціях розчин і бетонну суміш перевозять на спеціалізованих автосамоскидах у готовому вигляді, однак це може бути неефективним через можливе розшарування суміші, вплив зовнішніх атмосферних факторів та втрати цементного (вапняного) молока через задній борт.

Автомобілі спеціального призначення використовуються для перевезення груп однорідних вантажів, таких як панелевози, лісовози, або вантажів одного типу, наприклад, цистерни для цементу. Також використовують спеціалізовані причепа та напівпричепа, які поєднуються з тягачем для перевезення збірних залізобетонних конструкцій, таких як ферми, балки, панелі, або важких неподільних вантажів. Широко використовуються спеціальні напівпричепа, такі як цементовози, вапновози та розчиновози. Набуває популярності використання автомобілів, на яких вантаж одночасно переміщується та технологічно обробляється, такі як автобетонозмішувачі, автогудронатори та авторозчиновози.

Отже, можемо підсумувати, що для підготовки майбутніх фахівців транспортної галузі у закладах вищої освіти є важливими всі види транспортування, в тому числі транспортування будівельних вантажів. При виборі транспортного засобу фахівцю з будівельним ухилом потрібно враховувати відстані перевезення, габарити вантажу та інші параметри вантажу та дорожнього покриття. Не менш значущим є знання з принципів навантаження та розвантаження вантажу. Всі ці знання допоможуть майбутнім фахівцям ефективно організувати транспортування вантажів та забезпечувати успішне виконання проєктів.

#### Література:

1. Тридід О.М., Азаренкова Г.М., Мішина С.В., Борисенко І.І. Логістика. Навч. посіб. – К.: Знання, 2008. – 566 с.
2. Власова П.О., Пономарьова Ю.В. Формування ефективної закупівельної політики підприємств роздрібної торгівлі. Навч. посібник. – Х.: 2003. – 144 с.
3. Promdex. [Електронний ресурс]: Огляд ринку логістики України / Агличанова Ю. – Режим доступу: <http://www.promdex.com/community/detail/1149.html>.
4. Брайковська А.М. Дослідження особливостей формування ринку транспортних послуг як середовища функціонування підприємств транспорту / А.М. Брайковська // Економіст. – 2012. – № 9. – С.50 – 54.
5. Попович П.В. Аналітичні технології в забезпеченні економічної ефективності логістичних систем / П.В. Попович // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2016. – Вип. № 169. – С. 223 – 225.
6. Шевчук О.С. Вплив показників ефективності на безпеку руху вулично-дорожніми мережами / О.С. Шевчук // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2016. – Вип. № 169. – С. 205 – 209.
7. Попович П.В. Дослідження тенденцій розвитку ринку вантажних автомобільних перевезень у сучасних умовах / П.В. Попович, О.С. Шевчук, А.Й. Матвішин, В.М. Лотоцька // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія : Технічні науки. – № 2. – 2016. – С. 224 – 229.
8. Попович П.В. Підвищення ефективності технологій перевезень організаційними шляхами надання транспортних послуг / П. Попович, О. Шевчук, І. Мурований // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2017. – Вип. № 184. – С. 124 – 130.
9. Тюріна Н.М. Логістика [Текст]: Навч. посіб. / Н.М. Тюріна, І.В. Гой, І.В. Бабій. – К.: «Центр учбової літератури», 2015. – 392 с.
10. Пасічник А.М. Проблеми та перспективи розвитку логістичного аутсорсингу в транспортній системі України / А.М. Пасічник, І.Г. Лебідь, В.В. Кутирєв, К.М. Бугерко // Управління проєктами, системний аналіз і логістика. – 2014. – Вип. 14(1). – С. 146 – 159.

*Molchanov P.O., Borisova T.M., Hudz S.A., Doroshenko S.O. Training of future specialists in the transport industry in institutions of higher education and the basics of transportation of construction cargo.* The article emphasizes the need to train future transport and logistics specialists in higher education institutions to know different types of cargo, including construction cargo. They should also understand their physical and geometric characteristics and the various types of transportation used in construction. It is crucial to know which mode of transportation is suitable for a specific type of cargo, depending on the distance, cargo dimensions, and other factors. Furthermore, it is essential to have a clear idea of the loading, transportation, and unloading processes of construction cargo, as well as planning transport processes and coordinating them with the transportation schedule.

**Keywords:** training of specialists, transport industry, transportation, cargo, dimensions, motor vehicles, construction cargo.

Молчанов Петро Олександрович

к.т.н., доцент кафедри професійної освіти, дизайну та безпеки життєдіяльності, Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка, м. Полтава. e-mail: molchanov@gsuite.pnpu.edu.ua

Борисова Тетяна Миколаївна

к.п.н., доцент кафедри професійної освіти, дизайну та безпеки життєдіяльності, Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка, м. Полтава. e-mail: borisova.tanya@ukr.net

Гудзь Сергій Анатолійович

к.т.н., доцент кафедри «Архітектура», ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Дніпро, e-mail: goods\_s\_a@pstu.edu

Дорошенко Сергій Олександрович

здобувач вищої освіти, гр. ПГС-22-М, кафедра «Архітектура», ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Дніпро.

УДК 656.07

**Петрейко Ю.В.,  
Кириченко І.О.,  
Подгорна Л.С.**

**м. Київ**

### **ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

У статті наведено дані щодо цілей та параметрів якості залізничних перевезень, заходи по підвищенню конкурентоспроможності залізничного транспорту при здійсненні вантажних перевезень в міжнародному сполученні, розвиток інтермодальних перевезень.

**Ключові слова:** інтермодальні перевезення, залізничний транспорт, оцінка конкурентоспроможності, якісні показники, інфраструктура, швидкість доставки, транспортне обслуговування.

В сучасних умовах одним з основних способів доставки вантажів в міжнародних перевезеннях є інтермодальні перевезення, розвиток інтермодальних технологій, які сприяють швидкому та якісному переміщенню вантажопотоків. Це питання актуальне, тому що пов'язане з великою конкуренцією на міжнародних перевезеннях, що веде к модернізації транспортної інфраструктури, що, в свою чергу веде к більш якісному перевезенню вантажів на міжнародному рівні. На даний час немає жорстких рамок стосовно міжнародних стандартів щодо застосування правового режиму між країнами Європейського союзу.

Для перевезень виділяють наступні параметри якості [1]:

1. Час перевезення вантажу.
2. Безпека вантажу під час перевезення до отримання вантажу.
3. Точність є одним із найбільш важливих параметрів якості, що характеризують роботу всіх видів транспорту.

Облік показника зручності користування транспортними послугами особливо важливий при організації міжнародних перевезень, так як у клієнтів виникає безліч проблем при взаємодії з перевізниками, пов'язаних з підготовкою вантажу до перевезення, орендою контейнерів і рухомого складу, необхідністю отримання консультацій про вибір оптимальної, з точки зору клієнта, схеми зовнішнього торговельного перевезення, порядку оплати за перевезення, внесення податкових і митних платежів і т. і.

Даний показник розраховується як середні показники інформаційних, технологічних та консультаційних зручностей:

$$K_y = \sqrt[3]{K_{y(\text{інф})} \cdot K_{y(\text{техн})} \cdot K_{y(\text{конс})}} \quad (1)$$

$K_{y(\text{інф})}$  – показник інформаційної зручності;

$K_{y(\text{техн})}$  – показник технологічної зручності;

$K_{y(\text{конс})}$  – показник консультаційної зручності;

Кожен з цих показників розраховується за формулою:

$$K_{y(i)} = \frac{V_{\text{факт}(i)}}{V_{\text{max}(i)}} \quad (2)$$

де  $V_{\text{факт}(i)}$  – фактичний рівень і-го виду зручностей;

$V_{\text{max}(i)}$  – максимально можливий (ідеальний) рівень і-го виду зручностей.

Оцінка величин  $V_{факт(i)}$  і  $V_{max(i)}$  ведеться на підставі аналізу результатів опитувань клієнтів і незалежних експертів за 10 бальною шкалою.

Методика оцінки конкурентоспроможності перевізника заснована на врахуванні інтересів вантажовласника, що приймає рішення про виконання міжнародного перевезення, а також пов'язує параметри кон'юнктури товарного ринку (через ціни на вантаж, що перевозиться в пункті відправлення та призначення), транспортно-ринку (тариф на перевезення, додаткові витрати, пов'язані з перевезенням, величина можливого збитку і т.д.) і фінансового ринку. У загальному вигляді схема визначення рівня конкурентоспроможності перевізника представлена на рис.1.

Рівень конкурентоспроможності міжнародного перевезення кількісно можна визначити за формулою:

$$K_{КС} = \sum_{i=1}^n \frac{K_i \cdot \alpha_i}{C_{тар} \cdot P_{потр}} \quad (3)$$

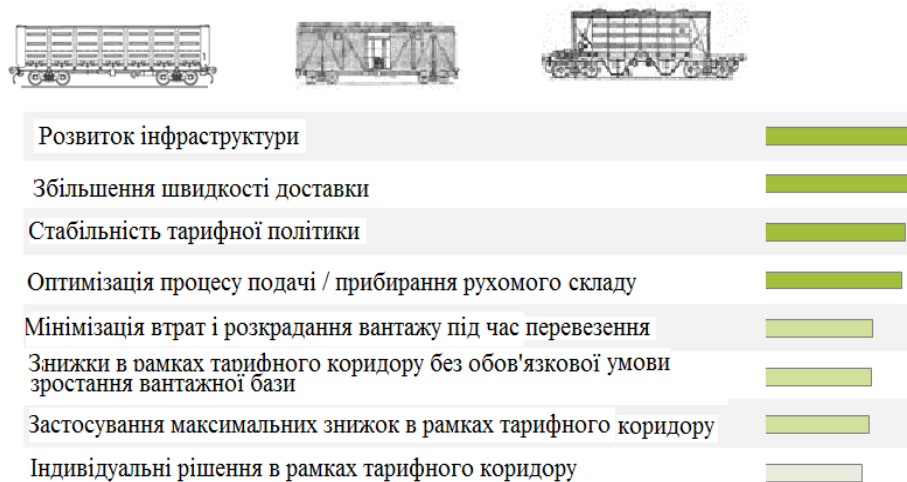


Рисунок 1 – Заходи підвищення конкурентоспроможності при здійсненні вантажних залізничних перевезень в міжнародному сполученні

На підставі вищевикладеного для підвищення якості перевезень можна зробити наступні висновки [4, 5]:

- конкурентоспроможність міжнародного перевезення є найважливішим загальним принципом вибору основного перевізника;
- при виконанні міжнародного перевезення необхідно враховувати не тільки витрати на перевезення, але і рівень якості транспортного обслуговування, безпеки;
- оптимальність рівня обслуговування повинна досягатися шляхом реалізації принципу компромісного рішення, що задовольняє як клієнту, так і перевізнику;
- серед витрат вантажовласника на виконання перевезення доцільно виділення груп витрат, характерних для міжнародних перевезень і визначення шляхів їх можливої мінімізації;
- при аналізі методики визначення конкурентоспроможності залізничного транспорту при міжнародних перевезеннях комплексність обліку кількісних і якісних показників є необхідною умовою;
- методика заснована на врахуванні інтересів вантажовласника і через систему показників пов'язує воєдино параметри товарного, фінансового і транспортного ринків, забезпечуючи застосування принципу комплексного (системного) підходу і дозволяючи об'єктивно оцінити стан залізниць в секторі міжнародних перевезень;
- оцінка рівня конкурентоспроможності варіантів міжнародного перевезення є етапом побудови системи розподілу вантажопотоку в міжнародному сполученні по конкретному напрямку перевезень і визначення на її основі величини можливого прибутку залізничного транспорту і економічно доцільного обсягу перевезених вантажів.

#### Література:

1. Системи управління якістю. Основні положення та словник: ДСТУ ISO 9000-2001. – К. Держстандарт України, 2001. – 117 с. - (Національні стандарти України).
2. Державна служба статистики України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: ukrstat.gov.ua.
3. Гурч Л.М. Маркетингове дослідження ринку транспортних послуг України [Електронний ресурс] / Л.М. Гурч, А.М. Ченчик. – Режим доступу: [http://vlp.com.ua/files/23\\_22.pdf](http://vlp.com.ua/files/23_22.pdf).

4. Juran, J.M., Juran on leadership for quality: An executive handb./ J.M.Juran. – New York: Free press, Cop., 1989. – 376 p.
5. Клюєв С.О. Дослідження трансформації транспортної логістики в Україні в умовах індустрії 4.0 / С.О. Клюєв, Б.В. Юров // Вісник СНУ ім. В. Даля. – Северодонецьк: СНУ ім. В. Даля. – 2021. – Вип. № 4 (268). – С. 66–71.

*Petreiko Y.M., Kyrychenko I.O., Podhorna L.S. Improving the quality of transportation.* The article provides data on the goals and parameters of the quality of rail transportation, measures to increase the competitiveness of rail transport in international freight transportation, and the development of intermodal transportation.

**Keywords:** intermodal transportation, railway transport, assessment of competitiveness, quality indicators, infrastructure, speed of delivery, transport service.

Петреико Юрій Миколайович	здобувач вищої освіти, гр. ОПЗТ-22д, кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ.
Кириченко Ірина Олексіївна	д.т.н., професор кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: i.kir@ukr.net
Подгорна Лілія Сергіївна	асистент кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: lspodgorna@gmail.com

УДК 658

**Росич К.С.  
Кічка О.І.**

**м. Одеса**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ФОРМУЛЮВАННЯ МЕТОДИЧНИХ РІШЕНЬ З ПИТАНЬ ПОСТАЧАННЯ СКРАПЛЕНОГО ГАЗУ**

Анотація. Метою дослідження є методи та шляхи постачання скрапленого газу в Україну. На основі аналізу поточної ситуації та перспектив розвитку ринку LPG у світі та Україні, а також оцінки різних технологій постачання пропонується методичний підхід до вибору місця розташування терміналу скрапленого газу в Україні на підставі методу експертних систем, зокрема методу парних порівнянь Сааті. Для оцінки альтернатив були досліджені та обрані фактори, що впливають на вибір місця розташування терміналу. У якості факторів оцінки розглядаються: доступність транспортної інфраструктури, геополітичний контекст, близькість до ринків збуту, наявність кваліфікованих спеціалістів, вартість землі та екологічні умови. За результатами проведеного дослідження встановлено, що найбільш важливим фактором для вибору місця розташування терміналу є доступність транспортної інфраструктури. У зв'язку з цим, на основі методу парних порівнянь Сааті було визначено, що найбільш сприятливим місцем для будівництва терміналу в Україні є місто Южне.

**Ключові слова:** скраплений газ, LPG, імпорт, постачання, Україна, термінал, метод експертних систем, метод Сааті, транспортна інфраструктура.

В дослідженні проаналізовано стан імпорту скрапленого газу та технології його постачання. У світі, скраплений природний газ стрімко нарощує попит, адже є реальною альтернативою того природного газу, що постачається з Росії. У період із жовтня 2018 до серпня 2019 року частка зрідженого газу в загальних поставках газу до Західної та Центральної Європи зростає майже втричі – досягла 14% . [1]

У серпні 2023 року Україна імпортувала 1,093 млрд кубічних метрів природного газу з європейських напрямків, що вказує на значний приріст порівняно з попереднім місяцем і 2022 роком. Це також є найвищим показником за останні три роки, який вперше перевищує 1 млрд кубічних метрів. У серпні 2023 року основна частина імпортованого газу прибула зі Словаччини, становлячи 611 млн кубічних метрів або 56% всього обсягу поставок. Угорщина забезпечила імпорт газу на рівні 216 млн кубічних метрів, що становить 20% загального обсягу поставок протягом місяця. Крім того, імпорт із Молдови становив 167 млн кубічних метрів (15%), а з Польщі - 99 млн кубічних метрів (9%). [2].

На фоні заповнення європейських сховищ, компанії закачують природний газ до ПСГ України для його подальшого реекспорту в опалювальний сезон або реалізації на внутрішньому ринку. Основну частину газу імпортували близько 10 компаній, серед яких декілька українських та більшість іноземних.

Загалом, за 8 місяців 2023р Україна імпортувала 2,9 млрд куб м природного газу, у 3,2 рази більше, ніж за аналогічний період минулого року. З початком вересня імпорт газу залишається на рівні близько 30 млн куб м. [2].

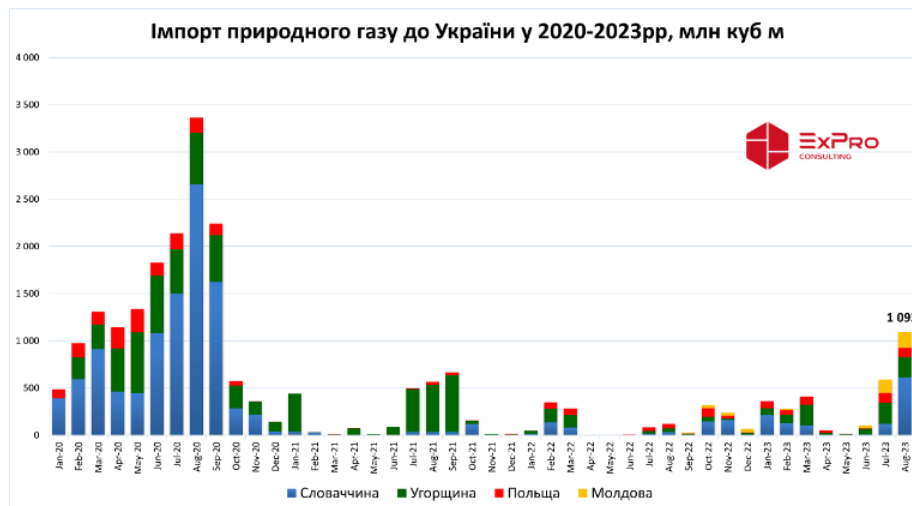


Рисунок 1. Імпорт природного газу до України у 2020-2023рр, млн куб м  
Джерело [2]

Отже, можна зробити висновок, що в умовах сьогодення Україні необхідно формувати нові рішення щодо забезпечення країни газом. Кілька проектів та пропозицій, включаючи від приватних компаній, так і на державному рівні, розглядаються в контексті постачання скрапленого газу в Україну. Sustainable Solutions з Техасу вже виробила угоду про оренду плавучого терміналу біля узбережжя Естонії для прийому скрапленого газу. Компанія готова запустити проект до жовтня, використовуючи два танкери для обслуговування терміналу. Частина газу вже буде викуплена Естонією та Латвією, але значну частину пропонується Україні. Другий проект передбачає постачання зрідженого газу спеціальними вантажними автомобілями, оснащеними пристроями для регазифікації. Це стандартна практика в США, але в Європі надає такі послуги лише одна компанія. Sustainable Solutions планує орендувати 10 таких машин, з можливістю збільшення їх кількості в майбутньому.

Україна, з вигідним географічним положенням в центрі Європи, розпоряджається розвинутою газовою інфраструктурою, включаючи газотранспорт і розподільчі мережі, що сприяє зручним поставкам газу в різні регіони. Наявність морського доступу також сприяє міжнародним торговельним зв'язкам.

Скраплений газ може постачатися різними шляхами, включаючи трубопроводи, автотранспорт, залізницю, баржі каналу. Україна поки не є повноцінним учасником ринку LPG, але має всі передумови для цього. Наразі скраплений нафтовий газ відіграє ключову роль в енергозабезпеченні країни, становлячи 27,3% в загальному обсязі прямого споживання енергоресурсів.

Ринок скрапленого газу (LPG) в Україні характеризується високою залежністю від імпорتنих поставок. Основні вітчизняні виробники, такі як "Укргазвидобування", "Укрнафта" та "Укртатнафта", становлять лише 26% від загального обсягу LPG на ринку. Інфраструктура заправок в Україні відповідає попиту на LPG в роздрібній торгівлі, налічуючи понад 4500 заправок, включаючи 1600 великих мереж автозаправних станцій. Це також вказує на доцільність розробки рішень з питань постачання газу в Україну.

Україні не вистачає інфраструктури для імпорту скрапленого газу через відсутність LPG-терміналу в Чорному морі. Хоча були спроби його зведення, у 2011 році вивчалась можливість будівництва терміналу. Планували два варіанти - біля порту "Южне" та Очакова. Наземний термінал передбачав будівництво танків протягом 36 місяців, в той час як офшорний термінал мав би запрацювати на початку 2014 року. Проте національний проект був зупинений, а позиція Туреччини, що відмовляється пропускати LPG-танкери через Босфор, стала препоною. Туреччина може розглядати альтернативу новому штучному каналу Стамбул, який почали будувати 2021 року. Він має з'єднати Мармурове й Чорне моря і пройде паралельно протоці Босфор. Але його завершення заплановано на 2027 рік, ускладнюючи можливість імпорту газу через Чорне море.

Одже, важливим етапом є вибір місця будівництва терміналу скрапленого газу, який, у свою чергу, є складним завданням, яке вимагає врахування як кількісних, так і якісних факторів. Кількісні фактори включають в себе такі, як доступність транспортної інфраструктури, близькість до джерел сировини і ринків збуту, а також вартість землі. Якісні фактори включають в себе такі, як екологічні умови, соціально-економічні фактори, а також політична ситуація в регіоні.

Аби сформувані розміщення терміналу скрапленого газу, оберемо моделювання з використанням методу експертних систем. Експертні системи акумулюють знання спеціалістів у конкретних галузях для видачі рекомендацій в процесі прийняття рішень.

У контексті обрання місця будівництва терміналу скрапленого газу експертна система може використовуватися для оцінки різних факторів, що впливають на ефективність цього рішення. Для оцінки якісних факторів можна використовувати теорію нечітких множин. Теорія нечітких множин дозволяє формалізувати не тільки кількісні, але і якісні чинники, пов'язані з лінгвістичною невизначеністю.

Одним із методів побудови функцій належності в нечітких множинах є метод попарних порівнянь Сааті. Метод Сааті засновується на попарному порівнянні об'єктів за шкалою відносної важливості.

У контексті обрання місця будівництва терміналу скрапленого газу метод Сааті можна використовувати для порівняння різних факторів за їхньою важливістю для ефективності цього рішення.

Використовуючи метод Сааті, можна визначити, які фактори є найбільш важливими для ефективності будівництва терміналу скрапленого газу в конкретному регіоні. Ця інформація може бути використана для прийняття рішення про місце розташування терміналу див. таблиця 1.

Таблиця 1 – Шкала відносної важливості об'єктів Сааті

Рівень важливості	Визначення важливості
1	Порівнювальні об'єкти рівноцінні
3	Один об'єкт дещо переважає інший
5	Один об'єкт кращий за інший
7	Один об'єкт значно кращий за інший
9	Один об'єкт абсолютно кращий за інший
2, 4, 6, 8	Значення, що відображають проміжні судження

Складність використання методу Сааті пов'язана із необхідністю обчислення власного вектора матриці попарних порівнянь. Для спрощення цього процесу Сааті існує індекс узгодженості, який представлений у таблиці 2.

Таблиця 2 – Індекс узгодженості Сааті

Кількість об'єктів порівняння	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Еталонні значення	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

Процедура створення функції належності включає в себе наступні етапи:

Збір експертних висловлювань щодо ступеня переваги об'єктів за конкретними лінгвістичними факторами.

Формування матриці попарних порівнянь на основі зібраних суджень експертів.

Визначення власного вектора для матриці попарних порівнянь, який відповідає найбільшому власному числу цієї матриці.

Ранжування об'єктів згідно з принципом: чим вищий ранг об'єкта, тим більша міра його належності.

Перевірка валідності експертних суджень відносно індексу узгодженості.

Отже, оберемо 4 міста для порівняння: Южне, Очаків, Одеса, Херсон.

Критерії оцінки, залежно від яких буде проводитися вибір:

Доступність транспортної інфраструктури: важливо, щоб термінал був розташований поблизу до транспортних шляхів, що забезпечують доступ до сировини та ринків збуту. Це включає в себе наявність залізничних колій, автомагістралей, а також морських і річкових портів.

Геополітичний контекст: оцінка впливу геополітичних факторів та взаємин між країнами, які можуть вплинути на стабільність та безпеку експлуатації терміналу.

Близькість до ринків збуту: важливо, щоб термінал був розташований поблизу до ринків збуту, щоб зменшити витрати на транспортування готової продукції.

Наявність кваліфікованих спеціалістів: будівництво терміналу скрапленого газу є складним інженерним проектом, який вимагає залучення кваліфікованих спеціалістів.

Вартість землі: важливо, щоб вартість землі в місці розташування терміналу була прийнятною.

Екологічні умови: важливо, щоб термінал не спричиняв негативного впливу на навколишнє середовище. Можемо перейти до декомпозиції проблемної ситуації.

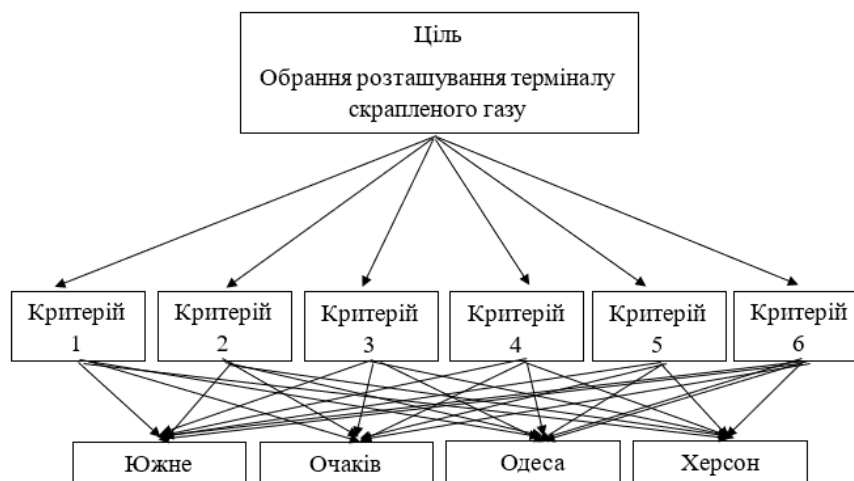


Рисунок 3. Декомпозиція проблемної ситуації

Надалі зрівняємо критерії за важливістю. Використаємо метод Сааті, з якого отримаємо результати векторів критерію, які свідчать про те, що найбільшу вагу має критерій 1, а саме- Доступність транспортної інфраструктури.

Отже, побудуємо матрицю попарних порівнянь для досліджуваних об'єктів за вищезазначеним критерієм.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 3 \\ 1/3 & 1 & 1/5 & 1/3 \\ 1/5 & 5 & 1 & 3 \\ 1/3 & 3 & 1/3 & 1 \end{pmatrix}$$

Обчислюємо показники відносної цінності об'єктів як середній геометричний елементів кожного рядка матриці A.

$$\begin{aligned} r_1 &= 0,412 \\ r_2 &= 0,076 \\ r_3 &= 0,392 \\ r_4 &= 0,12 \end{aligned}$$

Отже, вектор відносних цінностей-рангів:

$$r = \begin{pmatrix} 0,412 \\ 0,076 \\ 0,392 \\ 0,12 \end{pmatrix}$$

Необхідно оцінити отриманий вектор за допомогою власного числа матриці порівнянь і індексу узгодженості I (таблиця 2)

$$I = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad (1)$$

де  $\lambda_{\max}$ - найбільше власне число матриці порівнянь A;

n- кількість порівнюваних об'єктів.

Для цього знайдемо добуток Ag.

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 3 \\ 1/3 & 1 & 1/5 & 1/3 \\ 1/5 & 5 & 1 & 3 \\ 1/3 & 3 & 1/3 & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0,412 \\ 0,076 \\ 0,392 \\ 0,12 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2,96 \\ 0,33 \\ 1,214 \\ 0,613 \end{pmatrix}$$

Поділивши отриманий вектор на вектор відносних цінностей отримаємо вектор покомпонентних значень власних значень.

$$\frac{\begin{pmatrix} 2,96 \\ 0,33 \\ 1,214 \\ 0,613 \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} 0,412 \\ 0,076 \\ 0,392 \\ 0,12 \end{pmatrix}} = \begin{pmatrix} 7,184 \\ 4,342 \\ 3,097 \\ 5,11 \end{pmatrix}$$

Отже,  $\lambda_{\max}$  дорівнює 7,184. Тоді індекс узгодженості:

$$I = \frac{7,184 - 4}{3} = 1,061$$

Отримане значення індексу не перевищує значення індексу узгодженості за таблицею Сааті (таблиця 2), і менше табличного на 5,268 % . Отже можемо зробити висновок, що експертні висновки задовільні, а знайдений вектор відносних цінностей - рангів відображає реальну перевагу об'єктів. Отже, місцем розміщення терміналу скрапленого газу обираємо місто Южне.

На основі проведеного дослідження можна зробити наступні висновки: в умовах зростання залежності від імпорту природного газу Україна має розробити нові рішення щодо забезпечення країни газом. Одним із таких рішень є будівництво терміналу скрапленого газу в Україні. Вибір місця розташування терміналу є складним завданням, яке вимагає врахування як кількісних, так і якісних факторів. На основі методу експертних систем, зокрема методу попарних порівнянь Сааті, можна визначити найбільш сприятливе місце для будівництва терміналу в Україні.

#### Література:

1. Європейська правда. США допоможуть: як зріджений газ змінює європейський енергоринок. Європейська правда. URL: <https://www.eurointegration.com.ua/experts/2019/09/19/7100904/>
2. Імпорт газу до України у серпні зріс до найвищого значення за три роки - 1,09 млрд куб м. ExPro Consulting. URL: <https://expro.com.ua/novini/mport-gazu-do-ukrani-u-serpni-zrs-do-nayvischogo-znachennya-za-tri-roki-109-mlrd-kub-m>
3. Кічка О.І. Методика вибору схем доставки вантажу на основі методу Сааті /Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми розвитку транспортних систем і логістики», м. Сєвєродонецьк - м. Кременчук, 4-7 травня 2015 року: збірник наукових праць, Сєвєродонецьк: Видавництво СНУ ім. В. Даля. 2015.- С.60-62

*Rosych K.E., Kichkina O.I.* **Research and formulation of methodical solutions on issues of liquefied gas supply.** The purpose of the research is methods and ways of supplying liquefied gas to Ukraine. Based on the analysis of the current situation and prospects for the development of the LPG market in the world and in Ukraine, as well as the assessment of various supply technologies, a methodical approach to the selection of the location of the liquefied gas terminal in Ukraine is proposed based on the method of expert systems, in particular, the Saati method of pairwise comparisons. Factors affecting the choice of terminal location were investigated and selected for the evaluation of alternatives. Availability of transport infrastructure, geopolitical context, proximity to sales markets, availability of qualified specialists, land value and environmental conditions are considered as assessment factors. Based on the results of the research, it was established that the most important factor for choosing the location of the terminal is the availability of transport infrastructure. In this regard, on the basis of Saati's method of pairwise comparisons, it was determined that the most favorable place for the construction of a terminal in Ukraine is the city of Yuzhne.

**Keywords:** liquefied gas, LPG, import, supply, Ukraine, terminal, method of expert systems, Saati method, transport infrastructure.

Росич Карина Євгенівна

студентка спеціальності 275 – транспортні технології (на морському та річковому транспорті) Одеського національного морського університету.

Кічка Олена Іванівна

к.т.н., доцент, професор кафедри «Експлуатація портів і технологія вантажних робіт» Одеського національного морського університету.

**ВДОСКОНАЛЕННЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГОРИЗОНТАЛЬНОЇ ПЕРЕВАЛКИ**

У роботі проаналізовано переваги використання однієї з ефективних технологій горизонтальної перевалки вантажів з автомобільного на залізничний транспорт.

**Ключові слова:** мультимодальні перевезення, автомобільний транспорт, залізничний транспорт, технологія, горизонтальне перевантаження, переваги, впровадження, ефективність.

**Актуальність дослідження** зумовлюється необхідністю розвитку та вдосконалення технологій перевезень вантажів.

**Метою роботи** є визначення переваг та перспектив впровадження ефективної технології горизонтальної перевалки вантажів з автомобільного на залізничний транспорт.

В даний час основним напрямом удосконалення технологій вантажних перевезень (особливо далеких, міжнародних та міжконтинентальних) є прагнення до зниження витрат на логістичні послуги шляхом оптимізації ланцюжків постачання. Ефективним рішенням, що допомагає транспортно-логістичним компаніям адаптувати пропозицію послуг до потреб сучасного бізнесу, є мультимодальні перевезення з використанням різних видів транспорту, особливо залізничного та автомобільного. Їхнє поєднання оптимізує ланцюжки поставок з погляду часу та є ефективною альтернативою унімодальним автомобільним перевезенням на далекі відстані.

Комітет Європарламенту з туризму та транспорту планує розвивати мультимодальні перевезення на європейському транспортному ринку, щоб вже найближчим часом значно наростити частку мультимодальних вантажоперевезень у загальній структурі вантажообігу. Йдеться насамперед про інтенсифікацію розвитку змішаних автомобільно-залізничних перевезень [1].

Нарощуючи мультимодальні перевезення можна вирішити одразу кілька важливих проблем:

- скорочення викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу – транспорт залишається поки що єдиним сектором економіки Євросоюзу, де з початку 90-х років минулого століття не вдалося значно знизити обсяги викиду вуглекислого газу в атмосферу
- мультимодальні перевезення з упором на залізничний транспорт дозволяють зменшити навантаження на автодорожню інфраструктуру, автомобільні пробки тощо.

Згідно з розрахунками спеціалістів, вже до 2030 року залізничні перевезення в Європі мають удвічі наростити свою частку у ринковому обсязі вантажоперевезень Євросоюзу. Таке зростання можливе насамперед за рахунок триразового збільшення частки мультимодальних автомобільно-залізничних перевезень у порівнянні з нинішнім рівнем.

Активно розвивати мультимодальні перевезення в Європі почали ще у 50-х роках 20 століття, насамперед у районі Альп. Змішані залізнично-автомобільні перевезення дозволили вирішити питання низької пропускної спроможності гірських перевалів, забезпечити зростання обсягів вантажоперевезень без збільшення кількості вантажних автомобілів. Новий поштовх мультимодальні перевезення отримали в 1973 році, з початком світової енергетичної кризи. При цьому директива, яка регулювала мультимодальні перевезення, наказувала звести до мінімуму протяжність автомобільного плеча.

Мультимодальні перевезення мають низку істотних переваг перед унімодальними, які полягають у можливості доставки вантажу практично у будь-яку точку світу; зниження вартості транспортування; покращення якості транспортних послуг; зниження ризику пошкодження вантажу; забезпечення швидкої та своєчасної доставки [2].

Однак, незважаючи на зазначені переваги, використання цих технологій потребує відповідної інфраструктури та продуманої організації. Незважаючи на ці переваги, організація мультимодальних перевезень стикається з багатьма проблемами. Вони визначаються, в першу чергу, тим, що в цих технологіях використовується транспорт як автомобільний так і залізничний, які мають суттєві відмінності в їх характеристиках та функціонуванні. Важливою проблемою є ефективність передачі вантажу (перевантаження) з одного виду транспорту на інший.

Відома технологія комбінованих залізнично-автомобільних перевезень RailRunner, яка застосовується у США та планується до використання у Європі. Ця технологія орієнтована на використання напівпричепів, контейнерів та змінних кузовів спеціальної конструкції з комбінованою ходовою частиною, що передбачає наявність залізничного візка та автомобільного шасі. Їх можна перевозити автомобільними дорогами за допомогою спеціальних сидельних тягачів або залізницею на власних спеціально розроблених візках RailRunner.

Однак ця технологія досить складна і потребує значних витрат на спеціальні транспортні засоби та інфраструктуру.

Тому найчастіше використовуються простіші технології: контрейлерна – з перевезенням на частині маршруту прямування автопоїздів або напівпричепів з вантажем на залізничних платформах, та послідовна – з передачею вантажів у контейнерах або змінних автомобільних кузовах з одного виду транспорту на інший.

У технологіях мультимодальних перевезень використовуються вертикальний та горизонтальний методи перевантаження [2].

При вертикальному способі навантаження використовуються підйомні крани або автонавантажувачі великої потужності. Цим способом перевантажують контейнери та змінні кузова, а також сидельні напівпричепа. Останні вантажать на спеціальні платформи з кишенями для автомобільної ходової частини.

У ряді контрейлерних технологій, наприклад у системі перевезень Rola, при якій на залізничних платформах перевозять автопоїзди разом із тягачами, навантаження та вивантаження здійснюється своїм ходом, тобто автопоїзди самостійно в'їжджають на платформи. Інші види контрейлерних технологій передбачають використання дорогих спеціалізованих залізничних вагонів та інфраструктури.

Зменшити бар'єри для комбінованих перевезень може дозволити використання технології горизонтальної перевалки контейнера або змінного кузова за допомогою самого автомобіля. Дещо розширивши можливості автомобільного транспорту можна уникнути використання дорогого стаціонарного термінального обладнання, а перехід на мультимодальні перевезення можна здійснити дуже просто і ефективно.

Одними з ефективних рішень у цьому напрямку є технології Mobiler та ContainerMover-3000, які є подальшим розвитком існуючих технологій горизонтального навантаження контейнерів. Подібні технології мають реальний попит. Наприклад, вантажний оператор Rail Cargo Group – дочірня компанія Федеральних залізниць Австрії (ÖBB) та швейцарська лізингова компанія MFD Rail підписали рамкову угоду щодо оренди додатково до 600 вагонів-платформ для перевезення контейнерів системи Mobiler [3]. RCG вже використовує 100 таких платформ. У 2024 році оператор отримає ще 100 одиниць.

За допомогою цих систем можна обробляти всі типи стандартних 20-футових контейнерів та стандартні європейські знімні кузова (C715, C745 та C782). При цьому операції перевалки на залізничний транспорт здійснюються досить просто.

Перевантажувальна система ContainerMover-3000, що забезпечує підйом та бічне переміщення контейнерів та змінних кузовів, може бути встановлена на стандартному шасі вантажного автомобіля. Устаткування ContainerMover на контейнерному вагоні (так звані перехідні рами) можна просто розмістити на вагоні, використовуючи стандартні контейнерні штифти вагона. Вагон-контейнеровоз не потребує жодних змін, а в разі потреби його капітального ремонту чи обслуговування можна просто перевстановити рами-перехідники на змінний вагон [4, 5].

Фактична передача контейнера починається з підвищення тиску повітря в пневмосистемі для підйому контейнера. На наступному етапі гідравлічна система штовхання з ланцюговим приводом та вбудованими шарикопідшипниками переміщає контейнер горизонтально з автомобіля у вагон чи навпаки. Вся процедура займає лише 5 хвилин і контролюється самим водієм автомобіля за допомогою пульта дистанційного керування. Натисканням кнопки водій може відкрити та закрити 4 автоматичні поворотні замки автомобіля - контейнеровоза, що суттєво економить час виконання перевантажувальних робіт.

Цю інтелектуальну та швидку передачу стандартних контейнерів можна здійснити практично в будь-якому місці. Все, що необхідно для цього - наявність залізничного тупіка та асфальтоване дорожнє покриття вздовж нього шириною всього три метри, щоб стикувати автомобіль і залізничну платформу. Принцип дії цієї системи показано на рис. 1.

Завдяки вбудованій підйомній консолі ContainerMover, водій може регулювати висоту вантажного майданчика до 40 см. Це практично, коли присутня різниця у висоті або коли невеликий ухил майданчика викликає різницю в кутах установки автомобіля та вагона.

Максимальна продуктивність досягається при використанні перевантажувальної системи ContainerMover-3000 з короткими, але швидкими регіональними вантажними поїздами, які працюють так само, як регіональні пасажирські поїзди (можливе повне планування на міжміських та приміських поїздах без надмірного використання залізничних колій). Досвід використання нещодавно введених в експлуатацію подібних поїздів у Швейцарії показав, що тепер практично досяжні реальні рішення для міської та оптово-розподільчої логістики без використання дорогих контейнерних терміналів [2].

Аналіз характеристик перевантажувальної системи ContainerMover-3000 дозволяє зробити висновок, що ця система:

- сумісна зі стандартними 20-футовими контейнерами та знімними кузовами (C715, C745, C782);
- може використовуватись у будь-якому місці та легко переміщатися між вантажними пунктами;
- не вимагає наявності дорогої інфраструктури (необхідний лише залізничний тупік і невелика ділянка асфальтованого дорожнього покриття вздовж нього);
- сумісна із звичайними стандартними контейнерними вагонами;
- легко керується водієм автомобіля за допомогою пульта дистанційного керування.



Рисунок 1 – Принцип дії системи ContainerMover

Інвестиційні витрати на будівництво терміналу з навантаженням по вертикалі за даними [2] становлять 55 – 65 млн. швейц. франків (крім вартості ділянки землі), що значно перевищує витрати на термінали коїться з іншими варіантами навантаження, оскільки у першому сценарії передбачається закупівля і монтаж дорогого вантажопідйомного устаткування.

Однак, слід виходити з того, що і в майбутньому навантаження по вертикалі не втратить своєї актуальності, оскільки йдеться про визнану в усьому світі технологію, в якій використовуються стандартні компоненти.

Горизонтальні системи перевантаження, такі як Container Mover 3000, дозволяють з невеликими витратами перевантажити з маршрутного поїзда на автотранспорт окремі вантажні місця на конкретних перевантажувальних пунктах. Таким чином, можна відносно просто створити гнучку мережу змішаних перевезень. У разі використання систем Container Mover 3000 найбільші шанси на використання з'являться в тому випадку, якщо весь транспортний ланцюжок буде задіяний в єдиній замкнутій системі. Тому, технології з перевантаженням по горизонталі швидше за все займуть у майбутньому свою певну нішу.

**Висновки.** Вищенаведене свідчить, що для вдосконалення процесу вантажних перевезень є доцільним поєднувати застосування існуючих ефективних технологій перевезень та виконання вантажних робіт із впровадженням нових, мультимодальних ланцюжків постачань з використанням перспективних технологій горизонтального перевантаження.

#### Література:

1. Евросоюз делает ставку на мультимодальные перевозки. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.cargo-ukraine.com/ru/evrosoyuz-ultimodalnye-perevozki>
2. Новые технологии смешанных перевозок/ Железные дороги мира, 2014, № 3, с. 21-25.
3. Rail Cargo Group нарощує парк платформ для перевезення контейнерів MOBILER. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://cfts.org.ua/news/2023/12/22/rail\\_cargo\\_group\\_naroshue\\_park\\_platform\\_dlya\\_perevezennya\\_konteyneriv\\_mobiler\\_77618](https://cfts.org.ua/news/2023/12/22/rail_cargo_group_naroshue_park_platform_dlya_perevezennya_konteyneriv_mobiler_77618)
4. InnovaTrain ContainerMover-3000. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://www.innovatrain.ch/fileadmin/Medien/Bilder/Brosch%C3%BCren/ContainerMover\\_E.pdf](https://www.innovatrain.ch/fileadmin/Medien/Bilder/Brosch%C3%BCren/ContainerMover_E.pdf)
5. ContainerMover-3000 truck-mounted rail-road transshipment technology for ISO-containers and swap-bodies. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://www.innovatrain.ch/fileadmin/Medien/Bilder/Presseberichte/bestfact\\_Quick\\_info\\_green-logistics\\_2-055\\_Containermover-3000.pdf](https://www.innovatrain.ch/fileadmin/Medien/Bilder/Presseberichte/bestfact_Quick_info_green-logistics_2-055_Containermover-3000.pdf)

*Ruban A.S., Mikhailov E.V. Improvement of multimodal transportation of goods due to the use of horizontal transshipment technologies.* The paper analyzes the advantages of using one of the effective technologies of horizontal transshipment of goods from road to rail transport.

**Keywords:** multimodal transportation, road transport, railway transport, technology, horizontal overloading, advantages, implementation, efficiency.

Михайлов Євген Валентинович

к.т.н., доцент кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: [mihajlov@snu.edu.ua](mailto:mihajlov@snu.edu.ua).

Рубан Андрій Сергійович

здобувач вищої освіти, гр. ОПАТ-23д, кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: [opat-23d-252@snu.edu.ua](mailto:opat-23d-252@snu.edu.ua).

УДК 656.078

Савик В.М.,  
Суржко Т.О.,  
Книш М.І.,  
Ілляшенко Ю.П.

м. Полтава

## ТРАНСПОРТУВАННЯ ВОДНИМИ ШЛЯХАМИ БЛОКІВ БУРОВОГО ОБЛАДНАННЯ

Розглянуто різноманітні функції водного транспорту, зокрема морського, який використовується для транспортування бурового обладнання. Основний акцент робиться на перевезенні великих блоків, зокрема морських платформ, комплекси устаткування для буріння за допомогою суден. Також висвітлюються ключові аспекти міжнародних морських перевезень, такі як різні типи суден, вплив погоди, організаційно-правові аспекти, технологічний рівень суден та вантажно-розвантажувальні роботи. Узагальнено, що морські перевезення визначаються комплексом технічних, організаційно-правових та економічних факторів.

Комплекси обладнання для буріння з використанням суден та модулів бурового обладнання, які розділяються на невеликі блоки, що проектуються з урахуванням розмірів та вантажопідйомності кранів на судах.

**Ключові слова:** транспортна галузь, транспортування, вантаж, бурове обладнання, габарити.

Водний транспорт може виконувати різноманітні функції, такі як транспортування пасажирів, вантажів, надання службово-допоміжних і технічних послуг. Використовується він для переміщення вантажів через водні території на значні відстані. Часто цей вид транспорту застосовується для перевезення різних матеріалів, таких як мінерально-будівельні (пісок, щебінь) і лісові матеріали. Баржами можуть бути транспортовані не лише кар'єрні матеріали, такі як камінь, пісок, гравій, але і залізобетонні, дерев'яні та інші конструкції.

Конструкції, зокрема великі металеві блоки, можуть бути транспортовані за допомогою понтонів. На (рис. 1) проілюстровано процес переміщення великого блока морської платформи. Роботи виконуються в певній послідовності, починаючи з переміщення повністю зібраного опорного блоку по стапелю до води. Після цього встановлюють і фіксують понтон, за допомогою якого блок від'єднується від стапеля.



Рисунок 1 – Транспортування по воді блока морської платформи

Після зупинки зсуву блок виводять за причал і опускають у воду, використовуючи крани. Після цього його буксирують в море катером, використовуючи властивості плавності закритих труб.

Морський транспорт відіграє важливу роль у міжнародних перевезеннях, особливо в транспортуванні великих обсягів вантажів на великі відстані. Декілька ключових аспектів міжнародних морських перевезень можна виділити:

- Широкий спектр вантажів: морські перевезення транспортують різноманітний вантаж, включаючи сировинний експорт, нафту, нафтопродукти, промислові товари, обладнання та інші товари. Це робить морський транспорт ключовим гравцем в глобальній логістичній системі.
- Різні типи суден: існує багато різних типів морських суден, спеціально призначених для конкретних видів вантажів і шляхів перевезень. Наприклад, для сировинного експорту можуть використовуватися танкери, а для контейнерованого вантажу - контейнеровози.
- Вплив погодних та сезонних факторів: умови експлуатації морських суден значно залежать від погодних умов і сезонних факторів. Погодні умови можуть впливати на безпеку та ефективність перевезень.
- Організаційно-правові аспекти: враховуючи специфіку морських перевезень, існують спеціальні організаційно-правові форми. Наприклад, інтернаціональні конвенції, такі як Міжнародна конвенція про морське право, регулюють багато аспектів морських перевезень, включаючи права та обов'язки держав, власників суден і моряків.
- Технологія обслуговування суден: Технологічний рівень морських суден і їх обладнання впливає на ефективність і безпеку перевезень. Розвиток сучасних технологій також включає в себе автоматизацію та використання інформаційних систем для поліпшення логістичних процесів.
- Вантажно-розвантажувальні роботи: Методи вантажно-розвантаження також є важливою частиною морських перевезень. Розвиток портової інфраструктури, використання сучасних технологій у вантажно-розвантажувальних операціях сприяють зменшенню часу і вартості перевезень.

В цілому, морські перевезення визначаються комплексом факторів, що включають технічні, організаційно-правові та економічні аспекти.

Комплекси устаткування для буріння за допомогою суден (рис. 2) і модулів допоміжного бурового обладнання на умовах (проектування, матеріально-технічне постачання та будівництво) поділяються на невеликі блоки, які проектується відповідно до розмірів і вантажопідйомності кранів на платформі. Такі комплекси особливо зручні для буріння з невеликих платформ. Вони призначені для використання з системами верхніх приводів. Ці комплекси включають можливість двостороннього перетягування, підйом блоків устаткування невеликої ваги, вертикально висунуті щогли, що піднімаються на канатах, смонтовані для рідини й оснащені консольною конструкцією.

Водний транспорт виявляється зручним у випадках, коли об'єкти розташовані в прибережних зонах водойм та обладнано спеціальним портовим обладнанням.



Рисунок 2 – Комплекси устаткування для буріння за допомогою суден

**Висновок.** Так, водний транспорт дійсно має довгу історію і залишається надзвичайно важливим елементом глобальної транспортної системи через свою ефективність та економічні переваги. Давній водний транспорт, такий як парусні судна, відігравав ключову роль у торгівлі та обміні ресурсами між різними частинами світу.

Що стосується сучасного водного транспорту, особливо морського, де вантажоперевезення великих обсягів є невід'ємною частиною глобальної торгівлі. Морський транспорт здатен перевозити великі обсяги вантажів за прийнятною ціною за одиницю товару, особливо на великі відстані. У порівнянні з іншими видами транспорту, такими як авіація та автотранспорт, водний транспорт має менший викид вуглецю на одиницю перевезеного вантажу. Завдяки розвинутій системі водних шляхів, морські транспортні маршрути забезпечують доступ до ключових торговельних портів та регіонів. Водний транспорт ідеально підходить для перевезення масових вантажів, таких як вугілля, руда та будівельні матеріали. В міжнародних перевезеннях морський транспорт залишається неперевершеним, оскільки інші види транспорту, такі як авіація, можуть бути значно витратнішими. Водний транспорт здатний перевозити різноманітні товари, включаючи нафту, нафтопродукти, газ, вугілля та інші.

Зазначені вище переваги роблять водний транспорт ключовим компонентом глобальної логістичної мережі, і його роль залишиться важливою в майбутньому.

#### Література:

1. Тридід О.М., Азаренкова Г.М., Мішина С.В., Борисенко І.І. Логістика. Навч. посіб. — К.: Знання, 2008. — 566 с. Promdex. [Електронний ресурс]: Огляд ринку логістики України / Агличанова Ю. — Режим доступу: <http://www.promdex.com/community/detail/1149.html>.
2. Брайковська А. М. Дослідження особливостей формування ринку транспортних послуг як середовища функціонування підприємств транспорту / А. Брайковська // Економіст. - 2012. - № 9. - С.50-54.
3. Попович П. В. Аналітичні технології в забезпеченні економічної ефективності логістичних систем / Попович П. В. // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2016. – Вип. № 169. – С. 223 - 225.
4. Попович П.В. Підвищення ефективності технологій перевезень організаційними шляхами надання транспортних послуг / Попович П., Шевчук О., Мурований І. // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2017. – Вип. № 184. – С. 124 - 130.
5. Тюріна Н. М. Логістика [Текст]: Навч. посіб. / Н. М.Тюріна, І. В. Гой, І. В. Бабій. – К.: «Центр учбової літератури», 2015. – 392 с.

6. Пасічник А. М. Проблеми та перспективи розвитку логістичного аутсорсингу в транспортній системі України / А. М. Пасічник, І. Г. Лебідь, В. В. Кутирєв, К. М. Бугерко // Управління проектами, системний аналіз і логістика. - 2014. - Вип. 14(1). - С. 146-159.

*Savyk V.M., Surzhko T.O. Knysh M.I., Illiashenko Y.P. Waterway transport of drilling equipment units.* Various functions of water transport, in particular sea transport, which is used to transport drilling equipment, are considered. The main emphasis is on the transportation of large blocks, in particular offshore platforms, complexes of drilling equipment with the help of ships. Key aspects of international shipping are also covered, such as different types of ships, the effects of weather, organizational and legal aspects, technological level of ships and loading and unloading operations. In general, sea transportation is determined by a complex of technical, organizational, legal and economic factors.

Complexes of drilling equipment using ships and drilling equipment modules, which are divided into small blocks, designed taking into account the size and load capacity of cranes on ships.

**Keywords:** transport industry, transportation, cargo, drilling equipment, dimensions.

Савик Василь Миколайович

Кандидат технічних наук, доцент, кафедри нафтогазової інженерії та технологій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава

Суржко Тетяна Олексіївна

аспірантка кафедри нафтогазової інженерії та технологій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, e-mail: [tanja\\_woman@ukr.net](mailto:tanja_woman@ukr.net)

Книш Максим Ігорович

аспірант кафедри нафтогазової інженерії та технологій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава

Лляшенко Юрій Павлович

аспірант кафедри нафтогазової інженерії та технологій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава

УДК 656.073

**Семенов С.О.,  
Гагаріна А.О.,  
Ліпунів Я.О.**

**м. Київ**

## **ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСПОРТУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЦЯМИ КРАЇНИ**

У роботі виконаний аналіз здійснення перевезень небезпечних вантажів залізницями країни. Розглянуто результати наукових досліджень, які спрямовані на підвищення ефективності транспортування. Запропоновано структурувати дослідження на ряд напрямів, вивчення яких дозволить більш детально розглянути проблему. Зазначена важливість врахування таких основних компонентів, як постановка проблеми, збір та аналіз даних, та розробка моделей. З'ясовано, що якщо хоча б один із цих компонентів не має належного обґрунтування, то всі наявні знання та отримані результати можуть бути вразливими.

**Ключові слова:** аварії та катастрофи, вантаж, маршрут, процес перевезення, ризики.

Перевезення вантажів, які відносять до класу небезпечних (наприклад, олії, газу, хімічної продукції, радіоактивних речовин, вибухових речовин, медичних відходів тощо), полягає у транспортуванні вантажів, що становлять потенційну небезпеку для людей, до матеріалу та/або навколишнього середовища і тому потребує спеціальних та посилених заходів безпеки. Даний вид перевезень є надзвичайно важливим для країн Європейського Союзу та всього світу, оскільки більшість країн-членів в останні роки збільшили обсяги з доставки вантажів даної категорії.

Безумовно, забезпечення ефективного контролю та управління перевезеннями небезпечних вантажів вимагає глибокого розуміння ризиків, визначення оптимальних маршрутів та розробки надійних систем безпеки [1-3]. Підвищений ризик, пов'язаний з інцидентами, перевезенням небезпечних вантажів підвищив обізнаність уряду та наукових кіл. Дослідження в цій сфері допомагають вдосконалити процеси перевезення, зменшити ризики аварій та максимізувати захист громадського здоров'я і довкілля.

Аналіз наукових праць з даного напрямку показав, що результати досліджень переважно опираються на такі основні компоненти: постановка проблеми, збір та аналіз даних та розробка моделей. Якщо хоча б один

із цих компонентів не має належного обґрунтування, то всі наявні знання можуть бути вразливими. Для оцінки обсягу досліджень у галузі перевезення небезпечних вантажів в контексті цих компонентів, пропонується класифікувати наукові праці на категорії, відповідно до їх внеску в загальний обсяг знань. Це категорія включає роботи, які переважно зосереджені на зборі та аналізі даних; категорія, яка охоплює праці, в яких головною метою є опис аналітичних моделей; категорія, яка включає роботи, що розглядають теоретичні аспекти проблеми та спрямовані на глибоке розуміння відповідної ситуації. Остання категорія включає в себе наукові праці, які концентруються на розробці теоретичних засад, якісному аналізі або перевірці гіпотез.

Прикладом детального опрацювання даного напрямку досліджень є робота [4], де авторами розглянуто особливості вдосконалення систем планування перевезень небезпечних вантажів залізницями країни за умови забезпечення рівня безпеки та мінімальних витрат. Зауважено, що розглянуте завдання необхідно вирішувати на основі двохетапної математичної моделі. Розроблена математична модель пошуку оптимального маршруту на основі мінімізації ризиків. Застосування такого підходу до практики організації перевезень небезпечних вантажів залізничним транспортом дозволяє логістичному оператору приймати рішення щодо планування оптимальних маршрутів з мінімальним ризиком дорожньо-транспортних пригод. Гнучкість запропонованої моделі та здатність до адаптації та врахування до інших практичних прикладів та різних завдань маршрутизації є значною перевагою при її дослідженні.

Авторами роботи [5] зазначено, що моделі кількісної оцінки ризику використовуються для оцінки ризиків транспортування небезпечних вантажів і оцінки переваг запровадження альтернативних заходів зниження ризику для різних сценаріїв і припущень транспортування. В якості прикладу наведено особливості функціонування комплексної моделі QRA, яку можна застосувати в дорожніх тунелях. Перевагою вказаного рішення є здатність оцінки обмеженої кількості «рідних заходів безпеки». Авторами представлена процедура для розширення сфери її застосування, з урахуванням включення обробки низки важливих «неприродних заходів безпеки», які цікавлять операторів тунелю та осіб, які приймають рішення. Причому, нестандартні заходи безпеки не були включені в оригінальну специфікацію моделі. Запропонована процедура використовує експертне судження та методи моделювання Монте-Карло для моделювання невизначеності в переглянутих оцінках ризику. Представлені результати прикладного дослідження, які включають ризики транспортування заданого об'єму легкозаймистої рідини через 10-кілометровий тунель.

Аналіз наукових праць, направлених на вивчення категорії «Оцінка ризиків» вказує на те, автори приділяли увагу методології оцінки ризиків, що включає аналіз ризиків залізничних перевезень та оцінку основних причин нещасних випадків, пов'язаних з залізничним транспортом. Зі збільшенням обсягів перевезень таких вантажів зростає і ризик, який вони становлять під час транспортування. У літературі зазначається, що необхідно гарантувати безпеку транспортних процесів, враховуючи, що небезпечні речовини становлять значну загрозу не тільки для навколишнього середовища і людей, а й для всієї транспортної інфраструктури. Van der Vlies та Suddle у роботі [6] зазначають, що ризики часто зумовлені не властивостями небезпечних речовин, а людськими помилками у виробництві та транспортуванні.

При дослідженні перевезень даного напрямку необхідно враховувати наступні особливості, які потрібні для структурування в цій галузі. По-перше, це – дотримання безпеки під час перевезень. Воно включає в себе заходи, які направлені на запобігання аварій та катастроф. Відомо, що транспортування небезпечних матеріалів може викликати серйозні аварії в разі потенційного пошкодження чи розливу під час перевезення. Дослідники повинні розробляти та впроваджувати стратегії для запобігання аваріям та мінімізації їх наслідків. Важливим аспектом є відповідна кваліфікація персоналу та його підтримка: персонал, який здійснює нагляд за небезпечними вантажами та реагує на непередбачені ситуації, повинен мати високий рівень підготовки та знань, щоб забезпечити безпеку перевезень.

Другим елементом цієї складової є дотримання вимог до інфраструктури та технічних рішень. Вказаний напрям включає в себе спеціалізовану інфраструктуру, її розвиток та підтримка повинна відповідати найсучаснішим потребам перевезення небезпечних матеріалів, включаючи відповідні термінали та зупинки для вантаження та розвантаження. На відповідному рівні повинні бути реалізовані технічні рішення для безпеки, які можуть включати в себе впровадження сучасних технічних засобів, наприклад, системи автоматичного керування, моніторингу та виявлення несправностей, для забезпечення безпеки та надійності перевезень.

Третім елементом є дотримання екологічної безпеки, що займає важливе значення при транспортуванні вантажів країнами ЄС, де особливими є питання зменшення впливу на навколишнє середовище. Це пов'язано з тим, що перевезення небезпечних матеріалів може мати негативний вплив на довкілля. Дослідники мають розробляти та впроваджувати стратегії для зменшення цього впливу та дотримання екологічних норм та відповідати європейським екологічним стандартам [7]. При здійсненні перевезень даного типу потрібно відповідати існуючим нормам та стандартам щодо екологічної безпеки у процесі перевезення небезпечних вантажів.

Фактор ресурсозбереження на транспорті також є значущим аспектом. Забезпечення ефективності та економії ресурсів є актуальним в світі постійно зростаючих цін на паливо-змащувальні матеріали. Тому важливі дослідження, які спрямовані на розвиток стратегій для оптимізації використання ресурсів та зниження витрат у процесі перевезень небезпечних вантажів.

Надійність при доставці, виконання вимог та стандартів, які регулюють перевезення небезпечних вантажів є актуальними при транспортуванні. Співпраця з органами регулювання для забезпечення відповідності всіх норм безперечно повинна здійснюватися.

Таким чином, проведений огляд показав, що сучасні наукові дослідження дозволяють вивчити ефективність та сталість перевезень небезпечних вантажів, розробити стратегії для зменшення ризиків та вдосконалити інфраструктуру для забезпечення надійності та ефективності залізничних перевезень. Це особливо актуально в умовах зростаючого обсягу небезпечних матеріалів, які перевозяться залізницею в усьому світі.

При цьому є особливості розвитку технічних та інфраструктурних рішень для залізничних перевезень небезпечних вантажів. Аналіз показав, що є певний напрям досліджень, які спрямовані на створення нових методів та технологій для запобігання аваріям та мінімізації їх наслідків. Вивчення екологічних аспектів перевезень небезпечних вантажів та розвиток перспективних підходів щодо зменшення впливу на довкілля є критерієм, який не викликає сумнівів. Поглиблення співпраці з правовими та регуляторними органами може допомогти впровадити інновації та зміни, які сприятимуть безпеці та сталості залізничних перевезень небезпечних вантажів. Важливим є забезпечення інтероперабельності у різних аспектах цього напрямку з країнами ЄС.

#### Література:

1. Енглезі І.П., Пахно О.Е. Організація перевезення небезпечних вантажів: підручник. – Д.: Норд-Пресс, 2008. – 240 с.
2. Прокопов А.Ю., Кузнецов А.Ф. Методологія визначення маршрутів перевезення небезпечних вантажів автомобільними шляхами. Вісн. НАН України, 2010. № 9. С. 8-14.
3. Пасічник А.М., Крижановський Д.М. Стан і перспективи розвитку технологій міжнародних перевезень небезпечних вантажів. Вісник АМСУ. Технічні науки, 2012. №.1 (47). С. 83-88.
4. Bibik S, Strelko O, Nesterenko N, Muzykin M., Kuzmenko A. Formulation of the mathematical model for the planning system in the carriage of dangerous goods by rail. Problems of the railway transport mechanics: матеріали XV міжнар. наук.-практ. конф., м. Дніпро, 27-29 травня 2020р., № 985. С. 175-182.
5. F. Saccomanno, P. Naastrop (2003). Influence of Safety Measures on the Risks of Transporting Dangerous Goods Through Road Tunnels. Risk Analysis 22(6):1059-69. DOI: 10.1111/1539-6924.00273.
6. Van der Vlies A, Suddle S. Structural measures for a safer transport of hazardous materials by rail: the case of the basic network in The Netherlands. Safety Science. 2008. №46(1). С. 119-131
7. Наукові основи техногенно-екологічної безпеки: монографія [Електронний ресурс]. Д. В. Зеркалов, М. Д. Кацман, М. Д. Адаменко, О. Г. Родкевич, Т. В. Пічкур. За ред. Д. В. Зеркалова. – К.: «Основа», 2014. – 837 с.

*Semenov S., Gagarina A., Lipunov Ya. Features transportation of dangerous goods by railways of the country.* The work carried out an analysis of the transportation of dangerous goods on the country's railways. The results of scientific research aimed at increasing the efficiency of transportation are considered. It is proposed to structure the research into a number of areas. Studying them will allow us to consider the problem in more detail. The importance of taking into account such basic components as problem formulation, data collection and analysis, and model development is indicated. It was found that if at least one of these components does not have proper justification, then all existing knowledge and results obtained may be vulnerable.

**Keywords:** accidents and catastrophes, cargo, route, transportation process, risks.

Семенов Станіслав Олександрович	к.т.н., доц., доцент кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СНУ ім. В. Даля, м. Київ, Україна
Гагаріна Анна Олександрівна	студентка гр. ТС-22-М кафедри «Автомобільний транспорт», ПДТУ, м. Дніпро, Україна
Ліпунів Ярослав Олександрович	студент гр. З-ОМП-22-М кафедри «Автомобільний транспорт», ПДТУ, м. Дніпро, Україна

## АНАЛІЗ ТРАНСПОРТУВАННЯ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ В МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

У роботі виконаний аналіз організації міжнародних вантажних перевезень соняшникової олії. Зазначено, що організація вантажних перевезень соняшникової олії включає в себе ряд логістичних аспектів. Розглянуто важливі складові цього складного і важливого процесу, як вибір транспортного ризику, маршруту, логістичних аспектів та регуляторних вимог. Здійснено огляд проблем функціонування перевантажувальних терміналів на кордоні України та ЄС.

**Ключові слова:** експорт, логістичний підхід, митний контроль, перевезення, перевантажувальний термінал.

Відомо, що соняшникова олія має важливе національно-економічне значення та є ключовим елементом агропромислового комплексу України. Щорічно виробництво та експорт цього виду вантажу зростають, а ця галузь залишається стабільним джерелом валютних надходжень для країни.

Міжнародна торгівля соняшниковою олією має великий економічний потенціал, але вимагає ефективного підходу при здійсненні вантажних перевезень для забезпечення якості та безпеки продукції. Проте, існує ряд проблем і викликів, пов'язаних з організацією цього процесу, які потребують подальшого дослідження та розв'язання. По-перше, це – логістична складність. Організація вантажних перевезень соняшникової олії включає в себе ряд логістичних аспектів, таких як вибір транспортних засобів, маршрутизація, вантажоперевезення та складське управління. Важливим є розгляд методів та стратегій, які можуть бути застосовані для оптимізації цих процесів. Також важливою є інтероперабельність законодавства та нормативів ЄС з правовими нормами України: Міжнародні вантажні перевезення супроводжуються виключно законами та правилами, які можуть варіюватися в різних країнах [1, 2]. Важливо виявити, які юридичні аспекти потребують допомоги при організації перевезення соняшникової олії і яким чином це впливатиме на бізнес.

Дослідження та публікації, що розглядають проблеми вантажоперевезень, становлять великий інтерес на сучасному етапі. Так, Н.О. Домбровська у роботі [1] проаналізувала особливості експорту та розглянула логістичні ланцюги поставок зернових і олійних культур та продуктів їх переробки українського походження на світові ринки. Досліджено вплив геополітичних чинників на переорієнтацію експортних потоків, формування ціни на експортну продукцію, зроблено прогнози щодо динаміки. Науковиця пропонує ряд заходів щодо удосконалення логістичного обслуговування експорту рослинних олій в Україні. До них належать:

- Розвиток мультимодальних транспортних систем;
- Запровадження сучасних логістичних технологій;
- Покращення нормативно-правової бази у сфері логістики.

Транспортування рослинної олії вимагає дотримання певних стандартів та вимог. Соняшкову олію перевозять відповідно до встановлених стандартів та правил безпечного та ефективного транспортування. Для цього застосовують спеціалізовані залізничні цистерни з нижнім зливом, відповідно до ДСТУ 3445 (ГОСТ 10674), які мають відповідне позначення «Олія» і трафарети, як вимагають чинні правила перевезення вантажів.

Відомо, що на даний час перевезення соняшникової олії може здійснюватися з використанням автомобільного та залізничного транспорту. Кожен із цих методів має свої переваги та недоліки (див. табл. 1).

Таблиця 1 – Переваги та недоліки перевезення соняшникової олії автомобільним і залізничним транспортом

Метод транспорту	Переваги	Недоліки
Автомобільний транспорт	- Гнучкість і швидкість	- Вищі витрати
	- Доступність	- Обмежена місткість
	- Можливість малими партіями	- Тривалість подорожі
	- Більший контроль	
Залізничний транспорт	- Велика вантажопідйомність і потужність	- Обмежена гнучкість у маршрутах
	- Ефективність на великій відстані	- Потреба в терміналах та пунктах очікування
	- Стійкість до погодних умов	- Обмежена гнучкість при доставці до кінцевого пункт призначення

Проблема перевантажувальних терміналів на кордоні України та ЄС виникає з-за зростання обсягу товарообігу та транспортних потоків між цими країнами, а також іншими чинниками, і може бути описана наступним чином:

- Збільшення обсягів торгівлі: Україна та Польщі мають історично тісні торговельні зв'язки. Інтенсивність вантажообігу між цими країнами поступово приводить до зростання транспортних потоків через прикордонні пункти.
- Неспроможність інфраструктури: Багато перевантажувальних терміналів та кордонних пунктів мають застарілу інфраструктуру та обмежену потужність. Це призводить до заторів та затримок товарів та транспортних засобів.
- Цілодобова робота: Через високий обсяг перевезень на кордоні України з Польщі може бути необхідна цілодобова робота перевантажувальних терміналів, але обмеження робочого часу та режиму роботи персоналу, що призводить до затримок та перерв у логістиці.
- Відсутність сучасних технологій: деякі кордонні пункти не використовують сучасні технології та інформаційні системи для координації руху транспорту та обробки товарів, що ускладнює процес та підтримку підтримки.
- Бюрократичні процедури: Документальні та митні процедури при перетині кордону можуть бути складними та затягнутими.
- Зміна конкурентоспроможності: Затримки на кордоні можуть підірвати конкурентоспроможність компаній, які займаються торгівлею та перевезеннями між Україною та Польщі і призвести до втрати прибутків.
- Потреба в інвестиціях: Для вирішення цієї проблеми треба залучення інвестицій в модернізацію інфраструктури та впровадження ефективних логістичних рішень для полегшення перетину кордону та зменшення затримок.

Вирішення цієї проблеми вимагає спільних зусиль України та країн ЄС, а також можливих партнерів, щоб покращити інфраструктуру, скоординувати роботу терміналів, спростити бюрократичні процедури та використовувати сучасні технології для полегшення перевезень та підвищення ефективності торговельних зв'язків між цими країнами [3, 4].

Важливою проблемою є суттєвий знос транспортних засобів, особливо рейкового транспорту. Так, особливості використання рухомого складу (залізничного та автомобільного) для перевезення соняшникової олії може бути досить різноманітними і включати в себе такі аспекти:

#### 1. Екологічність:

Велика кількість транспортних засобів, які використовують для перевезення олії, може спричинити забруднення довкілля через викиди шкідливих речовин. Нафтопереробні заводи, які виробляють соняшникову олію, споживають значні витрати енергії, що також може призвести до забруднення навколишнього середовища.

#### 2. Транспортні витрати:

Використання автомобільного та залізничного транспорту для перевезення соняшникової олії може вимагати великих витрат на паливе та обслуговування транспортних засобів. Інфраструктура для залізничних перевезень є застарілою та потребувати інвестицій для покращення.

#### 3. Безпека перевезень:

Руйнування та витіки соняшникової олії під час транспортування можуть створити серйозні небезпеки для навколишнього середовища та здоров'я людей. Тому при здійсненні транспортування необхідно дотримуватися високих стандартів безпеки та технічного обслуговування транспортних засобів.

#### 4. Залежність від ціни на паливе:

Зміни в цінах на паливе можуть вплинути на ефективність та витрати на перевезення соняшникової олії, після чого вона транспортується нафтопродуктами.

#### 5. Інфраструктура та логістика:

Недостатність розвиненості залізничних та дорожніх мереж, а також обмеження в логістичних можливостях, можуть створити перешкоди для ефективного перевезення соняшникової олії.

#### 6. Регуляторні обмеження:

Різні регуляторні обмеження та правила для перевезення соняшникової олії можуть призвести до адміністративних та юридичних труднощів для транспортних компаній.

Загалом, використання рухомого складу для перевезення соняшникової олії має свої переваги, але водночас потребує вирішення численних проблем, пов'язаних з екологією, ефективністю, безпекою та інфраструктурними обмеженнями. Для зменшення негативного впливу на довкілля та покращення перевезення соняшникової олії можна розглянути альтернативні методи перевезення та розвитку більш сталої та ефективної логістичної інфраструктури [5].

Українська олійно-жирова галузь є лідером на світовому ринку по виробництву олії. Зростання експортного потенціалу досягається за рахунок підвищення ефективності виробництва та покращення якості продукту.

кції та ін. Серед цих культур соняшник є основним для ринку українських рослинних олій і важливою сировиною для чисельних галузей харчової промисловості. Проте, в умовах блокади морських портів України викликає важлива проблема щодо забезпечення експорту продукції, зокрема доставці соняшникової олії, на зовнішні ринки. Вирішення цієї проблеми полягає в пошуку альтернативних шляхів транспортування та з використанням перспективних технологій доставки. Тому подальші дослідження спрямовані на пошук цих шляхів.

#### Література:

1. Домбровська Н.О. Особливості формування логістичних ланцюгів з експорту рослинних олій в Україні. Економіка харчової промисловості. 2015. Т. 7, № 3. С. 8-13.
2. Прокудін Г.С., Редіч Ю.А., Єрко Я.В. Підвищення ефективності організації міжнародних вантажних перевезень соняшникової олії. Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2021. Т. 32 (71). Ч. 2. № 2. С. 212-215.
3. Beskupka O. Export duty influence on oil and fat industry of Ukraine. Sciences of Europe. 2018. No 24 (3). P. 21-23.
4. Бескупська О.В. Ecologization of oil and fat industry of ukraine in times of crisis. Вісник Одеського національного університету. Серія: Економіка. 2015. №20 (4). С.68-71.
5. Педорченко А. Цінова ситуація на експортних ринках зернових і олійних в Україні у 2022 р. ГРААЛЬ НАУКИ 2022; 1 (12-13). 45-50; DOI: 10.36074/grail-of-science.29.04.2022.002.

*Semenov S., Malyovanyj M., Starkov M. Analysis of transportation sunflower oil in international communication.* The work analyzes the organization of international cargo transportation of sunflower oil. It is indicated that the organization of cargo transportation of sunflower oil includes a number of logistics aspects. Important components of this complex and important process are considered, such as the choice of transport risk, route, logistics aspects and regulatory requirements. A review of the problems of functioning of transshipment terminals on the border of Ukraine and the EU was carried out.

**Keywords:** customs control, export, logistics approach, transportation, transshipment terminal.

Семенов Станіслав Олександрович	к.т.н., доц., доцент кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СНУ ім. В.Даля, м. Київ, Україна
Мальований Микита Сергійович	студент гр. ОМП-22-М кафедри «Автомобільний транспорт», ПДТУ, м. Дніпро, Україна
Старков Михайло Сергійович	студент гр. 3-ОМП-22-М кафедри «Автомобільний транспорт», ПДТУ, м. Дніпро, Україна

УДК 656.224

Сорока С.І.,  
Чернецька-Білецька Н.Б.,  
Мірошникова М.В.

м. Київ

#### МОДЕЛЮВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНО-АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕТИНІВ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ

Метою статті є вирішення транспортних проблем на однорівневих залізнично-автомобільних перетинах з використанням апарату математичного моделювання транспортних систем. Визначені показники, що суттєво впливають на стратегічний рівень управління міським транспортом. Наведені найбільш ефективні методи моделювання залізнично-автомобільних перетинів транспортної мережі (аналітичні, імітаційні та комбіновані). Засобами програмного забезпечення PTV Vissim створено імітаційну модель обраної ділянки транспортної мережі з метою підвищення безпеки дорожнього руху та зменшення затримок транспортних засобів. Запропоновано створення різнорівневого залізнично-автомобільного перетину і проведено аналіз характеристик руху у зоні залізничного переїзду за різних видів перетинів. Виявлені основні параметри залізничного переїзду, що впливають на технічні показники дорожнього руху: - інтенсивність руху транспортних засобів; - час закриття залізничного переїзду; - кількість смуг автомобільної дороги; - кількість залізничних колій.

**Ключові слова:** транспортний засіб, транспортна мережа, моделювання, перетин, дорожній рух, переїзд, транспортний потік.

Організація раціональної транспортної системи міста ґрунтується на використанні імітаційно-аналітичних підходів, які дозволяють оцінити та спрогнозувати основні параметри роботи транспорту, врахувати інтереси учасників перевізного процесу, а також оцінити вплив рівня розвитку транспортної системи на реалізацію соціально-економічних завдань муніципалітету та населення міста [1, 2].

Для оцінки результатів реалізації заходів необхідна розробка моделей різного рівня, включаючи моделі експрес-оцінки функціонування транспортної системи, які дозволяють оперативно визначити їхню ефективність та дієвість, розрахувати основні показники дорожнього руху, забезпечують швидку оцінку та коригування результатів проведених змін [3].

Розробка системи оцінки та заходів щодо розвитку міського транспорту враховує тренди та показники, що суттєво впливають на стратегічний рівень управління, такі як: – зростання рівня автомобілізації (як індивідуального транспорту, так і комерційного вантажного транспорту), транзитних вантажопотоків, щільності транспортних потоків, потреба в місцях для паркування автомобілів; - збільшення навантаження на вулично-дорожню мережу; - зниження рівня безпеки на дорогах; - забезпечення транспортної доступності населення; - зниження середньої швидкості руху та ін. [4].

Значні інфраструктурні проекти мають особливості у методичних підходах до аналізу спроможності та оцінки ефективності. По-перше, робота транспорту, що забезпечує попит на транспортні послуги «тут і зараз», потребує адекватних прогнозів майбутнього ринку. Помилки в прогнозах у більшу та меншу сторони відображаються на кінцевій вартості продукції, що призводить до зниження її конкурентоспроможності. При цьому методи прямого впливу на ринок транспортних послуг у великих транспортних компаній та галузі відсутні [5, 6]. По-друге, транспортні системи є просторово-розосередженими, їх елементи мають значущість за умови збалансованого розподілу потужностей та ресурсів для ефективної організації транспортної роботи. "Вузькі місця" в транспортній мережі можуть позначатися на глобальній пропускній спроможності і стати бар'єрами для її розвитку [7, 8]. По-третє, питання розвитку транспортної системи, делеговані на державний рівень управління, мають економічну та фінансово-господарську складові, які представлені великими транспортними компаніями, «власниками» транспортної інфраструктури загального користування. При цьому єдина транспортна інфраструктура (єдина транспортна мережа) є одним із домінантів сталого розвитку міжгалузевих та міжрегіональних зв'язків [9, 10].

Сьогодні зростання чисельності міського населення та розвиток житлового будівництва неухильно ведуть до розширення меж міст. Внаслідок чого утворюється велика кількість «вузьких місць» – ворожих маршрутів, невідповідність пропускної спроможності суміжних ділянок доріг, утворення безлічі перетинів з автомобільними дорогами пішохідних переходів, обмеження швидкості руху та зупинки на світлофорах, підвищення негативного впливу на довкілля. Зі зростанням інтенсивності та швидкості руху поїздів через відсутність різнорівневих перетинів зростають затримки автомобільного транспорту, погіршуються умови руху транспортних потоків та збільшується аварійність [7, 9].

Дослідження та вирішення проблем організації руху на залізнично-автомобільних перетинах транспортної мережі (ЗАПТМ) вимагають проведення безлічі заходів та експериментів, які є технічно складними, ресурсомісткими та тривалими.

Пошук ефективних та низьковитратних методів вирішення завдань у цих умовах представляє високу актуальність. Не викликає сумнівів обґрунтованість використання методів моделювання, які дозволяють проводити «експериментальні» дослідження ефективності проектів та пропозицій без втручання у процес дорожнього руху. Методи моделювання ЗАПТМ можна розділити на аналітичні, імітаційні та комбіновані (імітаційно-аналітичні) (рис.1.) [11, 12].



Рисунок 1 – Методи моделювання ЗАПТМ

Аналітичні моделі представляють залежності та рівняння, які дозволяють отримати рішення щодо характеристик параметрів моделі, які досліджуються, для визначення раціонального режиму функціонування ЗАПТМ.

На втрату часу автомобільного транспорту під час проходження залізничного переїзду впливає низка взаємопов'язаних факторів, що були підтверджені спостереженнями на залізничних переїздах: інтенсивність автомобільного та залізничного руху; склад автотранспортного потоку; величина зниження швидкостей руху автомобілів, час закриття та геометричні параметри залізничного переїзду. Недоліком даного підходу є використання статичних даних руху, тобто вхідні параметри (швидкість потоку, інтенсивність, пропускна здатність, час закриття переїзду) задаються чисельно в результаті спостереження і беруться усереднені показники (за певний період).

Отримані аналітичні рішення мають наближений усереднений характер і не враховують всі особливості ЗАПТМ. Представляє певну складність перевірка адекватності моделі, яка потребує проведення експериментів із зазначеними в моделі параметрами. З іншого боку, перевагами аналітичного моделювання є універсальність, тобто можливість експрес-оцінки стану багатьох ЗАПТМ, а також простота та оперативність проведення розрахунків. Для достовірної оцінки стану – визначення швидкості руху автотранспортних засобів у зоні залізничного переїзду – вважається за доцільне застосування імітаційних моделей: побудова комп'ютерної моделі полігону транспортної мережі з вхідними та вихідними транспортними потоками. Параметри мережі та схему ЗАПТМ, а також технологію обслуговування потоку, що завантажуються в імітаційну модель, визначає якість моделі. Далі отримання відповіді на питання «що якщо...?» визначає результат моделювання.

На переїзді, що досліджується в годину пік, інтенсивність руху автотранспортних засобів може досягати понад 1400 авт/год. Середня інтенсивність руху у будній день становить 16300 авт/год. При щільному русі поїздів переїзд закривають майже на 14 годин на добу, внаслідок чого утворюються транспортні затори.

За допомогою програмного забезпечення PTV Vissim створено імітаційну модель даної ділянки транспортної мережі (рис. 2) [13]. Для підвищення безпеки дорожнього руху та зменшення затримок транспортних засобів на цій ділянці дороги, запропоновано створення різнорівневого залізнично-автомобільного перетину. Проведено аналіз характеристик руху у зоні залізничного переїзду за різних видів перетинів.

В результаті реалізації імітаційної моделі вузла транспортної мережі встановлено, що середня швидкість руху транспортних засобів у зоні залізничного переїзду до реалізації проекту була меншою у 3,4 рази, ніж після реалізації проекту.

Перевагою даного підходу вважається здатність адекватно описувати поведінку учасників транспортного потоку та видавати точні параметри руху: швидкість руху, затримки транспортних засобів, довжину та динаміку утворення заторів тощо. Недоліком цього підходу є неможливість застосування побудованої моделі інших ЗАПТМ.

Комбінування імітаційних та аналітичних методів дозволяє оцінити інфраструктурні транспортні проекти, методи, що застосовуються у комплексних схемах організації дорожнього руху (КСОДР). КСОДР, які використовують результати імітаційного експерименту в аналітичних розрахунках показників транспортного забезпечення міста, окремих районів та вузлів.

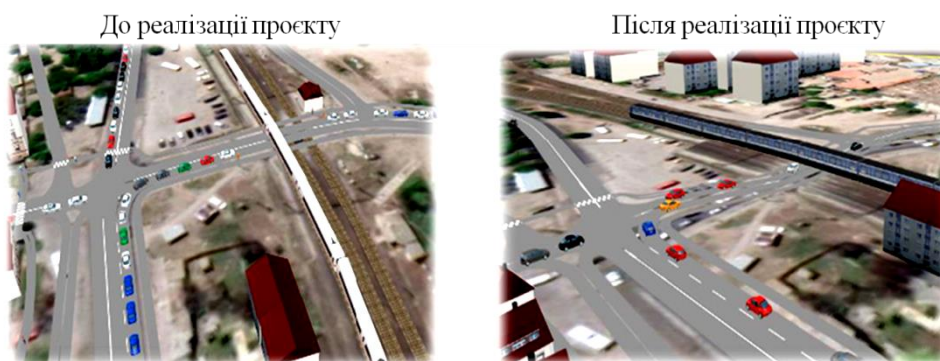


Рисунок.2 – Модель залізнично-автомобільного перетину в PTV Vissim

Комбіноване моделювання дозволяє об'єднати переваги аналітичного та імітаційного моделювання та виключити недоліки обох. При побудові комбінованої моделі ЗАПТМ аналітична частина розробляється як математична формула, а імітаційна частина – як алгоритм моделювання. Для розрахунку аналітичної частини використовуються не усереднені, а адекватні дані, отримані в результаті імітаційного моделювання.

З використанням швидкості руху транспортних засобів, отриманої імітаційним моделюванням, було розраховано витрати часу автомобільного транспорту в зоні залізничного переїзду при однорівневому та різнорівневому перетинах. Різниця у втратах на запропонованому залізничному переїзді становить понад 160 тис. авт. год/рік.

Комбінація аналітичних та імітаційних методів при аналізі роботи транспортних мереж міст є ефективним та адекватним інструментом прийняття стратегічних рішень.

Зміни міської транспортної системи повинні відбуватися на користь поступового розвитку пропускної спроможності мережі та оптимальної схеми організації дорожнього руху, а також на користь розвитку міста та міської агломерації.

У роботі пропонується вирішення транспортних проблем на однорівневих залізнично-автомобільних перетинах з використанням апарату математичного моделювання транспортних систем. Розробка адекватних математичних моделей процесів взаємодії учасників дорожнього руху передбачає адекватну формалізацію елементів транспортної інфраструктури, системи організації дорожнього руху, системи керування рухом та інших елементів. Використання об'єктної декомпозиції предметної області дозволяє скоротити час моделювання та отримання результатів, що відповідають поставленій меті.

Достовірність оцінки стану – визначення швидкості руху автотранспортних засобів у зоні залізничного переїзду, досягається застосуванням імітаційних моделей. За допомогою програмного забезпечення PTV Vissim було створено імітаційну модель запропонованої ділянки транспортної мережі. Для підвищення безпеки дорожнього руху та зменшення затримок транспортних засобів на даній ділянці дороги запропоновано створення різнорівневого залізнично-автомобільного перетину, доцільність якого підтверджена чисельними розрахунками (експериментом) на базі імітаційно-аналітичного моделювання. За результатами проведеного аналізу залізничних переїздів залізниць України, які підлягають заміні на автодорожній шляхопровід, було виявлено основні параметри залізничного переїзду, що впливають на технічні показники дорожнього руху: - інтенсивність руху транспортних засобів; - час закриття залізничного переїзду; - кількість смуг автомобільної дороги; - кількість залізничних колій. Ці параметри стали основою побудованих імітаційних моделей залізничних переїздів.

#### Література:

1. Railways of world // [Electronic resource]. – Mode of access: <https://zdmira.com/news/predstavlena-strategiya-razvitiya-zheleznodorozhnogotransporta-dlya-budapeshtskoy-aglomeratsii> (access date 04/23/2021).
2. Транспортна стратегія України на період до 2030р. розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. N 430-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text> (дата звернення: 12.09.2019).
3. Директива 95/18/ЄС "Щодо залізничних підприємств" URL: [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994\\_952](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_952) (дата звернення 15.06.2020).
4. Garrisi G., Cervelló-Pastor C. Train-Scheduling Optimization Model for Railway Networks with Multiplatform Stations. Sustainability. 2020. Vol.12. 257. doi:10.3390/su12010257.
5. Aksonov I.M, Kulaev Y.F. Conceptual aspects optimal management of passenger traffic // Railway transport of Ukraine. — 2012.— № 4. - P. 2 - 7.
6. Pluzhnikov K.I. Freight forwarding service: Textbook: ASMAP. 2019. 350 p.
7. Rosenberg I.M., Zamyshlyaev A.M. Methods and technologies for improving traffic safety in transportation service // I International Scientific and Practical Conference "Science in the Transport Dimension", 2015. P.92. 8. Multimodal transportation opens up new directions development for suburban companies [Electronic resource]. - Access mode: <https://gudok.ru/content/passengertrans/1456215/>.
8. Chernetska-Biletska N., Baranov I., Miroshnykova M. Development systems interval control of train movement. Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects. Theses of international scientific and practical conference. 5-10 may 2020, Batumi (Georgia), P.10–12.
9. Baranov I.O., Miroshnikova M.V., Sushchenko L.I., Sushchenko O.O. Increasing efficiency functioning of transport service system urban population. Collection scientific works of scientific and practical conference higher education graduates and young scientists "Logistics management and traffic safety on transport" November 14-16, 2019, Lyman (Donetsk region), pp. 127–128.
10. Chernetska-Biletska N.B., Baranov I.O. Implementation unified coding system for railway rolling stock. Bulletin Eastern Ukrainian National University named after Volodymyr Dal, No. 2 (250), 2019, С. 116–119. 6. Chernetskaya-Beletskaya N.B., Baranov I.O., Soldatkin D.O. Analysis options for managing transportation process in railway transport under uneven conditions. Bulletin Eastern Ukrainian National University named after V. Darya. No. 1 (218) 2015, С. 107–109.
11. Бобровський В.І., Коробйова Р.Г., Баланов В.О. Імітаційна модель для оцінки пропускної здатності залізниць. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В.Лазаряна. 2018. №6 (78). С.16-27
12. Aksonov I.M. Logistic approach to passenger traffic management. // Railway transport of Ukraine. - 2011. - №3. - P. 6 - 11.
13. PTV Vissim the mind of movement. A+S. Короткий посібник з виконання проектів у PTV Vissim 6. ©2014/ Інновації. Технології. Якість. 75с.

Soroka S., Chernetska-Biletska N., Miroshnikova M. **Modeling railway-car crossings of transport network**. The purpose article is solve transport problems at one-level railway-car crossings using apparatus of mathematical modeling transport systems.

Indicators that significantly affect strategic level of urban transport management are determined. The most effective methods modeling railway-car intersections transport network (analytical, simulation and combined) are given. PTV Vissim software has created a simulation model selected section of transport network with aim increasing road safety and reducing vehicle delays. It is proposed create a multi-level railway-car crossing and analysis traffic characteristics in area of railway crossing for different types crossings is carried out. The main parameters railway crossing affect technical indicators of road traffic have been identified: - intensity traffic of vehicles; - railway crossing closing time; - number of highway lanes; - number railway tracks. The reliability condition assessment – determination speed of movement motor vehicles in area railway crossing, is achieved by use simulation models. A simulation model proposed section of transport network was created using PTV Vissim software. To increase road safety and reduce vehicle delays on section of road, it is proposed create multi-level railway-car crossing, feasibility which is confirmed by numerical calculations (experiment) based on simulation and analytical modeling. According results analysis of railway level crossings railways of Ukraine, which are be replaced by road overpasses. These parameters became basis built simulation models of railway crossings.

**Keywords:** vehicle, transport network, simulation, intersection, road traffic, crossing, traffic flow.

Сорока Сергій Іванович

канд. техн. наук, доцент кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СНУ ім. В. Даля, м. Київ, Україна, e-mail: soroka\_si@snu.edu.ua

Чернецька-Білецька Наталія Борисівна

д.т.н., проф., зав. кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СНУ ім. В. Даля, м. Київ, Україна, e-mail: logistyka.snu.edu.ua

Мірошникова Марія Володимирівна

канд. техн. наук, доцент кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СНУ ім. В. Даля, м. Київ, Україна, e-mail: miroshnikova@snu.edu.ua

УДК 656.2

**Турпак С.М.,  
Острогляд О.О.,  
Компанієць Є.М.**

**м. Запоріжжя**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДОСТАВКИ МЕТАЛОПРОКАТУ РІЗНИМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

В статті проведено аналіз процесу доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до Запорізького річкового порту. Розроблено імітаційну модель, шляхом проведення експериментів досліджено варіанти доставки металопродукції із залученням залізничного та автомобільного транспорту у різному процентному співвідношенні. На основі результатів моделювання виконано економічні розрахунки та запропоновано найбільш раціональний варіант перевезень з урахуванням екологічної складової.

**Ключові слова:** багатооборотний піддон, металопродукція, імітаційна модель, вагон, екологічні показники, річковий порт.

Екологізація виробництва та зниження викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу є важливим завданням для збереження навколишнього середовища і зменшення впливу на зміну клімату. В умовах повоєнного відновлення налагодження логістики з урахуванням екологічних показників стане важливим елементом сталого розвитку та відновлення економіки України. Після воєнних конфліктів, коли інфраструктура часто зазнає значних зруйнувань, ефективна та екологічно збалансована логістика може визначати успішність процесу відновлення.

Металургійний комбінат «Запоріжсталь» навіть в воєнних умовах залишається одним з найбільших металургійних комбінатів в Україні та світі, і є провідним підприємством в галузі чорної металургії [1]. Підприємство спеціалізується на виробництві різних видів сталі, включаючи тонколистовий та гарячекатаний прокат. Враховуючи законодавчі ініціативи, такі як закон «Про внутрішній водний транспорт», річковий порт Запоріжжя стає стратегічним вузлом для експорту металопродукції комбінату «Запоріжсталь».

Були виділені останні передвоєнні тенденції в логістиці доставки готової металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» на експорт:

- більш активне використання Запорізького річкового порту через прийняття закону «Про внутрішній водний транспорт», який зменшив витрати на проходження судами мостів та шлюзів [2];

- через меншу довжину шляху прямування автомобільного транспорту, ніж залізничного, саме він використовувався для доставки продукції у порт.

Враховуючи, що автомобільний вантажний транспорт вважається найменш екологічним для перевезення, в дослідженні запропоновано створити імітаційну модель, на якій проаналізувати економічну та екологічну ефективність різних варіантів доставки металопродукції з умовою використання річкового порту.

Проаналізовано дані інтервалів часу між завантаженням партій вантажу у прокатних цехах. Встановлено відповідність випадкової величини теоретичному експоненціальному розподілу (рис.1).

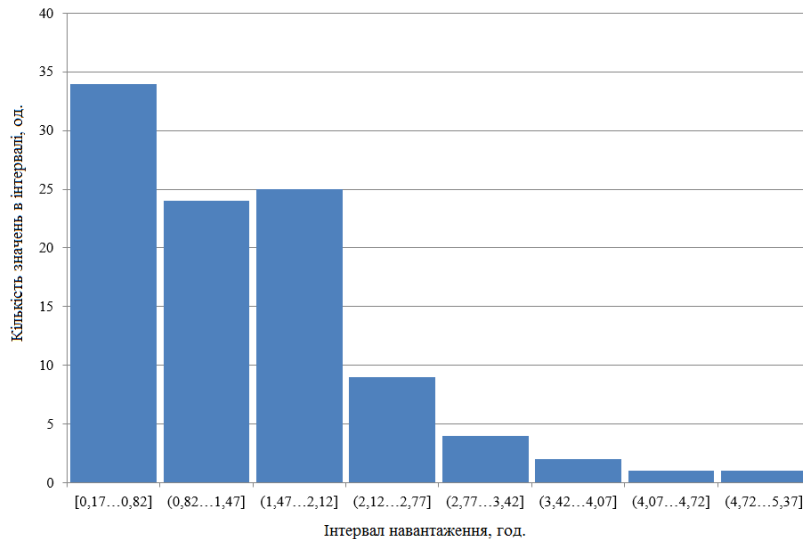


Рисунок 1 – Аналіз випадкової величини інтервалів навантаження продукції

З урахуванням параметрів отриманого закону розподілу величини інтервалів між відвантаженнями, розроблена імітаційна модель, що відтворює транспортно-складські процеси доставки металопродукції [3]. Загальний вигляд програмно-процесних логістичних ланцюгів доставки наведений на рис. 2. Модель розрахована на використання як автомобільного так і залізничного транспорту. Окрім того в моделі відтворено процес повернення багатооборотних піддонів з порту на підприємство. Також в моделі реалізовано інструмент розрахунку обсягів викидів CO<sub>2</sub>, що враховує норми викидів для різних транспортних засобів. Керованим параметром в моделі виступає ймовірність використання того чи іншого виду транспорту.

Перший блок моделі імітує транспортування металопродукції. Діаграма процесу починається з генерації замовлень – партій вантажу, які надходять через встановлені інтервали часу у логістичну систему. Середній інтервал надходжень складає 1,34 години. Обсяг приймаємо у кількості партій, кожна з яких відповідає місткості автотранспортного засобу та загальна вага забезпечує орієнтовний обсяг постачань (відповідно до довоєнного періоду) у розмірі 850 – 950 тисяч тонн продукції щорічно. Маємо значення – 4 партії по 34 т.

В об'єкті Time\_out типу «черга» встановлено параметр «Максимальна місткість». Такий же параметр заданий у наступному об'єкті Sklad\_produkt, що імітує роботу ділянки відвантаження складу готової продукції. Надалі замовлення надходять до елемента управління Auto\_abo\_ZT, який розподіляє їх по гілках обслуговування автомобільним або залізничним транспортом. Управління здійснюється через задання параметру Probability – ймовірності (частки) відправлень автомобільним або залізничним транспортом. Гілка обслуговування автотранспортом продовжується елементами Doroga (тип – черга) та Ruh\_to\_ZP (елемент затримки, який імітує рух до Запорізького порту). Аналогічним чином працює гілка обслуговування залізничним транспортом. Відмінністю є лише наявність елемента групування замовлень Vagon (як було зазначено вище, в якості замовлень виступає партія вантажу, яка відповідає статнавантаженню автотранспортних засобів 34 т, відповідно, для вагонної відправки потрібно згрупувати два замовлення).

У другому блоці моделі реалізовано імітацію повернення піддонів. Після завершення процесу доставки продукції в порт, постає питання процесу повернення багатооборотних піддонів з порту на підприємство. Кількість піддонів, які надійшли, фіксується у кінцевому ланцюгу елементу проходження копій замовлень, тож там викликаються нові замовлення – група піддонів для відправлення. Перший об'єкт Piddon генерує замовлення. Наступний за ним - Auto\_abo\_ZT1 – об'єкт вибору виду транспорту для доставки піддонів на підприємство, він є керованим параметром, який буде змінюватись при постановці експериментів.

При використанні автомобільного транспорту для повернення металевих піддонів, на яких здійснювалась доставка продукції залізничним транспортом, кількість використаних автомобілів фіксується даним елементом та кількість обсягів CO<sub>2</sub>. Гілка елементів реалізації процесів доставки піддонів залізничним транспо-

ртом передбачає чергу для накопичення багатооборотних піддонів. Об'єкт Navantag\_pidдон – імітує затримку, пов'язану із навантаженням піддонів; Sostav\_pidдон – чергу накопичення вагонів із піддонами; Poizd\_pidдон – формування состава поїзду. Об'єкт Ruh\_ZS імітує рух вагонів до підприємства, шляхом їх затримки на нормативний час. Об'єкт ungroup\_pidдон здійснює розгрупування вагонів для подальшого накопичення в об'єкті Pidдон\_Shidna та імітації розвантаження елементом Rozvant\_Pidдон. В кінцевому елементі Sink\_Pidдон фіксується обсяг CO2 при перевезенні піддонів залізничним транспортом.

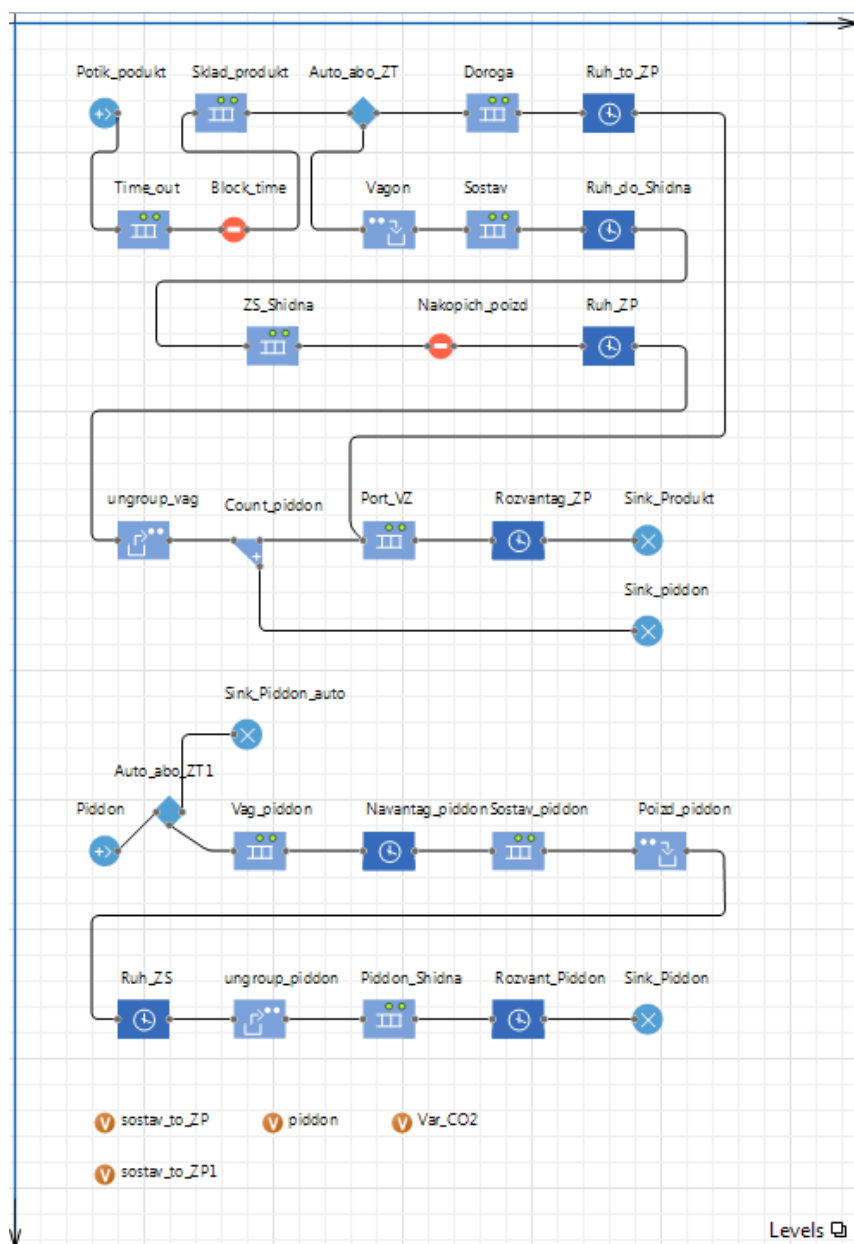


Рисунок 2 – Загальний вигляд програмно-процесних логістичних ланцюгів доставки

Модельовання здійснювалось за період – 1 місяць із трансформуванням результатів у річний період. Було проведено ряд експериментів в умовах варіювання частки відправлень металопродукції з комбінату до порту автомобільним транспортом та використання різного рухомого складу при поверненні піддонів (табл.1).

Згідно результатів модельовання отримано 10 варіантів співвідношення роботи автомобільного транспорту та залізничного. Для визначення оптимального режиму перевезень були розраховані витрати за кожним з варіантів перевезення продукції (табл. 2). Графічне представлення зміни витрат на перевезення в залежності від співвідношення використання автомобільного та залізничного транспорту наведено на рис. 3.

Якщо розглядати отримані результати без врахування екологічної складової, то за транспортними витратами найдешевшим варіантом було б відправляти 80% продукції автомобільним транспортом і 20% продукції – залізничним за умови повернення порожніх піддонів автомобільним транспортом. Але при використанні

автомобілів викиди CO<sub>2</sub> значно більші, що вагомо впливає на остаточний результат. Отже можемо зробити висновок, що найбільш економічним варіантами за показником загальних витрат є здійснення перевезень у співвідношенні: 80% залізничним транспортом та 20% - автомобільним транспортом.

Таблиця 1 – Результати моделювання

Транспорт для доставки піддонів	Відсоток продукції з доставкою автотранспортом, %	Кількість їздок автотранспортних засобів, од./рік	Кількість доставлених вагонів з продукцією, од./рік	Кількість Доставлених автомобілів з піддонами, од./рік	Кількість доставлених вагонів з піддонами, од./рік	Обсяг CO <sub>2</sub> , т/рік
автом.	100	26784	0	0	0	1700,83
автом.	80	19392	2400	240	0	1293,09
автом.	60	15612	5280	528	0	1120,86
автом.	40	9684	7440	744	0	799,13
автом.	20	4848	9840	984	0	552,58
залізн.	80	19488	2400	0	240	1227,46
залізн.	60	15024	5040	0	504	1062,90
залізн.	40	9648	7440	0	744	775,20
залізн.	20	4692	9360	0	936	502,31
залізн.	0	0	12240	0	1224	269,74

За такого розподілу перевезень обсяги викидів складуть 552,58 т/рік при поверненні порожніх піддонів автомобільним транспортом та 502,31 т/рік – залізничним, що значно менше у порівнянні з варіантами перевезення всього обсягу вантажу виключно автомобілями (викиди становили 1700,83 т/рік).

На рис. 4 відображені загальні витрати на доставку продукції з урахуванням екологічних витрат.

Таблиця 2 - Розрахунок витрат на доставку продукції

№ з/п	Відсоток авт. перевезень, %	Витрати на авт. перевезення, грн	Витрати на зал. перевезення, грн	Загальні витрати на перевезення, грн	Вартість викидів CO <sub>2</sub> , грн	УСЬОГО, грн
Повернення порожніх піддонів автомобільним транспортом						
1	100	99100800	0	99100800	6122995	105223795
2	80	72086400	17253408	89339808	4655146	93994954
3	60	58503600	37957498	96461098	4035096	100496194
4	40	36872400	53485565	90357965	2876861	93234826
5	20	19315200	70738973	90054173	1989274	92043447
Повернення порожніх піддонів залізничним транспортом						
6	80	72105600	18908899	91014499	4418842	95433341
7	60	55588800	39708688	95297488	3826440	99123928
8	40	35697600	58617588	94315188	2790720	97105908
9	20	17360400	73744707	91105107	1808309	92913416
10	0	0	96435386	96435386	971050	97406436

Таким чином, при врахуванні екологічних показників оптимальним варіантом є здійснення перевезень у співвідношенні: 80% залізничним транспортом та 20% - автомобільним транспортом. Обсяги викидів в такому разі складуть 552,58 т/рік при поверненні порожніх піддонів автомобільним транспортом та 502,31 т/рік – залізничним.

Економічний ефект при перевезенні 80% металопродукції залізничним транспортом складе 13,8 млн грн на рік за умови повернення піддонів автомобілями та 12,3 млн. грн – при поверненні піддонів залізницею. Отже залучення залізничного транспорту, при доставці металопродукції з підприємства ПАТ «Запоріжсталь» до Запорізького річкового порту дозволить не тільки дозволить скоротити витрати близько на 13 млн грн, а й значно зменшить обсяг викидів CO<sub>2</sub> у навколишнє середовище.

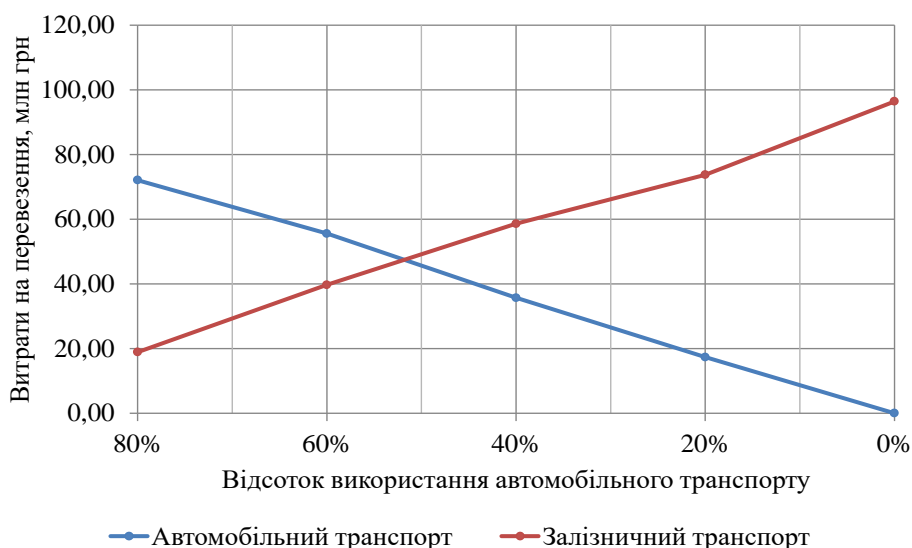


Рисунок 3 – Графік відношення витрат на доставку продукції при поверненні порожніх піддонів залізничним транспортом

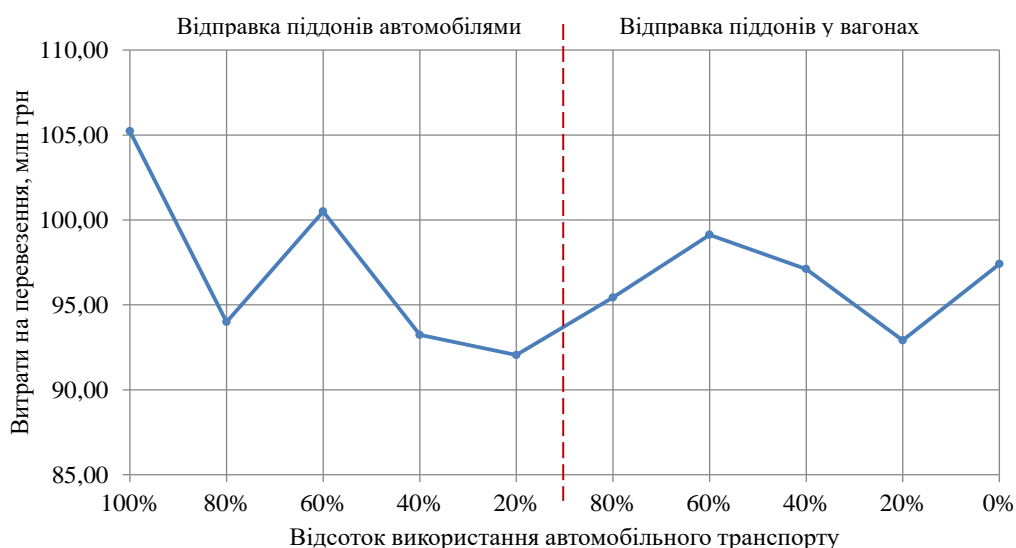


Рисунок 4 – Графік динаміки величини витрат з урахуванням екологічної складової в залежності від обсягу використання автомобільного транспорту

#### Література:

1. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь»: «Про підприємство». URL : <https://zaporizhstal.com/>.
2. Від Горішніх Плавнів і далі. Стан річкового транспорту в Україні. інфографіка. URL : [https://texty.org.ua/articles/68935/Vid\\_Gorishnih\\_Plavniv\\_i\\_dali\\_Stan\\_richkovogo-68935/](https://texty.org.ua/articles/68935/Vid_Gorishnih_Plavniv_i_dali_Stan_richkovogo-68935/).
3. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грін Д. С., 2015. – 264 с.

*Turpak S.M., Ostrohliad O.O., Kompaniiets Y.M. Research of rolled metal delivery process by various types of transport in the context of greening of transportation.* The article analyses the delivery process of metal products PJSC "Zaporizhstal" to Zaporizhzhya river port. The simulation model is developed, the variants of metal products delivery with attraction of railway and motor transport in different percentage ratio are investigated by means of experiments. On the basis of modeling results the economic calculations were made and the most rational variant of transportations was proposed taking into account the ecological component.

**Keywords:** reusable pallet, metal products, simulation model, railcar, environmental performance, river port.

Турпак Сергій Миколайович

д.т.н, проф., завідувач кафедри «Транспортні технології» НУ «Запорізька політехніка», e-mail: [sergeyturpak@gmail.com](mailto:sergeyturpak@gmail.com).

Острогляд Олена Олександрівна

к.т.н, доцент кафедри «Транспортні технології» НУ «Запорізька політехніка», e-mail: elenaostrohyad@gmail.com.

Компанієць Єлизавета Миколаївна

здобувач вищої освіти, гр. Т-822м, кафедри «Транспортні технології» НУ «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя.

УДК 656.13

**Черкашин І.А.,  
Климаш А.О.,  
Ворох А.О.**

**м. Київ**

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ ДЛЯ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ**

У роботі розглядаються найбільш перспективні альтернативні палива для двигунів внутрішнього згоряння автотранспортних засобів, а саме водень та синтетичні палива (e-Fuel). У роботі приведений аналіз альтернативних палив та розглянута ефективність їх використання.

**Ключові слова:** двигуни внутрішнього згоряння, альтернативні палива, електромобіль, водень, синтетичні рідкі палива.

На зараз автотранспорт виступає основним споживачем нафтових палив і головним джерелом техногенного забруднення атмосфери канцерогенними складовими. В межах Паризької угоди про охорону навколишнього середовища практично всі країни міжнародної спільноти узгодили мету зі скорочення викидів CO<sub>2</sub> у транспортному секторі практично до нуля до 2050 року. В результаті чого у ряді країн точно визначені дати, після яких буде заборонено продаж та реєстрація нових автомобілів із двигунами внутрішнього згоряння. Залежно від регіону, повна відмова від ДВС може відбутися в період між 2035 і 2050 роками. Однак у березні 2023 р. Європейський союз погодився зробити виняток із цієї заборони для автомобілів, що працюють винятково на синтетичному паливі, виробленому з використанням поновлюваних джерел енергії.

Основні проблеми, пов'язані з електрокарами, зводяться до процесів виробництва електроенергії та утилізації батарей. Приблизно 40% світової електроенергії виробляється шляхом спалювання вугілля, і якщо кожна сім'я в розвинених країнах обзаведеться своїм електромобілем, до 2050 року всесвітній попит на електроенергію зросте на 20-38%. Якщо не використовуватимуться альтернативні джерела енергії, то не можна буде розраховувати на скорочення викидів. Крім того, проблема утилізації акумуляторів досі не вирішена. Та й з інфраструктурою для електромобілів поки що не все так оптимістично. Темпи введення в експлуатацію нових об'єктів явно не встигають за поповненням електромобілів [1].

Згідно даних досліджень, що проводились Volkswagen, було підраховано сумарний викид CO<sub>2</sub> за весь цикл виробництва та експлуатації дизельного Golf та проведено порівняння з його електричною версією. Було встановлено, що дизельний Golf зрівнюється за цим параметром з електромобілем лише після пробігу в 125000 км (рис. 1). Тобто через кілька років, а до цього дизель є більш екологічним [2].

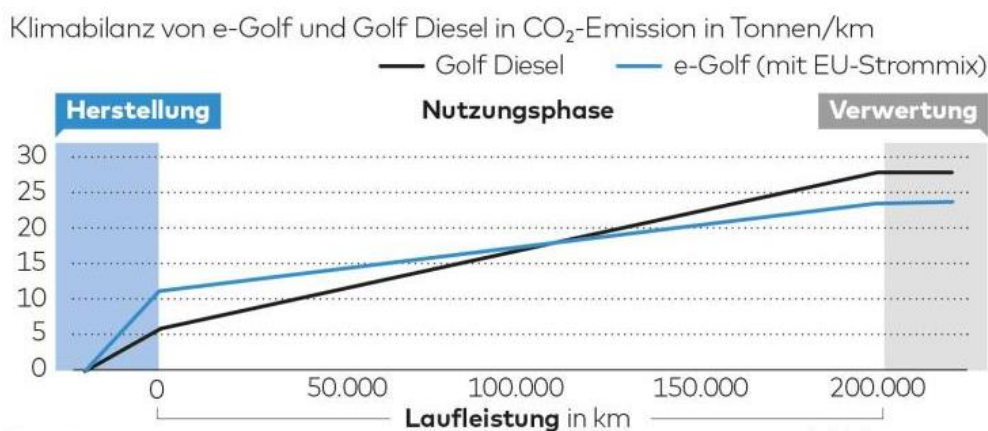


Рисунок 1 – Сумарний вуглецевий слід у електричного та дизельного Volkswagen Golf [2]

І все ж за електромобілями майбутнє. Будь то використання акумуляторних батарей, або будь-якого іншого інноваційного рішення, кінцевий результат один і той самий – двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ) поступово зникають. Однак ця зміна не відбудеться відразу. Протягом десятиліть країни всього світу інвестували значні кошти в розвиток інфраструктури, призначеної спеціально для використання рідких видів пального, таких як бензин і дизельне паливо. [3].

За прогнозами до 2030 року 2 з 3 нових автомобілів все ще будуть оснащені класичним ДВЗ. Нові серійні моделі та автомобілі, що перебувають у розробці, показують, що викиди оксидів азоту і сажі можна значно знизити. Мету розробки нових ДВЗ сформульовано чітко: автомобілі мають відповідати не тільки актуальним граничним значенням викидів шкідливих речовин, а й у майбутньому не чинити жодного впливу на якість повітря в містах. Споживання палива, а разом з ним і викиди CO<sub>2</sub>, також мають знижуватися. Якщо використовувати передові «чисті» види палива, можна навіть досягти нульових викидів CO<sub>2</sub> [4].

Паливами, що пропонують перспективні рішення для вирішення екологічних та енергетичних проблем у секторі транспорту є водень, синтетичні рідкі палива, а саме електронні палива (E-Fuels).

Автомобільні концерни покладають великі надії на силові установки, що працюють на водні, і досягають значних успіхів у цій галузі. Однак, створення ідеального екологічно чистого транспортного засобу, що використовує спалювання водню в циліндрах, видається складним завданням. У відпрацьованих газах, що виділяються водневими автомобілями, все ще присутня деяка кількість токсичних речовин, що утворюються в результаті хімічних реакцій при високій температурі в камері згорання. І все ж цей варіант хороший тим, що конструкція автомобіля і двигуна загалом не змінюється.

Другий спосіб змусити машину працювати на водні - використовувати газ для виробництва електроенергії на борту автомобіля. Потім віддавати її електродвигуну, який і рухатиме транспортний засіб вперед, як звичайний електромобіль. Автомобілі на паливних елементах часто називають FCEV – fuel cell electric vehicles. В екологічному відношенні паливні елементи кращі за водневі ДВЗ, тому більшість досліджень і розробок йде саме в цьому напрямку.

Але нині водневі автомобілі не можна вважати екологічно чистими – процес виробництва водню навіть брудніший, ніж згорання бензину або дизпалива. Зараз більша частина водню виробляється з метану з виділенням великої кількості токсичних газів.

На рис. 2 представлено порівняння викидів парникових газів автомобілями на традиційному та альтернативному паливі за повний життєвий цикл. Так, для автомобілів з бензиновим ДВЗ забруднення, пов'язане з виробництвом та утилізацією транспортного засобу, становить лише 18%, а для електромобілів та автомобілів з водневими паливними елементами вже 36% [5].

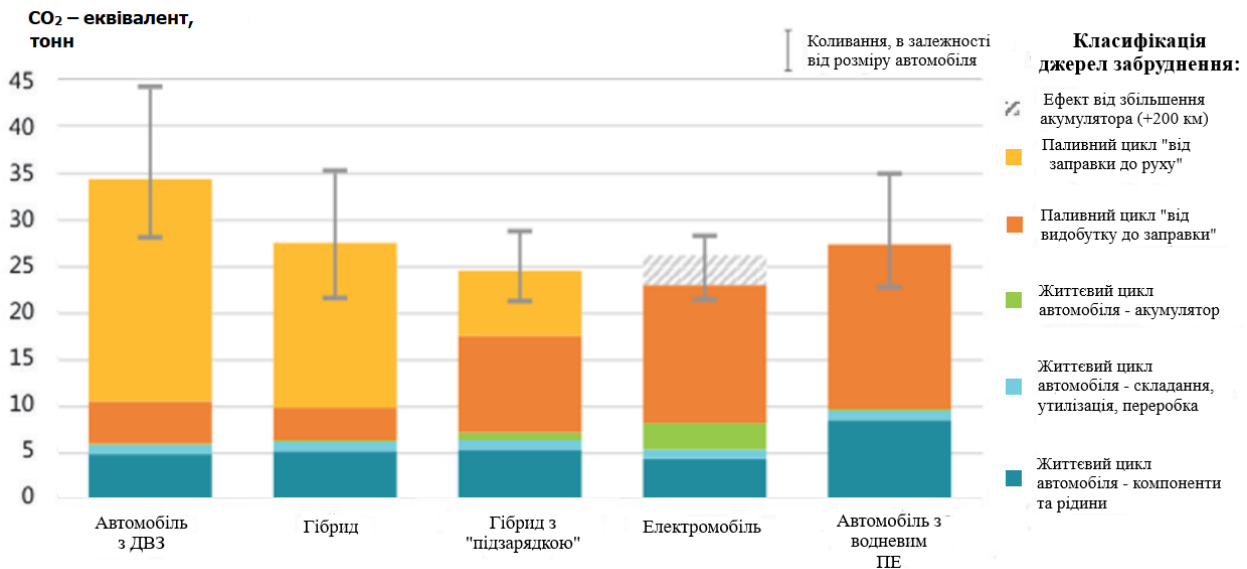


Рисунок 2 – Порівняння викидів парникових газів автомобілями на традиційному та альтернативному паливі за повний життєвий цикл [5].

На даному етапі складно припустити, що автомобілі на водневому паливі можуть стати цікавішими за традиційний або електричний транспорт. Однак ситуація може змінитися, якщо знайдеться дешевший спосіб отримання водню і буде розвинена мережа заправних станцій.

Синтетичні види рідкого палива (eFuels) виробляються з води (H<sub>2</sub>O) і діоксиду вуглецю (CO<sub>2</sub>). Необхідна для виробництва електроенергія повинна видобуватися з поновлюваних джерел енергії (сонячна енергія або енергія вітру).

Компанії Audi та Porsche інтенсивно досліджують ці види палива. Завдяки сумісності із сучасними двигунами внутрішнього згоряння, E-Fuels також може використовуватись у транспортних засобах, що дозволяє їм продовжувати працювати, але без шкоди для клімату, тому що будуть викидати рівно стільки CO<sub>2</sub>, скільки раніше було взято з атмосфери для виробництва самого палива.

Процес створення синтетичних видів палива починається з виробництва поновлюваного метанолу (eMethanol) з водню та вуглекислого газу. Існує кілька методів для цього, включаючи застосування каталізатора [6]. Отриманий таким чином синтетичний метанол (eMethanol) може бути використаний у багатьох промислових галузях у всьому світі. Всього за одну стадію синтезу eMethanol може бути перетворений на синтетичний бензин. Завдяки подальшій переробці це паливо можна довести до октанового числа, аналогічного до октанового числа бензину класу «супер», і потім використовувати у всіх традиційних бензинових двигунах.

Спочатку, при недостатній доступності синтетичних видів палива, їх можна змішувати зі звичайним паливом, а пізніше використовувати в чистому вигляді. Крім того, для зберігання та розподілу цих палив можна використовувати звичайну вже існуючу інфраструктуру[6].

Таким чином, синтетичне виробництво E-Fuels дозволяє отримати певні якості, спрямовані на зниження шкідливих викидів, що виробляються безліччю існуючих двигунів внутрішнього згоряння, та підвищення ефективності.

Але нині вартість електронного палива досить висока. Впровадження нових технологій обходиться дорого. За словами генерального директора Porsche Олівера Блюма, ціни на електронне паливо можуть різко знизитися, якщо паливо вироблятимуть у промислових масштабах, ціна буде нижчою за 2 долари за літр. На слайді 9 приведено прогноз аналітиків щодо збільшення частки електронного палива та одночасного зниження його собівартості.

Сьогодні у світі налічується близько 1,4 мільярда автомобілів із двигунами внутрішнього згоряння. Більшість із них будуть використовуватися ще кілька десятків років. Бажання автовиробників продовжити вік ДВЗ цілком зрозуміле: в розробку і вдосконалення цих моторів було вкладено масу коштів і зусиль, вони доведені майже до досконалості. Чи зможуть альтернативні палива продовжити вік ДВЗ? Питання залишається відкритим.

#### Література:

1. Electric\_Vehicles\_(Global\_Market) [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://tadviser.com/index.php/Article:Electric\\_Vehicles\\_\(Global\\_Market\)](https://tadviser.com/index.php/Article:Electric_Vehicles_(Global_Market))
2. Erst nach 100.000 Kilometern ist der E-Golf wirklich „grün“ [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.welt.de/wirtschaft/article192405223/Klimabilanz-Erst-nach-100-000-Kilometern-ist-der-E-Golf-wirklich-gruen.html>
3. What Will Bridge the Gap Between ICE and Electric Motors? [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.securities.io/what-will-bridge-the-gap-between-ice-and-electric-motors/>
4. Чи є майбутнє у двигунів внутрішнього згоряння? [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://specmachinery.com.ua/ru/news/business/5659-est-li-budushchee-u-dvigatelj-vnutrennego-sgoraniya>
5. International Energy Agency (IEA). (2019). Global EV Outlook 2019. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>
6. Козюберда А.А. Вдосконалення процесу ізотермічної конверсії метану для виробництва метанолу / А.А. Козюберда, В.М. Орлик, Г.І. Соловйов та ін. – Северодонецьк: Вісник СНУ ім. В. Даля, № 3 (273), 2022. - С. 66-71.
7. What Is Synthetic Fuel? And Is It The Savior Of The Combustion Engine? [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://carbuz.com/features/are-synthetic-fuels-the-savior-of-the-combustion-engine>.

*Cherkashyn I., Klymash A., Vorokh A.* The paper considers the most promising alternative fuels for internal combustion engines of motor vehicles, namely hydrogen and synthetic fuels (e-Fuels). The paper analyses alternative fuels and considers the efficiency of their use.

**Keywords:** internal combustion engines, alternative fuels, electric vehicle, hydrogen, synthetic liquid fuels.

Таранцев А.В. студент групи АТ-20д кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин, СНУ ім. В. Даля, м. Київ. e-mail: [icerkasin221@gmail.com](mailto:icerkasin221@gmail.com)

Климаш А.О. к.т.н., доц., завідувач кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин, СНУ ім. В. Даля, м. Київ. e-mail: [klimash@snu.edu.ua](mailto:klimash@snu.edu.ua)

Ворох А.О. к.пед.н., доц., доцент кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин, СНУ ім. В. Даля, м. Київ. e-mail: [vorokh@snu.edu.ua](mailto:vorokh@snu.edu.ua)

**ОГЛЯД ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ КОРОЗІЙНИХ ДЕФЕКТІВ ВНУТРІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ КОТЛА  
ВАГОН-ЦИСТЕРНИ ТА МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ЇХ УСУНЕННЯ**

У статті розглянуті питання, які пов'язані з виникненням корозії котлів вагонів-цистерн для перевезення хімічних вантажів та огляд існуючих методів захисту металоконструкцій від появи корозійних дефектів. Проведено аналіз існуючих варіантів корозійного захисту металевих резервуарів від впливу рідкого середовища. Запропоновано використання протекторних захисних систем від дії електрохімічних корозійних процесів.

**Ключові слова:** котел вагон-цистерни, хімічна корозія металу, електрохімічна корозія металу, методи захисту, протекторний захист.

До корозійних процесів, які впливають на термін служби котла вагон-цистерни, відносяться як хімічні так і електрохімічні. При хімічному процесі відбувається взаємодія зовнішньої і внутрішньої (порожній стан під атмосферним тиском) оболонки котла цистерни з повітрям, при цьому відсутня поява електричного струму. У випадку електрохімічного процесу корозія є наслідком повної або часткової електролітичної дисоціації внутрішньої поверхні котла з рідким вантажем, в результаті чого виникає струм з упорядкованим переміщенням електронів та іонів від одної ділянки металу до іншої. Важлива відмінність між цими двома механізмами корозії металів полягає у тому, що при електрохімічній корозії одночасно відбуваються два процеси: окислювальний (при розчиненні металу на ділянці конструкції) і відновлювальний (при розряді катіонів з розчину, відновлення кисню та інших окиснювачів на іншій ділянці металу). У разі виникнення хімічної корозії продукти корозії утворюються безпосередньо на ділянках поверхні де відбувається руйнування металу. У дійсних умовах утримання та експлуатації вагонів-цистерн слід враховувати той факт, що розподіл корозійних процесів є умовним, що може пояснюватись рядом обставин. Так, наприклад, електрохімічна корозія в парах води при підвищенні температури може переходити в хімічну, а у рідкому вантажі, який не є електролітом, хімічна корозія при появі вологи може переходити в електрохімічну.

До неелектролітів, тобто до рідин, що не проводять електричний струм, можуть належати – рідкий бром, розплавлена сірка, органічні речовини (бензол, хлороформ та ін.), рідке паливо (нафта, бензин та ін.), мастила. Сумарний процес хімічної корозії [1] у неелектролітах може бути розділений на ряд стадій, кожна з яких може визначати швидкість процесу: 1) дифузія реагенту до поверхні металу; 2) адсорбція реагуючих частинок на металі; 3) хімічна реакція реагенту з металом; 4) десорбція продуктів реакції із поверхні металу; 5) дифузія продуктів реакції від металу в об'єм неелектролітів.

Вуглеводні, які входять до складу рідкого палива, і органічні розчинники не активні по відношенню до металів і не руйнують їх. Активність їм надають різні домішки, які вступають з металами в хімічні реакції та руйнують їх. Збільшення корозійної активності нафти відбувається за рахунок вмісту у ній сірчаніх сполук: сірководню, елементарної сірки. Їх взаємодія із металом оболонки котла призводить до утворення продуктів корозії – сульфідів. Подібні явища спостерігаються при дії на метали фенолів, що містять сірчані сполуки. У разі підвищення температури швидкість корозії металів зростає. Попадання води в неелектроліт значно активізує дію в них домішок і викликає інтенсивне протікання електрохімічної корозії, особливо в присутності солей і кислот.

Окрему зацікавленість фахівців, які займаються продовженням терміну служби вагонів цистерн для перевезення хімічних вантажів викликає дослідження електрохімічного корозійного процесу і методів запобігання та боротьби з появою корозії в оболонці котла. Такий процес виникає в результаті роботи певної кількості короткозамкнених гальванічних елементів, які утворюються внаслідок неоднорідності металу або рідкого середовища [2]. Поверхню металу, яка піддається корозії, спрощено можна розглядати як двоелектродну систему. Вона складається з ділянок двох видів - анодних і катодних, що знаходяться в тому самому електроліті. Робота корозійного елемента за рахунок різниці потенціалів – катода та анода, нагадує роботу гальванічного елемента і супроводжується переміщенням електронів у металі, а також іонів в електроліті.

Електрохімічне розчинення металу [3] є складним процесом, який складається із трьох основних процесів: 1) анодного процесу – розчинення металу в електроліті з утворенням гідратованих іонів, при цьому надлишкові електрони залишаються на поверхні металу; 2) процесу руху електронів по металу від анодних ділянок до катодних з переміщенням катіонів та аніонів у рідкому середовищі; 3) катодного процесу – у випадку приєднання електронів будь-якими іонами чи молекулами середовища – деполяризаторами, які здатні до відновлення на катодних ділянках. У якості деполяризаторів катодного процесу можуть бути атоми кисню, іони водню чи інші іони рідкого середовища. В кожному конкретному випадку катодна реакція визначається складом розчину.

Щодо впливу зовнішніх чинників, які можуть чинити дію на протікання електрохімічної реакції потрібно зазначити наступне: водневий показник рідкого середовища (рН), може суттєво впливати на швидкість електрохімічної корозії. До основних груп металів залежно від швидкості корозії відповідно до рН середовища належать:

- 1) метали, стійкі як у кислому, так і в лужному середовищі (Au, Pt, Ag);
- 2) метали, стійкі у лужному середовищі (Ni, Co, Cd);
- 3) метали, стійкі у кислому середовищі (Ta, Mo, W);
- 4) метали, стійкі в нейтральних, слаболужних і слабокислих середовищах і нестійкі в кислих та лужних середовищах (Fe, Zn, Al, Sn, Pb).

Причини різного впливу рН середовища на стійкість металів для більшості з них добре вивчені. Найчастіше вони пояснюються тим, що при певному значенні рН утворюються оксиди, гідроксиди або солі, що складно розчиняються, блокують поверхню металу і зменшують швидкість корозії.

На швидкість електрохімічної корозії має вплив швидкість руху електроліту. Ця залежність має складний характер. Спочатку швидкість корозії значно зростає (відбувається збільшення підведення окисника до поверхні металу), потім вона починає зменшуватись за рахунок утворення захисних пасивних плівок при досить високих концентраціях окисника. При високих швидкостях руху рідини настає механічне руйнування захисних плівок або навіть металу, корозія знову зростає. Якщо в рідкому середовищі є активні іони (наприклад, хлорид-іони), то пасивації металу не спостерігається, і з збільшенням швидкості руху рідини корозія сталі безперервно зростає. Підвищення температури рідкого середовища значно прискорює вплив на швидкість протікання електрохімічної корозії металів.

Характерні корозійні пошкодження, які виникають на поверхні металу котлів вагонів-цистерн представлені на рис.1.:

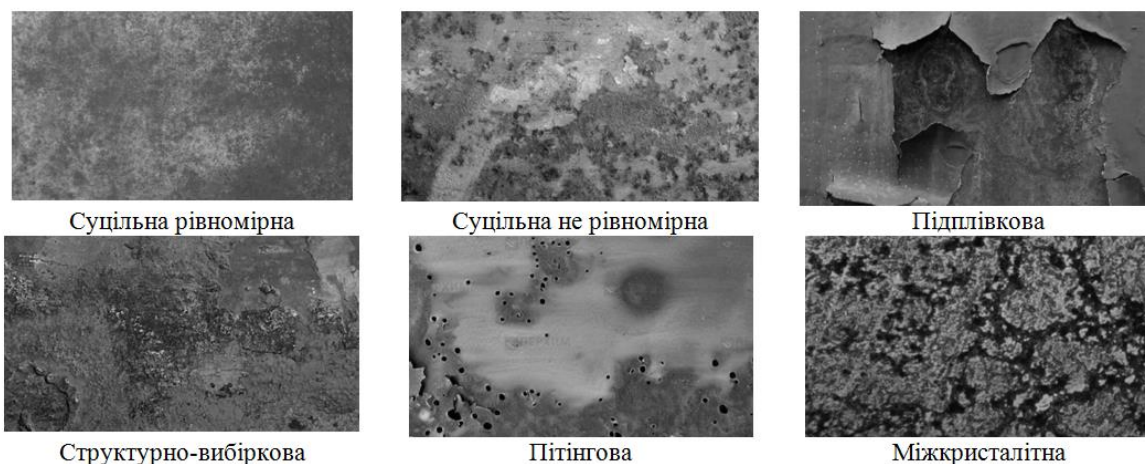


Рисунок 1 – Корозія металевої поверхні котлів вагонів цистерн

При загальній корозії вся поверхня металу, яка взаємодіє з агресивним середовищем, піддається руйнуванню, відбувається рівномірне витончення з внутрішньої або зовнішньої сторони котла. У разі виникнення локальної корозії руйнування металу здійснюється на окремих ділянках поверхні. Локальна корозія в котлах може бути виразковою, точковою, міжкристалітною, структурно-вибірковою. При локальній корозії конструкція котла значно швидше стає непридатною до експлуатації, ніж при загальній рівномірній корозії, незважаючи на менші за абсолютним значенням втрати металу.

Відомі методи запобігання корозії можна розділити на три групи:

- активні, що впливають на природу металу і електролітичного середовища або змінюють механізм корозійних процесів. До них відносяться: спеціальне легування з метою підвищення корозійної стійкості металу; застосування електрохімічного (катодного або анодного) захисту, що змінює механізм і зменшує швидкість протікання корозійних процесів; усунення причин, які спричиняють корозію; зменшення агресивності корозійного середовища шляхом зміни його складу чи введення спеціальних рідин – інгібіторів корозії;

- пасивні, які не впливають на природу металу та механізм корозії. Вони використовуються у разі ізоляції конструкцій від корозійного середовища за допомогою лакофарбових та інших неметалевих покриттів;

- конструкційні, які не впливають на природу металу – при здійсненні вибору іншого матеріалу конструкції, або ізоляції цієї конструкції від корозійного середовища за допомогою металевих чи неметалевих неорганічних покриттів.

Спеціальне легування передбачає підвищення корозійної стійкості металів за рахунок введення в них елементів, які забезпечують підвищення термодинамічної стійкості металу або утворення на поверхні захисної (оксидної) плівки. В окремих випадках застосування корозійностійких металів є надійним варіантом запобігання корозії. Проте доволі складно його використовувати через ряд певних обставин: необхідно одночасно забезпечити міцнісні властивості металу та його високу корозійну стійкість; легування не може повністю запобігти корозії, а при місцевому руйнуванні захисної плівки можливе виразкове руйнування металу; не для всіх вагонів цистерн для перевезення хімічних речовин можливе використання металів, що пасивуються; застосування високолегованих металів має бути економічно ефективним.

Електрохімічний захист (катодний або анодний), завдяки чому метал переходить у нереакційний стан за рахунок поляризації, застосовується в основному у електропровідних середовищах. Захист за допомогою катодної поляризації відбувається при зміні потенціалу металу в негативну сторону на величину, яка запобігає процесу корозії. Анодний захист є, як правило, самостійним методом, що забезпечує запобігання корозії шляхом формування та підтримки на поверхні схильного до пасивації металу захисної плівки. Такі види захисту є найбільш прості і отримали широке розповсюдження для захисту від корозії великогабаритних конструкцій в різних галузях машинобудування.

Зменшення агресивності середовища досягається зміною рН електролітів, заміщенням агресивного газового середовища інертними газами; введенням у газове або рідке середовище інгібіторів [4], які забезпечують зниження корозійних процесів внаслідок їх адсорбції на поверхні та його ізоляції. Такий метод отримав широке розповсюдження, проте він не є універсальним і може бути рекомендований для захисту внутрішніх поверхонь обмежених об'ємів конструкцій.

Ізоляція конструкцій від корозійного середовища за допомогою лакофарбових та інших неметалевих (полімерних) покриттів є найбільш універсальним методом захисту металів. Однак під час роботи металів з ізоляційними покриттями в електролітах не виключено їх місцеве руйнування навіть у період гарантованого терміну служби покриття. Поверхні ділянок, які мають зруйноване захисне покриття стають активними анодами по відношенню до поверхонь з не зруйнованим покриттям і схильні до інтенсивної виразкової корозії, швидкість якої значно перевищує швидкість корозії не захищеного покриття металу. У таких випадках застосування ізоляційних покриттів не може вважатися надійним методом запобігання корозії і потребує використання допоміжного захисту зруйнованих поверхонь ділянок.

Захист конструкцій від корозії за допомогою металевих (наприклад, гальванічних) та неметалічних неорганічних (наприклад, оксидних) покриттів у багатьох випадках є єдиним прийнятним методом збереження металу. Особливо це стосується перевезення хімічних речовин, де не допускається утворення будь-яких побічних продуктів, здатних вплинути на їх хімічний склад, порушити технологічний процес, а також у тих випадках, коли конструкційні матеріали мають низьку стійкість та повинні бути захищені від корозії в даному агресивному середовищі.

Серед різноманіття існуючих методів захисту конструкцій від корозійних явищ до основних та найбільш перспективних у використанні для запровадження на залізничному транспорті при перевезенні хімічних вантажів вагон-цистернами можна віднести протекторний захист.

Авторами статті розроблено комплекс технічних рішень, спрямованих на створення в оболонці котла вагон-цистерни системи протекторного захисту (рис. 2), яка передбачає нестационарне розміщення та закріплення її основних частин, можливість легкої заміни протекторних сплавів, регулювання їх кількості та лінійних розмірів елементів.

Механізм дії протекторного захисту полягає в перетворенні усієї внутрішньої поверхні металевої конструкції котла вагон-цистерни в один загальний неруйнівний катод. Анодами при цьому будуть підключені до оболонки котла електроди з більш електронегативного металу - протектори. Електричний захисний струм буде отримано внаслідок роботи гальванічної пари протектор-оболонка котла. Під час роботи протектори поступово анодно розчинятимуться, захищаючи при цьому основний метал. Слід також зауважити, що забезпечення максимального ступеня захисту від корозії потребує використання певної розрахункової кількості протекторів з метою забезпечення високої щільності захисного струму на сталевій поверхні котла.

Оскільки котли вагонів-цистерн виготовляються переважно з низьколегованих сталей, у якості протекторів можуть використовуватися метали з більш негативним, ніж у конструкційної сталі електродним потенціалом. Серед основних з варіантів застосування можна виділити наступні хімічні елементи: цинк, алюміній та магній. Використовувати чистий метал як протектор не є доцільним. Так, до прикладу, поверхня чистого алюмінію покривається щільною оксидною плівкою, магній має високу швидкість власної корозії, чистий цинк розчиняється нерівномірно через великозернисту дендритну структуру [5]. Для надання протекторам необхідних експлуатаційних властивостей до їх складу вводять легуючі елементи. Протектори з цинкового сплаву є вибухонебезпечні, що дозволяє їх застосовувати в котлі вагон-цистерни, окрім того, при їх анодному розчиненні не утворюються продукти, які забруднюють робоче середовище. Враховуючи те, що протектори з цинкового сплаву мають більш високий робочий потенціал, ніж протектори з алюмінієвого сплаву, для захисту від корозії внутрішньої поверхні котлів, а особливо – днищ та нижніх поясів, найбільш раціонально впроваджувати протекторні системи з використанням цинкового сплаву.

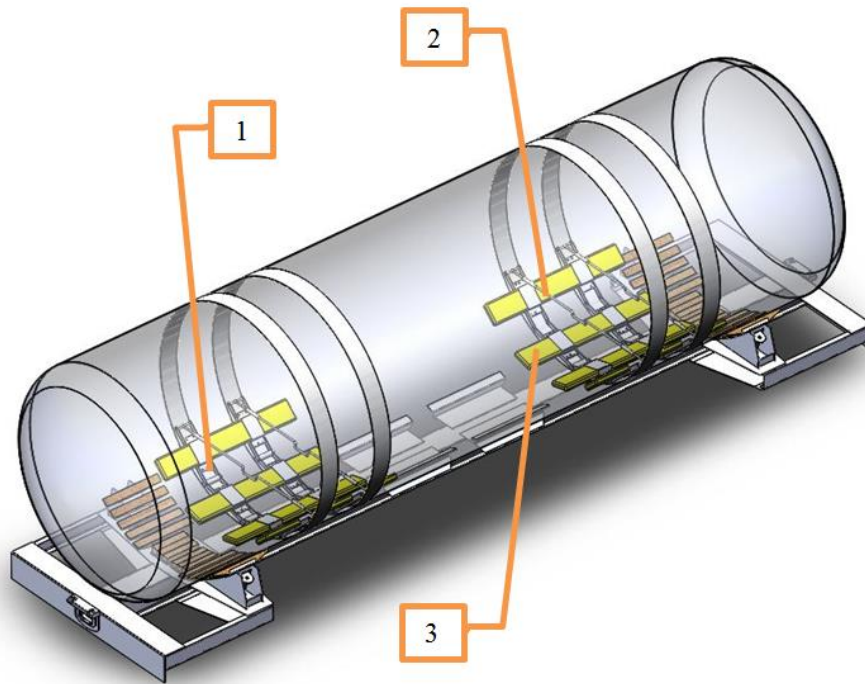


Рисунок 2 – Система протекторного захисту внутрішньої частини котла вагон-цистерни:  
1 – механізм кріплення захисту; 2 – елементи фіксації; 3 – протекторні сплави.

Протекторний захист може застосовуватися разом із спеціальними лакофарбовими покриттями. Поєднуючи активний, до якого відноситься протекторний захист, і пасивний, яким є нанесення спеціальних покриттів на поверхню металу, з'являється можливість зменшити витрату протекторів і тим самим збільшити термін їх служби, забезпечити більш рівномірний розподіл захисного струму по поверхні конструкції котла, а також частково компенсувати дефекти покриття, пов'язані з його руйнуванням в процесі експлуатації.

#### Література:

1. Jegdić, B., Popić, J., Bobić, B., & Stevanović, M. Chemical corrosion of metals and alloys. *Zaštita materijala* 57 (2), 205-211 (2016).
2. Особливості експлуатаційної деградації конструкційних сталей “в об’ємі” за дії агресивних середовищ / Г.М. Никифорчин, О.Т. Цирульник // *Strength of Materials*. — 2009. — № 6. — С. 79-94.
3. Jadhav, N. & Gelling, V. J. Review—The use of localized electrochemical techniques for corrosion studies. *J. Electrochem. Soc.* 166, C3461–C3476 (2019).
4. Дослідження процесів корозії металів та їх інгібування в середовищах з різним солемістом / М. Космина, Т. Левчук, Ю. Носачова, В. Вембер // *Матеріали XXI Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство»* (21-22 травня 2020 р., Київ, Україна). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – С. 176–180.
5. Song, G., Johannesson, B., Napugoda, S. & StJohn, D. Galvanic corrosion of magnesium alloy AZ91D in contact with an aluminium alloy, steel and zinc. *Corros. Sci.* 46, 955–977 (2004).

*Shcherbyna Iu., Tereshchuk A. Overview of the causes of corrosion defects of the internal surface of tank wagon boilers and possible ways to reduce them.* The article deals with issues related to corrosion of boilers tank cars for the transportation of chemical cargoes and an overview of existing methods of protecting metal structures from the appearance of corrosion defects. An analysis of the existing options for corrosion protection of metal tanks against the influence of a liquid environment was carried out. The use of protective protective systems against the action of electrochemical corrosion processes is proposed.

**Keywords:** tank car boiler, chemical corrosion of metal, electrochemical corrosion of metal, methods of protection, protective defense.

Щербина Юрій Володимирович

к.т.н., доцент кафедри вагонів та вагонного господарства, ДУІТ, м. Київ, e-mail: [scherbuna\\_yv@gsuite.duit.edu.ua](mailto:scherbuna_yv@gsuite.duit.edu.ua)

Терещук Анна Олегівна

аспірантка кафедри вагонів та вагонного господарства, ДУІТ, м. Київ, e-mail: [tereshchuk\\_ao@gsuite.duit.edu.ua](mailto:tereshchuk_ao@gsuite.duit.edu.ua)

## ВИКОРИСТАННЯ ШІ В ЗАДАЧАХ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРІШЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ

У статті розглядаються проблеми визначення принципу порівняння альтернатив та принципу оптимальності в контексті багатокритеріальних задач оптимізації. Представлені різні методи розв'язання таких задач, включаючи оптимізацію одного головного критерію, упорядкування критеріїв та зведення критеріїв. Особлива увага приділяється методу згортки критеріїв, зокрема мультиплікативній згортці, і важливості введення вагових коефіцієнтів для критеріїв. Представлені приклади критеріїв для вибору методу аналізу даних у сфері покращення безпеки дорожнього руху.

**Ключові слова:** багатокритеріальна оптимізація, принцип порівняння альтернатив, принцип оптимальності, метод згортки критеріїв, мультиплікативна згортка, безпека дорожнього руху.

Метою даного дослідження є порівняння та вибір найбільш оптимального методу, з використанням штучного інтелекту для вирішення проблеми поліпшення безпеки руху. В даному контексті, використовується теорія прийняття рішень (ТТР) – область досліджень, що поєднує методи статистики, економіки, математики, психології та менеджменту для оптимізації вибору рішень у різних сферах, зокрема, для створення штучного інтелекту.

Необхідно порівняти різні методи аналізу даних для вирішення задачі стану на основі методів штучного інтелекту. Пропонується, використовувати матрицю рішень та мультиплікативну згортку з нормуючими коефіцієнтами, яка дозволяє вам обґрунтовано визначити найбільш підходящий метод.

Теорія прийняття рішень визначається як область досліджень, що використовує різноманітні методи для аналізу та вибору оптимальних варіантів рішень. У цьому контексті, альтернативи – це можливі варіанти рішень, які піддаються оцінці. Задачі прийняття рішень можуть включати класифікацію альтернатив, впорядкування їх, а також вибір найбільш підходящої альтернативи. Задачі цього типу вимагають наявності хоча б двох альтернатив для можливості вибору. Критерії в даному контексті є ознаками, які використовуються для оцінки альтернатив. Вони повинні бути повними, операційними, декомпозиційованими, достатніми, мінімальними та вимірюваними. Критерії є способом вираження різниць між альтернативами. Процес прийняття рішення включає визначення проблеми, описання зовнішнього середовища, вибір критеріїв, оцінювання якості альтернатив та вибір оптимального рішення.

У разі необхідності якісного оцінювання сильних сторін альтернатив, використання множинних або парних порівнянь, класифікації та ранжування стає важливим етапом в процесі прийняття рішень. У даній роботі основною задачею є пошук оптимального рішення за різноманітними критеріями оптимальності. Якщо задача може бути вирішена математичним програмуванням, то вона визначається як задача багатокритеріальної оптимізації, яка може мати як лінійний, так і нелінійний характер.

В процесі прийняття рішень важливим є визначення мети дослідження, альтернатив вибору, оцінка обраних альтернатив, визначення принципу порівняння та підведення підсумків результатів. Задача прийняття оптимального рішення з множиною альтернатив та визначеними принципами оптимальності визначається як загальна задача оптимізації.

Під час прийняття рішень виникають проблеми постановки мети та інструментів для досягнення цієї мети. Формалізація задачі прийняття рішень та використання математичної моделі дозволяє виявити можливі проблеми та робить можливим моделювання прикладних ситуацій.

Однією з ключових є проблема оцінювання альтернатив та визначення ймовірних результатів вибраної дії. Зазвичай, оцінки альтернатив є суб'єктивними, формуючись на основі обробленої інформації експерта. Однак, навіть якщо є об'єктивні процедури, виникає проблема визначення найважливіших аспектів оцінки для кожної альтернативи, оскільки неврахування хоча б єдиного критерію може мати негативні наслідки.

Останньою проблемою у вирішенні загальної задачі прийняття рішень є визначення принципу порівняння альтернатив та принципу оптимальності. Вибір принципу оптимальності визначається вибором критеріїв оптимізації, які максимально відповідають меті задачі. У випадку, коли мета задачі має декілька числових критеріїв, це перетворюється у задачу багатокритеріальної оптимізації, де важливим є визначення принципу порівняння для визначення кращої альтернативи.

Багатокритеріальні задачі оптимізації можуть вирішуватися різними методами, включаючи:

Оптимізація одного головного критерію: Вибір найбільш важливого критерію для оптимізації.

Упорядкування критеріїв: Послідовна оптимізація кожного критерію після їх упорядкування за важливістю.

Зведення критеріїв: Введення вагових коефіцієнтів для критеріїв для визначення їх відносної важливості.

Детально розглядається метод згортки критеріїв для розв'язання багатокритеріальних задач. Такі методи включають мультиплікативну згортку та використання середньозважених функцій. Мультиплікативна згортка базується на принципі справедливої сатисфакції відносних змін приватних критеріїв. Згортка критеріїв може вирішити проблеми в разі, коли всі критерії невід'ємні.

Вибір методу залежить від характеру задачі та особливостей вихідних даних. Кожен метод має свої переваги та недоліки, і важливо враховувати їх при виборі методу для конкретної ситуації.

Базою мультиплікативної згортки є ідея, що низька оцінка принаймні одного критерію призводить до низького значення функції корисності для цієї альтернативи. Отже, ми маємо матрицю, де елементи у стовпчиках відповідають значенням критеріїв для конкретних альтернатив, а рядки представляють різні критерії.

Вагові коефіцієнти критеріїв вводяться для визначення їхньої відносної важливості. Ці вагові коефіцієнти допомагають враховувати різницю в важливості між критеріями. Експерт встановлює ці вагові коефіцієнти, враховуючи свої знання і інтуїцію. Вони можуть відображати, на його думку, які критерії є більш або менш важливими в даному контексті.

Такий підхід дозволяє узагальнити багатокритеріальну задачу до однокритеріальної, використовуючи вагові коефіцієнти для згортки значень критеріїв.

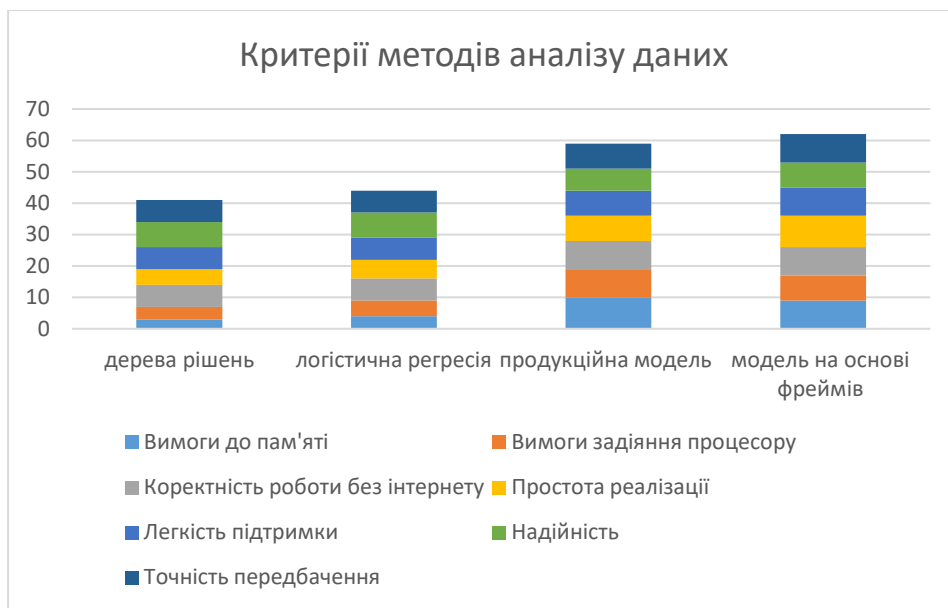


Рисунок 1 – Порівняння методів аналізу даних

Визначимо ряд критеріїв для вибору методу аналізу даних, спрямованих на вирішення задачі стану безпеки під час руху. Давайте покращимо розуміння кожного критерію:

- Низькі вимоги до пам'яті (оперативної пам'яті):
  - Мобільні пристрої мають обмежену оперативну пам'ять.
  - Метод аналізу повинен ефективно використовувати обмежені ресурси пам'яті мобільного пристрою.
- Низькі вимоги до задіяння процесору:
  - Тривалість автономної роботи мобільних пристроїв залежить від енергоефективності методу аналізу.
  - Метод повинен економити енергію процесору для забезпечення подовженої автономної роботи.
- Можливість коректно працювати без інтернету:
  - Система повинна бути самодостатньою, здатною працювати в умовах обмеженого або відсутнього зв'язку.
    - Важливо, щоб аналіз даних та прийняття рішень відбувалося локально на мобільному пристрої.
    - Легкість реалізації:
      - Простота реалізації важлива для забезпечення ефективності та зручності розробки.
      - Проект повинен використовувати принцип "KISS" для збереження простоти коду.
- Легкість підтримки:
  - Розроблений метод повинен забезпечити простоту підтримки і обслуговування програмного забезпечення.
    - Уникайте надмірної складності, яка може призвести до помилок у кодї та ускладнити супровід.
- Надійність:
  - Система повинна працювати беззбоївно в умовах визначених обмежень.
  - Надійність важлива для забезпечення безпеки та ефективності методу аналізу.

- Точність передбачення:
  - Метод повинен забезпечити високу точність визначення стану водія.
  - Точність передбачення повинна дозволити своєчасне виявлення можливих загроз безпеці.

Кожен з цих критеріїв визначає важливі аспекти, які слід враховувати при виборі методу аналізу даних для вирішення поставленої задачі.

Аналіз та порівняння різних методів аналізу даних для вирішення задачі безпеки руху, використовуючи матрицю рішень та мультиплікативну згортку з нормуючими коефіцієнтами, дозволяє обґрунтовано визначити найбільш підходящий метод. Модель на основі фреймів є найбільш оптимальною для вирішення поставленої задачі.

**Висновок.** Таким чином, в даному дослідженні використовується теорія прийняття рішень для порівняння методів покращення безпеки руху. Ключовим етапом є визначення критеріїв та процесу прийняття рішень, що визначає оптимальний вибір в умовах покращення безпеки. Процес вирішення багатокритеріальних задач оптимізації вимагає уваги до оцінювання альтернатив, визначення принципу порівняння та вибору оптимальності. Метод згортки критеріїв надає можливість зводити багатокритеріальні задачі до однокритеріальних, що спрощує їх аналіз та вирішення.

#### Література:

1. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. Adaptive Computation and Machine Learning series — The MIT Press, 2016. — p. 775.
2. Shalev-Shwartz S., Ben-David S. Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms — Cambridge: Cambridge University Press, 2014. — p. 449.
3. Ligęza A., Logical Foundations for Rule-Based Systems. — Springer, 2012. — p. 312.

*Yarovy R. Using AI in optimization problems of traffic safety solutions.* This part of the article considers the problems of determining the principle of comparison of alternatives and the principle of optimality in the context of multi-criteria optimization problems. Various methods of solving such problems are presented, including optimization of one main criterion, ordering of criteria and aggregation of criteria. Particular attention is paid to the method of convolution of criteria, in particular multiplicative convolution, and the importance of introducing weighting factors for criteria. Examples of criteria for choosing a data analysis method in the field of improving road safety are presented.

**Keywords:** multicriteria optimization, principle of comparison of alternatives, principle of optimality, method of convolution of criteria, multiplicative convolution, road safety.

Яровий Роман Олександрович

к. т. н., доцент кафедри КНПІ, декан ФІСТ, Європейський університет, м. Київ, Україна. E-mail: roman.yarovy@e-u.edu.ua.

УДК 656

**Хорошун А.Ю.,  
Ковцур К.Г.**

**м. Харків**

### **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ПОСТАЧАННЯ ШВИДКОПСУВНИХ ВАНТАЖІВ В НАПРЯМКУ РЕСПУБЛІКА ПОЛЬЩА-УКРАЇНА**

Розглядається питання підвищити ефективність системи постачання швидкопсувних вантажів у напрямку Польща – Україна за рахунок зниження сумарних витрат на доставку. Як критерій для оцінювання ефективності процесу постачання вантажів запропоновано використовувати загальні витрати на виконання міжнародного перевезення, які складаються з витрат на заробітну плату водія за маршрутом, витрат на паливо, витрат на мастильні матеріали, витрат на технічне обслуговування автопоїзда, витрати на відновлення шин, амортизаційних відрахувань, витрат на страхування, витрат на стоянки, витрат на митні збори. Крім того в враховано додаткові витрати через очікування обслуговування через блокування польськими перевізниками, які включають наступні статті витрат – витрати, пов’язані з іммобілізацією грошових коштів, витрати на паливо через роботу рефрижераторної установки причепа автопоїзду та витрати на заробітну платню водію на відрядження.

**Ключові слова:** витрати, маршрут, пункт пропуску, схема доставки, час доставки, швидкопсувний вантаж.

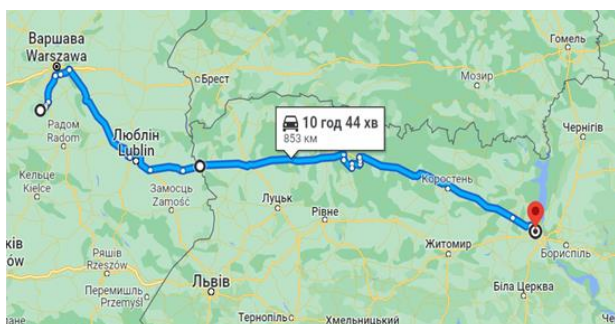
Специфіка постачання всіх видів швидкопсувних вантажів через кордон формує вимоги щодо пошуку рішень з ефективного використання ресурсів (транспортних засобів, складів (консолідації, розподілу), мінімізації часу виконання технологічних операцій та ризиків, виконання вимог замовників транспортних послуг.

За рахунок збереження скоронності, безпеки і свіжості швидкопсувних продуктів може зростати задоволеність клієнтів та підвищитись конкурентоспроможність транспортних підприємств. У процесі доставки такі вантажі втрачають свою цінність і свіжість. Взаємодія учасників ланцюга поставок повинна враховувати послідовність виконання операцій та встановлювати відповідальність кожного за свою сферу роботи, уникати затримок та забезпечувати швидке реагування на зміни, що впливає на всю логістичну систему.

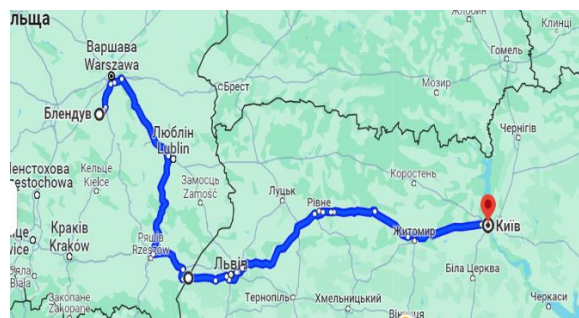
Міжнародна торгівля товарами та послугами має вагомe значення для будь-якої країни світу. За результатами 2023 року Польща посідає перше місце за обсягами двосторонньої торгівлі товарами між Україною та країнами Європи [1].

Розглядається підприємство, діяльність якого спрямована на забезпечення внутрішнього ринку України плодовоовочовою продукцією згідно сезонності вирощування, а також, продукцією нетипової для вирощування в кліматичних умовах України (екзотичні фрукти і овочі, цитрусові).

Маршрут, що досліджено, пролягає з Республіки Польща до України. Розглядається доставка яблук різних сортів. Для перевезення даного типу вантажу необхідно використовувати автомобілі з рефрижераторною установкою [2]. На постійній основі з періодичністю близько 1 – 2 рази на тиждень здійснюється дане перевезення. Пункт навантаження (замитнення) – Польща (Блендув), пункт розмитнення/розвантаження – Україна (Київ), пункт переходу кордону – Україна (Ягодин). Протяжність такого маршруту складає приблизно 853 км (рисунок 1(a)).



а) через МАПП «Ягодин-Дорогуськ»



б) через МАПП «Медика – Шегині»

Рисунок 1 – Існуюча та альтернативна схема маршруту руху Блендув (Польща) – Київ (Україна)

Пунктам перетину двох держав є Дорогуськ – Ягодин, Зосін – Устилуг, Долгобичув – Угринів, Хребенне – Рава-Руська, Будомеж – Грушів, Корчова – Краковець, Медика – Шегині, Кросценко – Смільниця.

На разі в листопаді 2023 року через блокування руху вантажівок польськими перевізниками на трьох пунктах пропуску на польсько-українському кордоні рух вантажного транспорту сповільнився (в середньому 1 автомобіль на годину), в тому числі, і в напрямку в'їзду в Україну. Наразі сповільнений рух через ПП «Гребенне – Рава-Руська», ПП «Корчова – Краківець» та ПП «Дорогуськ – Ягодин» (рисунок 2).

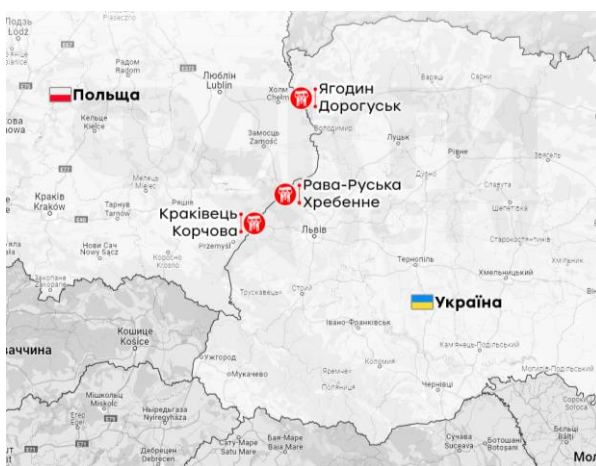


Рисунок 2 – Перекритий рух вагового транспорту на МАПП Польщі з Україною

До груп (1–24) Українського класифікатора товарів зовнішньо-економічної діяльності відносяться товари (продукція), що вирощуються, відгодовуються, виловлюються, збираються, виготовляються, виробля-

ються, переробляються безпосередньо виробником цих товарів (продукції), а також продукти обробки та переробки цих товарів (продукції), якщо вони були придбані або вироблені на власних або орендованих потужностях (площах) для продажу, переробки або внутрішньогосподарського споживання.

А отже час в черзі згідно з мобільним додатком «Є-черга» [3] становитиме понад 17 днів, що зовсім стає неприпустимим при доставці яблук до України, що і обумовлює актуальність даної теми дослідження. Максимальний термін зберігання яблук становить 4-6 місяців в залежності від температури зберігання, вологості тощо (рисунок 3).

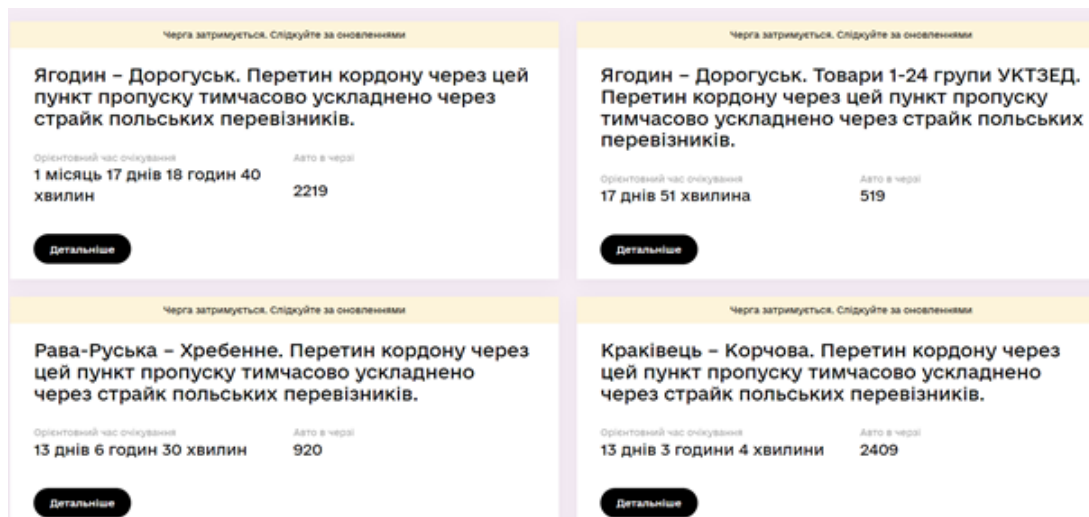


Рисунок 3 – Інформація про черги в пунктах пропуску Польща-Україна

З врахуванням поточної ситуації на МАПП «Дорогуськ» – МАПП «Ягодин» термін доставки значно зросте і становитиме майже місяць, що складає чверть життєвого циклу даного виду швидкопсувного вантажу.

У зв'язку з ситуацією, що склалася на кордоні Польщі та України доцільно розглянути маршрут у міжнародному автомобільному сполучення Блендув (Польща) – Київ (Україна) із проходженням міжнародного автомобільного пункту пропуску «Медика – Шегині», схема якого наведена на рисунку 1(б). Загальна відстань складає 1100 км.

У Європейському Союзі регулювання трудової діяльності водіїв вантажівок здійснюється відповідно до Директиви Європарламенту №561 від 2006 року [4]. Зазначена директива визначає обов'язок встановлення тахографа на транспортний засіб та встановлює штрафи за порушення трудових норм водієм. Для виконання роботи в ЄС тахограф повинен мати відповідний сертифікат. Згідно з цією директивою, робота водія не повинна перевищувати 56 год на тиждень, а будь-яке перевищення цього часу може призвести до штрафних санкцій. Щоденний робочий період керування обмежений 9 год на добу, і допускається збільшення часу роботи на 1 годину двічі на тиждень, при цьому один з цих днів стає повноцінним вихідним. Згідно з правилами ЄС, водії вантажівок зобов'язані брати обов'язкові перерви кожні 4,5 години водіння, кожна перерва повинна тривати принаймні 45 хвилин і включати в себе відпочинок, виключаючи будь-яку трудову діяльність. Водієві заборонено не лише водіння під час перерви, але і виконання навантажувально-розвантажувальних робіт чи обслуговування автомобіля. Можна перерву поділити на дві частини: 15 хв. і додатково 30 хв.

Загальна відстань запропонованого маршруту довша, ніж маршруту через МАПП «Дорогуськ – Ягодин», проте, за рахунок руху по міжнародній дорозі Е40 автомобіль рухається значно швидше, а отже час доставки не зміниться суттєво. Не зважаючи на зміну маршруту через блокування МАПП, при постачанні швидкопсувних вантажів через МАПП «Медика – Шегині» час доставки зміниться несуттєво і в обох випадках виконання маршруту займе 5 діб. В зазначених складових терміну доставки не враховано час очікування в черзі, що склалась в ПП, але його важко спрогнозувати і залежить цей час виключно від кількості транспортних засобів в черзі та пропускної спроможності самого пункту.

Загальні витрати на виконання міжнародного перевезення можна визначити за наступною залежністю

$$Z_{сум} = Z_{зн} + Z_n + Z_m + Z_{то} + Z_{ци} + A + Z_{страх} + Z_{стоян} + Z_{мит}, \quad (1)$$

де  $Z_{зн}$  – витрати на заробітну платню водію за маршрутом, грн. Граничні норми відшкодування витрат на відрядження в межах України та в межах іноземних держав визначаються статтею 170 «Особливості нарахування (виплати) та оподаткування окремих видів доходів» Податкового кодексу України [5] та встановлю-

ються залежно від розміру мінімальної заробітної плати на початок звітнього, податкового року. По закордонним відрядженням Податковий кодекс України встановлює неоподатковувані добові витрати на рівні 80 євро за кожний день відрядження. Для обліку використовується курс НБУ, який діяв на кожний з днів відрядження. Норма неоподатковуваних добових витрат для відряджень Україною у 2023 році – 670 грн. (0,1 від мінімальної зарплати на 01.01.2023);

- $Z_n$  – витрати на паливо, грн.;
- $Z_m$  – витрати на мастильні матеріали, грн.;
- $Z_{то}$  – витрати на технічне обслуговування автопоїзда, грн.;
- $Z_{ш}$  – витрати на відновлення шин, грн.;
- $A$  – амортизаційні відрахування, грн.;
- $Z_{страх}$  – витрати на страхування, грн.;
- $Z_{стоян}$  – витрати на стоянки, грн.;
- $Z_{мит}$  – витрати на митні збори, грн.

Слід зазначити, що сумарні витрати на доставку при використанні першої схеми менше, ніж при запропонованій.

Таблиця 1 – Порівняння статей витрат за існуючою і запропонованою схемою доставки

Показник	Схема доставки	
	Існуюча	Запропонована
Витрати на заробітну плату водія за маршрутом, грн.	8742,02	8646,74
Витрати на паливо, грн.	25927,79	28658,59
Витрати на мастильні матеріали, грн.	3111,33	3439,03
Витрати на технічне обслуговування автопоїзда, грн.	1176	1380
Витрати на відновлення шин, грн.	1960	2300
Амортизаційні відрахування, грн.	1332,8	1564
Витрати на страхування, грн.	1274,8	1274,8
Витрати на стоянки, грн.;	918,75	866,25
Витрати на митні збори, грн.	800	800
Сумарні витрати, грн.	45243,49	48929,41

При наявності черги на МАПП «Дорогуськ – Ягодин» через блокування польськими перевізниками змінюються витрати, пов'язані з іммобілізацією грошових коштів через те, що вартість вантажу на час доставки вилучається з оборту. Крім того, під час потрапляння в чергу рефрижераторна установка причепу автопоїзду має працювати увесь час, що збільшує витрати на паливо. Також з'являються додаткові витрати на заробітну платню водію на відрядження. Отже додаткові витрати, викликані наявною чергою, становитимуть

$$Z_{доо} = Z_{им} + Z_{зн} + Z_{реф}, \quad (2)$$

- де  $Z_{им}$  – витрати на іммобілізацію грошових коштів, грн.;
- $Z_{зн}$  – витрати на заробітну платню водію (добові), грн.;
- $Z_{реф}$  – витрати на паливо, пов'язані з роботою рефрижератора.

Промодельовано ситуації з наявністю різної довжини черги з кроком в 4 доби (4, 8, 12, 16, 20 днів). Використання запропонованої схеми постачання при наявності черги на МАПП «Дорогуськ – Ягодин» тривалістю в 4 доби, дозволяє отримати економічний ефект в розмірі 17748,92 грн. за рейс. При збільшенні часу очікування на пункті пропуску до 8 діб, витрати на доставку для існуючої схеми в два рази перевищують витрати при використанні запропонованої схеми, що доводить ефективність запропонованих рішень в умов, що склались, для перевезення швидкопсувних вантажів.

Отже при існуючій схемі доставки через МАПП «Дорогуськ – Ягодин» витрати і становлять 45243,49 грн., що на 3685,92 грн. менше, ніж при використанні запропонованої схеми. Однак при наявності черги на МАПП «Дорогуськ – Ягодин» необхідно враховувати додаткові витрати, які будуть враховувати тривалість очікування в черзі.

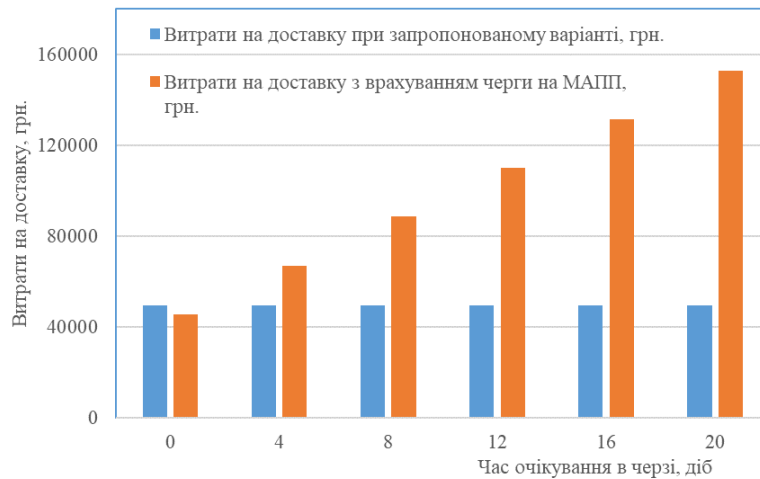


Рисунок 4 – Витрати на доставку для різних схем доставки

#### Література:

1. Як змінювалися обсяги торгівлі України та Польщі : Аналітичний портал Слово і Діло. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2023/04/14/infografika/ekonomika/yak-zminyuvalysya-obsyahy-torhivli-ukrayiny-ta-polshhi> (дата звернення 11.09.2023).
2. Правила перевезення швидкопсувних вантажів: зі змінами : Міністерство інфраструктури України / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1031-02> (дата звернення 11.12.2023).
3. Електронна черга перетину кордону : офіційний сайт «Черга. . URL: <https://echerha.gov.ua/> (дата звернення 10.11.2023).
4. Регламент Європейського Парламенту і Ради (ЄС) № 561/2006 від 15 березня 2006 року : Верховна Рада України. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_761#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_761#Text) (дата звернення 11.11.2023).
5. Відрядження за кордон 2023: Платформа Бухгалтерія. URL: <https://buhplatforma.com.ua/article/7352-vdryadjennya-za-kordon> (дата звернення 11.09.2023).

*Khoroshun A., Kovtsur K. Improving the efficiency of the perishable goods supply system in the direction of the republic of Poland-Ukraine.* The article considers the issue of increasing the efficiency of the perishable goods supply system in the direction of Poland-Ukraine by reducing the total delivery costs. As a criterion for assessing the efficiency of the cargo delivery process, it is proposed to use the total costs of international transportation, which consist of the driver's salary costs along the route, fuel costs, lubricants costs, road train maintenance costs, tire restoration costs, depreciation charges, insurance costs, parking costs, and customs duties. In addition, additional costs due to waiting for service due to blocking by Polish carriers were taken into account, which include the following items: costs related to the immobilization of cash, fuel costs due to the operation of the refrigerator unit of the road train trailer and driver's salary costs.

**Keywords:** costs, route, checkpoint, delivery scheme, delivery time, perishable cargo..

Khoroshun Andrii Yuriiyovych

student, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: [dodgeaim@gmail.com](mailto:dodgeaim@gmail.com).

Kovtsur Kateryna Hryhorivna

Ph. D. of Engineering, Associate Professor of Transport Systems and Logistics Department, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: [kovtsyr@ukr.net](mailto:kovtsyr@ukr.net). <http://orcid.org/0000-0002-0445-5438>

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ**

**«ЛОГІСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ  
ТА БЕЗПЕКА РУХУ НА ТРАНСПОРТІ»**

Відповідальний за випуск                      Чернецька-Білецька Н.Б.

Оригінал-макет                                      Юров Б.В.

**Статті надруковано в авторській редакції**

Підписано до друку . .2024 р.  
Формат 60 x 84 1/8. Папір офсетний. Гарнітура Times.  
Друк офсетний. Умов. друк. арк. 11. Обл.-вид. арк. .  
Наклад 100 прим. Вид. № . Ціна вільна.

Видавництво  
Східноукраїнського національного університету  
імені Володимира Даля

Свідоцтво про реєстрацію: серія ДК № 1620 від 18.12.03 р.

**Адреса університета:** вул. Іоанна Павла II., 17  
м. Київ, 01042, Україна  
**E-mail:** [vidavnictvosnu.ua@gmail.com](mailto:vidavnictvosnu.ua@gmail.com)