

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

РЕГІОНАЛЬНА ФІЛІЯ «ДОНЕЦЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ»  
АТ «УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ»

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З БЕЗПЕКИ НА ТРАНСПОРТІ

ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНА КОМПАНІЯ «AVA CARRIER»

ТОВ «КСТ ГРУП УКРАЇНА»

# **Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

**XVII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ**

**19 Грудня, 2025**

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
VOLODYMYR DAHL EAST UKRAINIAN NATIONAL UNIVERSITY  
Department «Logistics management  
and traffic safety in transport»**

**REGIONAL BRANCH «DONETSK RAILWAY»  
PJSC «UKRZALIZNYTSIA»**

**STATE SERVICE OF UKRAINE FOR TRANSPORT SAFETY  
TRANSPORT AND LOGISTICS COMPANY «AVA CARRIER»  
KST GROUP UKRAINE**

**GLOBALIZATION OF SCIENTIFIC  
AND EDUCATIONAL SPACE.  
INNOVATIONS OF TRANSPORT.  
PROBLEMS, EXPERIENCE, PROSPECTS**

**SCIENTIFIC PAPERS  
OF XVII INTERNATIONAL SCIENTIFIC  
AND PRACTICAL CONFERENCE**

**December 19, 2025**

## ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

---

### Голова організаційного комітету

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

### Заступник голови організаційного комітету

*Кузьо Владислав Станіславович* – директор логістичного підприємства "KST Group Ukraine", м. Київ.

### Члени організаційного комітету

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

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

*Сидінев Володимир Романович* – начальник кадрів регіональної філії «Донецька залізниця» АТ «Укрзалізниця».

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

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

*Водолазський Олексій Олександрович* – співробітник транспортно-логістичної компанії «AVA CARRIER» США, штат Небраска.

### Вчений секретар конференції

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

Рекомендовано до друку кафедрою логістичного управління та безпеки руху на транспорті Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (Протокол №21 від 30.01.2026 р.)

**Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи:** збірник наукових праць конференції, 19 грудня 2025 р. / відп. ред. Н.Б. Чернецька-Білецька. – Київ: СЛУ ім. В. Даля, 2025. – 250 с.

© Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, 2025

© Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, 2025

## CONTENTS

**Dudka V.S., Mykhailov Ye.V.**

DEVELOPMENT OF MAGNETIC LEVITATION TRANSPORT SYSTEMS ..... 13

**Erastova T.S., Zahorianskyi V.G.**

IMPLEMENTATION OF THE CLARK-WRIGHT ALGORITHM FOR THE CONDITIONS OF MILK DELIVERY BY ROAD TRANSPORT FOR PROCESSING ..... 17

**Ivliieva O., Shvetsova O.**

INTEGRATION OF DIGITAL SOLUTIONS INTO GREEN LOGISTICS OF MARITIME TRANSPORT ..... 19

**José E., Romero V.**

УДОСКОНАЛЕННЯ СТРУКТУРИ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ..... 26

**Kliuiev S.**

EU TRANSPORT POLICY AND INFRASTRUCTURE: PATHWAYS FOR UKRAINE ..... 30

**Kliuiev S.**

THE PRACTICAL ASPECT OF THE EU SUSTAINABLE AND SMART MOBILITY STRATEGY ..... 34

**Kliuiev S.**

OPTIMIZATION OF INTERNATIONAL LOGISTICS PROCESSES BASED ON GREEN LOGISTICS ..... 38

**Kliuiev S., Miroshnykova M., Davydov A., Radionov V.**

CHALLENGES AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF ROAD TRANSPORT IN UKRAINE IN THE CONTEXT OF EUROPEAN INTEGRATION ..... 40

**Kliuiev S., Kalinin O., Kravchenko V.**

INFORMATION TECHNOLOGY IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND ITS IMPACT ON TRANSPORTATION EFFICIENCY ..... 43

<b>Kliuiev S., Kyrychenko I., Miroshnykova M.</b> INTEGRATION EU “GREEN DEAL” PRINCIPLES IN UKRAINE TRANSPORT SYSTEM INNOVATIVE DEVELOPMENT .....	46
<b>Kovtanets M., Mogila V.</b> INCREASING THE BRAKING EFFICIENCY OF THE MODEL 18-100 FREIGHT BOGIE THROUGH THE APPLICATION OF A DISC BRAKE.....	48
<b>Kovtanets M., Tarasov D.</b> PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF HIGH-SPEED RAIL TRANSPORT (HSRT) IN CONTEMPORARY REALITY AND THE FUTURE. MODERNIZATION AND CONSTRUCTION OF INFRASTRUCTURE .....	51
<b>Mikhailov E.</b> IMPROVING THE UTILIZATION OF THE ADHESIVE MASS OF A LOCOMOTIVE.....	54
<b>Mikhailov E.V., Zubenko E.V.</b> IMPLEMENTATION OF CROSS-DOCKING TO IMPROVE CARGO FLOW MANAGEMENT TECHNOLOGIES .....	58
<b>Mykhailov Ye.V., Dubas O.M.</b> IMPROVING RAILWAY INTEROPERABILITY THROUGH THE USE OF ENLARGED CARGO UNITS .....	62
<b>Neverov D.M., Mikhailov E.V.</b> PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF INNOVATIVE HIGH- SPEED TRANSPORT SYSTEMS .....	64
<b>Ocheiev Ie., Kliuiev S.</b> RESILIENT NAVIGATION FOR URBAN TRANSPORT UNDER GNSS DEGRADATION .....	67
<b>Semenov S., Deledyvka B., Pastuh O., Postnyh O.</b> LOGISTIC APPROACHES AND MODERN TECHNOLOGIES IN ROAD TRANSPORT MANAGEMENT .....	71

**Semenov S., Shyrokich D., Konyk D., Polyakov B., Stadnik V.**  
FEATURES OF THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN  
FREIGHT FORWARDING SERVICES..... 74

**Skalozubov O.O., Hubariev O.S.**  
PROBLEMS OF ENSURING UNIFORM VEHICLE MOVEMENT IN  
SIGNAL COORDINATION PLANS..... 78

**Urkus V., Uzman D.**  
ДОСВІД І ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ  
«ІНКОТЕРМС» ..... 81

**Бабіч В.Є.**  
АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ОБСЯГІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ОЦІНКА  
ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ  
УКРАЇНИ У 2021–2025 РОКАХ ..... 84

**Бакал С.В., Мороз М.М.**  
ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛІ РТВ VISSIM ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ  
ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ ..... 87

**Балюк А.В.**  
ПРОЄКТНИЙ АНАЛІЗ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОПТИМІЗАЦІЇ  
МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ..... 91

**Безрукавний І.В., Шаповал О.О.**  
ОРГАНІЗАЦІЯ ВЗАЄМОДІЇ МІЖМІСЬКИХ ТА МІСЬКИХ  
ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ ..... 94

**Бережна Є.С., Ковцур К.Г.**  
РОЗВИТОК ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ В  
УМОВАХ КРИЗОВИХ ВИКЛИКІВ 2021–2025 РР. .... 97

**Бешлеага І.**  
ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЕДИТОРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА  
ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОБОВ'ЯЗКИ ЕКСПЕДИТОРА В СУЧАСНИХ  
УМОВАХ ..... 100

**Винту А.О., Роздайбіда В.В., Ткачук П.В.**  
РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО МЕТЕОРОЛОГІЧНОГО  
КОМПЛЕКСУ ..... 104

<b>Винту А.О., Янко Г.Р., Чечель М.С.</b> АКТУАЛЬНІСТЬ МОБІЛЬНОГО МЕТЕОРОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ У ДІЯЛЬНОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ ДПСУ .....	105
<b>Воробйов О.В., Ігнатов Д.В.</b> РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБІЛЬШЕННЯ МІЖРЕМОНТНИХ ПРОБІГІВ КОЛІСНИХ ПАР ЛОКОМОТИВІВ. 107	107
<b>Гордієнко С.О., Кириченко І.О., Клюєв С.О.</b> ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА УКРЗАЛІЗНИЦІ УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВІЙНИ .....	110
<b>Гузь А.М.</b> ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНА ГОТОВНІСТЬ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В СИСТЕМІ МОРСЬКОЇ ВИЩОЇ ОСВІТИ .....	114
<b>Дерев'янка В.М., Іванченко Д.А., Клецька О.В.</b> РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ПО ОПТИМІЗАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МІЖ ЛЬВОВОМ ТА ТРУСКАВЦЕМ .....	116
<b>Драмарецький А.А, Кириченко І.О.</b> ЗАХОДИ МІНІМІЗАЦІЇ РИЗИКІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН .....	118
<b>Дурова В.І.</b> ПРОБЛЕМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ У МІЖМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ В УКРАЇНІ. 123	123
<b>Душкін С.С.</b> БІОПАЛИВА ТА E-FUELS У ТРАНСПОРТІ: МОЖЛИВОСТІ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ПЕРСПЕКТИВИ .....	125
<b>Єпіфанова О.В., Байдаченко С.О.</b> ЗЕЛЕНА ЛОГІСТИКА ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АГРОБІЗНЕСУ .....	128
<b>Єпіфанова О.В., Іщенко В.К.</b> РИЗИКИ У ЛОГІСТИЦІ АГРОБІЗНЕСУ ТА МЕТОДИ ЇХ МІНІМІЗАЦІЇ.....	131

<b>Жінчин Ю., Стурза С., Баб'як М., Недужа Л.</b> АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СТРУМОПРИЙМАЧІВ НА РУХОМОМУ СКЛАДІ .....	134
<b>Загорянський В.Г.</b> АНАЛІЗ НОВИХ ЗАСОБІВ І ТЕХНОЛОГІЙ ГРУПУВАННЯ ВАНТАЖІВ У ПАКЕТНІЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНІЙ СИСТЕМІ .....	139
<b>Карпенко О.А., Мороз М.М.</b> АНАЛІЗ НЕРІВНОМІРНОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОТОКІВ У ПЕРІОДИ ПІКОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ .....	142
<b>Клюєв С.О.</b> ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ ....	146
<b>Клюєв С.О.</b> ЗАСТОСУВАННЯ ЗЕЛЕНОЇ ЛОГІСТИКИ В МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ .....	149
<b>Князь С.В., Князь О.В., Шапран Є.М.</b> ІНТЕГРАЦІЯ ТОВАРОЗНАВЧИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ПРОДУКЦІЇ У НЕФІНАНСОВУ ЗВІТНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ ЗА ЄВРОПЕЙСЬКИМИ СТАНДАРТАМИ .....	152
<b>Коваленко Р.І.</b> АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ СУЧАСНИХ МОДЕЛЕЙ ПОЖЕЖНИХ АВТОПІДІЙМАЧІВ .....	155
<b>Комарова Г.Л., Лобойко М.О., Ковтун О.В., Устименко І.М.</b> ВПРОВАДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА СТАНДАРТИЗАЦІЇ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ.....	157
<b>Лазаренко В.Д., Мороз О.В.</b> ІНСТРУМЕНТАРІЙ ПРОГНОЗУВАННЯ МОБІЛЬНОСТІ МЕШКАНЦІВ У МАСШТАБАХ МІСЬКИХ АГЛОМЕРАЦІЙ.....	159

<b>Ломотько Д.В., Кудряшов Д.В.</b> УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ ПРИМИКАННЯ З ПІД'ЇЗНИМИ КОЛІЯМИ ПІДПРИЄМСТВ У СИСТЕМІ ПОВАГОННИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ .....	163
<b>Мацібора Ю., Забіш І., Баб'як М., Недужа Л.</b> ДО ПИТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ СТРУМОПРИЙМАЧІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ .....	166
<b>Мащенко М.А., Шапран Є.М., Білоцерківський О.Б., Соснов І.І.</b> СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТОВАРОЗНАВСТВА В УКРАЇНІ У ВОЄННИЙ ПЕРІОД.....	170
<b>Мионов Б.О., Клецька О.В.</b> МЕТОДИКА ВИБОРУ ЗАХОДУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МІЖНАРОДНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДЛЯ КОМПАНІЇ.....	173
<b>Мірошниченко І.С.</b> ЕНЕРГОРЕСУРСНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ЯК ДРАЙВЕР СТАЛОГО РОЗВИТКУ АВІАЦІЙНОЇ ГАЛУЗІ.....	175
<b>Молоштан Д.В.</b> ВПЛИВ МІГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ МОЛОДІ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ.....	177
<b>Мороз М.М.</b> ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОДІЇ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ.....	181
<b>Мороз О.С., Симонов С.І.</b> КАРКАСНА БУДІВЛЯ АВТОСАЛОНУ З МЕТАЛЕВОЮ КРИВОЛІНІЙНОЮ ФЕРМОЮ В М. ДНІПРО.....	184
<b>Нестеренко Г.І., Музикін М.І., Бібік С.І.</b> ВИКОРИСТАННЯ ПРОПУСКНОЇ ТА ПРОВІЗНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ЛІНІЙ .....	186

<b>Носов П.С., Сокол І.В.</b> АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОНОМНОГО ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ СУДНА ПІД ЧАС ВТРАТИ НАВІГАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ.....	189
<b>Онищак А.С., Попп М.М., Торгашов В.Ю., Баб'як М.О.</b> РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ТЯГОВИХ РОЗРАХУНКІВ РУХУ ПОЇЗДІВ.....	192
<b>Резник А.В. Свічинська О.В.</b> МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ НА ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ З УРАХУВАННЯМ СЕЗОННОЇ КОМПОНЕНТИ .	196
<b>Рубан А.С., Михайлов Є.В.</b> ЦИФРОВІ КОРИДОРИ ЄС – УКРАЇНА: ІНТЕГРАЦІЯ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У ЄВРОПЕЙСКУ ЦИФРОВУ ТРАНСПОРТНУ ЕКОСИСТЕМУ.....	198
<b>Садовник О.В.</b> ТУРБУЛЕНТНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЕКСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ В УКРАЇНІ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ.....	200
<b>Сорокіна М.О.</b> РОЛЬ ТРАНСПОРТУ У ФОРМУВАННІ СОЦІАЛЬНО- ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА.....	204
<b>Сорокіна М.О., Шаповал О.О.</b> ПРОЦЕС ОРГАНІЗАЦІЇ, ЗМІНИ ТА ЛІКВІДАЦІЇ МІСЬКИХ МАРШРУТІВ У СИСТЕМІ ТРАНСПОРТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .	207
<b>Сухін Д.І., Климаш А.О., Ворох А.О.</b> ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК РЕКУПЕРАТИВНОГО ГАЛЬМУВАННЯ НА ПАЛИВНУ ЕКОНОМІЧНІСТЬ АВТОМОБІЛЯ.....	210
<b>Тимко С.В., Мороз О.В.</b> ПРАВОВІ ОСНОВИ РЕГУЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	213

<b>Турпак С.М., Кузькін О.Ф., Острогляд О.О., Трушевський В.Е.</b> НАПРЯМИ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОМИСЛОВИХ РЕГІОНАХ УКРАЇНИ .....	216
<b>Франків А.М., Іванченко Д.А., Клецька О.В.</b> МЕТОДИКА ВИБОРУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДО МІСТА КРАКІВ НЕВЕЛИКИХ ГРУП ПАСАЖИРІВ .....	219
<b>Хохлов О.О., Кириченко І.О.</b> ОПТИМІЗАЦІЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ В УКРАЇНІ .....	221
<b>Черкашин І.А., Шевченко С.І., Полупан Є.В.</b> ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВУГЛЕЦЬ- ВУГЛЕЦЕВИХ ФРИКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ РІЗНИХ СТРУКТУР АРМУВАННЯ.....	225
<b>Чернецька-Білецька Н.Б., Ревун М.А.</b> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КОНТЕЙНЕРНИМИ ПОТОКАМИ .....	230
<b>Чубаров М.Ю., Король С.О.</b> ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УПРАВЛІННІ ТРАНСПОРТНИМИ ПРОЦЕСАМИ .....	234
<b>Шапатіна О.О., Карбівничий В.Л.</b> ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ .....	237
<b>Яворський А.О., Кириченко І.О.</b> ЗАХОДИ ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН АВТОТРАНСПОРТУ НА ЕКОЛОГІЮ В УКРАЇНІ .....	239
<b>Якуба О.Г., Мороз О.В.</b> ФОРМУВАННЯ ТА ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ СИСТЕМИ МІЖНАРОДНИХ ТОРГОВЕЛЬНИХ ТЕРМІНІВ “ІНКОТЕРМС” .....	242

**Ярміш Д.О., Молоштан Д.В.**  
РЕГУЛЯТОРНІ, УПРАВЛІНСЬКІ ТА ТЕХНІЧНІ СКЛАДОВІ БЕЗ-  
ПЕЧНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТУ ..... 245

**Лаврухін О.В.**  
РОЗРОБКА ПРИНЦИПІВ КОНТЕКСТУАЛЬНОГО СЕМІОТИЧНОГО  
ДИЗАЙНУ АРМ ДНЦ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ КОГНІТИВНОГО РИЗИКУ  
В УМОВАХ КРИЗОВОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ..... 249

# DEVELOPMENT OF MAGNETIC LEVITATION TRANSPORT SYSTEMS

**Dudka V.S.<sup>1</sup>, Mykhailov Ye.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*National Transport University*

<sup>2</sup>*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

The relevance of this research is determined by the need to develop the country's transport infrastructure and to introduce efficient transport technologies. The aim of the paper is to analyze the advantages, disadvantages, and prospects for the development of transport systems based on magnetic levitation.

Magnetic levitation transport (maglev) is a type of transport that uses magnetic suspension to move vehicles, whereby the rolling stock does not come into contact with the ground surface or with technical structures built on it [1]. Magnetic suspension is used not only to create lift, but also to propel the vehicle. This significantly reduces friction, making it possible to achieve ultra-high travel speeds and to reduce wear of transport infrastructure. Maglev transport systems are more economically efficient compared to conventional modes of transport. This is despite the fact that their construction is much more expensive, as these costs are offset by low maintenance and safety costs.

Today, the following variants of magnetic suspension and propulsion can be used in maglev systems:

1. Electromagnetic suspension – implemented through the interaction of electromagnets installed on the train and ferromagnetic elements of the guideway, usually made of steel. Since magnetic attraction changes inversely proportional to the cube of the distance between the poles of the electromagnets and the guideway, even small changes in this distance cause significant changes in magnetic force. Therefore, such a transport system is dynamically unstable, as a small deviation from the optimal position is accompanied by an increase in this deviation. This requires the use of complex feedback control systems to maintain a constant distance between the train and the guideway.

The main advantage of electromagnetic suspension is its ability to operate at all speeds, which eliminates the need for a separate suspension system at low speeds and simplifies the design, construction, and operation of the guideway and rolling stock.

The first commercial maglev train with this type of suspension was launched in Birmingham in 1984 between the international airport and Birmingham International railway station (a distance of about 600 m). Elec-

tromagnetic suspension systems were also used in the M-Bahn system (Berlin, length 1.9 km) and Transrapid. The latter maglev system was developed in Germany and is operated in China, connecting Pudong International Airport with Shanghai (distance 30.5 km, maximum speed up to 430 km/h).

## 2. Electrodynamic suspension – based on superconducting magnets.

The main advantage of this system is that it is dynamically stable, meaning that a change in the distance between the guideway and the magnets installed on the train creates a strong restoring force that returns the train to its original position. A self-regulating effect occurs, allowing transport systems with electrodynamic suspension to operate without active control using feedback systems.

The disadvantage of this system is that at low speeds the resulting magnetic flux is not sufficient to provide levitation of the rolling stock. Therefore, wheels or another type of chassis must be used to support and move the train until it reaches take-off speed. However, since the train can stop at any point (for example, due to equipment failure), the entire guideway section must allow operation at both low and high speeds.

Suspension based on superconducting magnets is used in the JR-Maglev transport system operated by the main railway company of Japan, JR Central.

## 3. Magnetodynamic suspension – levitation of the train is achieved using the magnetic interaction force of permanent magnets.

This technology has not yet been used in practice and exists only in the form of patents.

The use of magnetic levitation transport has certain economic advantages over other modes of transport.

For example, it has been estimated that the average cost of air travel is about USD 0.13 per mile. This price includes staff salaries, fuel costs, and other expenses. Operating costs for maglev vehicles are about USD 0.04 per mile.

The speed of a jet aircraft is higher than that of a maglev train; however, the actual travel time by maglev is much shorter. This is because access to maglev stations (which can be located within city limits) is much easier and faster than access to airports. In addition, the frequency of maglev train departures can be much higher than that of aircraft flights. Moreover, maglev train schedules do not depend on weather conditions, unlike air transport.

Travel by magnetic levitation transport is much more comfortable than by air transport. Maglev trains do not require such dense seating arrangements as on-board aircraft, where this is done for economic reasons. All seats can correspond to first-class comfort and be sold at a lower price

than air tickets. In addition, maglev trains are completely free from vibration and noise.

Let us now analyze the cost of maglev transport in comparison with railway transport [2]. The cost of a maglev car has already been mentioned as ranging from USD 15 to 20 million. The floor area of the cars is 92 m<sup>2</sup> (Transrapid cars). This means that the cost per square meter in a maglev car ranges from USD 163,000 to 217,000. At the same time, the cost of cars of conventional high-speed Intercity-Express trains manufactured by Siemens, with a floor area of 72 m<sup>2</sup>, is about USD 6 million, i.e., USD 83,000 per square meter. This comparison indicates that the cost of a maglev car is more than twice that of high-speed railway cars. However, it should not be forgotten that maglev trains are much more efficient due to faster acceleration and higher cruising speeds. To transport the same number of passengers, maglev requires only 44% of the number of cars needed for conventional high-speed trains.

Operating costs of maglev trains are significantly lower compared to conventional trains. Due to levitation, wear of the track and the car chassis caused by friction in conventional trains is eliminated. This leads to significant savings in material, financial, time, and human resources that are otherwise spent on maintenance (inspection and repair) of railway tracks and car chassis. Due to the absence of friction, energy consumption is also significantly reduced.

In maglev trains, energy is primarily used for acceleration and maintaining train motion. However, in this case, part of the expended energy can be recovered through regenerative braking when the train decelerates. Energy is also consumed for levitation and stabilization of the train position. At low speeds, the percentage of power used for levitation can be significant—up to 15% more energy is required than that consumed by metro systems or high-speed trams. A very small part of the energy is required for air conditioning, lighting, heating, and other auxiliary systems. The largest share of energy is spent overcoming air resistance. The power required to overcome air resistance is proportional to the cube of speed and therefore dominates at high speeds.

In transport systems based on magnetic levitation, about two dozen superconducting magnets are used on a single car, each functioning separately and independently. The car can continue to levitate even if some of these magnets fail. Since the probability of failure of superconducting magnets is extremely low, the probability that two magnets will fail simultaneously within several minutes is practically zero. The failure rate is significantly lower than, for example, the failure rate of an aircraft engine. Even in

the event of magnet failure in a maglev train, the car will continue to move, whereas engine failure in an aircraft inevitably leads to a disaster.

Maglev vehicles continue to levitate stably as long as they are in motion. The electrical power supplied to the vehicle accelerates it and maintains its speed. If the power supply suddenly fails, the vehicle will travel several more kilometers, gradually slowing down due to air resistance. When the speed drops to 30 km/h, the car rests on auxiliary wheels and comes to a complete stop through braking.

There is also no threat to passenger health or the environment from the magnetic fields of maglev vehicles. The fields of quadrupole magnetic moments used in maglev systems decay with distance much faster than the fields of dipole magnetic moments used in other types of transport. At the same time, inside the passenger compartment of a maglev vehicle, magnetic fields do not differ significantly from the Earth's magnetic field (~0.5 G). Today, passengers are exposed to much stronger magnetic fields when using metro systems or electric trains.

Currently, four maglev routes are in operation [3]: the previously mentioned Pudong Airport–Shanghai line in China, built by the German company Transrapid for the Shanghai Maglev Train; the second Chinese maglev line, Changsha Maglev, opened on May 6, 2016; the Linimo (Tobu Kyuryo Line) in Japan; and the Incheon Airport Maglev system in South Korea (launched on February 3, 2016).

Several more maglev lines are under construction: Powder Springs (USA), Beijing (China), Tokyo–Nagoya–Osaka (Japan), and Tel Aviv (Israel).

**Conclusions.** The practice of research and commercial operation of existing maglev lines shows that this transport technology is efficient, safe, and fully implementable. However, very high infrastructure costs (up to three times higher than those for the construction of classical high-speed railways) currently restrain its widespread adoption.

It should be noted that the commercialization of maglev and its competitiveness are determined by economic feasibility, which in turn depends on passenger flow along the projected route.

For maglev to become one of the modes of intercity transport, at distances of 200–300 km the cost per passenger-kilometer must be lower than that of road transport. To replace air passenger traffic, at distances of 300–1000 km the cost per passenger-kilometer must be lower than that of airliners.

Maglev may be suitable for large densely populated cities and agglomerations, especially if they are geographically highly elongated (more than 100 km). Before starting the design of a maglev route, a large amount

of marketing research should be conducted, taking into account population mobility, the level of urbanization, demographic trends, and many other factors.

#### References:

1. Dzendzerskij V. A., Omel'janenko V. I., Vasil'ev S. V. i dr. Vysokoskorostnoj magnitnyj transport s jelektrodinamicheskoj levitaciej. K.: Naukova dumka, 2001. 480s.
2. Chechenova LM, Egorov YV, Volykhina NV. Perspectives for the Development of High-Speed Transport. *Transportation Systems and Technology*. 2019;5(3):26-35. doi: 10.17816/transsyst20195326-35
3. Klühspies J, Kircher R, Hänel S, et al. Maglev Systems for Urban and Regional Transport? An International Survey in the Transport Sector. *The International Maglev Board Research. Series Vol. 7, 2023*. URL: [https://www.researchgate.net/publication/372647163\\_Maglev\\_Systems\\_for\\_Urban\\_and\\_Regional\\_Transport](https://www.researchgate.net/publication/372647163_Maglev_Systems_for_Urban_and_Regional_Transport)

## IMPLEMENTATION OF THE CLARK-WRIGHT ALGORITHM FOR THE CONDITIONS OF MILK DELIVERY BY ROAD TRANSPORT FOR PROCESSING

**Erastova T.S., Zahorianskyi V.G.**

*Kremenchuk Mykhailo Ostrogradskyi National University*

The Clark–Wright algorithm belongs to heuristic (approximate) methods and is one of the most common ways to solve vehicle routing problems [1]. The essence of the method is to transition from the initial delivery scheme along pendulum routes to an optimized scheme with circular routes. For this purpose, the concept of “kilometer gain” is introduced, which is achieved by combining two pendulum routes into one circular one. To develop rational delivery routes, it is advisable to use the Clark–Wright method [2].

This approach involves the simultaneous solution of the problem of routing transportation performed by a fleet of vehicles of different carrying capacity. To perform such calculations, programs for optimizing delivery routes have been developed based on the Clark–Wright method.

The purpose of the work is to optimize the transport and technological scheme for delivering milk to a processing plant using the Clark–Wright method.

The initial data are presented in the table 1.

Table 1

Shipment volumes by network points		
№ of point	Caption of point	Shipment volume, m <sup>3</sup>
1	Кашпури	4500
2	Засуля	6500
3	Ольшана	3500
4	Байрак	3500
5	Перекрiстовка	4000
6	Липова Долина	3500
7	Колядинець	7000
8	Беленченкiвка	12000
9	Зiнькiв	5000
10	Великi Сорочинцi	4500
11	Покровське	5500
12	Пришиб	4000

Using the shortest distance matrix, built based on the results of the calculations, it is necessary to build a benefit matrix and use the Clark-Wright algorithm to form routes, determine the benefits of each route, the total profit, the length of the route and the volume of cargo transportation to each point of consumption.

Let's build a benefit matrix by calculating the kilometer gain:

$$s_{ij} = d_{oi} + d_{oj} - d_{ij}, \quad (1)$$

where  $d_{oi}$ ,  $d_{oj}$  – distance between the warehouse and wholesale points  $i$  and  $j$ , respectively, km;  $d_{ij}$  – distance between points  $i$  and  $j$ , km.

Having a matrix of benefits and a matrix of shortest distances between points, the problem can be solved using the Clark-Wright method.

The calculation results - the characteristics of the obtained routes are given in the table 2.

Table 2

## Characteristics of the obtained routes

№	Points	Order volume, m <sup>3</sup>	Total mileage, km	Mileage with cargo, km	Mileage utilization rate	Gain, km
1	Ск-К <sub>11</sub> -К <sub>12</sub> - К <sub>10</sub> -Ск	14000	286	163	0,57	308
2	Ск- К <sub>1</sub> -К <sub>3</sub> - К <sub>4</sub> -К <sub>6</sub> -Ск	15000	229	131	0,57	257
3	Ск-К <sub>2</sub> -К <sub>5</sub> -Ск	11500	266	179	0,67	26
4	Ск-К <sub>9</sub> -К <sub>7</sub> -Ск	12000	120	80	0,67	26
5	Ск-К <sub>8</sub> -Ск	12000	6	3	0,50	0

Thus, 4 ring and 1 pendulum route have been formed, during the formation of new routes, the gain in transportation distance is 617 km.

**References:**

1. Вовк Ю. Я., Вовк І. П. Основи теорії транспортних процесів і систем. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. 104 с.
2. Баранова А. Д., Жданова Е. Г. Задача маршрутизації транспортних засобів з часовими вікнами. Інформаційні системи та технології управління» (ІСТУ-2021): Матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів (Київ, 22–23 квітня 2021 р.). С. 40–44.

## INTEGRATION OF DIGITAL SOLUTIONS INTO GREEN LOGISTICS OF MARITIME TRANSPORT

**Ivliieva O., Shvetsova O.**

*Danube Institute of the National University 'Odessa Maritime Academy*

Maritime transport is a key component of global logistics, ensuring a significant volume of cargo transportation while simultaneously generating substantial greenhouse gas and toxic emissions [1]. Within the framework of the European Green Deal, the need to reduce the carbon footprint and implement energy-efficient solutions in the maritime sector has become increasingly urgent [2]. Green logistics is conceptualized as an integrated sys-

tem that combines the use of alternative fuels, optimization of transport processes, and digital monitoring of environmental indicators to minimize environmental impact while maintaining economic efficiency [2].

In the maritime sector, these principles are implemented through a set of decarbonization measures, including the application of shore power, the use of renewable energy sources, and the deployment of digital emission control systems [6]. The experience of leading EU ports demonstrates that the integration of such technologies, together with real-time monitoring, enhances environmental performance and strengthens the competitiveness of port infrastructure. The regulatory framework for these processes is defined by the MARPOL Convention, in particular Annex VI, which establishes limits on SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, and particulate matter emissions [3].

The aim of this study is to substantiate the possibilities of applying the Global Maritime Energy Efficiency Partnerships (GloMEEP) methodology for modelling ship energy consumption and assessing emissions within maritime and port infrastructure.

In Ukraine, the transition to the concept of “green” ports is still at an early stage; however, the sector has significant potential for environmental modernization. Considering the recommendations of the European Sea Ports Organisation (ESPO), EcoPorts standards, and methodological materials developed by IMO/GloMEEP [4], a three-component model of ecological transformation of seaports has been developed. This model integrates technological, managerial, and digital instruments.

1. Technological component. Modernization of port infrastructure, implementation of shore power, alternative fuels, and energy-efficient equipment aimed at reducing direct emissions and facilitating the transition to low-carbon technologies.

2. Managerial component. Environmental auditing, EcoPorts/PERS certification, and the application of energy efficiency indicators (EEDI, SEEMP, CII), which ensure the establishment of an effective environmental management system and compliance with international standards.

3. Digital component. Implementation of port digital twins, artificial intelligence systems, and real-time emission monitoring to improve the accuracy of managerial decision-making and enhance the forecasting of environmental risks.

The synergy of these components forms an integrated trajectory of ecological transformation of ports, oriented toward achieving the parameters of the Zero Emission Port 2050 concept and aligning with the strategic objectives of the European Green Deal.

Despite the gradual convergence of Ukraine’s environmental policy with European Union regulations and international IMO requirements, the

practical implementation of green logistics principles in seaports is constrained by a range of regulatory and institutional barriers. A key challenge remains the gap between declared international commitments and the actual level of environmental modernization of port infrastructure. Although Ukraine is a party to the MARPOL Convention and has formally implemented its provisions, in particular Annex VI regulating SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, and particulate matter emissions, practical enforcement mechanisms and incentives for compliance in port operations remain insufficiently developed [3].

A significant limitation is the absence of mandatory real-time environmental emission monitoring at the port level. In contrast to leading EU ports, where digital monitoring systems are integrated into port information platforms and used for environmental risk management, emission assessment in Ukrainian ports remains largely episodic and relies on calculated or self-reported data provided by shipowners. This prevents prompt responses to peak environmental loads and reduces the overall effectiveness of environmental management.

The fragmented implementation of MARPOL Annex VI provisions is also reflected in the lack of unified methodologies for quantitative assessment of port emissions adapted to national conditions. Although international tools, particularly the GloMEEP methodology, enable the development of standardized emission profiles, their application in Ukraine remains predominantly research-oriented rather than regulatory in nature. As a result, environmental indicators are not fully integrated into port operational management systems or investment decision-making processes.

Another institutional challenge concerns financing the environmental modernization of ports, particularly the deployment of shore power technologies and digital monitoring systems. The high capital intensity of such projects, limited access to green financing, and the absence of effective economic incentives for shipowners significantly hinder their widespread implementation. Under these conditions, the transition toward a green port model requires not only technical solutions but also the development of a comprehensive institutional policy combining regulatory instruments, financial mechanisms, and digital control tools.

Thus, overcoming regulatory and institutional barriers is a prerequisite for the effective integration of digital solutions into green logistics of maritime transport and for bringing Ukrainian ports closer to European standards of environmental sustainability.

The identified regulatory, institutional, and methodological constraints necessitate the use of environmental assessment tools that combine sufficient universality, reproducibility of results, and adaptability to limited data availability. In this context, the application of standardized quantitative

methodologies for port emission assessment becomes particularly relevant, as they ensure comparability of results and scientifically grounded managerial decisions even under conditions of information uncertainty. One such tool is the Global Maritime Energy Efficiency Partnerships framework, which is applied to model ship energy consumption and assess emissions in port and near-port areas. Accordingly, the following section presents the application of the GloMEEP methodology based on vessels calling at the Port of Izmail.

Despite the significant potential of port digital twins as tools for environmental monitoring and decision-support, their implementation requires careful consideration of several methodological and technological limitations. One of the key factors affecting the accuracy of digital models is their dependence on the quality and completeness of Automatic Identification System (AIS) data, as well as commercial platforms such as MarineTraffic. Incomplete or inaccurate AIS data, signal transmission delays, and the lack of information on auxiliary engine operating modes may result in substantial errors in estimating energy consumption and emission volumes.

An additional limitation is restricted access to detailed technical characteristics of vessels, including actual auxiliary engine power, fuel types and quality, load factors, and operational regimes during port stays. In most cases, these parameters are replaced by averaged or reference values, which reduces the individual accuracy of digital twins and necessitates the use of scenario-based or probabilistic approaches to emission assessment.

A significant source of uncertainty also remains the emission factors for vessels equipped with Tier 0 – I engines. Such vessels are characterized by substantial variability in  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ , and particulate matter emissions, which complicates the proper standardization of calculations. As a result, digital twins do not represent absolute emission values but rather interval-based or estimated characteristics, which requires cautious interpretation of results when formulating managerial decisions.

A separate group of risks is associated with cybersecurity issues of port digital systems. The integration of port digital twins with port information platforms, monitoring systems, and external data sources increases infrastructure vulnerability to cyberattacks, unauthorized access, and manipulation of environmental indicators. In the absence of adequate protection protocols, these risks may offset the benefits of digitalization and generate additional operational threats.

Thus, port digital twins should be considered not as a universal tool but as a component of an integrated environmental management system, the effectiveness of which is determined by the quality of input data, the level

of methodological standardization, and the availability of institutional mechanisms for control and cybersecurity.

European experience confirms that the implementation of environmental standards in port operations ensures a stable reduction of greenhouse gas emissions by 25 – 30% over a ten-year period [6], making environmental modernization economically feasible due to reduced fuel consumption. In this context, mathematical modelling plays a key role as a tool for quantitative assessment of the environmental impact of shipping. The application of such models makes it possible to establish relationships between engine technical parameters, fuel characteristics, and operational modes, thereby forming an analytical basis for optimizing routes, loads, and energy consumption.

Within the “green port” concept, digital solutions dominate – primarily port digital twins that replicate technological processes and provide real-time emission monitoring [1], forming the basis for predictive management of environmental risks. Standardized emission assessment is carried out using the EEDI, SEEMP, CII, and PEI models, developed based on the Port Emissions Toolkit within the GloMEEP initiative, which enables consistent comparison of environmental performance across different vessel types [5].

The methodology was tested using MarineTraffic data on vessel movements in the Port of Izmail, which made it possible to develop individual emission profiles and assess the local environmental impact of vessels of different classes. Emission volumes were modelled using the universal GloMEEP methodology [4], based on the calculation of pollutant mass through engine power, load factor, emission factor, and operating time:

$$E_i = P \cdot LF \cdot EF_i \cdot t.$$

The methodology was applied to two vessels calling at the Port of Izmail. The results showed that during 10 hours of auxiliary engine operation, the LPG tanker STAR PRIME generates approximately 2.2 tons of CO<sub>2</sub>, while the vessel WELL PRIME produces about 1.7 tons of CO<sub>2</sub>. At the same time, NO<sub>x</sub> and SO<sub>2</sub> emissions remain significant (tens of kilograms), which is associated with the technical level of Tier 0 engines and the elevated sulphur content of the fuel.

Comparative analysis demonstrated that emission intensity is determined not so much by installed engine power as by the actual load and duration of auxiliary engine operation during port stays. This indicates the need to optimize port operations, as this phase generates the highest local atmospheric load.

The generalized results confirm the high effectiveness of shore power technology, which can reduce local emissions by 90 – 95%, as well as the necessity of upgrading engines to Tier II – III standards and transitioning to low-sulphur fuels. In this context, the green port concept emerges as an integrated model combining technological, managerial, and digital solutions to achieve carbon neutrality by 2050.

#### Scenario Modelling of Shore Power Implementation for the Port of Izmail

Considering the results of the GloMEEP methodology application and the identified characteristics of emission formation during vessel berthing, a scenario-based approach is appropriate for assessing the potential effects of shore power implementation at the Port of Izmail. This approach makes it possible, without additional detailed calculations, to determine indicative environmental benefits depending on the level of coverage of vessel calls by shore-side electricity supply.

The baseline scenario (status quo) assumes the continuation of current practices of vessel energy supply during port stays through the operation of auxiliary diesel engines. Under this scenario, the primary local atmospheric load is generated within the port area, while CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, and SO<sub>2</sub> emissions are determined by berth time, actual engine load, and engine technical standards. The obtained results indicate that even short-term auxiliary engine operation causes substantial local pollution, especially in residential areas adjacent to the port.

The partial shore power implementation scenario assumes the connection of 30 – 50% of vessel calls to shore-side electricity, primarily for vessels with berth times exceeding 4 – 6 hours or those making regular port calls. According to estimates, this approach enables a reduction in local CO<sub>2</sub> emissions by 40 – 50%, NO<sub>x</sub> emissions by 60 – 70%, and SO<sub>2</sub> emissions by 70 – 80% within the port area. This results in noticeable improvements in air quality, lower concentrations of nitrogen and sulphur oxides, and reduced noise levels, which is particularly important for ports located in urban areas.

The full shore power implementation scenario for vessels with berth times exceeding 4 hours corresponds to the principles of the green port concept and the strategic targets of Zero Emission Port 2050. Under this scenario, the use of auxiliary engines within the port area is minimized, allowing reductions of local CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, and SO<sub>2</sub> emissions by 90–95%. Such a level of reduction virtually eliminates the negative impact of ship energy systems on air quality in the port area and creates prerequisites for integrating the Port of Izmail into the European system of environmentally sustainable transport corridors.

Thus, scenario modelling confirms that phased implementation of shore power technology is one of the most effective tools for decarbonizing port operations. The combination of this approach with digital monitoring systems and mathematical emission assessment methods forms a practical basis for transitioning the Port of Izmail to a green port model and achieving carbon neutrality targets by 2050.

**Conclusions.** The application of mathematical methods and digital tools in the green logistics of maritime transport provides a scientifically grounded basis for quantitative assessment of the environmental impact of shipping and for supporting managerial decision-making in port operations. The conducted study confirms that integrating the GloMEEP methodology with digital data sources enables the development of reproducible ship energy consumption and emission profiles even under conditions of limited technical data availability.

The application of the GloMEEP methodology to vessels calling at the Port of Izmail demonstrates its effectiveness as a tool for comparative analysis of environmental characteristics across different vessel classes and operational modes. It is established that the key factor shaping local pollution in port areas is not installed engine power but rather berth duration and actual auxiliary engine load, which justifies focusing environmental measures on the port phase of the vessel life cycle.

The results of the scenario analysis are interpreted at the strategic level and confirm that shore power implementation should be considered not as an isolated technical measure but as an element of an integrated port environmental transformation model, the effectiveness of which significantly increases when combined with digital monitoring systems and standardized emission assessment methodologies. Such integration creates a foundation for phased managerial decision-making and investment risk minimization.

At the same time, the identified regulatory, institutional, and methodological constraints indicate that the development of green ports in Ukraine requires not only technical modernization but also the formation of a comprehensive environmental management policy that includes monitoring standardization, development of digital infrastructure, and implementation of economic incentives for shipowners and port operators.

Thus, the integration of digital solutions, mathematical modelling, and a scenario-based approach forms a modern system for managing sustainable maritime transport and enables the gradual transition of Ukrainian ports toward the green port model in line with the strategic objectives of Zero Emission Port 2050.

### References:

1. European Sea Ports Organisation (ESPO). Environmental Report 2023. Brussels: ESPO, 2023.
2. BRDO. Implementation of the European Green Deal in Transport and the Development of Sustainable Mobility. Kyiv: BRDO, 2022.
3. International Maritime Organization. MARPOL Annex VI – Prevention of Air Pollution from Ships. London: IMO, 2020.
4. IMO / GloMEEP (GreenVoyage2050). Port Emissions Toolkit. Guide No.1: Assessment of Port Emissions. London: IMO, 2018. Доступно: <https://iwlearn.net/documents/32773> (дата звернення: 02.10.2025).
5. PIXEL Project. Deliverable D5.3: PEI Definition and Algorithms (Version 2). European Union, 2020.
6. World Maritime University; Shanghai International Shipping Institute. Global Green Shipping Development Report 2024–2025. Shanghai: WMU & SISI, 2025.

## УДОСКОНАЛЕННЯ СТРУКТУРИ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

**José E., Romero V.**

*State University of Paraná (Brazil)*

Інтенсифікація щоденних переміщень населення та зростання рівня урбанізації формують потребу у модернізації й підвищенні ефективності міських маршрутних мереж. Раціональна організація маршрутів забезпечує скорочення часу поїздок, знижує навантаження на вулично-дорожню інфраструктуру та підвищує результативність роботи транспортних операторів.

Процес оптимізації передбачає визначення відповідного критерію ефективності, який задає напрям вдосконалення транспортної системи. До таких критеріїв можуть належати:

1. Скорочення часу пересування пасажирів.
2. Зменшення кількості необхідних пересадок.
3. Мінімізація експлуатаційних витрат перевізника.
4. Рівномірний розподіл пасажиропотоку між одиницями рухомого складу.
5. Гарантування транспортної доступності для всіх районів міста.

Узагальнені результати оптимізації відповідно до зазначених критеріїв наведені у табл. 1.

Таблиця 1

## Критерії оптимізації маршрутної мережі та приклади застосування

Критерій	Приклад міста	Приклади застосування	Результат
Мінімізація часу поїздки	Варшава (Польща)	оптимізація маршрутної мережі за допомогою TransCAD	Скорочення часу поїздки на 12%
Зменшення кількості пересадок	Київ (Україна)	використання PTV VISUM для аналізу пасажиропотоків	Оптимізація маршрутів метро і автобусів
Зменшення витрат перевізника	Берлін (Німеччина)	транспортні моделі	Зменшення дублювання маршрутів
Збалансоване завантаження	Сінгапур	впровадження інтелектуальної системи планування з використанням Big Data	Інтелектуальний розподіл пасажиропотоків
Доступність транспорту	Амстердам (Нідерланди)	математичні моделі потоків	Забезпечення доступу у всі райони

Методи оптимізації можуть бути згруповані за такими основними напрямками: класичні підходи (використання математичних моделей потоків, зокрема лінійного програмування та гравітаційних моделей); транспортні моделювальні комплекси (PTV VISUM, TransCAD), які дають змогу формувати та аналізувати різні сценарії розвитку маршрутної мережі; евристичні підходи (застосування генетичних алгоритмів, методу рою частинок та інших алгоритмів пошуку рішень); технології Big Data та штучного інтелекту (прогнозування пасажиропотоків на основі даних GPS, мобільних операторів та інших масивів просторової інформації). Оптимізація мережі може бути подана у вигляді задачі мінімізації:

$$F = \alpha T + \beta C + \gamma P, \quad (1)$$

де  $T$  – середній час поїздки пасажирів,  $C$  – витрати перевізників,  $P$  – кількість пересадок,  $\alpha, \beta, \gamma$  – вагові коефіцієнти.

**Висновки.** Оптимізація маршрутної мережі є ключовим завданням транспортної політики. Найефективнішими є комплексні методи, що враховують і інтереси пасажирів, і економіку перевізників. Цифровізація та застосування транспортних моделей підвищують точність оптимізації. Необхідно розвивати систему моніторингу пасажиропотоків.

#### Література:

1. Ortúzar J. de D., Willumsen L. *Modelling Transport*. Wiley, 2011.
2. Moroz, O.V. and Moroz, M.M., 2014. Specific features of city public transport financing (Kremenchuk case study). *Actual Problems of Economics*, 160(1), p. 239.
3. Левковець П.Р., Мороз М.М., Кобилецький Р.В. Удосконалення логістичного управління перевезень пасажирів. *Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського*. – Випуск 6/2007 (47). – Частина 1. – С. 113-115.
4. Moroz M. M., Korol S. O., Boiko Y. O. Social traffic monitoring in the city of Kremenchuk. *Actual Problems of Economics*. 2016. – № 1 (175). – С. 385 – 398.
5. Rodrigue J.-P. *The Geography of Transport Systems*. Routledge, 2020.
6. Мороз М.М. Удосконалення транспортної системи пасажирських перевезень м. Кременчук. *Збірник наукових праць*. – Вип. 2 (41). – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – С. 156–164.
7. Мороз М.М. Розробка заходів удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту м. Кременчук на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал*. –2015. – № 2 (219). – С. 44–49.
8. Дмитрієв М.М., Мороз М.М. Основні напрями вдосконалення міських пасажирських перевезень м. Кременчук. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*, Вип. 10, с. 58-62, 2012.
9. Мороз М.М., Чапенко О.С. Визначення структури рухомого складу для пасажирських перевезень м. Кременчука. *Вісник КДПУ*. – Кременчук. – 2009. – Вип. 5. – С. 58-60.
10. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. – 2016. – Випуск 6 (1). – С. 71-75.
11. PTV Group. VISUM – Transport Planning Software. – <https://www.ptvgroup.com>
12. Мороз М., Норцов О., Кальянов В. Підвищення ефективності системи міських пасажирських перевезень шляхом удосконалення розкладу руху транспортних засобів / *Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції*. Кропивницький: ЦНТУ. – 2021. – С. 95.
13. Лаврик В.В., Кузев І.О., Мороз М.М. Підвищення ефективності міського транспорту загального користування за рахунок створення об'єднаних підприємств / *Матеріали IV Міжнародної конференції "Підвищення надійнос-*

- ті і ефективності процесів і систем". – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 34-36.
14. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В. Якість та контроль транспортного процесу (вантажні та пасажирські автомобільні перевезення): навч. посібник. Кременчук: КрНУ, 2023. 138 с.
  15. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Прогностичний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / Вісник машинобудування та транспорту. - №2 (18), 2023. – С. 17-22.
  16. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasytkovska K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6.
  17. TransCAD. Transportation Planning Software. – <https://www.caliper.com/transcad>
  18. Moroz M.M., Khorolskyi V.L., Moroz O.V., Herasymchuk V.V., Vasytkovska K.V. Organization and provision of buses operation on the route taking into account the expenditures of participants of the transportation process / (2018) International Journal of Engineering and Technology (UAE). – 7 (4.3). – pp. 206-210.
  19. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). – С. 197-204.
  20. Шведчикова І., Солошич І., Мороз М. Аналіз інноваційних фізичних методів неруйнівної діагностики для забезпечення екологічної безпеки на міському електротранспорті / (2024) Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 1/2024 (144). – С. 117-123. DOI <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.1.15>
  21. OECD/ITF. Optimising Urban Transport Networks. Paris, 2022.
  22. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Bad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталлий розвиток транспортних систем: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.

## EU TRANSPORT POLICY AND INFRASTRUCTURE: PATHWAYS FOR UKRAINE

**Kliuiev S.**

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

The intensification of globalization, in particular European integration, processes with the participation of Ukraine determines the growing importance of transport not only as one of the basic sectors of the national economy, but also as an important tool of international cooperation. The favorable geographical position creates the prerequisites for the integration of Ukraine into the world transport system and the rational use of its transit potential [1].

The current situation, on the one hand, carries certain risks for the economic security of the state, and on the other hand, stimulates the search and implementation of large-scale infrastructure projects in the transport sector. In particular, we are talking about the integration of Ukraine's transport system into the Trans-European Transport Networks (TEN-T) in accordance with international obligations regarding the formation of international transport corridors. Such corridors, which were proposed to be additionally included in the traditional network of international transport corridors, include: the Gdansk - Odesa route (Baltic Sea - Black Sea); the "Eurasian" transport corridor (EATC) Illichivsk (Odesa) - Poti (Batumi) - Tbilisi - Baku; as well as the alternative "Europe - Asia" corridor, connecting the countries of the European Union, Ukraine, the countries of Central Asia and China. The implementation of these initiatives will contribute to the comprehensive development of the transport and road complex of Ukraine [2].

Achieving these goals requires a systematic update of the state's transport policy and further improvement of its regulatory and legal support. Given the European vector of Ukraine's development, the mechanisms of the European Union's transport policy, in particular in the field of the formation and development of the European transport network, should serve as a guideline for national practice.

When defining the priorities of the common transport policy, it is necessary to take into account the general objectives of the European Union, including the promotion of common values and the well-being of peoples, ensuring sustainable development based on balanced economic growth and a competitive social market economy, promoting scientific and technological progress and improving the environment. These tasks are implemented,

in particular, through the development of trans-European transport networks.

Within the framework of this policy, the European Union shall aim to strengthen economic, social and territorial cohesion, reduce regional disparities and support the regions with the least favourable development conditions. At the same time, conditions shall be created for citizens, economic operators and local communities to fully benefit from the advantages of an area without internal borders by ensuring the interconnection and compatibility of national transport networks and access to them. Particular attention shall be paid to connecting island, peripheral and inland regions with the central areas of the Union.

To achieve these goals, a system of guidelines is being introduced that define the priorities and directions for the development of trans-European networks, measures are being implemented to ensure technical compatibility and standardization, and projects of common interest are being supported, in particular through financial instruments. According to the decision of the Court of Justice of the European Union in case C-167/73 "Commission v. France", the principles of the internal market of the European Union apply to all types of economic activity, including the transport sector. One of the key objectives of European transport policy is the formation of an efficient transport system capable of ensuring the economic progress of Europe, increasing competitiveness and providing high-quality transport services under conditions of rational use of resources [3].

The common transport policy of the European Union is therefore a set of decisions, rules and measures adopted by the institutions, bodies and agencies of the EU and implemented both at the level of the Union and its Member States. It is aimed at ensuring the effective functioning of the EU transport system and the trans-European transport networks in order to promote European values and the well-being of the population, achieve sustainable development in Europe, strengthen economic, social and territorial cohesion, and ensure the proper functioning of the internal market of the European Union.

In accordance with Article 171 of the Treaty on the Functioning of the European Union, the Union is empowered to facilitate the financing of certain infrastructure projects of Member States in the field of transport, as well as to adopt decisions on cooperation with third countries in order to support projects of common interest and ensure the compatibility of transport networks.

The above provisions also apply to Ukraine. The Association Agreement between Ukraine and the European Union (Articles 367–369) focuses on deepening cooperation in the field of transport with the aim of

developing sustainable transport systems, ensuring efficient and safe transportation, and increasing the level of intermodality and interoperability of transport systems. It specifically emphasizes the need to strengthen key transport links between the territories of the Parties by forming a sustainable national transport policy, developing a multimodal transport network integrated with the Trans-European Transport Network (TEN-T), and improving infrastructure policy with a view to more clearly defining and comprehensively assessing infrastructure projects across different modes of transport [4].

Cooperation between Ukraine and the EU is aimed at supporting the structural modernization and renewal of the Ukrainian transport sector, the gradual harmonization of national standards and transport policy with European ones, as well as improving conditions for the movement of passengers and cargo and increasing transport flows between Ukraine, the European Union and third countries in the region by eliminating administrative, technical, border and other barriers, developing the transport network and modernizing the infrastructure [5, 6].

Such cooperation covers, in particular, the formation of a sustainable national transport policy and the development of a multimodal transport network integrated with TEN-T. In 2017, the European Commission's decision on the geographical extension of the Trans-European Transport Network to Eastern European countries gave Ukraine the opportunity to join this network.

Transport plays a key role in the economic and social development of Europe, and its international nature necessitates the deepening of Ukraine's cooperation with the European Union. Such a partnership has a mutually beneficial orientation and significant potential, as it is focused both on the formation and effective functioning of the Trans-European Transport Networks (TEN-T) and on the full use of Ukraine's transit opportunities. At the same time, there are significant risks of losing transit potential, which may lead to long-term negative consequences for the state, and attracting EU support is a necessary condition for realizing the advantages of Ukraine's advantageous geographical position, which forms the basis of this potential.

Cooperation with Ukraine is an integral part of the European Union's common transport policy and is aimed at achieving its strategic goals, in particular through the development of trans-European transport networks and the implementation of projects designed to support the modernization and development of Ukraine's national transport system.

The EU's common transport policy encompasses the set of decisions, rules and measures adopted by the institutions, bodies and agencies of the

European Union and implemented at the level of the EU and its Member States. It aims to ensure the efficient functioning of the transport system and trans-European networks in order to support European values and the well-being of the population, achieve sustainable development, strengthen economic, social and territorial cohesion, and ensure the proper functioning of the internal market of the European Union.

Currently, a regulatory framework for cooperation between Ukraine and the EU in the transport sector has been formed, and infrastructure projects and technical assistance measures are being implemented in accordance with the provisions of the Partnership and Cooperation Agreement between Ukraine and the European Union.

#### References:

1. Arkhyenko S, Tsvirko O. Ukrainian Rail Transport on the Way to the EU: The Implementation of Legislation, Reforms and Prospects. *Studia Sieci Uniwersytetów Pogranicza*. – 2025 (9). – P. 7-22.
2. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine “On Approval of the National Transport Strategy of Ukraine for the period up to 2030 and Approval of the Operational Plan of Measures for its Implementation in 2025–2027” No. 1550 of December 27, 2024, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1550-2024-%D0%BF#Text>.
3. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine “On the Implementation of the Association Agreement between Ukraine, on the one hand, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their Member States, on the other hand” No. 1106 of October 25, 2017, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1106-2017-%D0%BF/print>.
4. The Association Agreement between Ukraine, on the one hand, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their Member States, on the other hand, dated 27.06.2014, revised on 25.10.2022, No. 984-01, [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984\\_011#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text).
5. Kliuiev S. Analysis of modern transport logistics problems / S. Kliuiev, S. Pshenychnyi // 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. 29–32.
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.

## THE PRACTICAL ASPECT OF THE EU SUSTAINABLE AND SMART MOBILITY STRATEGY

**Kliuiev S.**

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

In the context of the rapid development of modern technologies and geopolitical transformations, sustainable development processes are gaining special importance and are closely related to decentralization in the European Union, the relevance of which for member states is growing every year. Decentralization is one of the key factors in the formation of an effective and democratic system of governance at the level of regions and local communities. It is it that creates the necessary institutional prerequisites for the implementation of sustainable development policies, which contributes not only to socio-economic growth, but also to ensuring environmental sustainability [1, 2].

Sustainable development policy in the EU covers a wide range of areas – from the development of renewable energy sources to the implementation of modern approaches to waste management. All these initiatives are aimed at achieving a balance between economic development and environmental protection in the interests of future generations. Based on such approaches, the European Union is forming long-term and effective regional sustainable development policies, the experience of implementing which is especially valuable for Ukraine in the context of European integration [3].

Research on the issues of sustainable development is relevant today both for the further improvement of the policies of the European Union countries and for ensuring the sustainable recovery and development of Ukraine in the conditions of a full-scale war. At the same time, the difficult conditions in which Ukrainian cities and regions found themselves as a result of significant destruction of infrastructure, loss of economic potential and migration of human capital necessitate a thorough analysis of the European experience in the field of sustainable development. It is especially important to study its conceptual and methodological foundations in order to adapt and implement best practices in the processes of recovery of the territories of Ukraine.

Within the European Union, the processes of sustainable regional development are closely linked to the decentralization of power and the expansion of the powers of regional governments. Decentralization is implemented at several levels, among which the regional level plays a key role. Individual regions, in particular Catalonia in Spain or Flanders in Belgium, are endowed with broad powers in the field of cultural policy, the use of

their own language and decision-making on regional development issues, which contributes to a more effective implementation of sustainable development policies taking into account local characteristics.

The European Union's sustainable development policy aims to ensure a balanced combination of economic, social and environmental components of development in the Member States. It involves the formation of strategic priorities and objectives, as well as the achievement of sustainable development goals that contribute to socio-economic growth, increased environmental efficiency and improved quality of life for current and future generations [4].

The strategic goal of sustainable development policy in the EU countries is to stimulate sustainable development at all levels of governance – global, supranational, national, regional and local. At the global level, sustainable development is focused on harmonizing the socio-economic development of member states within the global community, preserving and regenerating the environment, as well as maintaining the balanced functioning of the biosphere. These processes are regulated through the activities of international organizations and intergovernmental program documents.

The supranational level covers the activities of the European Union institutions, which shape long-term strategic development initiatives. The leading role in this process is played by the European Commission, which coordinates cooperation with international organizations, in particular the Organization for Economic Cooperation and Development, the World Bank, the Food and Agriculture Organization, the International Labor Organization and UN programs dealing with the development of urban and rural areas. As a rule, it is at the supranational level that key strategic documents with a long-term validity period are approved.

At the national level, sustainable development policy is implemented through the achievement of relevant goals by individual member states, where strategic planning and management are carried out by national governments. The regional level of sustainable development is characterized by ensuring a balance between the social, economic and environmental subsystems of the region as an integral entity, managed by state and regional authorities. The local level covers cities, rural areas and individual administrative units, which necessitates the formation of sustainable development management mechanisms based on regional and local strategies with the involvement of local governments, business and the public in the format of a partnership "government - business - community".

Every three years, the European Union prepares a report on the state of economic, social and territorial cohesion. The eighth Cohesion Report, published by the European Commission on 9 February 2022, states that over

the next three decades, the EU's economic growth will largely depend on the implementation of the green and digital transitions. At the same time, these transformations, along with new opportunities, will require deep structural changes and may lead to the emergence of new regional disparities [5].

Cohesion policy is the key investment policy of the European Union and covers all its regions with the aim of supporting employment, increasing the competitiveness of businesses, stimulating economic growth, ensuring sustainable development and improving the quality of life of the population. Investments aimed at creating jobs and developing the economy are the main instrument for achieving the objectives of the Treaty on the Functioning of the EU in terms of economic, social and territorial cohesion. Cohesion policy is implemented through a system of specialized funds.

The European Regional Development Fund (ERDF) aims to reduce key regional imbalances within the European Union by supporting the development and structural transformation of lagging regions, as well as the restructuring of declining industrial areas. The EU's cohesion policy for 2021-2027 has introduced a new cross-cutting objective 5 "A Europe closer to citizens", which provides for support for integrated investment strategies focused on the relevant territorial scales - cities, rural areas, metropolitan agglomerations and functional areas, within which the population lives, works and carries out daily mobility.

The effectiveness of the European Union's sustainable development policy is ensured by the established institutional prerequisites, strategic planning, systematic monitoring of indicators and the use of integrated indicators to assess development dynamics. An important role in this process is played by the program-targeted approach, which provides for rational management of sustainable development of socio-economic systems at different levels.

The methodologies for assessing sustainable development in the EU are constantly being updated in line with changes in the Union's policy priorities and strategic guidelines. In particular, since 2021, new strategic directions for sustainable development have led to the expansion of the indicator system, including by introducing additional indicators to measure progress within individual Sustainable Development Goals. Particular attention is paid to SDG 11 "Sustainable development of cities and communities", for which a number of new indicators have been introduced in order to more accurately assess the development of EU countries and regions [6].

Thus, the European Union has developed comprehensive methodological approaches to achieving sustainable development goals in the context of decentralization. They are focused on obtaining synergistic effects from the implementation of sustainable development policies at different

levels of government, cover horizontal components of development and are based on a developed system of measurement and monitoring of target indicators, which is constantly being improved in accordance with the EU's innovation strategies. The legal, administrative and financial basis for the effective implementation of sustainable development policies in the European Union is formed by the processes of decentralization, which have been consistently developing since the mid-1980s.

#### References:

1. 8th Cohesion Report: Cohesion in Europe towards 2050. URL: [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/information-sources/cohesionreport\\_en](https://ec.europa.eu/regional_policy/information-sources/cohesionreport_en).
2. Matviienko H., Kucherkova S., Yanovska V., Hurochkina V., Ternovsky V. and Keşy M., "Governmental Management and Regulatory Measures for Advancing AI in the Ukrainian Energy Sector as a Basis for Rapid and Sustainable Development of the Ukrainian Economy," 2023 13th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT). Wrocław, Poland, 2023. P. 303–307. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACIT58437.2023.10275486>.
3. Kliuiev S. Analysis of modern transport logistics problems / S. Kliuiev, S. Pshenychnyi // 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. 29–32.
4. 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.
5. Repette P., Sabatini-Marques J., Yigitcanlar T., Sell D., & Costa E. The evolution of city-as-a-platform: Smart urban development governance with collective knowledge-based platform urbanism. Land. MDPI AG. January 1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/land10010033>

## OPTIMIZATION OF INTERNATIONAL LOGISTICS PROCESSES BASED ON GREEN LOGISTICS

**Kliuiev S.**

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

Digital technologies and e-business tools play a significant role in the transformation of international transport in accordance with the principles of sustainable development. The use of artificial intelligence, block-chain, the Internet of Things and cloud services makes it possible to automate logistics processes, increase the efficiency of supply chain management and reduce negative environmental impact. Such technological solutions are already being actively implemented by leading global logistics operators, providing both environmental and economic benefits.

The implementation of environmentally friendly logistics strategies will contribute to reducing the harmful impact of transport on the environment, which is consistent with modern principles of sustainable development and international environmental initiatives.

Green logistics is increasingly established as an important direction of the modern business environment, focused on reducing the environmental load and increasing the sustainability of transport and logistics operations in international trade. Its spread is due to the growing demands for environmental responsibility and sustainable development, as well as the desire to optimize energy costs and reduce greenhouse gas emissions. One of the key components of green logistics is the active implementation of digital technologies and the development of e-business. Since international transport remains one of the main sources of environmental pollution, the application of environmentally friendly practices in this sector is extremely important. Such initiatives include the use of environmentally friendly modes of transport, optimization of routes to reduce fuel consumption, modernization of infrastructure to support the principles of sustainable development, as well as measures to reduce waste and reuse resources in supply chains [1, 2]. Automated logistics management systems increase the efficiency of ecological transport and ensure more rational use of resources. They allow for centralized monitoring of vehicle operation, forecasting maintenance needs, and reducing the cost of logistics operations. The combination of such systems with IoT, artificial intelligence and blockchain technologies creates the prerequisites for the formation of environmentally responsible transport and logistics networks that minimize the negative impact on the environment [3].

The use of digital solutions within green logistics opens up wide opportunities for ensuring the sustainable development of international transport. The integrated use of IoT, Big Data, artificial intelligence, blockchain technologies and automated management systems contributes to reducing the environmental burden, increasing the transparency of logistics processes and increasing the efficiency of transportation. In the future, further development and improvement of digital technologies will become the basis for creating innovative approaches to the environmental optimization of international logistics systems [4].

E-business is significantly transforming the international transportation system, increasing its efficiency, adaptability, and level of technological sophistication. The implementation of digital solutions simplifies supply chain management, shortens order processing times, increases delivery accuracy, and optimizes logistics costs. The development of electronic platforms also provides more effective coordination of transportation between various transport market participants [5]. One of the leading trends in modern logistics is the comprehensive digitization of operations and the transition to electronic document management. The use of electronic consignment notes (e-CMR), digital customs declarations, and automated warehouse management systems reduces the likelihood of errors, speeds up cargo clearance procedures, and reduces the administrative burden. At the same time, the use of blockchain technologies ensures transparency and reliability of logistics documentation.

Digital transport platforms, in particular Uber Freight, Convoy and Sennder, are significantly changing approaches to freight management, automating the process of finding carriers and rationalizing route construction. Such services provide shippers with the opportunity to quickly find available transport, which allows reducing truck downtime and increasing the efficiency of rolling stock. Additionally, the integration of artificial intelligence tools into logistics platforms contributes to demand forecasting and more accurate planning of transport operations [6].

The global challenges of our time, in particular climate change, increasing scarcity of natural resources and strengthening environmental requirements, necessitate a deep transformation of international transport. In this context, the concept of green logistics acquires strategic importance, as it ensures a reduction in the negative impact on the environment without losing the efficiency of transportation. At the same time, digital technologies and e-business are key factors in the modernization of logistics processes. The integration of IoT, artificial intelligence, Big Data, blockchain technologies and automated control systems allows for increased routing accuracy, reduced fuel consumption and reduced CO<sub>2</sub> emissions. Digitaliza-

tion also helps optimize freight flows and stimulates the development of environmentally friendly modes of transport, including electric trucks and hydrogen technologies.

#### References:

1. Ju C., Liu H., Xu A., Zhang J. Green logistics of fossil fuels and E-commerce: Implications for sustainable economic development. *Resources Policy*. 2023. № 85. P. 103991.
2. 14. Kamariotou M., Kitsios F., Madas M. E-Business Strategy for Logistics Companies: Achieving Success through Information Systems Planning. *Logistics*. 2021. № 5(4). P. 73.
3. 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.
4. Kluuiev S. Study of the greenhouse gases impact in the implementaion of green logistics / S. Kluuiev, B. Yurov, L. Podhorna // Scientific papers of XIV 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. – Dnipro. – 2022. – P. 21–24.
5. Kluuiev S. Introduction of SCR technology in green logistics / S. Kluuiev, // Scientific papers of XIV 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. – Dnipro. – 2022. – P. 15-18.
6. Taherdoost H. Supply chain management in e-business. In *E-business essentials: building a successful online enterprise* Cham: Springer Nature Switzerland. 2023. P. 163–186.

## CHALLENGES AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF ROAD TRANSPORT IN UKRAINE IN THE CONTEXT OF EUROPEAN INTEGRATION

**Kluuiev S., Miroshnykova M., Davydov A., Radionov V.**  
*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

In 2020, the European Commission approved the European Green Deal, a strategic initiative that aims to make Europe climate neutral by 2050. One of the key areas of this strategy is the transformation of the

transport sector, including a 90% reduction in greenhouse gas emissions from transport by the middle of the 21st century [1].

Ukraine is also gradually implementing environmental standards in the transport sector. Thus, the EURO-1 – EURO-6 standards determine the maximum permissible levels of harmful emissions in the exhaust gases of vehicles. According to the Law of Ukraine “On Some Issues of Importation into the Customs Territory of Ukraine and Conducting the First State Registration of Vehicles”, starting from 2016, compliance with the EURO-5 standard is mandatory for new imported cars, while used vehicles imported into the territory of Ukraine must meet the requirements of the EURO-2 standard [2].

In the process of reforming the transport system of Ukraine in the context of European integration, the development of transport infrastructure by improving the quality of transport services and ensuring the accessibility of transport networks is of priority importance. At the same time, according to experts, one of the key restraining factors remains the insufficient amount of investments necessary for the restoration and modernization of transport infrastructure facilities in accordance with international and European standards.

An important stage in Ukraine's integration into the internal market of the European Union was the signing in 2021 of the Agreement on a Common Aviation Area between Ukraine and the EU. The document provides for the harmonization of national legislation with European requirements in the areas of flight safety, air traffic management and air transportation. However, due to full-scale hostilities and the closure of airspace, the full implementation of the provisions of the Agreement is currently complicated. At the same time, Ukrainian airlines were able to base their fleet on the territory of EU countries, which made it possible to maintain operational activities in wartime.

The National Transport Strategy of Ukraine for the period until 2030, approved on December 27, 2024, notes that the transport sector as a whole provides the basic needs of the population and the economy in transportation in terms of volume, but does not meet the necessary quality requirements. In addition, the current state of the transport system does not fully meet the objectives of implementing Ukraine's European integration course, which necessitates the urgent need to adapt national legislation to the EU acquis, implement international standards and ensure their compliance, fulfill international obligations, and integrate the national transport network into the Trans-European Transport Network (TEN-T) [3].

The national transport policy of Ukraine also needs to be aligned with the priorities of relevant European Union policies, in particular with

the objectives of the European Green Deal in the field of transport and mobility. The implementation of these tasks requires the availability of appropriate organizational, human and material and technical resources, as well as effective legal regulation [4].

The National Transport Strategy of Ukraine states that as a candidate country for membership in the European Union and in view of the pan-European course to achieve climate neutrality, Ukraine is focused on forming a sustainable and environmentally safe ("green") mobility and transport system. In the context of European integration, Ukraine faces a number of key challenges in the development of transport infrastructure, among which the leading place is occupied by the shortage of investment resources. Other urgent tasks include determining priorities for the modernization of the transport industry, improving the quality of transport services and the accessibility of networks, harmonizing the legislative framework with European standards, implementing the provisions of the Agreement on a Common Aviation Area with the EU, as well as overcoming the consequences of the war, in particular the closure of airspace and the forced relocation of the fleet of Ukrainian airlines abroad.

The post-war recovery of Ukraine cannot be limited solely to the reconstruction of destroyed infrastructure. It opens up a strategic opportunity for a deep structural transformation of the national economy. The scale of the destruction covers not only industrial facilities, transport networks and housing stock, but also caused significant environmental damage, including pollution of soil, water resources and atmospheric air, degradation of ecosystems and an increase in anthropogenic pressure on the environment. Total losses to the natural environment and ecological infrastructure exceed 52 billion euros, including significant losses in the forestry sector, damage to water management facilities and the destruction of a significant part of nature reserves. The disaster at the Kakhovka hydroelectric power station has become one of the largest man-made accidents in Europe in recent decades. In parallel, direct losses from the destruction of buildings and infrastructure are estimated at over \$176 billion, while reconstruction needs over the next decade exceed \$524 billion [5, 6].

At the same time, these challenges form a unique "window of opportunity" for the transition from fragmented and reactive reconstruction to a proactive model of sustainable development. In this context, the concept of "build back better" acquires special importance, which combines post-crisis recovery with long-term climate resilience. Refusal to reproduce pre-war resource-intensive and technologically outdated models opens up the opportunity for Ukraine to form a modern transport system and economy, integrated into global supply chains and adapted to climate challenges.

In contrast, traditional approaches to reconstruction, focused on the rapid restoration of economic and social indicators by reproducing outdated technologies, pose significant risks. In the context of the global transition to decarbonization, such a model limits Ukraine's competitiveness and reduces its investment attractiveness.

#### **References:**

1. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine “On Approval of the National Transport Strategy of Ukraine for the period up to 2030 and Approval of the Operational Plan of Measures for its Implementation in 2025–2027” No. 1550 of December 27, 2024, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1550-2024-%D0%BF#Text>.
2. Centre for Economic Recovery. The impact of the CBAM on the economy of Ukraine. Kyiv, 2025. URL: [https://fru.ua/images/doc/2025/Research\\_impact\\_assessment\\_EN.pdf](https://fru.ua/images/doc/2025/Research_impact_assessment_EN.pdf).
3. Council of the European Union. Fit for 55. Council of the European Union: веб-сайт. 2021. URL: <https://consilium.europa.eu/en/policies/fit-for-55/>.
4. Kliuiev S. Analysis of modern transport logistics problems / S. Kliuiev, S. Pshenychnyi // 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. 29–32.
5. European Commission. Greening the Ukrainian Recovery. European Commission: веб-сайт. 2025. URL: [https://ec.europa.eu/environment/stories/greening-ukrainian-recovery/index\\_en.html](https://ec.europa.eu/environment/stories/greening-ukrainian-recovery/index_en.html)
6. European Commission. The European Green Deal. European Commission: веб-сайт. 2019. URL: [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en).

## **INFORMATION TECHNOLOGY IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND ITS IMPACT ON TRANSPORTATION EFFICIENCY**

**Kliuiev S., Kalinin O., Kravchenko V.**

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

The development of Ukrainian carriers is limited by a number of systemic problems, including the non-compliance of rolling stock with the environmental requirements of the European Union, imperfect regulatory and

legal regulation, and limited throughput capacity of customs and border crossing points. Full-scale military aggression significantly exacerbated these challenges, leading to disruption of logistics chains and the emergence of new risks for transportation activities. At the same time, the conclusion of a “transport visa-free regime” with the EU and Ukraine’s accession to the NCTS system create new opportunities, which necessitates a review of traditional approaches to managing transport processes [1, 2].

From August 1, 2022, Ukraine began using electronic freight and transport invoices, which significantly speeds up document flow during customs procedures. In parallel, full-fledged work was launched in the European transit system NCTS, which provides the possibility of transit transportation through the territory of the European Union without the need to issue additional transit and transport documents. This creates favourable conditions for Ukrainian carriers and business entities to expand their presence in European markets, simplifies the procedures for international cargo transportation and contributes to the growth of foreign exchange earnings to the national economy [3]. The introduction of the NCTS system allows you to significantly reduce the time for transporting goods due to accelerated customs clearance, and also confirms the consistency of Ukraine in implementing the European integration course. In combination with the status of an authorized economic operator (AEO) and the use of customs simplifications, this system opens up additional opportunities for domestic business, primarily in the field of cargo transportation. The main advantages of using NCTS include: transit transportation under a single transit declaration; the ability to deliver goods without mandatory entry to customs terminals, which saves time and financial resources; increasing the level of transparency of transit operations both in Ukraine and in the EU countries; and introducing a new financial instrument in the transport sector – a financial guarantee [4, 5].

Despite the difficult socio-economic and security situation, Ukraine maintains its orientation towards European integration and is gradually integrating into the European transport and economic space.

The effective organization of freight transportation, in particular the management of information flows, largely depends on the use of modern information technologies. IT systems are widely used in all components of logistics, covering transport operations, customer service, warehousing, inventory management, procurement, design of logistics processes and distribution. Modern software solutions, in particular ERP systems, WMS (warehouse management systems) and TMS (transport management systems), provide comprehensive integration of all stages of the logistics chain, increasing the transparency of processes and the efficiency of information

processing [6, 7]. Their use contributes to the automation of operations, reducing the impact of the human factor, optimizing transportation routes and reducing logistics costs.

The introduction of IT solutions in the organization of international cargo transportation provides a number of significant advantages, including reducing the volume of warehouse stocks, minimizing errors in logistics operations, reducing paper-based document flow and reducing the number of complaints. Thanks to such systems, it becomes possible to optimize transport routes, shorten the length of transportation, reduce customs clearance time, minimize empty runs and reduce the risks of cargo damage. Additional benefits include conducting inventory using mobile applications, including remotely, reducing warehouse costs by increasing operational efficiency, improving the organization of work processes, and, above all, improving the quality of customer service by preventing errors during order picking.

#### References:

1. Stepura V. The essence of blockchain technology and its application in the financial sphere // *Pryazovskyi Economic Herald*. 2021. No. 1(24). URL: <https://doi.org/10.32840/2522-4263/2021-1-33>.
2. Khalipova N., Bosov A., Prohoniuk I. Development of a model for the integrated management of the international delivery chains formation // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 3, no. 3 (93). P. 59–72. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.132683>.
3. Liutyi D., Hrinko I. Features of the development of international cargo transportation between Ukraine and eu member countries. *Economic scope*. 2023. URL: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/188-3>.
4. 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.
5. Ключев С.О. Розвиток інтелектуальних транспортних систем / С.О. Ключев, А.Є. Сігонін, С.В. Цимбал // *Вісник машинобудування та транспорту*. – 2023. – Т. 18. – №. 2. – С. 80-86.
6. Ключев С.О. Побудова системи моніторингу довгих ланцюгів постачання з використанням Google сервісів / С.О. Ключев, О.О. Водолазський, А.Р. Штиков // *Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю “Майбутній науковець - 2019”* – Міністерство освіти та науки України, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – Северодонецьк. – 2019. – С. 106–107.
7. Rokicki T., Ziółkowska P. Integrated IT systems in logistics company management // *Ekonomika i Organizacja Logistyki*. 2020. Vol. 5, no. 1. P. 55–64. URL: <https://doi.org/10.22630/eiol.2020.5.1.5>.

## INTEGRATION EU “GREEN DEAL” PRINCIPLES IN UKRAINE TRANSPORT SYSTEM INNOVATIVE DEVELOPMENT

**Kliuiev S., Kyrychenko I., Miroshnykova M.**

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

European integration is defined as one of the leading directions of the state policy of Ukraine. Within the framework of the implementation of this course, the state has undertaken obligations regarding the comprehensive modernization of the transport system, which involves accession to relevant international agreements and conventions, as well as harmonization of national norms and standards in the transport sector with the provisions of European legislation [1, 2].

A strong argument in favour of a green recovery is the European integration dimension. The European Green Deal sets strict requirements for decarbonization, the development of a circular economy, and the implementation of sustainable financial instruments, mandatory for EU candidate countries. Failure to meet these requirements complicates Ukraine's full integration into the EU internal market, limits access to significant financial resources, in particular under the EU Ukraine Facility for 2024–2027, and deepens the regulatory gap with the European economic space. Thus, a green recovery is not an alternative, but a strategy without alternative, determining Ukraine's ability to ensure long-term economic sustainability, strengthen its geopolitical subjectivity, and realize its ambitions for future membership in the European Union [3].

The European Green Deal is a comprehensive economic growth strategy of the European Union, aimed at achieving climate neutrality by 2050 and reducing greenhouse gas emissions by at least 55% by 2030. Its key goal is to create a low-carbon economy and transform production and consumption models in both the EU and partner countries, among which Ukraine occupies an important place. For Ukraine, the European Green Deal is both a serious environmental challenge and a strategic opportunity, opening the way to deeper integration into European economic processes through the implementation of sustainable development principles and the modernization of the national economy [4].

The legal framework for the implementation of the European Green Deal is defined by the European Climate Law, which enshrines the commitment to achieving climate neutrality and forms the regulatory framework for a just transition. These benchmarks are further detailed in the “Fit for 55” legislative package, aimed at reducing greenhouse gas emissions by at least 55% by 2030. It includes the reform of the Emissions Trading System

(EU ETS), the introduction of a Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM), as well as measures to stimulate the development of renewable energy and the introduction of innovative technological solutions [5].

Among the instruments of the European Green Deal that are of key importance for Ukraine, the EU ETS, CBAM and the "green" taxonomy occupy a special place. Harmonization of national policy with these mechanisms is not only the fulfilment of obligations under the Association Agreement with the European Union, but also a strategic prerequisite for increasing the competitiveness of the Ukrainian transport system, upgrading infrastructure and creating sustainable conditions for economic growth and innovative development [6].

The European Green Deal defines the vector of deep transformation of the transport systems of the EU countries by achieving climate neutrality, reducing dependence on fossil energy resources and integrating "green" financial standards. For Ukraine as a candidate country for accession to the EU, compliance with these parameters is not only a formal element of the European integration process, but also a necessary condition for access to European markets, financial resources and modern technologies. In this regard, the need for a comparative analysis of the key objectives and instruments of the EU with the regulatory and strategic documents in force and implemented in Ukraine is becoming more urgent.

Adaptation of Ukrainian transport legislation to European Union standards requires a comprehensive and consistent approach. The main areas of such updating include the development of new and improvement of existing regulatory legal acts in accordance with the requirements of EU directives in the transport sector; expanding Ukraine's participation in the activities of European transport institutions; accession to international conventions, protocols and treaties; implementation of their decisions, resolutions and recommendations; as well as the conclusion of bilateral intergovernmental agreements with European countries in the field of transport.

The integration of the provisions of the European Green Deal into Ukraine's post-war recovery plan is not only a formal requirement of the European integration course, but also a strategic necessity for the formation of a sustainable and competitive transport system capable of ensuring the long-term development of the state.

#### **References:**

1. COM(2020) 789 final. Sustainable and Smart Mobility Strategy – putting European transport on track for the future. URL: [https://transport.ec.europa.eu/transportthemes/eu-mobility-transport-achievements-2019-2024/sustainable-smartmobility\\_en](https://transport.ec.europa.eu/transportthemes/eu-mobility-transport-achievements-2019-2024/sustainable-smartmobility_en).

2. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine “On Approval of the National Transport Strategy of Ukraine for the period up to 2030 and Approval of the Operational Plan of Measures for its Implementation in 2025–2027” No. 1550 of December 27, 2024, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1550-2024-%D0%BF#Text>.
3. Council of the European Union. Fit for 55. Council of the European Union: веб-сайт. 2021. URL: <https://consilium.europa.eu/en/policies/fit-for-55/>.
4. Kliuiev S. Analysis of modern transport logistics problems / S. Kliuiev, S. Pshenychnyi // 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. 29–32.
5. European Commission. Carbon Border Adjustment Mechanism. European Commission: веб-сайт. 2021. URL: [https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism\\_en](https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en)
6. European Commission. Greening the Ukrainian Recovery. European Commission: веб-сайт. 2025. URL: [https://ec.europa.eu/environment/stories/greening-ukrainian-recovery/index\\_en.html](https://ec.europa.eu/environment/stories/greening-ukrainian-recovery/index_en.html)

## **INCREASING THE BRAKING EFFICIENCY OF THE MODEL 18-100 FREIGHT BOGIE THROUGH THE APPLICATION OF A DISC BRAKE**

**Kovtanets M., Mogila V.**

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Kyiv*

Railway transport is one of the modes of public transport and forms the basis of Ukraine’s transport system. At present, Ukrzaliznytsia integrates six railways: Lviv, South-Western, Southern, Donetsk, Prydniprovska, and Odesa. It carries more than 80% of freight traffic in the country and approximately 50% of passenger traffic. Freight railway transport is a key component of the national economy, providing the transportation of high-mass cargoes over long distances.

The most widely used running gear in freight wagons is the two-axle bogie of model 18-100 [1]. The design of this bogie is relatively simple; however, it is characterized by low assembly quality and the presence of certain structural shortcomings. With the continuous increase in train operating speeds, higher requirements are imposed on braking systems.

The model 18-100 bogie is equipped with a tread brake system featuring a lever transmission and single-sided brake shoe application. The main disadvantages of the tread brake system include:

- during braking, friction causes heating of the contact zone between the wheel tread and the brake shoe, leading to plastic deformation of the contacting surfaces;
- intensive wear of brake shoes and the wheelset rolling surface;
- wear-generated particles in the friction zone between the brake shoe and the wheel are relatively large, and their movement reduces the coefficient of friction between the brake shoe and the wheel tread, thereby decreasing operational safety;
- a tread brake system with single-sided application is recommended for operating speeds up to 120 km/h, while a double-sided system is applicable up to 160 km/h [2].

Therefore, in order to improve traffic safety and increase braking efficiency, this study proposes replacing the tread brake system with lever transmission by a ventilated disc brake system with brake pads.

The bogie is the main element of a freight wagon's running gear; it is a pivoting structure that supports the wagon body [3]. The modernization of the model 18-100 freight bogie involves replacing the tread brake system with a disc brake system. For this purpose, a ventilated brake disc (2) is press-fitted onto the wheelset axle (3) (Fig. 1).

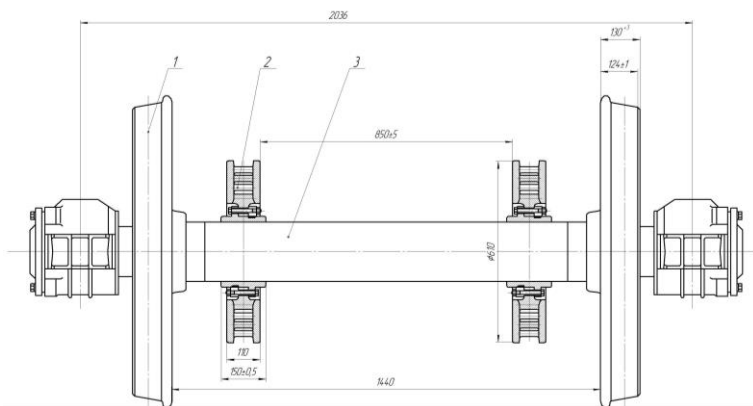


Fig. 1. Wheelset with a disc brake of the model 18-100 freight bogie:  
1 – wheel; 2 – ventilated brake disc; 3 – axle.

During service braking, instead of the lever transmission that pressed the brake shoe against the wheel tread (1), braking is performed by the disc brake system, in which braking force is applied through brake pads mounted on the bogie.

The disc brake unit (Fig. 2) consists of a housing and calliper mechanisms. The internal levers of the calliper mechanisms are articulated with the brake cylinder rod and the housing via longitudinal links. The caliper mechanisms ensure double-sided application of the brake pads to the brake disc. When compressed air is supplied to the brake cylinder, the piston and rod move and transmit the braking force through the longitudinal link to the calliper mechanism, which presses the brake pads with friction linings against the brake disc [4, 5].

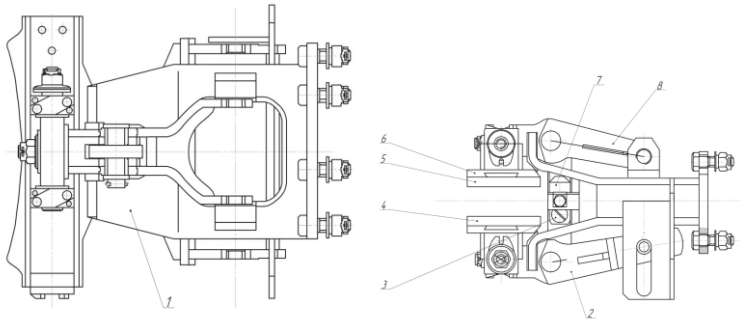


Fig. 2. Disc brake unit

1 – housing; 2, 8 – lever; 3 – washer; 4, 5 – brake lining;  
6 – brake shoe; 7 – tightening divider.

As a result of using a ventilated disc brake on the model 18-100 freight bogie, the following advantages can be achieved:

- increased braking efficiency;
- enhanced railway traffic safety due to improved braking reliability;
- natural cooling of the friction zone provided by the ventilated brake disc;
- improved thermal operating conditions of the brake lining;
- reduced wheel wear by replacing the friction pair «brake shoe-wheel tread» with the friction pair «brake lining-brake disc»;
- increased service life of the brake lining;
- effective operation at train speeds of up to 160 km/h and above.

### References:

1. Konarev N.S. Wagon Bogie / Railway Transport: Encyclopedia // Chief Editor N. S. Konarev. – Bolshaya Encyclopedia, 1994. – 51 p.
2. Inozemtsev V.G. Automatic Brakes. Textbook / V.G. Inozemtsev: Transport, 1981. – 464 p.
3. Bykov B.V. Design of Freight and Passenger Wagon Bogies: Illustrated Textbook / B.V. Bykov: Marshrut, 2004. – 36 p.
4. Running Gear of Freight and Passenger Wagons: Educational Guide [for students of the specialty «Wagons»] / N.S. Bachurin, K.M. Kolyasov, O.V. Cherepov. – 2007. – pp. 7-57.
5. Kovtanets M.V. Increasing the braking efficiency of the model 18-100 freight bogie through the application of a disc brake / M.V. Kovtanets, A.Yu. Gusev, N.I. Gorbunov // Proceedings of the All-Ukrainian Scientific and Practical Internet Conference of Young Scientists and Students «Problems and Prospects of Railway Transport Development» (Luhansk, May 24, 2014, web-conference <http://loko.snu.edu.ua>). – pp. 9-11.

## **PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF HIGH-SPEED RAIL TRANSPORT (HSRT) IN CONTEMPORARY REALITY AND THE FUTURE. MODERNIZATION AND CONSTRUCTION OF INFRASTRUCTURE**

**Kovtanets M., Tarasov D.**

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Kyiv*

In the current conditions of national development, the modernization of the transport system is one of the key issues. Ukraine has a unique opportunity to move to a new level of mobility by integrating into the European transport network. High-speed rail transport (HSRT) is not only a symbol of technological progress, but also a strategic direction that can become a foundation for economic growth, regional cohesion, and the post-war recovery of the country.

The Ministry of Infrastructure of Ukraine has already identified the creation of a new network of railway lines of the European standard – 1435 mm gauge – as one of its priorities. This initiative provides for connecting Kyiv with Lviv, Kharkiv, Dnipro, and Odesa via high-speed routes, which will make it possible to cover long distances two to three times faster than at present. The construction of new infrastructure is part of the National

Transport Strategy up to 2030 and an important step toward Ukraine's integration into the Trans-European Transport Network (TEN-T) [1, 2].

The choice of the European standard gauge has deep technical and economic justification. Worldwide, more than 60% of railway tracks have a gauge of 1435 mm – this is the only standard that ensures the highest operating speeds (up to 350 km/h) and compatibility with European routes. By choosing this direction, Ukraine is effectively betting on long-term integration with the EU, as the European gauge allows transport systems to be interconnected without bogie changes and border delays. In the future, this will enable direct connections between Kyiv and Warsaw, Budapest, or Vienna and the creation of a unified logistics space [3].

However, the significance of this project extends far beyond the transport sector. The construction of HSRT creates a powerful multiplier effect – a chain reaction of economic development in which investments in one sector stimulate activity in many others. High-speed railways require advanced materials, machinery, equipment, power supply systems, and maintenance services. This will contribute to the development of metallurgy, mechanical engineering, chemical industry, energy sector, IT, transport, and logistics. In addition, large-scale construction will involve dozens of Ukrainian construction companies, create thousands of new jobs, and boost demand for cement, steel, cable products, concrete, and electronics.

The impact of such investments is not limited to industry alone. Demand increases for educational programs for engineers, transport specialists, and technologists; the service sector, tourism, and domestic transportation are stimulated. Thus, every hryvnia invested in HSRT «works» for the economy multiple times, returning in the form of new revenues, taxes, and consumer demand.

The post-war period is a particularly opportune time for such changes. A significant portion of the existing railway infrastructure has been damaged as a result of hostilities, making it economically more reasonable to invest not in restoring outdated sections but in creating new, modern high-speed lines. New construction allows the immediate implementation of advanced technologies that reduce operating costs, increase energy efficiency, and enhance transport safety. At the same time, it creates attractive conditions for attracting international partners and private investors through public-private partnership models.

China, Spain, France, and Japan have already demonstrated that the development of high-speed railways becomes a growth point for the entire economy. In Ukraine, a similar project can serve as a driver for modernizing transport infrastructure, strengthening economic ties between regions, reducing business logistics costs, and at the same time ensuring citizen mobil-

ity at European standards. Moreover, HSRT is a step toward «green transport»: high-speed trains consume less energy per passenger-kilometer than airplanes or automobiles and do not produce harmful air emissions [4, 5].

Thus, the development of high-speed rail transport is not merely an infrastructure project, but a comprehensive strategy for the economic and technological renewal of Ukraine. It shapes a new image of the state – modern, mobile, and European [6].

**Conclusions.** The construction of the 1435 mm European gauge and the development of HSRT will provide Ukraine with a new quality of connectivity between major cities, promote economic growth, create jobs, and stimulate the development of the construction sector. The multiplier effect of implementing this project will stimulate related industries – from metallurgy to energy. Integration with the EU transport network will enable Ukraine to occupy a strategic position in European logistics and become an important transit hub. In the post-war period, investments in new high-speed lines will become a powerful instrument for economic recovery and development. This is an investment not only in infrastructure, but in the future of an independent, progressive, and competitive Ukraine.

#### References:

1. Ministry of Infrastructure of Ukraine. National Transport Strategy of Ukraine until 2030. Resolution of the Cabinet of Ministers № 430-r dated May 30, 2018.
2. European Commission. Trans-European Transport Network (TEN-T) Policy. <https://transport.ec.europa.eu>
3. Build Portal. «Heading West: Why Ukraine Needs the European-Gauge Railway». <https://buildportal.ua/news/infrastructure>
4. Myronenko V. Academician of the Transport Academy of Ukraine, President of the Association «High-Speed Railways». Interview for Build Portal.
5. Ministry for Communities, Territories and Infrastructure Development of Ukraine. Official announcements on plans for the construction of the 1435 mm European-gauge railway. <https://mtu.gov.ua>
6. Kovtanets M.V. Development of high-speed rail transport / M.V. Kovtanets, V.I. Mogyla, D.V. Tarasov // Development of construction and housing and communal services in modern conditions: Proceedings of the VIII All-Ukrainian scientific and practical internet conference; November 6-7, 2025, Kyiv. – Kyiv: Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, 2025. – pp. 368-369.

## IMPROVING THE UTILIZATION OF THE ADHESIVE MASS OF A LOCOMOTIVE

**Mikhailov E.**

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

The creation of undercarriage for shunting diesel locomotives with limited axle loads should include technical solutions that ensure the maximum possible value of the traction force realized by the diesel locomotive, which is possible with the most complete use of the adhesion mass of such diesel locomotives, characterized by the coefficient of utilization of its adhesion mass (hereinafter - CUAM).

The operating conditions of shunting locomotives differ significantly from the operating conditions of mainline locomotives, and the technical requirements for these locomotives are also different [1]. When performing shunting movements, locomotives operate mainly in unsteady modes. To start trains from a standstill and accelerate them, a large adhesion mass and significant traction forces are required, which are realized briefly during acceleration.

The adhesion mass determines the traction, braking and economic characteristics of a shunting locomotive. So, for example, since the braking of the train when performing shunting movements is carried out only by the braking means of the locomotive, the braking distance and duration of braking are shorter, the greater the adhesion mass and the degree of its use [1, 2, 3].

The development of traction force by a locomotive lead to the unloading of some wheel pairs while overloading others. In other words, the weight of the locomotive is redistributed between his wheel pairs. By implementing a vertical connection between the locomotive bogies due to the vertical reactions of the elastic components, the specified redistribution of weight between the wheel pairs can be avoided. The same applies to the use of inclined rods in the undercarriage section of a locomotive [3].

According to the authors, insufficient attention is paid to research on the use of the adhesion mass of locomotives. Most of the works examines the traction qualities of locomotives with traditional undercarriage designs. Similar studies for locomotives with devices for redistributing loads along the supports of the second stage of spring suspension have practically not been carried out previously.

The purpose of this work is to determine the influence of the redistribution of vertical loads along the supports of the second stage of the spring suspension of a six-axle locomotive on its traction qualities.

To carry out the research, a mathematical model for the implementation of traction force by a locomotive was developed, which is a system of algebraic equations. These equations describe the conditions of equilibrium of the undercarriage elements in the longitudinal vertical plane under the action of the corresponding forces and moments on them during the realization of the traction force.

The elements of the undercarriage are represented by absolutely rigid bodies connected by elastic connections with given characteristics, which model the body, two three-axle bogies, six wheel pairs and traction electric motors. The body rests on each of the bogies through four supports of the second stage of spring suspension. The suspension of traction electric motors is support-axial. The main geometric, rigidity and weight parameters of the considered undercarriage options correspond to the parameters of the undercarriage of one section of the 2TE116 diesel locomotive.

The features of using the adhesion mass for the design options for the locomotive undercarriage shown in table 1 were considered.

Table 1

Options for locomotive undercarriage schemes			<u>Designations</u>
№	1st bogie	2nd bogie	<p>○ – wheelpair;</p> <p>=== – bogie frame with supports;</p> <p>□ – traction motor;</p> <p>■ – pivot assembly;</p> <p>▼▲ – redistribution devices loads on body supports on bogies</p>
0			
1			

The design of these devices can be quite varied. One of the options is adjustable air springs built into the supports of the second stage of the spring suspension of the locomotive.

The systems of equations were solved on a personal computer using the MATHCAD mathematical package.

In Fig. 1, 2 present the results of calculating the change in the CUAM for the vehicle wheel pairs ( $\eta_i$ ) depending on the value of the coefficient of adhesion between the wheels and the rails ( $f_k = 0..0,4$ ) and the values of additional forces ( $d_i$ ) exerted on the vehicle wheel pairs when the locomotive realisation traction force for the basic version of the undercarriage of a six-axle diesel locomotive.

In Fig. 3...6 present the results of calculating the same characteristics

of the use of the adhesion mass during a stepwise redistribution of loads along the supports of the second stage of the undercarriage's spring suspension. The front along the bogie supports were additionally loaded with force  $\Delta R$ , the rear along the bogie supports were unloaded by the same amount  $\Delta R$ .

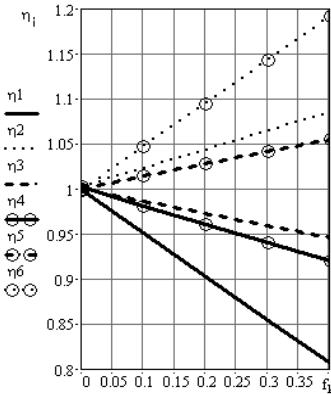


Fig. 1. Dependencies  $\eta_i = f(f_k)$  for diesel locomotive wheel pairs (var.0,  $\Delta R = 0$  kN)

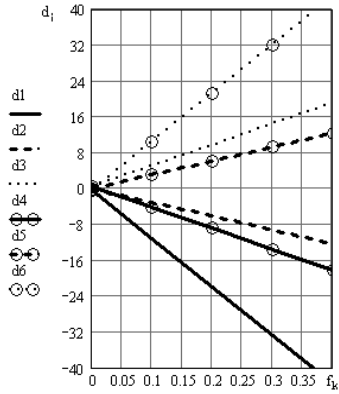


Fig. 2. Dependencies  $d_i = f(f_k)$  for diesel locomotive wheel pairs (var.0,  $\Delta R = 0$  kN)

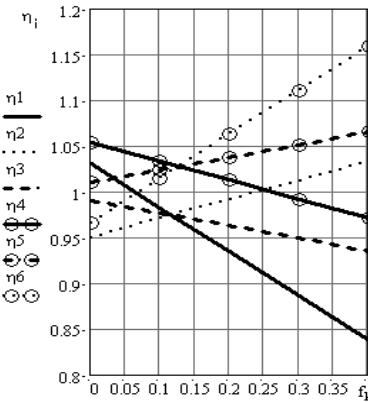


Fig. 3. Dependencies  $\eta_i = f(f_k)$  for diesel locomotive wheel pairs (var.1,  $\Delta R = 50$  kN)

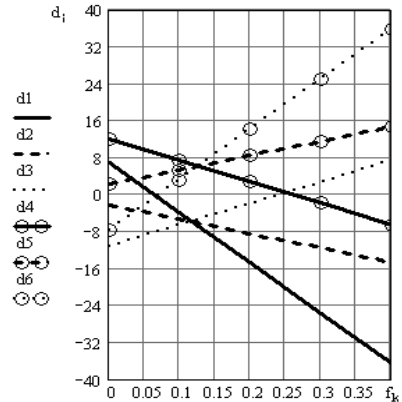


Fig. 4. Dependencies  $d_i = f(f_k)$  for diesel locomotive wheel pairs (var.1,  $\Delta R = 50$  kN)

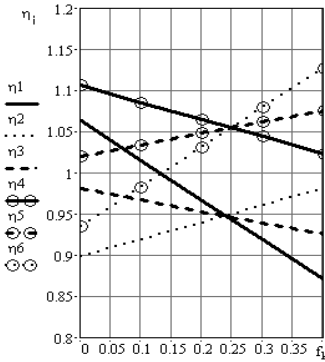


Fig.5. Dependencies  $\eta_i = f(f_k)$  for diesel locomotive wheel pairs (var.1,  $\Delta R=100$  kN)

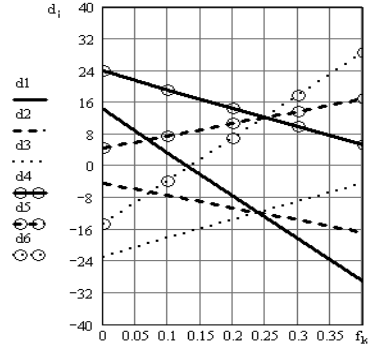


Fig.6. Dependencies  $d_i = f(f_k)$  for diesel locomotive wheel pairs (var.1,  $\Delta R=100$  kN)

So, in Fig. 3, 4 -  $\Delta R = 50$  kN, in Fig. 5, 6 -  $\Delta R = 100$  kN.

Graphs of changes in the calculated indicators of the CUAM depending on the realized traction force for 1...6 wheel pairs of the locomotive in the figures are designated  $\eta_1 \dots \eta_6$ , respectively.

Undercarriage option 0 – basic (standard version of the crew of a six-axle locomotive).

Undercarriage option 1 is characterized by the use of devices for redistributing loads along the body supports to the bogies.

The graphs of changes in additional forces exerted on the locomotive's wheel pairs when it realisation traction forces are designated  $d_1 \dots d_6$ , respectively.

As a result of the analysis and comparison of the obtained calculation results, the following can be noted. CUAM of the base undercarriage of a diesel locomotive (var.0,  $\Delta R = 0$  kN) with the adhesion coefficient between wheels and rails  $f_k = 0.33$  is 0.835, which coincides with the data of theoretical and experimental studies [2] and confirms the adequacy of the developed mathematical model.

CUAM of a diesel locomotive with the use of additional devices in the undercarriage, which makes it possible to redistribute vertical loads from the body along the supports of the second stage of spring suspension (var.1,  $\Delta R=50$  and 100 kN) increases noticeably and amounts to 0.87 and 0.91, respectively, at  $f_k = 0.33$ .

At the same time, additional forces in the spring suspension, which unload the limiting first wheel pair when implementing traction force ( $f_k =$

0.33), are reduced from 38 to 22 kN. The first wheel pair remains the limiting one in terms of traction.

It should be noted that the use of additional devices in the second stage of spring suspension should certainly affect the dynamic qualities of the crew. However, taking into account the low speeds when performing maneuvers [1], the impact of such load redistribution on the dynamic performance of the locomotive will be minimal.

**Conclusions.** When developing the undercarriage of a shunting locomotive, it is advisable to provide for the use of technical solutions that allow the most complete use of its adhesive mass.

One of such technical solutions may be the use of devices that allow redistributing vertical loads from the locomotive body between the supports of the second stage of spring suspension, for example, through the use of adjustable air springs.

Comparative calculations on a mathematical model of the coefficient of use of the adhesion mass for two versions of the carriages: the basic one and with the use of additional loading devices in the second stage of spring suspension, confirm the fundamental effectiveness of using such technical solutions to improve the use of the adhesion mass of a six-axle shunting diesel locomotive.

#### **References:**

1. Manevrovye teplovozy / Pod red.L.S.Nazarova. (1977). M.: Transport, 1977. 404s.
2. Evstratov A.S. (1987). Jekipazhnye chasti teplovozov. M.: Mashinostroenie, 1987. 157s.
3. Adhesion. Indian Railways Centre for Advanced Maintenance Technology. CAMTECH, Gwalior. Phase II – Module No. SYC-TRS-CON-03 (Supp.).

## **IMPLEMENTATION OF CROSS-DOCKING TO IMPROVE CARGO FLOW MANAGEMENT TECHNOLOGIES**

**Mikhailov E.V., Zubenko E.V.**

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

One of the key ways to increase the efficiency of transport and logistics processes is the introduction of innovative technologies for managing cargo flows. Among them, cross-docking technology occupies a special

place, which involves the transshipment of cargo without intermediate storage in a warehouse [1]. The use of this approach allows you to reduce cargo processing time, minimize warehouse infrastructure costs, and increase coordination between different modes of transport [2].

Cross-docking is a logistics technology in which cargo is immediately transferred to the means of departure upon arrival without a long-term storage stage. This organization is an intermediate link between the classic warehouse model and integrated systems of continuous material flow [1].

The main goal of cross-docking is to minimize the time between the arrival of goods at the terminal and their shipment to the end consumer. On average, this period lasts from 4 to 24 hours, which significantly shortens the logistics cycle compared to traditional schemes, where processing can take several days.

The effectiveness of the technology is ensured by a number of principles:

- Flow - ensuring continuous movement of goods without accumulations and stops.
- Synchronization - coordination of the arrival and departure of vehicles using planning systems (TMS, WMS, ERP).
- Transparency of information processes - full tracking of cargo movement through a single digital database.
- Adaptability - the ability to quickly switch to a more intensive mode of operation when the load increases.
- Integration - coordination of actions of all participants in the logistics chain: suppliers, carriers, terminal operators and customers.

Practical implementation of these principles can allow:

- reduce warehousing costs by 30–40%;
- reduce cargo handling time by 3–5 times;
- reduce inventories in the supply chain by 25–35%;
- increase the speed of rolling stock turnover by up to 20%.

Cross-docking also provides flexible flow management - both through the consolidation of cargo from different suppliers for one consumer, and through the division of a large batch into several directions. This optimizes routes, reduces empty runs and ensures regular deliveries.

In rail transport, cross-docking technology can be implemented on the basis of logistics parks or freight stations, where containers are quickly transhipped between different means of transport. An example of successful implementation is the European Terminal in Duisburg (Germany), where an automated system of continuous cross-docking operates. Similar solutions should be implemented in transport hubs of Ukraine - Kovel, Lviv,

Dnipro, Odessa - taking into account their transit potential and integration into TEN-T corridors [3].

Therefore, cross-docking should be considered not only as a method of warehouse optimization, but as an element of an integrated logistics system that increases transport interoperability and the efficiency of rail transportation.

Railway interoperability is a key condition for the integration of Ukraine's transport system into the pan-European space. Interoperability is understood as the ability of different transport systems, infrastructures and technical means to function in a coordinated manner, ensuring the unhindered movement of goods across state borders without duplication of documents and additional reloading [4].

For Ukraine, this problem is particularly relevant due to the difference in track standards (1520 mm versus 1435 mm in the EU), different technical load standards, dimensions, requirements for certification and signalling systems.

Because of this, cargo flows crossing the Ukrainian-European border require additional operations - reloading, rearrangement of wagons or reorganization of warehouses. In such conditions, cross-docking can significantly reduce the cost of time and resources when switching between transport systems of different standards. This technology allows you to quickly reload cargo from European-style wagons to Ukrainian or road transport without storage. In container transportation, this is implemented through modular terminals with automated flow control, which are already being implemented at the Mostyska–Medica, Chop–Zachony, Jagodin–Dorohusk nodes. Such nodes form the basis for accelerated routes to the ports of Gdansk, Gdynia, Konstanz and Odessa.

An important factor is the unification of transport units according to ISO 668 standards, which ensures the interchangeability of containers and platforms. Within the framework of multimodal cross-docking, this means that cargo can be transferred between modes of transport without unloading and warehousing.

Organizational and technological advantages of implementing cross-docking:

- reduction of rolling stock downtime by 20–25%;
- increase in the efficiency of wagon use;
- reduction of administrative barriers through the digitalization of documents (e-CIM/SMGS);
- harmonization of railway operations thanks to uniform European management standards (TAF TSI, TEN-T).

The combination of cross-docking with the development of TEN-T transport corridors creates the prerequisites for the formation of a single network of multimodal logistics centers, which will allow Ukraine to become the eastern logistics hub of Europe.

The key factor in the success of cross-docking operations is the information interaction of all participants in the logistics process.

Information and management systems (IMS) provide data exchange between terminal operators, railway dispatchers and transport companies.

This ensures real-time control, monitoring of the location of cargo and the creation of a single logistics database that meets the requirements of TSI (EU technical specifications).

Conclusions.

1. Cross-docking technology is an effective tool for optimizing logistics processes and increasing transportation speed.

2. For Ukrainian railway transport, the introduction of cross-docking opens up prospects for integration into the European TEN-T transport network.

3. The priority area of development is the creation of a network of multimodal terminals with a high level of digitalization and standardization of container operations.

4. The use of unified information protocols will ensure the interoperability of the transport systems of Ukraine and the European Union.

#### **References:**

1. Cross-docking definition and benefits. Inbound Logistics, 2023. URL: <https://www.inboundlogistics.com/cross-docking>
2. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року : Схвалена розпорядженням КМУ від 30.05.2018 р. № 430-р. – Київ, 2018. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-p>
3. Apte U., Viswanathan S. Efficient cross-docking operations in supply chains. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. 2021. Vol. 155. P. 102–118.
4. European Commission. TEN-T Core Network Corridors: Implementation Report. – Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2023.

## IMPROVING RAILWAY INTEROPERABILITY THROUGH THE USE OF ENLARGED CARGO UNITS

**Mykhailov Ye.V., Dubas O.M.**

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

Standardizing the dimensions of enlarged cargo units (ECU) is one of the key factors in ensuring the technical interoperability of railway transport within a unified European transport area. The unification of cargo module dimensions ensures the compatibility of rolling stock with the infrastructure of different countries and supports the development of an integrated logistics network in which wagons and platforms can operate on routes with varying track gauge standards [1].

At the same time, improving organizational interoperability in multimodal transport remains essential, as it requires aligning border-control and customs procedures with the technical parameters of cargo units.

The use of enlarged cargo units (ECU) - ISO containers, swap bodies, semi-trailers, and transport packages-makes it possible to significantly reduce cargo border-crossing time and administrative costs [2].

Due to standardized dimensions and securing points, customs and border authorities can apply unified inspection methods: non-intrusive checks, X-ray scanning, container sealing, and electronic data exchange. This greatly increases the throughput of control points and minimizes the risk of delays in international supply chains [3].

Standardization of enlarged cargo units facilitates the implementation of modern pre-arrival and pre-declaration information systems that enable customs authorities to receive cargo data before its actual arrival.

In particular, the use of ISO containers equipped with RFID seals allows automatic cargo identification and data reading without opening the container, reducing inspection time by 30–40%.

In current Ukrainian customs practice, physical inspection or unpacking of a significant share of cargo is still frequently required, leading to queues and delays at border crossing points. The introduction of standardized ECUs into transport and logistics systems makes it possible to:

- reduce the share of manual inspections;
- accelerate the passage of trains through control points;
- unify documentation and electronic data exchange (including within the Single Window system).

Thus, organizational interoperability is ensured not only through the technical unification of cargo units but also through the integration of logistics and control procedures into a single digital environment.

According to European Commission studies, the use of multimodal containers in EU member states makes it possible to reduce customs control time to 2–3 hours per train instead of 8–10 hours under traditional methods.

In Ukraine, initial pilot projects involving ECUs on routes to the EU (Lviv–Przemyśl, Chop–Košice) demonstrated a 25–35% reduction in border dwell time. This increases throughput capacity, reduces operators' costs, and strengthens the stability of logistics chains.

For the full-scale implementation of the advantages offered by enlarged cargo units in border and customs control processes, the following measures must be carried out:

- Introduction of electronic cargo unit identification - the use of RFID seals, QR codes, and electronic tags that enable automated registration and the transmission of data to customs authorities before the train arrives.
- Unification of cargo inspection procedures - the development of common standards for ISO containers, swap bodies, semi-trailers, and transport packages, minimizing physical inspection time and reducing staff workload.
- Integration of customs and railway information systems - ensuring real-time data exchange between Ukrzaliznytsia, customs authorities, and logistics companies for pre-inspection and efficient train movement planning.
- Modernization of border infrastructure - establishing specialized terminal zones for containers, platforms with swap bodies, and transport package preparation areas for inspection.
- Personnel training and regulatory adaptation - developing training programs for customs officers and railway operators on handling standardized ECUs and electronic tracking systems.

Implementing these measures will increase the level of organizational interoperability, reduce border dwell time, optimize logistics costs, and support the integration of Ukraine's railway system into the European multimodal networks.

**Conclusions.** In current Ukrainian customs practice, physical inspection or unpacking of a considerable share of cargo is still common, causing queues and delays at border checkpoints.

The use of enlarged cargo units demonstrates high efficiency in border and customs control due to the standardization of cargo parameters and the unification of inspection procedures.

Employing ISO containers, swap bodies, and transport packages in transport operations enables non-intrusive inspections, increasing the throughput of control points by 25–40%.

Achieving full organizational interoperability is possible only when technical standardization of cargo units is combined with the digitalization of customs and logistics processes.

#### References:

1. European Union Agency for Railways (ERA). Technical Specifications for Interoperability (TSIs) - Freight Wagons. - Єврокомісія / ERA. URL: [https://www.era.europa.eu/domains/technical-specifications-interoperability/rolling-stock-freight-wagons-tsi\\_en](https://www.era.europa.eu/domains/technical-specifications-interoperability/rolling-stock-freight-wagons-tsi_en)
2. Special report: Intermodal freight transport. URL: <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/intermodal-freight-transport-08-2023/en/>
3. Summary of UNECE Trade Facilitation Recommendations. URL: [https://www.google.com/search?q=UNECE.+Combined+Transport+and+Customs+Facilitation+Guidelines.&og=UNECE.+Combined+Transport+and+Customs+Facilitation+Guidelines.&gs\\_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCDE1MzdqMG03qAIIsAIB8QVxvC73XQ4I-PEFcbwu910OCPg&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=UNECE.+Combined+Transport+and+Customs+Facilitation+Guidelines.&og=UNECE.+Combined+Transport+and+Customs+Facilitation+Guidelines.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCDE1MzdqMG03qAIIsAIB8QVxvC73XQ4I-PEFcbwu910OCPg&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

## PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF INNOVATIVE HIGH-SPEED TRANSPORT SYSTEMS

**Neverov D.M.<sup>1</sup>, Mikhailov E.V.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>National Transport University*

*<sup>2</sup>Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

The relevance of the study is determined by the need to develop high-speed transport systems to meet the demands of passenger transportation in large urban agglomerations.

The aim of the paper is to analyze the advantages, disadvantages, and prospects for the development of high-speed passenger transport systems.

Increasing the speed of passenger transportation is an urgent task for many urban agglomerations. Further expansion of metro networks, the commissioning of additional diametrical lines, and other projects are capable of providing a high level of transport accessibility for city residents and adjacent territories. However, these high-speed public transport systems do not ensure sufficient travel speed in suburban–urban connections. The aver-

age travel time for distances exceeding 20 km may exceed 60 minutes, including transfers. A comprehensive approach to solving this problem should involve the development of innovative high-speed transport systems capable of significantly reducing the time costs of daily travel between megacities and large cities of neighboring regions.

For servicing urban agglomerations, it appears expedient to develop high-speed transport systems in which rolling stock moves inside an isolated tunnel- or tube-type structure [1]. Such structures are easier to integrate into the architectural and urban-planning solutions of future cities. However, to date there is no unambiguous understanding of how the movement of rolling stock inside a tube-based transport system should be organized.

As is known, train motion inside an isolated “tube” is accompanied by high energy losses due to non-productive work associated with overcoming aerodynamic drag formed on the frontal and rear surfaces of the rolling stock. Therefore, various technical solutions are being developed to reduce such losses and, consequently, to increase the speed capabilities and energy efficiency of tube-type transport systems. The most well-known solutions are vacuum ultra-high-speed transport systems (UHSTS) with sealed guideways, from which the air creating resistance to vehicle motion in an isolated space is evacuated using compressor units [2, 3].

At present, significant progress in the development of UHSTS has been achieved by the American companies Hyperloop TT and Virgin Hyperloop. Hyperloop TT was one of the first in the world to engage in the industrial-scale development of UHSTS - from research to prototype testing. Currently, Hyperloop TT is designing a ground-based vacuum high-speed tube system with an external diameter of 4 meters. The passenger capsule accommodates up to 50 passengers, with a design speed of up to 1,200 km/h. Magnetic levitation technology is planned to be used for capsule propulsion. Virgin Hyperloop is also developing tunnel- and tube-type structures. In 2020, the company reported successful testing of this transport concept. During the tests, a prototype high-speed vacuum train with passengers on board reached a speed of 172 km/h. The company plans to implement ultra-high-speed systems worldwide. For example, in Saudi Arabia, the travel time on a UHSTS route from Riyadh to Jeddah (900 km) is expected to be about one hour.

However, such transport systems have a number of disadvantages: they require significant capital investment for construction; safety must be ensured under low-pressure conditions; there are high costs associated with pipeline maintenance, and others. To reduce aerodynamic drag in an air environment, an innovative method is proposed, based on the theoretical principles of tube-type transport systems and the results of a comparative analy-

sis of tube systems with different degrees of air evacuation. At the same time, known methods of redistributing residual air volumes in the pipeline proposed in the Hyperloop and TransPod systems were taken into account.

To reduce the aerodynamic drag force acting on the train, it is proposed to implement forced air exchange, which provides synchronous and balanced redistribution of air masses from the front part to the rear part of the pipeline relative to the direction of rolling stock movement. This is achieved using an external air-exchange system consisting of air ducts, compressor units, valves, and an air accumulator. The external air-exchange process is carried out only during train motion; no preliminary evacuation of air is required for vehicle movement. The operating parameters of the air-exchange system are regulated based on gas-dynamic models, taking into account the vehicle speed, its position within the tube, and the design features of the tunnel and rolling stock. The vehicle speed along each segment of the high-speed section is regulated depending on the actual performance of the air-exchange system components. Train operation in a tube with normal atmospheric pressure in the internal cavity ensures safe conditions for the transportation of passengers and cargo [3].

The main advantages of the proposed innovative system compared to similar UHSTS are as follows:

- the design solution does not require creating a vacuum in the tube to reduce aerodynamic drag, as is done in vacuum-based analogues (e.g., Hyperloop);
- vehicle operation under normal atmospheric air pressure inside the tube eliminates technogenic risks inherent in vacuum structures;
- the air-exchange process is automatically regulated taking into account the vehicle speed and its position in the tube;
- the vehicle speed along each segment of the high-speed section is regulated depending on the actual performance of the air-exchange system components;
- no significant investment is required for the construction and operation of guide tubes that are not subject to large pressure differentials.

Conclusion. At present, an understanding is being formed of the necessity to create high-speed transport systems in urban agglomerations, and the required intellectual, industrial, and investment resources are available for the implementation of such projects. Approximate baseline characteristics of a UHSTS route network for urban agglomerations include an average section length of about 50 km and a total length of radial routes averaging up to 250 km.

### References:

1. Chechenova LM, Egorov YV, Volykhina NV. Perspectives for the Development of High-Speed Transport. *Transportation Systems and Technology*. 2019;5(3):26-35. doi: 10.17816/transsyst20195326-35
2. Dzendzerskij V. A., Omel'janenko V. I., Vasil'ev S. V. i dr. *Vysokoskorostnoj magnitnyj transport s jelektrodinamicheskoj levitaciej*. K.: Naukova dumka, 2001. 480s.
3. Janzen, R. *TransPod Ultra-High-Speed Tube Transportation: Dynamics of vehicles and infrastructure*. *Procedia engineering*. - 2017. - №199. - P. 8-17.

## RESILIENT NAVIGATION FOR URBAN TRANSPORT UNDER GNSS DEGRADATION

**Ocheiev Ie., Kliuiev S.**

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

One of the key challenges in transport navigation is ensuring stable and accurate positioning when Global Positioning System (GPS) signals are unavailable or unreliable. This issue represents one of the most critical technical problems in the operation of autonomous vehicles and robotic systems and is becoming increasingly important as vehicles are required to function in environments with limited or no access to satellite navigation. The loss or degradation of GPS signals may result from several factors, including:

- natural barriers such as dense vegetation, mountainous areas, and urban infrastructure;
- man-made interference, including electromagnetic disturbances from industrial facilities;
- operational constraints in enclosed or underground environments;
- deliberate signal disruption through the use of electronic warfare or jamming equipment.

The mathematical foundations of vehicle navigation and control systems rely on fields such as nonlinear optimization, graph theory, and probabilistic modeling. In particular, graph-based optimization methods form the core of Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) systems, enabling efficient estimation of vehicle trajectories and environmental structures [1, 2].

Nonlinear optimization techniques are essential for addressing the complex and nonlinear relationships inherent in real-world navigation tasks, while graph theory offers a powerful framework for modeling spatial relationships between vehicle poses and environmental landmarks. The combined use of these mathematical approaches enhances the robustness and accuracy of navigation algorithms and supports the development of advanced vehicle systems capable of operating in complex and dynamic environments. Among the most promising solutions to GPS-denied navigation, the following approaches can be highlighted:

- inertial navigation systems with drift compensation mechanisms;
- visual odometry methods based on computer vision techniques;
- LiDAR-based systems for three-dimensional environmental mapping and distance measurement;
- radio-frequency positioning technologies utilizing ground-based beacons.

Each of these approaches has inherent strengths and limitations, making their integrated application necessary to achieve reliable and accurate navigation in the absence of GPS signals.

The growing demand for autonomous vehicles capable of operating in challenging conditions without human involvement further necessitates the integration of several core subsystems, including:

- navigation and motion control systems that ensure precise positioning and maneuver execution;
- SLAM algorithms that enable simultaneous environment mapping and self-localization;
- artificial intelligence–based decision-making systems designed to accomplish mission-specific objectives and adapt to changing environmental conditions [3, 4].

Depending on the strategies used for environmental perception and the availability of prior information, visual localization and mapping systems employed in GPS-denied environments can be broadly classified into three categories: non-map-based systems, map-building systems, and map-assisted localization systems. These approaches are particularly critical in scenarios where conventional GPS-based navigation is ineffective due to signal interference, jamming, or degradation.

Here is a paraphrased version that preserves the academic tone and technical accuracy:

In environments with restricted or unavailable GPS signals, map-free navigation systems become critically important, enabling vehicles to operate using real-time sensory information. Rather than relying on pre-existing maps, these systems continuously perceive the surroundings and extract dis-

tinctive environmental features to support navigation. Among the most widely applied approaches in mapless navigation are optical flow-based techniques and object tracking methods, each characterized by specific strengths and limitations.

Optical flow approaches are generally classified into two categories: global methods, originally introduced in [5], and local methods, further explored in [6]. An innovative bio-inspired navigation strategy presented in [7] draws on the principles of the visual perception system of bees. This method employs a stereo camera setup to estimate optical flow relative to surrounding objects. The navigation strategy is based on comparing flow velocities captured by the two cameras: equal velocities indicate straight-line motion, whereas differences trigger trajectory adjustments. However, the performance of this approach significantly deteriorates in environments with poor texture diversity. Despite this drawback, the study provided a foundation for subsequent advancements in optical flow analysis, particularly in object detection and tracking applications. Notably, recent developments have addressed some of these limitations. For instance, the method described in [8] utilizes optical flow to identify scene changes and environmental dynamics, while its integration with inertial measurement units (IMUs) substantially enhances vehicle maneuverability.

Another promising research direction in map-free navigation involves visual feature tracking. This approach focuses on detecting and following invariant environmental features such as corners, edges, and other distinctive structures. By monitoring the relative displacement of these features across consecutive image frames, a vehicle can accurately estimate its motion and position [9]. A major advantage of feature-based tracking lies in its robustness, as previously identified landmarks can be re-detected from different viewpoints, distances, and under varying illumination conditions, making this method well suited for reliable navigation in diverse environments. Furthermore, combining visual landmark recognition with fuzzy logic has been proposed as a means of improving the adaptability and resilience of navigation systems [10].

Cartographic navigation systems also play a significant role in autonomous vehicle operation under GPS-denied conditions. These systems utilize predefined spatial representations, or maps, to support localization, path planning, and obstacle avoidance. Two principal map representations are commonly employed: tree-based maps and occupancy grid maps. Depending on the application, such maps may range from highly detailed three-dimensional models of the environment to simplified abstractions that capture essential spatial relationships among environmental objects.

Beyond progress in SLAM techniques, contemporary studies increasingly emphasize the fusion of heterogeneous data sources, including inertial measurement units (IMUs), ultrasonic sensors, and advanced computer vision methods. When integrated with visual information, these sensors significantly enhance a vehicle's ability to navigate challenging environments even in the absence of GPS. At the same time, advances in real-time data processing have strengthened system performance, enabling the rapid handling of large data volumes with minimal decision latency, which is essential for ensuring both driving safety and operational efficiency.

**Conclusions.** When GPS signals are unavailable, vehicle navigation relies on alternative approaches that can be broadly classified into three categories: mapless systems, map-based systems, and systems that utilize pre-stored maps. Each category has distinct strengths and limitations. Map-less approaches depend solely on real-time sensor inputs, enabling immediate obstacle avoidance and dynamic route adjustments; however, their effectiveness decreases in complex or large-scale environments due to the absence of long-term environmental context. Map-based systems leverage existing maps to achieve efficient navigation with lower computational demands, but their reliability is constrained by the accuracy and completeness of the map data, particularly in dynamic or unfamiliar settings. Mapping approaches, including those built on VSLAM technologies, combine navigation with simultaneous map construction and updating, providing greater adaptability and robustness in complex environments.

#### **References:**

1. Gyagenda N., Hatilima J.V., Roth H., Zhmud V. A review of GNSS-independent UAV navigation techniques, *Robot. Auton. Syst.* vol.152, 2022, pp.104069–104073.
2. Balamurugan G., Valarmathi J., Naidu V.P.S. Survey on UAV navigation in GPS denied environments, in: 2016 International Conference on Signal Processing, Communication, Power and Embedded System, 2016, pp.198–204.
3. Yang L., Qi J., Xiao J., Yong X. A literature review of UAV 3D path planning, in: *Proceeding of the 11th World Congress on Intelligent Control and Automation*, 2014, pp. 2376–2381.
4. Lucas B. D., Kanade T. An Iterative Image Registration Technique with an Application to Stereo Vision, 7th International Joint Conference on Artificial Intelligence, Vancouver, Canada, 1981, pp. 121–130.
5. Gaspar J., Winters N., Santos-Victor J. Vision Based Navigation and Environmental Representations with an Omnidirectional Camera, *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, vol.16, No. 6, pp.890–898.
6. Cho D., Tsiotras P., Zhang G., Holzinger M. Robust Feature Detection, Acquisition and Tracking for Relative Navigation in Space with a Known Target, Paper

- Presented at the AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference, Boston, 2013, pp.1853–1871.
7. Hornung A., Wurm K. M., Bennewitz M., Stachniss C., Burgard W. OctoMap: An Efficient Probabilistic 3D Mapping Framework Based on Octrees, *Autonomous Robots* vol.34, No. 3, 2013, pp.189–206.
  8. Strasdat H., Montiel J. M., Davison A. J. Visual SLAM: Why Filter?, *Image and Vision Computing*, 30 (2), 2012, pp.65–77.
  9. Ключев С.О. Підвищення інформаційної безпеки систем моніторингу та диспетчерського регулювання / С.О. Ключев, В.С. Подгорна // Збірник тез доповідей міжнародної наукової конференції «Інтелектуальні Транспортні Системи: Екологія, Безпека, Якість, Комфорт». – К.: НТУ, 2022, Вип. 1 – С. 76–79.
  10. Ключев С.О. Побудова системи моніторингу довгих ланцюгів постачання з використанням Google сервісів / С.О. Ключев, О.О. Водолазський, А.Р. Штиков // Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю “Майбутній науковець - 2019” – Міністерство освіти та науки України, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – Северодонецьк. – 2019. – С. 106–107.

## **LOGISTIC APPROACHES AND MODERN TECHNOLOGIES IN ROAD TRANSPORT MANAGEMENT**

**Semenov S., Deledyuka B., Pastuh O., Postnyh O.**  
*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

In the context of the global expansion of integration processes and the deepening of international economic and trade relations, the effective organization of transport operations is becoming increasingly important. Modern market conditions impose new requirements on the road transport sector, as ensuring an adequate level of service includes not only the planning, execution, and control of transport operations but also the ability of an enterprise to respond flexibly to market fluctuations. Therefore, special attention must be given to the implementation of advanced management approaches within motor transport enterprises, including the modernization of management mechanisms, the optimization of internal business processes, and the improvement of resource utilization efficiency.

Under such circumstances, it becomes necessary to search for new organizational and economic solutions aimed at enhancing operational performance. The introduction of modern management technologies makes it

possible not only to improve the quality of transport services but also to ensure the enterprise's adaptability to dynamic market requirements. Especially important is the adoption of Intelligent Transportation Systems (ITS), whose effectiveness in road freight logistics has been demonstrated in numerous studies [1]. This is critically relevant in a highly competitive environment and amid increasingly complex logistics chains that require transport companies to maintain a high degree of adaptability and strategic flexibility.

Considering the need to preserve competitiveness and ensure stable operations under conditions of economic instability—including the post-pandemic changes triggered by COVID-19—motor transport enterprises must actively revise their operational strategies. They must respond promptly to fluctuations in demand, analyze the market environment, identify new opportunities for expanding their presence, and form long-term competitive advantages.

This involves not only continuous improvement of the range of transport and logistics services but also a deeper analysis of customer interaction, the optimization of service policies, and the implementation of mechanisms that enable rapid adaptation to changing customer preferences.

At the current stage of market development, the application of a logistics-based approach in road transport operations is becoming increasingly significant. One of its key features is the consideration of a motor transport enterprise and its partners as a single integrated economic system in which all processes are interconnected and aimed at achieving a common goal—maximizing customer satisfaction. This approach aligns with the concepts of integrated logistics management outlined in the works of Martin Christopher [4].

Managing such a system requires the establishment of a unified logistics center that coordinates the activities of all departments and ensures synchronized actions across different elements of the transport process. A major advantage of the logistics approach is its ability to provide a holistic view of resource flows, ensure optimal allocation of material and labor resources, eliminate duplication of functions, and minimize non-productive operations.

At the same time, the implementation of a logistics-based approach is complicated by the organizational complexity of motor transport enterprises operating under uncertainty, varying risks, and rapidly changing external factors. These challenges are well-documented in the works of Crainic and Laporte, who explore fleet management and road transport logistics systems in detail [5].

To gain a more comprehensive understanding of the potential of logistics-oriented organization, it is useful to examine international experience. In the United States, systems of continuous vehicle operation have been developed, where tractors with large semi-trailers serve not only as transport units but also as mobile storage platforms. These practices correspond to global trends in digitalization and the development of Transportation Management Systems (TMS), which support integrated and highly coordinated road transport processes [3].

The experience of European countries and the United States confirms that transit-oriented logistics companies play a significant role in national economic systems. Norway prioritizes the development of intermodal transportation and the modernization of logistics infrastructure, including terminals and storage areas for handling containerized cargo. Finland focuses on ensuring reliable international transport routes and maintaining the competitiveness of its national logistics system.

The logistics system of Toyota, based on the Just-in-Time philosophy and such elements as Kaizen, Kanban, Jidoka, and Genchi Genbutsu, is particularly noteworthy. Current trends in the digitalization of logistics and their implementation in the automotive transport sector are regularly highlighted in Automotive Logistics industry reports [6].

An analysis of the operation of Ukrainian motor transport enterprises shows that the logistics-based approach has significant potential. However, its implementation is impeded by imbalances in intermodal flows, low competitiveness of national carriers, high fleet wear, and insufficient infrastructure development.

In modern conditions, information support for logistics processes is becoming especially important. Logistics Information Systems (LIS) facilitate the integration of data flows, the automation of operational processes, and the improvement of managerial decision-making, as confirmed by research in the field of digital logistics [2].

The rapid development of IT technologies enables the adoption of software solutions capable of significantly enhancing logistics efficiency, reducing operational costs, and improving service quality. The automation of logistics processes particularly through modern Transportation Management Systems supports integrated supply-chain coordination and enhances operational performance [3].

Comprehensive digital representation of logistics processes within information systems allows enterprises to make well-grounded decisions quickly and form sustainable competitive advantages in the road transport services market.

### References:

1. Kadłubek, M., Thalassinos, E., Domagała, J., Grabowska, S., & Saniuk, S. (2022). Intelligent transportation system applications and logistics resources for logistics customer service in road freight transport enterprises. *Energies*, 15(13), 4668. <https://doi.org/10.3390/en15134668>
2. Pinheiro de Lima, O., Gonçalves, H., de Araújo, P. C. D., de Oliveira Júnior, N. J., Nuti Stefanuto, G., & Amorim, A. S. (2025). Logistics integration and automation: The impact of information systems (LIS) on business management. *IOSR Journal of Business and Management*, 27(5), 77–82.
3. Ranjangaonkar, R. (2024). TMS in connected systems: Enhancing logistics efficiency and integration. *International Journal of Computer Trends and Technology*, 72(9), 152–156. <https://doi.org/10.14445/22312803/IJCTT-V72I9P124>
4. Christopher, M. (2023). *Logistics and supply chain management*. Pearson Education Limited.
5. Crainic, T. G., & Laporte, G. (2012). *Fleet management and logistics*. Springer.
6. *Automotive Logistics: Industry Reports (2025)*. Automotive Logistics Media.

## FEATURES OF THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN FREIGHT FORWARDING SERVICES

**Semenov S., Shyrokich D., Konyk D., Polyakov B., Stadnik V.**  
*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

The development of the national economy and the current situation in the transport sector have revealed a number of systemic issues within the railway industry. An analysis of the functioning of Ukraine's transport system shows that, despite the relatively stable operation of railway infrastructure, the range and quality of services provided remain insufficient. An additional negative factor is the increasing risk of outflow of qualified personnel from the sector, which complicates its further development.

In contemporary conditions, the concept of “quality” is considered a key determinant of competitive advantage, as there is a direct relationship between the quality level of transport services and the competitiveness of a transport enterprise. Competition in the transport services market essentially represents a struggle for freight customers, which stimulates the adoption of modern technologies, the acceleration of freight and passenger delivery, and compliance with high standards of transport reliability.

Enterprises providing service and freight forwarding operations require an effective quality management system. Strengthening the competitiveness of railway transport and improving freight forwarding activities re-

quire an objective and comprehensive understanding of service quality parameters.

The analysis also indicates that Ukraine currently lacks an effective system of state support for freight forwarding companies. Moreover, the regulatory framework governing freight forwarding contains several shortcomings, including the lag of legislative provisions behind practical market needs, inconsistencies among regulatory acts covering different modes of transport, and insufficient dissemination of information on legislative updates to transport enterprises.

Insufficient development of railway infrastructure on the consignee side, the absence of door-to-door delivery, and the lack of logistics facilities that would allow carriers to collect goods at a station and deliver them directly to a customer's warehouse reduce the attractiveness of railway transport [1]. Collectively, these factors have an adverse impact on the organization of rail freight transport, causing a shift of freight flows toward road transport.

To modernize infrastructure and rolling stock and eliminate bottlenecks, it is necessary to introduce various forms of partnership and develop a system of investment projects. The construction of large-scale and capital-intensive transport facilities is impossible without active state support.

One effective approach to improving the transportation process and enhancing the quality of transport services is the implementation of electronic document workflow based on digital signature technologies. This enables the transition to paperless documentation for transport operations. An example is the "UZ Client AS" automated system, which enables the preparation and processing of railway transport documents online directly from the user's workstation.

Electronic document workflow reduces the time required by shippers, operators, and owners of sidings, enabling a significant portion of transport documentation to be processed remotely using digital signatures. The integration of digitalization tools, Internet technologies, satellite systems, and electronic document management into transport logistics – including container and international shipments – significantly enhances the competitiveness of rail transport [2].

Operational forecasting is an essential component of the transport process. Timely access to forecasts regarding the return of empty wagons for planning loading resources and managing fleet circulation; the expected arrival of loaded wagons for train formation; the need for empty wagons for local operations; as well as the demand for loaded wagons to determine movement priorities significantly facilitates managerial decision-making. Another important aspect of information interaction between railways and

shippers is the issuance of additional documentation, such as quality certificates [3].

A promising solution is the development of Internet-based platforms that provide real-time tracking of orders – from production release to every stage of their transport route, including port transshipment, warehouse storage, vessel loading, and wagon positioning.

However, the use of multiple information systems should not hinder transport organization. The functions of certain systems overlap and fail to cover all operational needs at railway stations, leading to suboptimal management of the transport process. For transport and forwarding companies, the use of automated information systems based on cloud technologies [3] is advisable. In such models, IT functions are outsourced to specialized providers, while users pay only for the resources actually consumed, reducing costs associated with equipment, software licensing, personnel, modernization, and energy consumption.

Paperless technologies for customs procedures are currently being tested. The implementation of electronic document workflow contributes to the development of a unified information space and enhances the competitiveness of transport routes that apply such technologies [4]. Nevertheless, electronic customs declaration requires further refinement due to the large volume of documents that must be digitized and transmitted, as well as the continued need to store paper originals.

Additional attention should be given to improving the transparency of documentary operations, ensuring the accuracy of data entered into information systems, providing simultaneous access for authorized users, reducing the volume of paper documentation, granting legal validity to electronic documents, improving reporting and analytical tools, and enhancing interaction between government agencies (e.g., customs) and private participants in the transportation process [4, 5].

Measures to simplify the movement of goods across the customs border of Ukraine may include allowing customs payments after goods are released under financial guarantees and shifting certain control procedures to the post-release stage. Such measures can accelerate operations, reduce costs, and improve the investment climate.

It is also advisable to harmonize transport regulations and related control procedures – customs, border, phytosanitary, and others – by establishing unified technological processes and improving intermodal coordination among different modes of transport.

An effective solution is the implementation of a unified automated information system supporting customs clearance and control processes. The “Inspector” Automated Customs Processing System (ACPS) covers all

stages of customs control both within the country and at border crossing points [4], while Ukraine's unified customs information system has become an effective tool for implementing modern customs information technologies at all operational levels [5].

At present, there are no harmonized procedures for the delivery of trailers under customs control to consignees, no for their return when carrying additional cargo. Legislative improvements in container transport are required, including simplified procedures for transit trains sealed with customs markings and selective customs inspections.

The review shows that the use of information technologies in freight forwarding remains limited. It is essential to develop a reliable information and logistics support system for freight transport along the entire door-to-door chain. The transition of shippers from road to rail transport will become feasible only when railway carriers can offer a full door-to-door delivery service. Otherwise, due to its versatility and flexibility, road transport will continue to dominate.

#### References:

1. Kononenko, I., & Liashchenko, Y. (2025). Documentation technologies in the electronic document management system of the public sector of Ukraine. Retrieved from <https://sdc-journal.com.ua/en/journals/t-10-2-2025/tekhnologiyi-dokumentuvannya-v-sistemi-elektronnogo-dokumentoobigu-derzhavnogo-sektoru-ukrayini>
2. Pozniak, O., Kharakhash, N., & Suvorova, I. (2025). Integration of Artificial Intelligence and Electronic Document Management in Logistics: Comparative Analysis of Ukraine, Europe, and the USA. Retrieved from <https://www.smart-scm.org/uk/journal-33-2025/integration-of-artificial-intelligence-and-electronic-document-management-in-logistics-comparative-analysis-of-ukraine-europe-and-the-usa/>
3. Nykonchuk, V., Vakulenko, K., Pashkevych, S., & Sokolova, N. (2025). Development of Transport and Logistics Infrastructure in Ukraine: Prospects and Challenges. In *Intelligent Transport Systems: Ecology, Safety, Quality, Comfort (LNNS, Vol. 1336)*. Springer. Retrieved from [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-87379-9\\_23](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-87379-9_23)
4. Vovk, Y., Vovk, I., Plekan, U., Tson, O., & Oleksyuk, V. (2025). Sustainable and smart logistics centers: Challenges and opportunities for Ukraine's transport system. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, 10(1), 116–124. Retrieved from <https://jsdtl.sciview.net/index.php/jsdtl/article/download/242/183>
5. World Bank. (2025). Ukraine's Transport and Logistics System: Current and Prospective Opportunities and Challenges. Retrieved from <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099061725033525342/pdf/P502442-346a4fd3-882f-46ca-95c9-ce90c0a71619.pdf>.

## PROBLEMS OF ENSURING UNIFORM VEHICLE MOVEMENT IN SIGNAL COORDINATION PLANS

**Skalozubov O.O., Hubariev O.S.**

*Kharkiv National Automobile and Highway University*

The problem of maintaining uniform vehicle movement along an arterial segment with coordinated control began to be studied quite a long time ago [1], with references to even earlier publications [2]. The main research efforts aimed at ensuring uniform traffic flow were focused on modifying methods based on maximizing the width of the green way (GW) time band and developed to account for the influence of queues at intersections on the progression of GW vehicle platoons. In the development of MULTIBAND by the authors of [3], in addition to the possibility of changing the width of the GW time band depending on traffic flow intensity on individual segments, the queue dissipation time parameter was also taken into account. At the same time, the authors do not provide a quantitative assessment of this parameter, apparently due to the difficulty of representing the random process of queue dissipation with a single specific parameter value. Nevertheless, the possibility of specifying this parameter in MULTIBAND emphasizes its importance for coordination and the relevance of obtaining substantiated quantitative estimates for it.

The relevance of this issue is also confirmed by the study [4], which presents the capabilities of the PASSER II-84 software that calculates the probability of queue dissipation at intersection approaches. Similar functions are available in the TRANSYT program, which allows queue length estimation based on a traffic flow model. Thus, a common feature of basic software products for fixed-cycle traffic signal coordination on arterials is the ability to account for queues at intersections during the development of signal coordination plans, along with the absence of specific values for the control parameter governing these queues.

To optimize the width of the GW time band under uninterrupted movement along an arterial with coordinated control, the authors of [5] developed a new mixed nonlinear integer programming model aimed at ensuring that vehicles pass the maximum possible number of successive intersections included in the signal coordination plan without stopping. In this model, they proposed a method for calculating queue dissipation time by introducing parameters of vehicle arrival rates on the major and minor approaches. However, under real conditions these arrival rates are difficult to estimate unambiguously.

The authors of [6] argue that at the beginning of the green signal, the

queue dissipation speed can be approximated by the saturation flow rate. Essentially, they consider the queue dissipation time as the product of the number of vehicles in the queue and the saturated headway. This may bring the progression of the GW vehicle platoon closer to uninterrupted movement, but it does not guarantee passing the intersection without deceleration.

Study [7] addresses the problem of maximizing the width of the GW time band in both directions along an arterial while accounting for different volumes of left-turn traffic, which makes it relevant to the topic of ensuring uniform traffic flow under coordinated control. The authors developed signal coordination plans both for bidirectional arterial traffic and for left-turn movements from minor streets entering the arterial. Their main method for designing a bidirectional GW with variable time band width involves re-signaling GW lines to account for queue dissipation time. The developed signal coordination plan is useful in cases of intensive left-turn traffic entering an arterial with coordinated control and allows at least part of the queue to be discharged; however, it does not guarantee progression of the GW vehicle platoon at a constant speed.

The authors of [8] attempted to design a signal coordination plan in such a way that the GW vehicle platoon would not reduce speed when passing subsequent intersections included in the signal coordination plan. To accelerate vehicles from the queue to the speed of the GW vehicle platoon, in addition to accounting for queue dissipation time (2 seconds per vehicle), the duration of the permissive signal for the main traffic directions was extended by 4 seconds. This time turned out to be insufficient for the GW vehicle platoon to pass intersections without noticeable speed reduction. It was found that, in order to avoid significant speed reduction under the developed signal coordination plan, vehicles in the GW vehicle platoon had to move at a speed of about 40 km/h instead of the selected GW speed of 50 km/h [8], which reduces coordination efficiency.

Another approach to ensuring uniform progression of GW vehicle platoons involves the implementation of platoon formation algorithms. These algorithms are aimed at organizing vehicles into platoons and adapting their speeds to arrive at the next coordinated intersection at a high speed and pass it as quickly as possible under specific traffic conditions [9]. Such algorithms are promising; however, their limitation lies in the fact that they operate with autonomous vehicles, and there are no clear recommendations for their application to traffic composed of conventional vehicles. In addition, further research is required to integrate these algorithms into traffic signal coordination methods.

The approach to ensuring more uniform movement of GW vehicles

is presented in [10], where the use of a correction factor model is proposed to account for the influence of downstream intersections included in the signal coordination plan. This influence depends on the length of the downstream segment between signals, queue length, signal timing parameters, and traffic intensity. The results of experimental studies allowed the authors to conclude that by adjusting offsets, it is possible to effectively cope with the influence of downstream segments in the signal coordination plan through timely queue discharge. At the same time, the authors note that further improvement of correction factor models is required through additional detailed analysis of real data and consideration of driver behavior during queue discharge.

The analysis of methods aimed at ensuring uniform vehicle movement on coordinated arterials shows that the issue of ensuring progression of GW vehicle platoons at a constant selected speed still remains not fully resolved. One of the reasons for this is the insufficient understanding of the lead time required to accelerate vehicles standing in queues at successive intersections included in a signal coordination plan to the GW travel speed, which makes the conduct of this study relevant.

#### References:

1. Inose, H., Hamada, T. Road traffic control. University of Tokyo Press, Tokyo. 1975.
2. Stein, W. Traffic flow math pre-signals and the signal funnel. Theory of traffic flow, in: Proceeding of the 1st International Symposium on the Theory of Traffic Flow, 1961. pp. 28–56.
3. Gartner, N.H., Assman, S.F., Lasaga, F. Hou, D.L. A multi-band approach to arterial traffic signal optimization. Transportation Research Part B: Methodological, 1991. 25(1). P. 55–74.
4. Chang, E.C.P., Messer, C.J., Marsden B.G. Reduced-Delay Optimization and Other Enhancements in the PASSER 11-84. Transportation Research Record, 1985. 1005. P. 80–89.
5. Lin, L.-T., Tung, L.-W., Ku, H.-C. Synchronized signal control model for maximizing progression along an arterial. Journal of Transportation Engineering, 2009. 136(8). P. 727–735. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000123](https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000123)
6. Ye, B. L., Wu, W., Mao, W.A. Two-way Arterial Signal Coordination Method with Queueing Process Considered. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2015. 16(6). P. 3440–3452. <https://doi.org/10.1109/TITS.2015.2461493>
7. Chen, C., Chen, X., Huang, W., Li, K. A Two-Way Progression Model for Arterial Signal Coordination Considering Side-Street Turning Traffic. Transportmetrica B: Transport Dynamics, 2019. 7(1). P. 1627–1650.

8. Horbachov, P., Liubiyi, Ye., Svichynskyi, S., Muzylyov, D., Ivanov, V. A comprehensive assessment of arterial signal coordination through a case study. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 2025. 29. 101321.
9. Timmerman, R.W., Boon, M.A.A. Platoon forming algorithms for intelligent street intersections. *Transportmetrica A: Transport Science*, 2021. 17(3). P. 278–307.
10. Zhu, H., Nakamura, H. Modelling discharge flows at signalised intersections with adjustment of downstream effects. *Transportmetrica A: Transport Science*, 2022. 18(3). P. 736–761. <https://doi.org/10.1080/23249935.2021.1895360>

## **ДОСВІД І ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ «ІНКОТЕРМС»**

**Urkus V., Uzman D.**  
*Utica University (USA)*

«Інкотермс» (International Commercial Terms) – це міжнародні стандартизовані правила, що визначають порядок розподілу ризиків, витрат і відповідальності між продавцем та покупцем під час транспортування товарів. Чинна версія – «Інкотермс 2020» – широко використовується у понад 140 державах світу. Приклади практичного застосування різними компаніями: (Maersk (Данія) – використовує умови CIF для поставок у країни Азії й Африки; ArcelorMittal (Люксембург/Україна) – застосовує FOB при експорті металопродукції; Нібулон (Україна) – здійснює експорт зернових переважно на умовах CFR; Amazon (США) – реалізує B2B-поставки до країн ЄС за правилами DAP; Укрзалізниця / Grain Alliance – у мультимодальних перевезеннях використовують умови FCA).

Узагальнена інформація про особливості використання термінів «Інкотермс» різними компаніями та галузями подана в табл. 1.

До ключових переваг використання правил «Інкотермс» належать: зменшення кількості комерційних спорів між учасниками угод; чіткий та прозорий розподіл відповідальності між продавцем і покупцем; оптимізація логістичних витрат завдяки стандартизації умов поставки; універсальність і можливість застосування для різних видів транспорту.

## Застосування термінів Інкотермс

Компанія	Країна	Сфера діяльності	Інко-термс	Особливості застосування
Maersk	Данія	Морські перевезення	CIF	Продавець покриває доставку та страхування до порту призначення
ArcelorMittal	Люксембург/Україна	Металургія	FOB	Відповідальність переходить у порту відвантаження
Нібулон	Україна	Аграрний сектор	CFR	Продавець сплачує фрахт, страхування за покупцем
Amazon	США	Електронна комерція	DAP	Доставка прямо до складу покупця
Укрзалізниця / Grain Alliance	Україна	Залізничні перевезення	FCA	Передача товару перевізнику у визначеному місці

Разом із тим, у практиці їх використання виникають певні проблеми та виклики. Серед основних різні підходи до трактування окремих термінів у різних країнах, недостатня обізнаність і підготовка представників малого бізнесу в Україні, а також обмежене впровадження цифрових інструментів (електронних коносаментів, блокчейн-технологій).

**Висновки.** Правила «Інкотермс» залишаються базовим елементом сучасної міжнародної торгівлі. Провідні світові компанії, такі як Maersk, Amazon, ArcelorMittal, обирають різні терміни відповідно до особливостей своїх логістичних процесів. В Україні «Інкотермс» найбільш активно застосовуються в аграрному та металургійному секторах, проте потребують ширшого впровадження серед підприємств малого бізнесу. Подальший розвиток системи можливий завдяки цифровізації логістичних операцій та узгодженню нормативно-правової бази.

**Література:**

1. International Chamber of Commerce. Incoterms® 2020. Paris, 2019.
2. Левковець П.Р., Мороз М.М., Кобилецький Р.В. Удосконалення логістичного управління перевезень пасажирів / Вісник КДПУ імені Михайла Острогоградського. – Випуск 6/2007 (47). – Частина 1. – С. 113-115.
3. Moroz, M., Korol, S., Yelistratov, V., Moroz, O., Korol, K., Zahorianskyi, V. (2020) Device for Stabilizing the Electrical Power of a Diesel Generator in Transport / Proceedings of the 25th IEEE International Conference on Problems

- of Automated Electric Drive. Theory and Practice, DOI: 10.1109/PAER49887.2020.9240910.
4. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2014. – №5. – С. 108–111.
  5. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свинокмплексу / Increase of machine and equipment reliability, 2020. – р. 241-242.
  6. Нібулон. Офіційний сайт компанії. – <https://www.nibulon.com>
  7. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system / Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – 2016. – Випуск 6 (1). – С. 71-75.
  8. Балкунов М.В., Мороз М.М. Створення нормативно-правових основ експедиторської діяльності / Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції "Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту". – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 68 – 73.
  9. Zahorianskyi V., Zahorianska O., Moroz M. and Moroz O. Development of a Model for Minimizing the Energy Costs of the Transport and Technological Complex, 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5.
  10. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В., Цимбал О. В. Удосконалення методики проєктування контейнерного терміналу / Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486. - №2(18), 2023. – С. 56-62.
  11. ArcelorMittal. Annual Report 2023. – <https://corporate.arcelormittal.com>
  12. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проктний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486. - №2(18), 2023. – С. 17-22.
  13. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasytkovska K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6.
  14. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). – С. 197-204.
  15. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Король С.О. Оптимізація вантажних робіт і розміщення тарно-штучних вантажів в транспортних засобах і складах із застосуванням методів ергономіки і теорії систем / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 28–33.
  16. Maersk Line. Trade & Transport Reports. – <https://www.maersk.com>
  17. Zahorianskyi V., Moroz M., Kovtsur K. Ergonomic and logistic ensuring the requirements for the comfort during the organization of passenger transportation in

- a small-capacity bus / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2024/311997>
18. Огар О. М., Мороз М. М., Кондратьєв І. В. Забезпечення безпеки сортувального процесу шляхом обґрунтування його ефективних параметрів. Інтелектуальні транспортні технології: тези 5-ої Міжнародної науково-технічної конференції. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – С. 273–274.
  19. Огар О. М., Мороз М. М., Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. Інтелектуальні транспортні технології: тези 3-ї міжнар. наук.-техн. конф. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – С. 169–170.
  20. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Bad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталій розвиток транспортних систем: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.
  21. OECD/ITF. Global Trade and Transport Connectivity. Paris, 2022.

## **АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ОБСЯГІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ У 2021–2025 РОКАХ**

**Бабіч В.С.**

*Державний біотехнологічний університет*

У сучасних умовах трансформації економіки України розвиток транспортно-логістичної системи набуває значення для забезпечення стійкості національної інфраструктури та підтримки зовнішньоекономічної діяльності. Динаміка обсягів перевезень є одним із базових індикаторів, що відображає як загальний стан транспортної галузі, так і її здатність адаптуватися до змін внутрішнього й зовнішнього середовища.

Період 2021–2025 років характеризується суттєвими коливаннями логістичних потоків, спричиненими геополітичними чинниками, змінами у структурі вантажів та необхідністю модернізації транспортної інфраструктури. Аналіз цих процесів дозволяє виявити ключові тенденції, оцінити ефективність функціонування транспортно-логістичної системи та визначити напрями її подальшого розвитку.

Інформаційну базу дослідження становлять офіційні статистичні матеріали Державної служби статистики України, зокрема щорічні збірники «Транспорт України» та відкриті дані, що містять показники роботи транспортної галузі за 2021–2025 роки [1]. Додатково застосовано фактичні показники за 2024–2025 роки [2]. Основними показниками дослідження є обсяг перевезених вантажів і вантажообіг, які дають можливість оцінити як фізичні масштаби транспортних операцій, так і інтенсивність використання інфраструктури. Аналіз здійснювався шляхом порівняння річних значень, визначення динаміки та виявлення структурних змін.

Для узагальнення результатів аналізу сформовано зведену таблицю річних показників транспортно-логістичної системи України у 2021–2025 роках (табл. 1). До неї включено два основні індикатори – річний обсяг перевезених вантажів (млн т) та річний вантажообіг (млн ткм), що відображають масштаби та інтенсивність вантажних перевезень у досліджуваній період.

У випадках, коли офіційні річні дані були відсутні (2023 рік), для забезпечення повноти динамічного ряду застосовано комбінований підхід: вантажообіг визначено на основі офіційної статистики, тоді як річний обсяг перевезень розраховано методом аналітичної екстраполяції.

Таблиця 1

Річні обсяги вантажних перевезень та вантажообігу у 2021–2025 рр.

Рік	Обсяг перевезень, млн т	Вантажообіг, млн ткм
2021	621,3	289 635,4
2022	46,4	166 731,3
2023	200,3*	183 384*
2024	354,1	184 614,4
2025	318,575	160 647,4875

Аналіз річних показників свідчить про виражену нестабільність вантажних перевезень у 2021–2025 роках, зумовлену зовнішніми шоками та трансформацією логістичної системи. У 2021 році обсяг перевезень та вантажообіг залишалися високими, однак у 2022 році відбулося різке падіння (з 621,3 до 46,4 млн т) через порушення логістичних ланцюгів і зниження економічної активності, тоді як вантажообіг скоротився менш пропорційно, що може свідчити про зміну структури перевезень.

У 2023 році спостерігається часткове відновлення, підтверджене зростанням модельного обсягу перевезень та офіційного вантажообігу.

Позитивна тенденція продовжується у 2024 році, коли показники суттєво наближаються до довоєнного рівня. У 2025 році зростання уповільнюється, однак значення залишаються помітно вищими, ніж у 2022–2023 роках, що вказує на стабілізацію галузі та формування нових логістичних моделей.

Для наочного відображення змін інтенсивності вантажних перевезень в Україні упродовж досліджуваного періоду побудовано графік динаміки річного вантажообігу (рис. 1):



Рис. 1. Динаміка вантажообігу України у 2021–2025 рр.

У 2022 році вантажообіг різко скоротився через порушення логістичних маршрутів та спад економічної активності. У 2024 році спостерігається часткове відновлення, а в 2025 році – незначне зниження, проте показники залишаються вищими, ніж у кризовому 2022 році, що свідчить про поступове формування нової рівноваги.

Як зазначають Гриценко та Рябчун, такі коливання зумовлені наслідками збройної агресії Росії, яка спричинила руйнування інфраструктури, блокування портів і порушення залізничних маршрутів, що зменшило пропускну спроможність транспорту та підвищило вартість логістики [3].

Виявлені диспропорції у вантажних перевезеннях потребують комплексного відновлення логістичної системи. Як зазначають Попова, Чуприна та Демчина, пріоритетними є модернізація інфраструктури, цифровізація перевезень та інтеграція у міжнародні логістичні коридори, а також розвиток сучасних логістичних центрів і складських потужностей, що зменшить ризики перебоїв у поставках [4].

Важливими залишаються координація між державою, бізнесом і міжнародними партнерами та перехід до енергоефективної й стійкої

логістики, що сприятиме відновленню вантажообігу у середньостроковій перспективі.

Отже, відновлення вантажних перевезень в Україні залежить від модернізації транспортної інфраструктури, цифровізації логістики та розширення міжнародної інтеграції. Посилення координації між державою, бізнесом і партнерами, а також упровадження стійких та енергоефективних рішень дозволять прискорити відновлення галузі та забезпечити зростання вантажообігу у найближчі роки.

#### **Література:**

1. Транспорт України : статистичний збірник. Київ : Державна служба статистики України, 2023. URL: [https://stat.gov.ua/uk/publications/transport-ukrayiny-2023?utm\\_source=chatgpt.com](https://stat.gov.ua/uk/publications/transport-ukrayiny-2023?utm_source=chatgpt.com)
2. Державна служба статистики України. Оперативна статистична інформація: Транспорт. Електронний ресурс. URL: [https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu\\_u/tr.htm](https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/tr.htm)
3. Гриценко, О.А., Рябчун, Н.М. Вплив транспортної логістики на розвиток підприємств. Ефективна економіка, №4, 2021. URL: <https://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=11143>
4. Попова, О.В., Чуприна, Н.М., Демчина, Г.І. Логістика як інструмент післявоєнного відновлення та розвитку економіки України. Електронне наукове фахове видання "Ефективна економіка", №5, 2025. URL: <https://www.economy.nauka.com.ua/>

## **ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛІ PTV VISSIM ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ**

**Бакал С.В., Мороз М.М.**

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

Сучасна організація транспортних процесів вимагає переходу до високотехнологічних інструментів моделювання, здатних забезпечити точний аналіз і оптимізацію вантажних та пасажирських перевезень. Одним із найбільш ефективних рішень у цій сфері є застосування PTV VISSIM – провідної мікроскопічної імітаційної моделі транспортних потоків. Програмний комплекс дає змогу детально досліджувати поведінку окремих транспортних засобів у складних умовах руху, таких як

перехрестя, вузли, логістичні термінали. Завдяки дискретно-подієвій логіці VISSIM точно відтворює динаміку транспортних процесів на ривні окремих одиниць рухомого складу.

Впровадження цього програмного інструментарію в експеди-торську діяльність спрямоване насамперед на зниження часових та фінансових витрат, пов'язаних з перевезеннями. У таких умовах транспортно-експедиційна система може бути формалізована та описана через цільову функцію мінімізації загального часу доставки вантажу та супутніх операційних витрат, що створює можливість для раціонального вибору маршрутів, оптимізації графіків руху, підвищення ефективності використання транспортних засобів та інфраструктури:

$$F = \min \sum_{i=1}^n (C_i + \alpha T_i + \beta E_i) \quad (1)$$

де  $C_i$  – експлуатаційні витрати на обслуговування транспортних засобів;  $T_i$  – час доставки вантажу (пасажирів);  $E_i$  – екологічні витрати (викиди, шум);  $\alpha, \beta$  – коефіцієнти вагомості.

Таким чином, за допомогою PTV VISSIM визначаються оптимальні маршрути, швидкісні режими та параметри організації перевезень.

Практичне застосування моделі PTV VISSIM охоплює:

1. Моделювання вантажних перевезень – імітація руху автомобілів у міських умовах дозволяє визначати оптимальні схеми доставки «last mile» та зменшувати простой.

2. Організація мультимодальних перевезень – використання PTV VISSIM у поєднанні з PTV VISUM забезпечує аналіз взаємодії автомобільного, залізничного та водного транспорту, що є ключовим у транспортно-експедиційній роботі.

У Німеччині PTV VISSIM застосовується для оптимізації логістики контейнерних терміналів у портах Гамбурга та Бремена. У Польщі модель використана для планування вантажопотоків у логістичних центрах Варшави. У Китаї оптимізовано організацію вантажопотоків у приморських мегаполісах (Шанхай, Гуанчжоу).

Висновки: Використання PTV VISSIM у транспортно-експедиційній діяльності забезпечує скорочення витрат часу та коштів на організацію перевезень, підвищення точності прогнозування логістичних процесів, інтеграцію у світову практику «розумної логістики»,

що дозволяє підвищити ефективність транспортно-експедиційної роботи.

#### Література:

1. PTV Group. PTV VISSIM 2023 User Manual. Karlsruhe: PTV Planung Transport Verkehr AG, 2023.
2. Шраменко Н.Ю., Мороз М.М. Формування раціональної технології транспортно-експедиційного обслуговування вантажовласників у міському сполученні. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2015. – Вип. 2/2015 (91). – С. 69–73.
3. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свинокмплексу / Increase of machine and equipment reliability, 2020. – р. 241-242.
4. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. 2014. – №5. – С. 108–111.
5. Мороз М., Загорянський В., Гайкова Т., Кузев І. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі Вісник Національного технічного університету «ХПІ». 2022. – Випуск 1 (11). – С. 44-50.
6. Tamminga G., Immers B., Verweij H. Application of micro-simulation (VISSIM) for traffic safety assessment. European Journal of Transport and Infrastructure Research. 2008. Vol. 8(3). P. 267–280.
7. Мороз М.М., Загорянський В.Г. Удосконалення організації транспортних робіт з метою мінімізації втрат картоплі в післязбиральний період / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 47-52.
8. Балкунов М.В., Мороз М.М. Створення нормативно-правових основ експедиторської діяльності / Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту. Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 68 – 73.
9. Zahorianskyi V., Zahorianska O., Moroz M. and Moroz O. Development of a Model for Minimizing the Energy Costs of the Transport and Technological Complex, 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5.
10. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В. Якість та контроль транспортного процесу (вантажні та пасажирські автомобільні перевезення): навч. посібник. Кременчук: КрНУ імені Михайла Остроградського, 2023. 138 с.

11. Chen X., Yu L., Zhang Y. Using VISSIM to simulate freeway operations during incidents. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 2011. Vol. 2230. P. 110–119.
12. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В., Цимбал О. В. Удосконалення методики проектування контейнерного терміналу / *Вісник машинобудування та транспорту* ISSN 2415-3486. - №2 (18), 2023. – С. 56-62.
13. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проктний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / *Вісник машинобудування та транспорту* ISSN 2415-3486. - №2(18), 2023. – С. 17-22.
14. Moroz O., Trunina I., Zahorianskyi V., Vasytkovska K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6.
15. Шведчикова І., Солошич І., Мороз М. Аналіз інноваційних фізичних методів неруйнівної діагностики для забезпечення екологічної безпеки на міському електротранспорті / (2024) *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Випуск 1/2024 (144). – С. 117-123. DOI <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.1.15>
16. Kuehne R., Nagel K. Transportation systems analysis with simulation: Case study of VISSIM applications in Germany. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2015. Vol. 80. P. 341–351.
17. Мороз М. М., Загорянський В. Г., Гайкова Т. В., Солошич І. О., Загорянський О. В. Удосконалення взаємодії видів вантажного транспорту на кременчуцькому терміналі «Нібулон» при перевалці зернових вантажів / (2024) *Транспортні системи та технології перевезень*, Вип. № 27. С. 4–10.
18. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Король С.О. Оптимізація вантажних робіт і розміщення тарно-штучних вантажів в транспортних засобах і складах із застосуванням методів ергономіки і теорії систем / (2024) *Транспортні системи та технології перевезень*, Вип. № 28. С. 28–33.
19. Огар О. М., Мороз М. М., Кондратьєв І. В. Забезпечення безпеки сортувального процесу шляхом обґрунтування його ефективних параметрів. *Інтелектуальні транспортні технології : тези доповідей 5-ої Міжнародної науково-технічної конференції*. Харків: УкрДУЗТ, 2024. – С. 273–274.
20. Li M., Li J., Wang Y. Application of PTV VISSIM in urban logistics distribution optimization: Case study in Shanghai. *Journal of Advanced Transportation*. 2020. Vol. 2020. P. 1–12.
21. Огар О. М., Мороз М. М., Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. *Інтелектуальні транспортні технології: тези доповідей 3-ї міжнар. наук.-техн. конф.* Харків: УкрДУЗТ, 2022. – С. 169–170.
22. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Bad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. *Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталий розвиток транспортних систем: наука і практика: зб.*

## **ПРОЄКТНИЙ АНАЛІЗ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОПТИМІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

**Балуєк А.В.,**

*Державний біотехнологічний університет*

Глобальний ринок зернових культур є одним із найбільш динамічних сегментів аграрної торгівлі, що характеризується високою мінливістю попиту, ціновими коливаннями та зростанням конкуренції між країнами-експортерами. В умовах зростання попиту, зміни конфігурації міжнародних транспортних коридорів та посилення обмежень доступу до портової інфраструктури міжнародна логістика перевезень зернових культур посідає ключове місце в забезпеченні продовольчої безпеки та стабільності світового ринку, а для країн-експортерів – є стратегічним чинником економічного розвитку, тому постає потреба у підвищенні ефективності логістичних операцій. Крім того, сучасні виклики, пов'язані з геополітичними ризиками, порушенням ланцюгів постачання, підвищенням вартості перевезень та необхідністю адаптації до нових регуляторних вимог, загострюють проблему пошуку оптимальних транспортних рішень.

У сформованих умовах застосування проектного аналізу як комплексного інструменту оцінювання логістичних процесів дає можливість не лише виявити критичні вузли інфраструктури, а й провести їх детальний техніко-технологічний та економічний аудит, визначити «вузькі місця» у перевалочних терміналах, портах, залізничних вузлах та складах для зберігання зернових культур. Крім того, проектний аналіз дозволяє оптимізувати транспортні маршрути з урахуванням вартості, часу доставки, пропускної спроможності та ризиків, а також мінімізувати витрати на перевезення та зберігання продукції, що дає змогу підвищити ефективність логістичного ланцюга на всіх його етапах, забезпечити стабільність експорту та зменшити економічні втрати.

Проектний аналіз у контексті міжнародної логістики передбачає дослідження повного життєвого циклу логістичного проекту – від вибору транспортного коридору та оцінювання інвестицій у портову або

залізничну інфраструктуру до аналізу ризиків і визначення економічної доцільності прийнятих рішень. Основними елементами проектного аналізу є: оцінка інфраструктурних можливостей портів, терміналів, залізничних коридорів; моделювання транспортних витрат за різними маршрутами; аналіз часових параметрів (час простою, оборотність рухомого складу, тривалість маршруту); оцінювання ризиків, пов'язаних із змінами тарифів, регуляторної політики, форс-мажорними подіями; сценарне прогнозування ефективності логістичного ланцюга.

Багатокритеріальний підхід використовується в проектному аналізі у всіх міжнародних методологіях, враховуючи рекомендації ЄС щодо оцінки проектів, стандарти сталого розвитку GRI (Global Reporting Initiative), а саме: експрес-аналіз проекту на етапі попереднього розгляду (експертизи); стратегічний аналіз проекту; технічний аналіз проекту; комерційний аналіз проекту; інституційний аналіз проекту; аналіз ризиків проекту; екологічний аналіз проекту; фінансово-економічний аналіз проекту [1].

На нашу думку, проектний аналіз є комплексним методологічним підходом, що забезпечує всебічне оцінювання ефективності логістичних рішень у сфері міжнародних перевезень зернових культур, а його інструменти охоплюють комплекс методів, що дають змогу всебічно оцінити ефективність, доцільність та ризиковість логістичних рішень у міжнародних перевезеннях зернових культур.

Проектний аналіз логістичних рішень ґрунтується на комплексному поєднанні економічних, технічних, транспортних, ризикових та інституційних інструментів, що забезпечують обґрунтованість управлінських рішень на всіх етапах реалізації логістичного проекту. Центральне місце в цій системі посідає фінансово-економічний аналіз, спрямований на оцінювання доцільності інвестування та вибір оптимальної логістичної схеми з урахуванням ефективності використання ресурсів і рівня сукупних логістичних витрат.

Не менш важливим є техніко-технологічний аналіз, який дозволяє оцінити спроможність логістичної інфраструктури забезпечити необхідні обсяги перевезень і відповідність наявних технологій вимогам вантажопотоків. У його межах визначаються інфраструктурні обмеження, пропускна здатність логістичних вузлів та потенційні «вузькі місця», що впливають на безперервність і швидкість руху вантажів.

Маршрутно-транспортний аналіз орієнтований на формування оптимального транспортного коридору з урахуванням просторових, часових і вартісних характеристик доставки. Його застосування дає змогу обрати найбільш раціональну логістичну конфігурацію з позицій ефективності, надійності та мінімізації ризиків.

В умовах високої невизначеності суттєве значення має ризик-аналіз, який забезпечує системне оцінювання загроз, пов'язаних із реалізацією логістичного проєкту, та дозволяє визначити його стійкість до зовнішніх економічних, політичних і безпекових чинників.

Доповнюють проєктний аналіз інструменти сценарного моделювання та аналізу чутливості, що дають змогу оцінити вплив змін ключових параметрів логістичної системи на результати проєкту та підвищити адаптивність управлінських рішень.

Інституційно-правовий аналіз спрямований на врахування регуляторного середовища, міжнародних угод і процедур транзиту, тоді як соціально-екологічний аналіз дозволяє оцінити вплив логістичного проєкту на довкілля та соціально-економічний розвиток територій, забезпечуючи відповідність принципам сталого розвитку.

У контексті глобальних викликів, таких як зміна географії транспортних потоків, зростання вартості логістичних послуг та ризики воєнних і політичних нестабільностей, проєктний аналіз дозволяє формувати сценарні моделі та оцінювати стійкість логістичних рішень, тому особливого значення набуває моделювання ризиків, пов'язаних із транспортними затримками, змінами тарифної політики, коливаннями цін на зернові та обмеженнями на міжнародних ринках, що забезпечує можливість своєчасного коригування транспортних стратегій і зниження витрат на логістичні операції.

Комплексне використання інструментів проєктного аналізу дозволяє не лише виявляти та оцінювати проблемні зони у логістичних ланцюгах, але й розробляти практичні заходи щодо їх подолання, забезпечуючи стійкість, ефективність і конкурентоспроможність експорту зернових культур України на міжнародному ринку.

Впровадження проєктного підходу також сприяє цифровізації логістичних процесів, зокрема використанню систем відстеження вантажів, автоматизованих платформ для планування та координації поставок, а також аналітичних інструментів для прогнозування попиту та оптимізації завантаження транспортних засобів. Цифрові рішення підвищують точність управління потоками зернових культур, мінімізують втрати та прискорюють процес прийняття рішень.

Комплексне використання проєктного аналізу дозволяє формувати ефективні, адаптивні та конкурентоспроможні ланцюги постачання зернових культур, забезпечує стабільність експорту, зменшує втрати продукції, підвищує ефективність використання інфраструктури та сприяє інтеграції України у глобальні логістичні системи.

#### Література:

1. Біляк, Т. О. Напрями застосування проєктного аналізу в управлінській діяльності. Економіка, управління та адміністрування. 2022. №3(101). С. 3-8. [https://doi.org/10.26642/ema-2022-3\(101\)-3-8](https://doi.org/10.26642/ema-2022-3(101)-3-8)

## ОРГАНІЗАЦІЯ ВЗАЄМОДІЇ МІЖМІСЬКИХ ТА МІСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ

**Безрукавний І.В., О.О. Шаповал**

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

Пасажи́рські перевезення як система включають два основні елементи: магістральний транспорт (залізничний, автомобільний, авіаційний, річковий) та міський транспорт (автобуси, тролейбуси, трамваї, метро, маршрутні таксі). Узгоджена робота цих підсистем є вирішальним фактором для забезпечення безперервності транспортного процесу та скорочення загальних витрат пасажирів. Рівень ефективності такої взаємодії оцінюють за критерієм мінімізації сумарних приведених витрат:

$$Z = \min \sum_{i=1}^n (C_i + \alpha T_i), \quad (1)$$

де  $C_i$  – експлуатаційні витрати підприємств міського транспорту;  $T_i$  – витрати часу пасажирів на пересадку та очікування;  $\alpha$ , – коефіцієнт перерахунку часу у вартісний еквівалент.

Оптимальна кількість міських транспортних засобів для обслуговування вузла визначається:

$$N = \frac{Qt_{оч}}{PT_{об}}, \quad (2)$$

де  $Q$  – пасажиропотік з магістрального транспорту;  $t_{оч}$  – допустимий час очікування;  $P$  – місткість транспортного засобу;  $T_{об}$  – час обороту на маршруті.

Практичні аспекти застосування взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту загального користування можуть бути реалізовані:

1. Залізничний вокзал → міський транспорт – інтеграція маршрутів автобусів і тролейбусів для швидкої пересадки пасажирів.

2. Аеропорти → міський транспорт – міжнародний досвід (Варшава, Франкфурт, Відень) із високою частотою руху.

3. Річкові та автовокзали – у поєднанні з міським транспортом дозволяють розвантажити автомобільні дороги.

Закордонний досвід взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту загального користування свідчить: Польща (система Park&Ride забезпечує інтеграцію авто + метро + залізниця), Німеччина (Берлін: транспортні хаби поєднують міжміські вокзали з мережею S-Bahn та метро), Сінгапур (концепція Transit-Oriented Development (TOD), де всі види транспорту об'єднані в єдину систему).

Висновки. Взаємодія магістрального та міського транспорту дозволяє скоротити витрати часу пасажирів, підвищити ефективність використання рухомого складу, знизити експлуатаційні витрати перевізників та забезпечити екологічність перевезень. Інтеграція магістральних та міських перевезень є ключем до підвищення якості транспортного обслуговування населення.

#### Література:

1. Мороз М.М. Розробка заходів удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту м. Кременчук на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал. – 2015. – № 2 (219). – С. 44–49.
2. European Commission. Urban Mobility Framework. Brussels, 2021.
3. Moroz M. M., Korol S. O., Boiko Y. O. Social traffic monitoring in the city of Kremenchuk. Actual Problems of Economics. – К. – 2016. – № 1 (175). – С. 385 – 398.
4. Левковець П.Р., Мороз М.М., Мороз О.В. Удосконалення перевезень пасажирів м. Кременчук. Управління проектами, системний аналіз і логістика: науковий журнал. – Вип. 7. – К.: НТУ, 2010. – С. 304–308.
5. Мороз М.М. Удосконалення транспортної системи пасажирських перевезень м. Кременчук. Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Вип. 2 (41). – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – С. 156–164.
6. UITP (International Association of Public Transport). Integrating urban and regional transport. Brussels, 2020.
7. Мороз М.М. Шляхи вдосконалення пасажирських перевезень транспортом загального користування. Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. – 2015. – Вип. 28. – С. 57-63.

8. Левковець П.Р., Мороз М.М., Кобилецький Р.В. Удосконалення логістичного управління перевезень пасажирів. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського.– Випуск 6/2007 (47). – Частина 1. – С. 113-115.
9. Дмитрієв М.М., Мороз М.М. Основні напрями вдосконалення міських пасажирських перевезень м. Кременчук. Управління проектами, системний аналіз і логістика, Вип. 10, с. 58-62, 2012.
10. Мороз М.М., Чапенко О.С. Визначення структури рухомого складу для пасажирських перевезень м. Кременчука / Вісник КДПУ.– Кременчук. – 2009. – Вип. 5. – С. 58-60.
11. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – Випуск 6 (1). – С. 71-75.
12. Cervero R. The Transit Metropolis: A Global Inquiry. Washington: Island Press, 1998.
13. Лаврик В.В., Кузев І.О., Мороз М.М. Підвищення ефективності міського транспорту загального користування за рахунок створення об'єднаних підприємств / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. – С. 34-36.
14. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В. Якість та контроль транспортного процесу (вантажні та пасажирські автомобільні перевезення): навч. посібник. Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2023. 138 с.
15. Moroz M.M., Khorolskyi V.L., Moroz O.V., Herasymchuk V.V., Vasytkovska K.V. Organization and provision of buses operation on the route taking into account the expenditures of participants of the transportation process / (2018) International Journal of Engineering and Technology (UAE). – 7 (4.3). – pp. 206-210.
16. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). – С. 197-204. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.197-204](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.197-204)
17. Шведчикова І., Солошич І., Мороз М. Аналіз інноваційних фізичних методів неруйнівної діагностики для забезпечення екологічної безпеки на міському електротранспорті / (2024) Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 1/2024 (144). – С. 117-123. DOI <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.1.15>
18. Zahorianskyi V., Moroz M., Kovtsur K. Ergonomic and logistic ensuring the requirements for the comfort during the organization of passenger transportation in a small-capacity bus / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2024/311997>
19. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Bad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логісти-

чних систем. Сталий розвиток транспортних систем: наука і практика: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., 25–26 листоп. 2024 р. Харків. нац. автотомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.

## **РОЗВИТОК ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ В УМОВАХ КРИЗОВИХ ВИКЛИКІВ 2021–2025 РР.**

**Бережна Є.С. Ковцур К.Г.**

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Логістична інфраструктура є базовим елементом функціонування національної економіки, оскільки забезпечує безперервний рух матеріальних потоків між виробничими, споживчими та транзитними ланками. Її рівень розвитку безпосередньо впливає на швидкість товарообігу, ефективність зовнішньоекономічної діяльності та стабільність ланцюгів постачання. У сучасних умовах глобальної нестабільності логістика перестає виконувати виключно допоміжну функцію та трансформується у стратегічний інструмент забезпечення економічної стійкості держави.

Період 2021–2025 рр. для України характеризується поєднанням кількох кризових чинників: наслідками пандемії COVID-19, глобальними порушеннями ланцюгів постачання, енергетичними шоками та масштабними військовими діями. У таких умовах логістична інфраструктура зазнає подвійного тиску: з одного боку – фізичних руйнувань і обмежень пропускної спроможності, з іншого – зростання вимог до гнучкості, швидкості та надійності перевезень. Наукові дослідження свідчать, що країни з розвинутою та диверсифікованою логістичною інфраструктурою швидше адаптуються до криз та зменшують економічні втрати від порушень постачання.

Особливого значення набуває питання стійкості логістичних систем, яке передбачає здатність інфраструктури не лише протистояти зовнішнім шокам, але й швидко відновлювати функціонування після кризових подій. Для України це питання тісно пов'язане з інтеграцією до європейського економічного простору та формуванням альтернативних транспортних маршрутів. Як зазначається у дослідженнях, розвиток логістичної інфраструктури є однією з ключових передумов економічної стабільності та відновлення у кризових умовах.

Транспортна інфраструктура України у досліджуваний період зазнала істотних структурних змін. До 2022 року домінуючу роль у зовнішній торгівлі відігравали морські порти, через які здійснювалася значна частина експортно-імпортних операцій. Подальше блокування та обмеження їх функціонування зумовили необхідність термінової переорієнтації вантажопотоків на залізничний та автомобільний транспорт. Це спричинило різке зростання навантаження на сухопутні коридори та прикордонні переходи.

Залізнична інфраструктура стала ключовою ланкою забезпечення транзиту, проте її функціонування ускладнюється різницею у ширині колії з країнами ЄС, що потребує додаткових операцій перевантаження. Автомобільний транспорт, у свою чергу, забезпечує гнучкість маршрутів, але характеризується обмеженою пропускну спроможністю прикордонних пунктів та зростанням витрат на перевезення. У наукових працях підкреслюється, що така трансформація транспортної системи потребує комплексної модернізації та узгодження з європейськими стандартами.

Складська інфраструктура України у 2021–2025 рр. розвивається під впливом змін логістичних маршрутів і структури вантажопотоків. Зростає роль регіональних складів, логістичних центрів та тимчасових перевантажувальних терміналів, які виконують функцію буферів у ланцюгах постачання. Особливе значення це має для аграрного сектору, де зберігання продукції безпосередньо впливає на експортний потенціал країни.

Митна інфраструктура також зазнає адаптаційних змін. Умови кризових викликів актуалізують потребу у скороченні часу митного оформлення та спрощенні процедур. Водночас нерівномірне навантаження на прикордонні пункти призводить до затримок і збільшення логістичних витрат, що негативно впливає на конкурентоспроможність національного бізнесу.

Однією з ключових тенденцій періоду є диверсифікація логістичних маршрутів. Традиційні морські шляхи були частково замінені сухопутними коридорами через країни Європейського Союзу, а також річковими маршрутами через дунайські порти. Така переорієнтація дозволила зберегти експортні потоки, проте водночас підвищила навантаження на інфраструктуру та посилила потребу у розвитку мультимодальних перевезень.

Фізичні руйнування транспортних об'єктів є однією з найбільш критичних проблем логістичної інфраструктури. Пошкодження мостів, залізничних вузлів та автодоріг знижує загальну пропускну спроможність системи та ускладнює формування стабільних маршрутів. Навіть

часткові обмеження на окремих ділянках призводять до ланцюгових затримок у постачанні.

Зміна маршрутів та подовження транспортних плечей зумовлюють зростання витрат на перевезення. Додаткові витрати пов'язані зі страхуванням, перевантаженням вантажів, митними процедурами та зростанням тарифів. У сукупності це знижує ефективність зовнішньоторговельних операцій та підвищує кінцеву вартість продукції.

Розвиток та відновлення логістичної інфраструктури потребує значних фінансових ресурсів. Обмежені можливості державного фінансування та високі ризики для приватних інвесторів стримують реалізацію інфраструктурних проєктів. У наукових дослідженнях наголошується, що інвестиційний дефіцит є одним із ключових бар'єрів сталого розвитку логістики.

Суттєвою проблемою залишається дефіцит кваліфікованих фахівців у сфері логістики, транспорту та управління ланцюгами постачання. Організаційні недоліки, недостатній рівень цифрових компетенцій та слабка координація між учасниками логістичних процесів знижують ефективність функціонування інфраструктури.

Інтеграція з європейськими транспортними коридорами розглядається як стратегічний напрям розвитку логістичної інфраструктури. Узгодження технічних стандартів, розвиток транскордонних переходів та гармонізація митних процедур створюють передумови для підвищення ефективності міжнародних перевезень.

Мультимодальні перевезення забезпечують гнучкість логістичних схем та дозволяють оптимізувати використання транспортних ресурсів. Поєднання різних видів транспорту сприяє зниженню ризиків, пов'язаних із локальними обмеженнями або пошкодженнями інфраструктури.

Цифровізація логістики розглядається як ключовий фактор підвищення її стійкості. Використання електронного документообігу, систем моніторингу та аналітики даних сприяє підвищенню прозорості та скороченню часу виконання логістичних операцій.

Відновлення пошкоджених об'єктів та модернізація існуючої інфраструктури створюють основу для довгострокового розвитку логістичної системи. Формування сучасних логістичних хабів і резервних маршрутів підвищує адаптивність системи до майбутніх криз.

Логістична інфраструктура України у 2021–2025 рр. функціонує в умовах багатофакторної кризи, що супроводжується значними фізичними, економічними та організаційними викликами. Водночас проведений аналіз свідчить про наявність потенціалу для адаптації та відновлення через диверсифікацію маршрутів, інтеграцію з європейськими

транспортними мережами та впровадження цифрових рішень. Подальші дослідження доцільно спрямувати на оцінку ефективності реалізованих інфраструктурних проєктів та їх вплив на економічну стійкість держави.

#### **Література:**

1. LEBEDEVA, L. and SHKUROPADSKA, D. 2024. Resilience of transport logistics in EU and Ukraine. *Foreign trade: economics, finance, law*. 135, 4 (Sep. 2024), 108–127. DOI:[https://doi.org/10.31617/3.2024\(135\)07](https://doi.org/10.31617/3.2024(135)07).
2. PRYTULA K., KALAT Y., KUROWSKA PYSZ J. 2024. Study of the functioning of transport and logistics infrastructure for freight transport in the EU-Ukraine border zone. *Journal of infrastructure policy and development, law*. 8, 7 (July 2024), 4494. DOI: <https://doi.org/10.24294/jipd.v8i7.4494>.
3. MELNYK M., LESHCHUKH I., PRYTULA K., IVANIUK U., OHINOK S. 2024. Logistics potential to ensure the resilience of the Ukrainian economic system facing global challenges. *Problems and Perspectives in Management*, law. 22, 2 (May 2024), 399-418. DOI: [http://dx.doi.org/10.21511/ppm.22\(2\).2024.31](http://dx.doi.org/10.21511/ppm.22(2).2024.31).
4. PRYTULA K., MAKSYMENKO A., KALAT Y., IRYNA M. KYRYK, 2023. Development of the logistics and transport infrastructure of the border regions of Western Ukraine in the context of deepening integration with the European Union. *Regional Economy, law*. 108, 2 (January 2023), 60-71. DOI: <https://doi.org/10.36818/1562-0905-2023-2-6>

## **ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЕДИТОРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОBOB'ЯЗКИ ЕКСПЕДИТОРА В СУЧАСНИХ УМОВАХ**

**Бешлеага І.**

*Державний аграрний університет Молдови, Молдова*

Професійна транспортно-експедиторська діяльність є ключовим складником сучасного транспортного процесу, оскільки забезпечує ефективне управління вантажопотоками та узгоджену взаємодію між усіма елементами логістичного ланцюга. Експедитор виконує роль центрального координатора, який відповідає за організацію перевезення, контроль дотримання договірних умов і оптимізацію загальних логістичних витрат. Основні функції експедитора, а також приклади їх практичного застосування з урахуванням провідного міжнародного досвіду, наведені у табл. 1.

Таблиця 1

## Основні задачі експедитора та приклади їх практичної реалізації

Задача експедитора	Приклад компанії	Проблема	Шлях вирішення
Організація маршруту та вибір перевізника	DHL (Німеччина) – мультимодальні перевезення	Складність координації різних видів транспорту	Використання цифрових платформ для планування логістики
Оформлення транспортних і митних документів	Кюне і Нагель (Швейцарія) – морські контейнери	Затримки через різні митні вимоги	Запровадження е-документів та блокчейн-технологій
Контроль термінів доставки	Amazon (США) – глобальні B2B поставки	Ризик зриву термінів у пікові сезони	Використання прогнозної аналітики для управління ланцюгами постачання
Страхування та збереження вантажу	Укрзалізниця Логістика (Україна) – перевезення зерна	Пошкодження чи втрата вантажу в дорозі	Вибір надійних страховиків та моніторинг вантажів GPS-системами
Фінансовий контроль витрат	Maersk (Данія) – морські перевезення	Зростання вартості фрахту	Використання довгострокових контрактів і тарифної оптимізації

**Висновки.** Транспортно-експедиторська діяльність посідає провідне місце в системі сучасної логістики, забезпечуючи узгоджену взаємодію між перевізником та замовником. Експедитор виконує ключові функції організатора, посередника та контролера логістичного процесу. Досвід провідних міжнародних компаній демонструє, що впровадження цифрових технологій і використання аналітичних інструментів істотно підвищують ефективність експедиторських операцій. В українських реаліях актуальними залишаються завдання щодо удосконалення нормативного забезпечення та розширення ринку професійних експедиторських послуг.

**Література:**

1. Rodrigue J.-P. The Geography of Transport Systems. Routledge, 2020.
2. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2014. – №5. – С. 108–111.

3. Vasylykowska, K., Vasylykovskiy, O., Leshchenko, S., Sviren, M., Moroz, M. (2020) Identification of parameters of pneumatican dmechanical seeding device under the in fluence of vacuum / *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (5), pp. 1091-1094.
4. Korol, S.O., Moroz, M., Korol, S.S., Yelistratov, V., Moroz, O. (2019) Development of a Moderatorof the Pump Controlled Driveforthe Engine / *Proceedings of the International Conference on Modern Electrical and Energy Systems, MEES 2019*, стаття № 8896485, pp. 30-33.
5. Мороз М., Загорянський В., Гайкова Т., Кузев І. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі / *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*, 2022. – Випуск 1 (11). – С. 44-50.
6. UNCTAD. *Review of Maritime Transport 2022*. Geneva, 2022.
7. Мороз М.М., Загорянський В.Г. Удосконалення організації транспортних робіт з метою мінімізації втрат картоплі в післязбиральний період / *Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems"*. – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. – С. 47-52.
8. Солонець А., Кузев І., Мороз М., Бешляг І. Використання на автомобільному транспорті супутникових технологій навігації та зв'язку / *Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems"*, Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 26-29.
9. Балкунов М.В., Мороз М.М. Створення нормативно-правових основ експедиторської діяльності / *Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції, "Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту"*. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 68 – 73.
10. Zahorianskyi V., Zahorianska O., Moroz M. and Moroz O. Development of a Model for Minimizing the Energy Costs of the Transport and Technological Complex, 2022 *IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES)*, Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5.
11. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В. Якість та контроль транспортного процесу (вантажні та пасажирські автомобільні перевезення): навч. посібник. Кременчук: КрНУ імені Михайла Остроградського, 2023. 138 с.
12. Крикавський Є. *Логістика та управління ланцюгами постачань*. Львів, 2019.
13. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В., Цимбал О. В. Удосконалення методики проєктування контейнерного терміналу. *Вісник машинобудування та транспорту*. №2(18), 2023. – С. 56-62.
14. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Прокстний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань. *Вісник машинобудування та транспорту*. №2(18), 2023. – С. 17-22.

15. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasytkovska K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6.
16. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). – С. 197-204.
17. DHL Global Forwarding – офіційний сайт. <https://www.dhl.com>
18. Мороз М. М., Загорянський В. Г., Гайкова Т. В., Солошич І. О., Загорянський О. В. Удосконалення взаємодії видів вантажного транспорту на кременчуцькому терміналі «Нібулон» при перевалці зернових вантажів / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 27. С. 4–10.
19. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Король С.О. Оптимізація вантажних робіт і розміщення тарно-штучних вантажів в транспортних засобах і складах із застосуванням методів ергономіки і теорії систем / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 28–33.
20. Огар О. М., Мороз М. М., Кондратьєв І. В. Забезпечення безпеки сортувального процесу шляхом обґрунтування його ефективних параметрів. Інтелектуальні транспортні технології: тези 5-ої Міжнародної науково-технічної конференції, 25-27 листопада 2024 р. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – С. 273–274.
21. Огар О. М., Мороз М. М., Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. Інтелектуальні транспортні технології : тези 3-ї міжнар. наук.-техн. конф. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – С. 169–170.
22. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Vad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталій розвиток транспортних систем: наука і практика: зб. тез міжнар. наук.-практ. конф., 25–26 листоп. 2024 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.
23. Kuehne + Nagel International AG – офіційний сайт. <https://www.kuehne-nagel.com>

## РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО МЕТЕОРОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ

**Винту А.О. Роздайбіда В.В. Ткачук П.В.**

*Національна академія державної прикордонної служби України імені  
Богдана Хмельницького*

У сучасних умовах ведення тактичних дій та виконання інженерних завдань критичного значення набуває фактор безпеки та оцінки навколишнього середовища. Оперативність отримання достовірних даних про стан атмосфери є запорукою ефективного планування операцій та збереження життя особового складу. Проблематика полягає у тому, що відсутність локальних метеоданих часто призводить до помилкових рішень, особливо при використанні безпілотних систем, чутливих до погодних умов [1]. Для вирішення цього питання пропонується впровадження спеціалізованого мобільного метеорологічного комплексу. Ця розробка дозволяє нівелювати залежність від глобальних прогнозів, значно скоротити час на розгортання та забезпечити автономність вимірювань без використання складних цифрових станцій [2].

Концепція роботи розробленого комплексу ґрунтується на механічному методі визначення параметрів атмосфери, що гарантує його надійність в умовах відсутності енергопостачання. Конструктивно виріб являє собою інтегровану систему з чотирьох ключових вузлів. Базовим елементом виступає телескопічна щогла, виконана з легкого алюмінієвого профілю, що забезпечує необхідну жорсткість. Її робоча висота регулюється в межах від 1,2 до 2,8 м. Такий діапазон є критично важливим для уникнення впливу приземної турбулентності, що відповідає загальним вимогам до метеорологічних спостережень у приземному шарі [3]. У транспортному положенні система є максимально компактною, а її повна маса не перевищує 1,8 кг, що відповідає стандартам мобільного спорядження розвідувальних груп [4].

Для візуалізації аеродинамічних процесів використовується вітровий мішок сигнального типу довжиною 1000 мм із вхідним діаметром 25 см. Він виготовлений зі зносостійкої поліестерової тканини щільністю 300D, яка має додатковий захист від ультрафіолетового випромінювання. Комплексну оцінку термодинамічного стану повітря забезпечує комбінований термометр-гігрометр, а просторову орієнтацію та визначення азимута - рідинний компас. Прилад розрахований на екстремальні умови експлуатації: робочий температурний діапазон становить від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ , а відносна вологість може сягати від 10

до 100 %. Система забезпечує точність визначення напрямку вітру  $\pm 5^\circ$  і приводиться у робочу готовність менш ніж за 1 хвилину.

Впровадження комплексу є економічно та практично обґрунтованим кроком. Відмова від електронних компонентів забезпечує нульові витрати на елементи живлення та високу ремонтпридатність. Використання приладу під час підготовки майданчиків для БПЛА дозволяє мінімізувати аварійність, пов'язану з різкими поривами вітру та обледенінням, що є однією з основних причин втрати апаратів [1]. Крім того, комплекс відіграє важливу роль у навчальному процесі, формуючи у персоналу навички інтуїтивного розуміння метеорологічної обстановки безпосередньо у польових умовах [3].

#### **Література:**

1. Теорія і практика застосування безпілотних літальних апаратів (дронів) : навчально-методичний посібник. – Київ : Sprotiv G7, 2023. – 98 с.
2. Степаненко С. М. Метеорологія і кліматологія : підручник / С. М. Степаненко. – Одеса : Екологія, 2008. – 533 с.
3. Проценко Г. Д. Метеорологія та кліматологія : навчальний посібник / Г. Д. Проценко. – Київ : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2007. – 260 с.
4. Довідник розвідника-хіміка / Навчально-методичний центр цивільного захисту та безпеки життєдіяльності. - Київ : НМЦ ДСНС України, 2014. – 312 с.

## **АКТУАЛЬНІСТЬ МОБІЛЬНОГО МЕТЕОРОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ У ДІЯЛЬНОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ ДПСУ**

**Винту А.О. Янко Г.Р. Чечель М.С.**

*Національна академія державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького*

В умовах повномасштабної збройної агресії проти України специфіка охорони державного кордону та ведення бойових дій зазнала кардинальних змін. Якщо раніше гідрометеорологічна інформація мала переважно цивільне значення, обслуговуючи потреби аграрного сектору чи комунальних служб, то сьогодні вона стала невід'ємною складовою бойового забезпечення підрозділів сил оборони [3]. Внаслідок активних бойових дій значна частина стаціонарної мережі державних метеорологічних станцій була пошкоджена, знищена або опинилася на

тимчасово окупованих територіях, що створило критичні «сліпі зони» у моніторингу атмосфери вздовж лінії зіткнення та державного кордону [4].

Разом з тим, підрозділи Державної прикордонної служби України часто діють у відриві від основних сил, де доступ до інтернету або централізованих метеозведень відсутній або неактуальний. Шляхом вирішення цієї проблеми може бути впровадження та використання автономних мобільних метеорологічних комплексів. На відміну від складних електронних систем, які залежать від електроживлення та можуть бути виявлені засобами радіоелектронної розвідки ворога, для потреб прикордонників обрано варіант повної механічної автономності [1].

Мобільний метеорологічний комплекс - це інтегрована система засобів вимірювальної техніки, призначена для оперативного вимірювання та візуальної оцінки параметрів атмосфери в польових умовах. Його ключовою особливістю є відсутність демаскувальних ознак (теплогового чи радіовипромінювання) та здатність працювати в будь-яких кліматичних умовах без використання джерел живлення.

Технічна база комплексу сформована з урахуванням вимог мобільності та надійності. Прилад оснащений такими основними елементами: вітровим мішком сигнального типу (конус), комбінованим термометром-гігрометром, рідинним компасом, телескопічною щоглою з фіксаторами. Конструкція дозволяє надійно закріпити прилад та підняти вимірювальний вузол на необхідну висоту (над рівнем трави чи чагарників) для отримання неспотворених даних про повітряні потоки [3].

Порядок роботи з комплексом підпорядкований тактичним вимогам. Процес розгортання з похідного положення в бойове займає мінімальний час: екіпаж обирає позицію, розгортає та фіксує телескопічну щоглу, встановлює вітровий конус та вимірювальний блок, орієнтуючи його за компасом. Зняття показників відбувається візуально безпосередньо зі шкал приладів. Відсутність етапу електронної обробки та кодування даних значно спрощує експлуатацію та виключає можливість програмних збоїв. Передача інформації командирю або суміжним підрозділам здійснюється голосом або через захищені радіоканали, що унеможливує перехоплення даних засобами кіберрозвідки противника [1].

Користь та сфера використання даного засобу в ДПСУ є багатогранною. У військовій сфері він є критичним елементом забезпечення ефективності вогню. Снайперські пари та розрахунки станкових гранатометів, використовуючи дані про температуру та вітер, вносять точні

поправки, що дозволяє вразити ціль з першого пострілу [1]. Не менш важливою є підтримка аеророзвідки: оператори дронів, орієнтуючись на вітровий мішок, уникають втрати коштовних «пташок» під час зльоту та посадки при поривчастому вітрі [4]. Окрім бойового застосування, комплекс відіграє важливу роль у цивільному захисті. В умовах постійних обстрілів прикордоння існує ризик пошкодження емностей з хімічними речовинами (аміак, хлор). За допомогою вітрового конуса та компаса прикордонники можуть миттєво визначити напрямок руху небезпечної хмари та організувати евакуацію особового складу і населення із зони ураження [2].

Отже, мобільний метеорологічний комплекс у механічному виконанні трансформувався з допоміжного засобу в інструмент тактичного значення. Його застосування дозволяє нівелювати загрозу «сліпих зон» у метеомоніторингу та забезпечити підрозділи ДПСУ життєво необхідною інформацією. Поєднання автономності, простоти конструкції та стійкості до засобів РЕБ робить цей комплекс незамінним помічником, який сприяє збереженню життя особового складу, техніки та успішному виконанню бойових завдань.

#### **Література:**

1. Нарadowий В. В., Резніченко О. А., Пампуха І. В. Обґрунтування тактико-технічних вимог до перспективного мобільного метеорологічного комплексу. Системи озброєння і військова техніка. 2018. № 1. С. 49-53.
2. Клименко М. О., Прищепя А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля : підручник. Київ : ВЦ «Академія», 2006. 360 с.
3. Вольвач О. В., Яцук В. О. Засоби вимірювання параметрів навколишнього середовища : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2012. 268 с.
4. Польовий А. М., Божко Л. Є. Метеорологія та кліматологія : підручник. Чернівці : Книги-XXI, 2019. 464 с.

## **РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБІЛЬШЕННЯ МІЖРЕМОНТНИХ ПРОБІГІВ КОЛІСНИХ ПАР ЛОКОМОТИВІВ**

**Воробйов О.В., Ігнатов Д.В.**

*Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, Україна*

Фізичною основою руху поїздів залізницями є контактено-силового взаємодія рухомого складу з елементами верхньої будови колії. Ключову роль у забезпеченні безпеки руху та формуванні основних техні-

ко-економічних показників експлуатації залізничного транспорту відіграють процеси, що відбуваються в системі «колесо-рейка», які визначають допустимі осьові навантаження, масу поїздів, швидкість руху та рівень експлуатаційних витрат. Взаємодія в зазначеній системі характеризується складним комплексом контактних напружень, сил зчеплення, повзучості та трибологічних процесів, параметри яких мають суперечливий характер з точки зору експлуатаційних вимог.

З одного боку, зменшення питомого опору руху поїзда досягається шляхом зниження коефіцієнта зчеплення між поверхнями кочення коліс і рейок. З іншого боку, реалізація необхідної тягової та гальмівної сили потребує забезпечення високого і стабільного рівня зчеплення локомотивних коліс із поверхнею кочення рейки. Одночасно для запобігання наїзду колеса на головку рейки, зниження інтенсивності зносу гребеня колеса та бокової поверхні головки рейки, а також зменшення додаткового опору руху поїзда в криволінійних ділянках колії, необхідне максимально можливе зниження сил тертя в зоні контакту гребеня колеса з боковою поверхнею головки рейки.

На теперішній час існує велика кількість науково-технічних робіт, присвячених дослідженню взаємодії пари тертя «колесо-рейка» [1-4]. Водночас комплексний аналіз техніко-експлуатаційних умов функціонування різних видів залізниць досі не здійснювався. У зв'язку з цим виникає актуальна потреба в ефективній адаптації наявних теоретичних напрацювань у зазначеній галузі до конкретних умов експлуатації залізничного транспорту шляхом проведення експлуатаційних випробувань із подальшою обробкою отриманих результатів із використанням методів математичної статистики та інженерного прогнозування з метою виявлення визначальних факторів, що зумовлюють процеси зношування колеса і рейки.

Основними експлуатаційними чинниками, що визначають нормативи та допустимі відхилення утримання колії і рухомого складу, а також інтенсивність формування різних видів зношування в системі залізничного транспорту, є параметри швидкості руху та вантажнонапруженості, які безпосередньо впливають на рівень контактних напружень у зоні взаємодії «колесо-рейка», характер розподілу навантажень у плямі контакту та умови розвитку трибологічних процесів. Останнім часом спостерігається інтенсифікація процесів накату, скорочення міжремонтних строків експлуатації, зростання кількості обточувань, а також недотримання нормативних термінів пробігу локомотивів і вагонів між обточуваннями колісних пар, що свідчить про підвищення інтенсивності зношування елементів колісно-рейкової системи.

Для зниження інтенсивності зношування в зоні контакту пари

тертя «колесо-рейка» в практиці експлуатації застосовують низку способів і методів, зокрема відновлення профілю колеса шляхом видалення прокату по колу кочення та обточування за гостроконічним накатом; відновлення зношених гребенів коліс методом наплавлення; підвищення твердості контактних поверхонь за рахунок термічного зміцнення або нанесення зносостійких покриттів; а також лубрикацію, що полягає у введенні в зону контакту третього тіла із заданими трибологічними характеристиками. Водночас зазначені методи мають низку обмежень технологічного, економічного та експлуатаційного характеру, що не дає змоги забезпечити радикальне розв'язання проблеми зниження зносу.

Зношування бандажів колісних пар і рейок є складним нестаціонарним динамічним процесом, а оптимізація взаємодії в парі тертя «колесо-рейка» супроводжується висуванням складних і подекуди взаємовиключних експлуатаційних вимог. Зокрема, навантаження, що виникають у зоні контакту, змінюються в широкому діапазоні, що зумовлює необхідність індивідуального добору типу мастильних матеріалів та розроблення диференційованих методик їх нанесення для окремих зон навантаження. Водночас висувається жорстка вимога щодо повної відсутності мастильних речовин на поверхні кочення головки рейки. Додатково на процеси зношування істотно впливає широкий спектр зовнішніх факторів, зокрема температура навколишнього середовища, вологість, запиленість, а також просторові обмеження зони контакту.

Найбільш ефективним методом боротьби зі зношуванням у парі тертя «колесо-рейка», з огляду на значну виробленість ресурсів технологічного обладнання та обмеженість фінансування для повної або часткової модернізації, на сьогодні застосовується обробка контактних поверхонь тертя багатокомпонентними засобами на основі природних мінералів. Принцип дії цього методу ґрунтується на здатності триботехнічних засобів за певних умов дифундувати атоми вуглецю у приповерхневий шар металу, що призводить до формування дислокаційно зміцненого шару. В результаті на поверхні тертя утворюється монокристалічна склоподібна структура, яка сприяє оптимізації зазорів у контакті та зниженню інтенсивності зношування.

Спосіб передбачає подавання в зону тертя технологічного середовища, що містить ремонтно-відновлювальні компоненти та базову оливу. При цьому ремонтно-відновлювальні компоненти готують на основі порошку природних мінералів або суміші природних мінералів, що містять аморфний діоксид кремнію, а також каталізаторів на основі шунгіту та рідкоземельних металів. Далі здійснюють формування пок-

риття за умов експлуатаційного навантаження. Застосування даного способу забезпечує відновлення зношених поверхонь, що дозволяє зменшити коефіцієнт тертя до аномально низьких значень та, як наслідок, сприяє зниженню витрат на ремонт і відновлення, підвищенню терміну служби, а також скороченню експлуатаційних витрат.

Отже, проведений аналіз взаємодії в системі «колесо-рейка» свідчить, що цей процес є визначальним фактором безпеки руху та економічної ефективності залізничного транспорту, проте він ускладнений наявністю суперечливих технічних вимог до фрикційних властивостей контакту. Впровадження зазначеної технології забезпечує комплексний позитивний ефект, який полягає у суттєвому подовженні ресурсу колісних пар і рейок, зниженні витрат на ремонти та загальному підвищенні надійності залізничних перевезень.

#### **Література:**

1. Воронін, С.В., Стефанов, В.О., Суранов, О.О., Гамора, В.О., Стефанов, С.О. Дослідження систем аерозольного нанесення мастильного матеріалу в контакт «колесо-рейка». 2024.
2. Фомін, О.В., Прокопенко, П.М., Климаш, А.О., Кузьменко, С.В. Дослідження міцності та динамічних характеристик універсального вантажного вагона мобільною системою. Вісник Приазовського Державного Технічного Університету. Серія: Технічні науки, 2025. (51), 301-310.
3. Сапронова, С.Ю., Буліч, Д.І., Ткаченко, В.П. Продовження терміну експлуатації вантажних вагонів. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2017, 3. С. 179-182.
4. Gao, H., Pfaff, R., Babilon, K., & Ye, Y. A comprehensive wheel-rail contact model incorporating sand fragments and its application in vehicle braking simulation. *Vehicle System Dynamics*, 2025. 63(11), 2019-2038.

## **ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА УКРЗАЛІЗНИЦІ УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВІЙНИ**

**Гордієнко С.О., Кириченко І.О., Ключев С.О.**

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Електроенергетика залізничного транспорту України є важливою складовою транспортної інфраструктури, що забезпечує роботу електровозів, сигналізації, освітлення станцій та залізничних вузлів. До початку повномасштабного вторгнення Укрзалізниця щороку спо-

живала близько 2,5 млрд кВт·год електроенергії. Після 2022 року споживання знизилось через зменшення обсягів перевезень, руйнування інфраструктури та економію енергоресурсів.

Атаки на залізничну інфраструктуру України не припиняються. Тільки в грудні місяці 2025 року повністю була зруйнована залізнична станція у місті Фастів. Також серйозно було пошкоджено вокзали та де-по у Харкові, Сумах, Дніпрі, нанесені великі збитки рухомому складу. Практично у більшості областей після таких атак зупиняється рух поїздів.

Через повномасштабну війну наша енергосистема зазнає постійних ударів, що призводить до відключень електроенергії, перебоїв у роботі транспорту.

Міністр інфраструктури України заявив, що за 2025 рік зафіксовано понад 800 атак на залізничну інфраструктуру, включно з пошкодженням колій, станцій та об'єктів логістики.

На слайді (на основі статистичних даних) представлено динаміку споживання електроенергії Укрзалізницею у 2019–2024 роках. Як видно, до початку повномасштабного вторгнення Укрзалізниця щороку споживала близько 2,5 млрд кВт· електроенергії. Після 2022 року споживання знизилось через зменшення обсягів перевезень, руйнування інфраструктури та економію енергоресурсів (рис. 1).

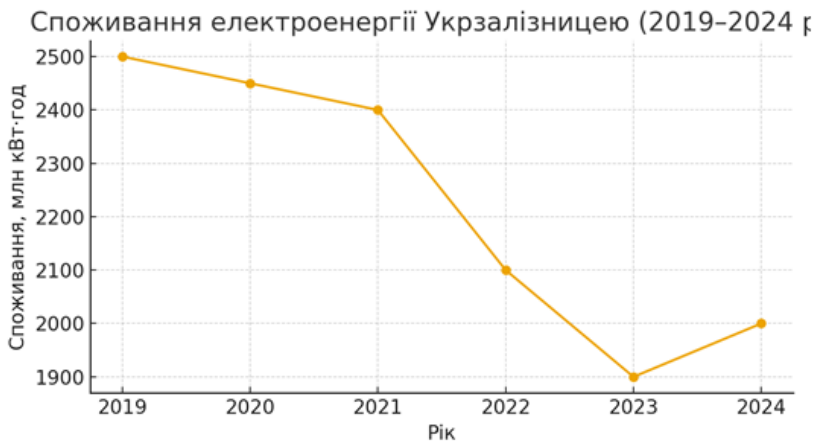


Рис. 1. Динаміка споживання електроенергії Укрзалізницею (2019–2024 рр.)

Найбільш енергоємним процесом у системі залізничного транспорту є електротяга поїздів. До війни частка електротяги у вантажних перевезеннях перевищувала 85%, однак у 2022 році вона знизилася до 70% (рис. 2). Це було пов'язано з пошкодженням контактних мереж, дефіцитом електроенергії та необхідністю використання тепловозів на окремих ділянках.



Рис. 2. Частка електротяги у вантажних перевезеннях

У структурі витрат на енергоресурси електроенергія займає понад 60%, дизельне паливо – близько 30% (рис. 3). Збільшення вартості електроенергії та палива суттєво вплинуло на економічну ефективність перевезень.

Для підвищення енергоефективності Укрзалізниця реалізує низку заходів [3] :

- модернізація тягових підстанцій;
- встановлення систем автоматичного керування споживанням;
- використання рекуперації енергії при гальмуванні поїздів;
- поступова заміна старих електровозів на сучасні енергоощадні моделі.



Рис. 3. Структура витрат УЗ на енергоресурси (2024 р.)

Попри складні умови воєнного часу, залізнична енергетична система демонструє високу стійкість за-вдяки оперативній роботі енергетичних служб, резервуванню потужностей та підтримці міжнародних партнерів. Подальший розвиток електроенергетики залізниць є ключовим чинником для стабільного функціонування транспортної системи України та її інтеграції в європейську мережу.

В таблиці 1 представлена динаміка споживання електроенергії та частки електротяги в УЗ.

Таблиця 1  
Динаміка споживання електроенергії та частки електротяги в УЗ

Рік	Споживання, млн кВт·год	Частка електротяги, %
2019	2500	87
2020	2450	85
2021	2400	83
2022	2100	70
2023	1900	72
2024	2000	75

Будівництво, ремонт і утримання інфраструктури - одні з найважчих робіт на залізниці, що вимагають великої фізичної віддачі від колійників та енергетиків. Потрібно полегшувати їхню працю й забезпечувати сучасною технікою. Інфраструктура - стратегічна для держави, і від швидкості її відновлення після атак залежить рух і безпека. Інвестиції в механізацію – це підтримка людей і стійкості галузі», - зазначив Олексій Балеста [1].

#### Література:

1. <https://mindev.gov.ua/news/ukrzaliznytsia-pidvyshchuie-mekhanizatsiiu-ta-onovliuie-spetstekniku-dlia-koliinykiv-i-enerhetykiv>.
2. Закон України «Про залізничний транспорт» від 04.07.1996 №273/96 (редакція 28.08.2025 р.).
3. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 № 430-р.

## ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНА ГОТОВНІСТЬ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В СИСТЕМІ МОРСЬКОЇ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Гузь А.М.

*Херсонська державна морська академія*

Психофізіологічна готовність майбутніх фахівців морського транспорту є визначальним чинником їх професійної ефективності, надійності та безпеки судноплавства. Умови праці на морському транспорті характеризуються тривалими вахтами, обмеженим простором, впливом шуму, вібрації, хитавиці, високою відповідальністю за життя екіпажу та збереження вантажу. У зв'язку з цим проблема формування психофізіологічної готовності в системі морської вищої освіти набуває особливої актуальності [2].

Психофізіологічна готовність майбутнього моряка розглядається як інтегративний стан, що поєднує рівень розвитку психічних процесів, функціональний стан нервової та серцево-судинної систем, фізичну витривалість, сенсомоторну координацію та здатність до саморегуляції в екстремальних і стресогенних умовах професійної діяльності [2]. Для фахівців морського транспорту ключовими є стійкість уваги, швидкість прийняття рішень, емоційна стабільність, толерантність до монотонії та стресостійкість [1].

Аналіз наукових досліджень засвідчує, що недостатній рівень психофізіологічної готовності моряків є однією з основних причин професійних помилок, порушень вимог безпеки та аварійних ситуацій у мореплаванні [1;2;3]. Тому професійна підготовка курсантів морських закладів вищої освіти повинна бути спрямована не лише на засвоєння фахових компетентностей, але й на системне формування психофізіологічної стійкості та адаптаційних можливостей організму [2].

Сучасна морська вища освіта активно впроваджує інноваційні педагогічні технології, зокрема VR-технології, як ефективний засіб формування психофізіологічної готовності та культури безпеки майбутніх фахівців морського транспорту. Використання віртуальної реальності дозволяє моделювати аварійні, екстремальні та нестандартні ситуації судноплавства без ризику для життя, забезпечуючи розвиток швидкості реакцій, ситуаційної обізнаності та навичок самоконтролю. Досвід морських закладів вищої освіти свідчить, що VR-симулятори підвищують рівень готовності курсантів до дій в умовах небезпеки та знижують рівень психоемоційної напруги під час реальної професійної діяльності [2].

Важливою складовою формування психофізіологічної готовності є професійно-прикладна фізична підготовка, спрямована на розвиток витривалості, рівноваги, координації рухів та функціональної стійкості до впливу морського середовища. Поєднання фізичної підготовки, психотренінгів, VR-навчання та психофізіологічного моніторингу дозволяє забезпечити комплексний підхід до підготовки майбутніх фахівців морського транспорту [3;4].

Отже, психофізіологічна готовність майбутніх фахівців морського транспорту є багатокомпонентним утворенням, що формується в умовах морської вищої освіти шляхом інтеграції традиційних і інноваційних освітніх технологій. Цілеспрямований розвиток цієї готовності сприяє підвищенню рівня морської безпеки, професійної надійності та відповідності випускників міжнародним стандартам підготовки моряків.

#### Література:

1. Безлуцька О.П. Психологічна стійкість майбутніх моряків як основа готовності до роботи в екстремальних ситуаціях. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах : зб. наук. пр. / [редкол.: А.В. Сущенко (голов. ред.) та ін.]. Запоріжжя : КПУ, 2020. Вип. 71. Т. 2. С.43-46. DOI: <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2020.71-2.7>
2. Гузь А.М., Кущенко Ю.О., Сокол А.О. Вплив знань з безпеки життєдіяльності на психофізіологічну готовність курсантів до плавальної практики на

досвіді використання vr-технологій. Журнал «Наука і техніка сьогодні» № 5(46) (2025) С. 605-616.

3. AMSA issues guidelines on fatigue. Safety4sea. 5.03.2020. URL: <https://safety4sea.com/amssaissues-guidelines-on-fatigue/>.
4. World Health Organization. Occupational Safety and Health in the Maritime Sector: Guidelines. Geneva: WHO, 2021. 108 p.

## **РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ПО ОПТИМІЗАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МІЖ ЛЬВОВОМ ТА ТРУСКАВЦЕМ**

**Дерев'янюк В.М., Іванченко Д.А., Клецька О.В.**

*ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»*

Різні наукові організації у своїх дослідженнях по пасажирським перевезенням використовують у розрахунках свої підходи, методи та методики. В питанні оптимізації маршрутів використовують різні критерії та підходи щодо розподілу пасажирського транспорту. При цьому вирішувались задачі і маршруту даного виду пасажирського транспорту, і загальної системи пасажирських перевезень. Для покращення розрахунків та упорядкування різноманітних заходів по підвищенню ефективності роботи пасажирського транспорту була проведена класифікація цих заходів по групам: 1 група. Маршрутна мережа; 2 група. Рухомий склад; 3 група. Організація руху; 4 група. Управління рухом.

Переважаюча частина запропонованих заходів мають наукове та практичне підтвердження. Лише методи експресного сполучення мали слабкий теоретичний фундамент та метод забезпечення. Застосування даних методів приймалось вченими без наукового обґрунтування, тобто інтуїтивно. В результаті аналізу вибору напрямків підвищення ефективності системи організації перевезень пасажирів було доказано, що ефективність від заходів залежить від взаємодії тріади: пасажиропотоки – технології – методи перевезень.

Дані дослідження були розділені за наступними напрямками пасажирських перевезень: аспекти теорії транспортних процесів і систем; технологія та організація пасажирських перевезень; сформованість маршрутних систем у пасажирському транспорті; управління технологічними процесами у пасажирському транспорті.

При вирішенні комплексу завдань, які пов'язані з перевезенням пасажирів, система транспортного обслуговування стає повною та досконалою. При цьому організація транспортного процесу ґрунтується на наступних вихідних даних: обсяг перевезених пасажирів та пасажиропотоків на різних маршрутах транспортної мережі.

На даний момент єдиним джерелом інформації, яка описує параметри транспортного попиту і умови його задоволення в існуючій транспортній системі є методи транспортних обстежень. В результаті статистичної обробки цих обстежень були визначені наступні показники: обсяг та напрямки пасажиропотоків; тривалість транспортних переміщень в цілому та за окремими компонентами; обсяг перевезень та інше.

Різноманітні методи обстежень використовують при аналізі пасажиропотоків по різних маршрутам. Дані методи були класифіковані у групи методів: натурні обстеження; експертне оцінювання; розрахункові з використанням апріорної інформації; розрахункові з використанням результатів натурних обстежень.

Найбільш доцільно використовувати для визначення потоків пасажирів натурні обстеження. Це визвано меншою похибкою розрахунків. Проте ще не вирішена проблема обґрунтування доцільності використання розрахункових методів. Дані методи базуються на різних принципах і припущеннях, та при цьому кількість невідомих перевищує кількість рівнянь.

При проведенні натурних обстежень в основному встановлюють закономірності коливань потоків пасажирів на маршрутах. Але отримання точних прогнозних даних ускладняється відсутністю інформації по експресним маршрутам. Також відсутні методика та моделі для визначення інерційності зміни пасажиропотоку при зміні умов перевезень. Це ускладнює визначення терміну впровадження заходів з удосконалення перевезень і може призвести до надмірних витрат. Аналіз останніх досліджень вказує, що при вивченні проблем пасажироперевезень широко використовуються методології системного підходу та сучасних математичних методів і обчислювальної техніки. Це розширює моделювання у задачах складних транспортних систем. Моделювання дозволяє логічно прогнозувати наслідки альтернативних дій і сприяє визначенню того, якій з них слід віддати перевагу.

Основною проблемою у плануванні експресних транспортних маршрутів являється складність у визначенні умов вибору пасажиром конкретного маршруту. В основному, при удосконаленні пасажирського транспорту використовують критерій ефективності - мінімальні приведені питомі витрати національного господарства, який об'єднує

час, витрачений пасажирями на переміщення, з витратами на функціонування системи перевезення пасажирів. Проте в умовах ринкових відносинах, коли цілі суб'єктів транспортного процесу відрізняються, застосування такого критерію недоцільне.

#### **Література:**

1. Маруніч В.С., Шморгун Л.Г. та ін. Організація та управління пасажирськими перевезеннями: підручник/ за ред. доц. В.С. Маруніч, проф. Л.Г. Шморгуна – К.: Міленіум, 2017. – 528 с.
2. Новицький О.В. Основи теорії транспортних процесів і систем: Конспект лекцій. -Дніпропетровськ: ДВНЗ «НГУ». 2014. – 103с.

## **ЗАХОДИ МІНІМІЗАЦІЇ РИЗИКІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН**

**Драмарецький А.А, Кириченко І.О.**

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

В Україні питання безпечного перевезення вибухонебезпечних вантажів набуває додаткової актуальності через трансформацію транспортної інфраструктури, інтеграцію з європейським транспортним простором та необхідністю наближення національних стандартів до норм ЄС.

У країнах Європейського Союзу сформовано комплексний підхід до управління ризиками, що включає технічні, правові, організаційні та інформаційні механізми.

Перевезення вибухонебезпечних вантажів залізничним транспортом є важливою складовою транспортно-логістичної системи України, оскільки забезпечує доставку значних обсягів промислових, військових і спеціальних вантажів [2,3]. Разом з тим, це один із найбільш потенційно небезпечних видів діяльності, що потребує особливої уваги до питань безпеки, технічного стану рухомого складу, кваліфікації персоналу та дотримання суворих нормативних вимог.

Безпечне перевезення таких вантажів ґрунтується на виконанні вимог міжнародних угод і стандартів, зокрема Правил міжнародного перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом (RID), що є додатком до Конвенції про міжнародні залізничні перевезення (COTIF) 1980 року. RID регламентує класифікацію небезпечних ван-

тажів, умови пакування, маркування, будову вагонів і контейнерів, кваліфікацію персоналу, процедури аварійного реагування [5].

Наявна нормативна база в Україні [1], хоча і спирається на положення RID, потребує оновлення у частині технічних вимог до цистерн і вагонів, систем обліку та електронного контролю. Порівняння українського та європейського досвіду дає можливість виявити системні недоліки, визначити критичні елементи та розробити практичні рекомендації для підвищення рівня безпеки.

Основні проблеми імплементації норм RID в Україні наступні.

1. Застарілі технічні стандарти для цистерн, вагонів і контейнерів, що не повністю відповідають вимогам RID.

2. Відсутність системи електронного контролю за рухом небезпечних вантажів.

3. Недостатня координація між відомствами (МІУ, УЗ, ДСНС, МВС, Мінекономіки).

4. Нерозвинена система аварійного реагування та взаємодії з місцевими органами.

5. Відсутність національної бази сертифікованих експертів RID.

6. Використання застарілих вагонів для вибухонебезпечних речовин без сучасних систем контролю тиску та температури.

Потрібно зауважити, що на теперішній час в Україні діє військовий стан, максимальна кількість перевезення вибухонебезпечних вантажів припадає на перевезення вантажів військового призначення, а саме зброї та боєприпасів.

Відповідно Директиви 2008/68/ЄС, її положення не повинні застосовуватися до перевезення небезпечних вантажів за прямої та фізичної відповідальності або нагляду збройних сил. Перевезення небезпечних вантажів, що здійснюється комерційними підприємствами, які працюють у збройних силах, повинні, однак, входити до сфери застосування цієї Директиви за умови, що договірні зобов'язання не будуть виконуватися за прямої та фізичної відповідальності або нагляду збройних сил.

Сфера застосування цієї Директиви не стосується перевезення небезпечних вантажів транспортними засобами, вагонами або суднами, які належать чи знаходяться під відповідальністю збройних сил [4]. При перевезеннях вибухонебезпечних вантажів виникає багато ризиків, основні з яких представлені на рис. 1.

## Визначення ризиків при перевезенні вибухонебезпечних вантажів

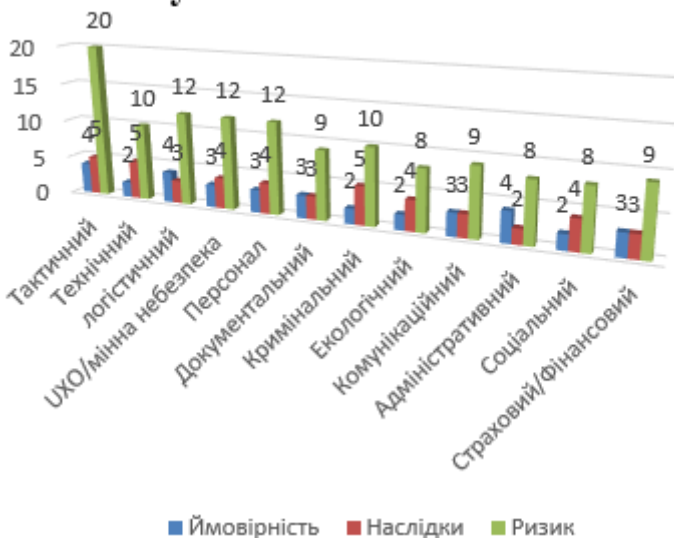


Рис. 1. Узагальнення рівнів ризику

В Україні вразливості залізничної інфраструктури при доставці вибухонебезпечних вантажів (ВНВ) визначаються, перш за все, повномасштабною війною. Основні вразливості залізничної системи України можна умовно поділити на декілька груп:

1. Прямі військові атаки;
2. Загроза диверсій;
3. Зношеність інфраструктури та рухомого складу;
4. Кібер загрози.

Перевізники вибухонебезпечних речовин завжди вивчають можливі ризики при перевезеннях, які поділяються на кількісні та якісні і розглядають різні критичні сценарії, методики та методології, за допомогою яких можна значно знизити ризики перевезень.

Але дуже важко змоделювати ситуацію ризику, наприклад, яка сталася у вересні 2025 року при перевезенні боєприпасів на Київщині, вантаж здетонував. Поки до кінця розслідування незрозуміло, що сприяло такому негативному явищу, як вибух - людський фактор (помилки персоналу, порушення інструкцій), або технічні причини (порушення кріплення вантажу, зношеність вагонів).

Тільки повне і досконале вивчення та аналіз причин цього ризику може дати відповідь на дуже складні питання - що саме стало причиною цієї події:

- технічний стан вагонів;
- недостатня кваліфікація персоналу;
- неправильне маркування;
- зовнішні фактори (вандалізм, диверсії);
- природні фактори (негода та інші).

Для ліквідації наслідків такої аварії одразу були залучені фахівці піротехнічної служби та фахівці «Укрзалізниці» для обстеження місця надзвичайної події (рис. 2). Як з'ясувалось – ніхто з пасажирів не постраждав. Через вибух фахівцями було одразу проведено всі необхідні заходи:

- зупинили рух поїздів на небезпечній ділянці;
- були відчеплені небезпечні вагони;
- на пошкодженій ділянці була відновлена інфраструктура;
- пасажирам було надано психологічну підтримку;
- почалось розслідування випадку порушення правил безпеки при перевезеннях залізничним транспортом вибухонебезпечних вантажів.



Рис. 2. Наслідки детонації боеприпасів

Для мінімізації ризиків під час транспортування вибухонебезпечних вантажів залізничним транспортом в Україні необхідно впровадити комплекс заходів, які охоплюють підготовку, транспортування, контроль і реагування на надзвичайній ситуації.

Визначимо основні заходи мінімізації ризиків

- Розробка і погодження маршруту та режим перевезення вибухонебезпечних вантажів органами Національної поліції та Укртрансбезпеки з врахування небезпечних ділянок руху.

- Забезпечення технічного стану і безпеки транспортних засобів, проходження їх огляду територіальними органами Міністерства внутрішніх справ для отримання дозволу до перевезення.

- Використання сертифікованих спеціалізованих вагонів та контейнерів, пристосованих для перевезення вибухонебезпечних матеріалів (клас I та підкласи).

- Обов'язкове маркування вагонів спеціальними розпізнавальними знаками, дотримання правил вантажного і технологічного оформлення.

- Постійний контроль і моніторинг стану вантажу та руху транспортного засобу в процесі перевезення.

- Виділення спеціальних, відокремлених та охороняємих зон (колій) для тимчасового зберігання вагонів з небезпечними вантажами на станціях, майданчиках стоянки чи депо.

- Організація підтримки режиму руху без ухилення від узгодженого маршруту, безпечної швидкості й умов руху.

- Забезпечення наявності первинних засобів пожежогасіння на транспортних одиницях (вогнегасників і т. і.).

- Підготовка персоналу, проведення навчання і інструктажів, дотримання правил безпеки при поводженні з вибухонебезпечними речовинами.

- Впровадження заходів протидії розкраданню або зловживанню вибуховими речовинами, в тому числі через посилений контроль і охорону.

Перевезення вибухонебезпечних вантажів регламентується законодавством України та правилами перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом (наказ Мінтрансу № 1430 від 2008 року). Перевезення здійснюється на основі дозволів, узгоджених з відповідними правоохоронними та контролюючими органами. Важливими є норми щодо маркування, транспортування, безпеки руху, які мають бути суворо дотримані.

Заходи щодо мінімізації ризиків мають включати суворе дотримання узгоджених маршрутів і режимів перевезення, постійний контроль технічного стану транспортних засобів та вантажів, а також застосування сучасних засобів швидкої локалізації аварій, як-от комбінованих вагонів з обладнанням для ліквідації розливів небезпечних

речовин. Важливо також запровадити системи GPS, сигналізації при витоку речовин та автоматичні вогнегасники у транспортних засобах.

#### **Література:**

1. ДСТУ ІЕС/ISO 31010–2013 (ІЕС/ISO 31010:2009, IDТ). Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику. URL: <https://khoda.gov.ua/image/catalog/files/dstu%2031010.pdf>.
2. Кириченко І.О., Ключев С.О., Подгорна Л.С. Аналіз процесів перевезень небезпечних вантажів та оцінка ризику //Логістичне управління та безпека руху на транспорті: збірник наукових праць науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених, 1 лютого, 2024 р. м. Київ.-С.21-24.
3. Кириченко І.О., Кузнєцов Д.Г. Удосконалення перевезень небезпечних вантажів// Логістичне управління та безпека руху на транспорті: збірник наукових праць науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених, 1 лютого, 2024 р. м. Київ.-С.62-64.
4. Директива європейського парламенту і ради 2008/68/ЄС від 24 вересня 2008 року про внутрішні перевезення небезпечних вантажів [Електронний ресурс] Режим доступу: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984\\_007-08#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_007-08#Text),
5. Регламент RID/COTIF, [Електронний ресурс] Режим доступу: [https://otif.org/en/?page\\_id=1105#:~:text](https://otif.org/en/?page_id=1105#:~:text)

## **ПРОБЛЕМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ У МІЖМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ В УКРАЇНІ**

**Дурова В.І.**

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Автомобільний транспорт є одним із ключових елементів транспортної системи України та відіграє провідну роль у забезпеченні міжміських вантажних перевезень [1]. Йому притаманні висока мобільність, гнучкість маршрутів і можливість оперативної доставки вантажів без додаткових перевантажень. За даними Державної служби статистики України, автомобільні перевезення стабільно займають значну частку у загальній структурі вантажних перевезень, хоча в останні роки обсяги вантажообігу зазнали істотних змін під впливом воєнних дій, руйнування транспортної інфраструктури та трансформації логістичних потоків. Попри складні умови, транспорт і логістика залишаються

критично важливою складовою економіки країни, забезпечуючи значні обсяги внутрішніх і зовнішніх перевезень та формуючи нові логістичні коридори [1].

Після 2022 року структура вантажних перевезень в Україні зазнала суттєвих змін. Частина традиційних логістичних маршрутів була втрачена або стала економічно неефективною, що зумовило переорієнтацію вантажних потоків у напрямку західних кордонів та країн Європейського Союзу. Зростання обсягів автомобільних перевезень на цих напрямках супроводжується підвищенням навантаженням на дорожню мережу й прикордонну інфраструктуру [2]. Водночас після початку широкомасштабної агресії РФ проти України було запроваджено нові маршрути, зокрема Black Sea Corridor [3] та інші альтернативні коридори, через які за відносно короткий період було перевезено значні обсяги вантажів. Це привело до трансформації логістичної структури та часткового перерозподілу вантажопотоків між традиційними й новими маршрутами.

Однією з ключових проблем міжміських вантажних перевезень автомобільним транспортом є пошкодження та руйнування транспортної інфраструктури, частина якої перебуває у незадовільному технічному стані, що знижує швидкість руху, підвищує аварійність та призводить до зростання експлуатаційних витрат перевізників.

Також суттєвою проблемою залишається недосконалість нормативно-правової бази у сфері автомобільних перевезень. Часті зміни регуляторних вимог, особливо в умовах воєнного стану, ускладнюють довгострокове планування діяльності автотранспортних підприємств. Окрему складність становлять вимоги до оформлення дозвільної документації, страхування вантажів і транспортних засобів, а також обмеження щодо руху великовантажного транспорту.

Високий рівень конкуренції на ринку автоперевезень також негативно впливає на стабільність роботи перевізників. Конкуренція між великими компаніями та малими приватними перевізниками призводить до демпінгу тарифів, що знижує рентабельність перевезень. Участь у тендерах часто супроводжується жорсткими вимогами до технічного стану автопарку, досвіду роботи та фінансової спроможності, що обмежує доступ малого бізнесу до великих замовлень. Паралельно відбувається зростання дорожньої торгівлі з ЄС: за даними європейської статистики, вантажні потоки між Україною і ЄС зросли в 2024 році [3]. Це створює додатковий попит на міжміські автоперевезення та підвищує навантаження на логістичну інфраструктуру.

Важливою особливістю сучасного транспортного ринку є співіснування разових і договірних перевезень. Разові перевезення дозво-

ляють оперативно реагувати на потреби замовників, однак не забезпечують стабільного завантаження рухомого складу. Договірні перевезення, у свою чергу, створюють умови для планування, але потребують значних організаційних і фінансових ресурсів.

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що проблеми доставки вантажів у міжміському сполученні автомобільним транспортом в Україні мають системний характер. Їх вирішення потребує комплексного підходу, який передбачає прискорене відновлення та модернізацію дорожньої інфраструктури, удосконалення нормативно-правового забезпечення, а також впровадження сучасних цифрових інструментів управління логістичними процесами. Реалізація зазначених заходів сприятиме підвищенню ефективності міжміських перевезень та стійкості транспортної системи України в цілому.

#### **Література:**

1. Моспан Н.В. Формування стратегій автотранспортних підприємств по обслуговуванню разових замовлень на перевезення вантажів у міжміському сполученні : дис. на зд. наук. ступеня к.т.н. : 05.22.01 – транспортні системи. Харків: ХНАДУ, 2018. 212 с.
2. EU and Ukraine extend road transport agreement until 31 March 2027 : Mobility and Transport. Європейська комісія. URL: [https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/eu-and-ukraine-extend-road-transport-agreement-until-31-march-2027-2025-09-25\\_en](https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/eu-and-ukraine-extend-road-transport-agreement-until-31-march-2027-2025-09-25_en) (дата звернення: 15.12.2025).
3. Ukraine's Transport and Logistics System: Relief, Recovery, Reconstruction & Reform : звіт Світового банку. Washington, DC : World Bank, 2025. 108 с. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099061725033525342/pdf/P502442-346a4fd3-882f-46ca-95c9-ce90c0a71619.pdf>

## **БІОПАЛИВА ТА E-FUELS У ТРАНСПОРТІ: МОЖЛИВОСТІ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ПЕРСПЕКТИВИ**

**Душкін С.С.**

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Сучасний транспортний сектор є одним із найбільших джерел викидів парникових газів, що зумовлює нагальну потребу в декарбонізації та переході на альтернативні види палива. У контексті глобальних кліматичних зобов'язань, зокрема Європейського зеленого курсу

та ініціативи «Fit for 55», особлива увага приділяється біопаливам та синтетичним вуглеводням – e-fuels (електронним паливам). Ці технології розглядаються як ключовий інструмент для зниження вуглецевого сліду, особливо у тих сегментах транспорту, де пряма електрифікація є технічно або економічно недоцільною (авіація, морський та важкий вантажний транспорт) [1, 2].

E-fuels належать до категорії Power-to-X (PtX) і виробляються шляхом хімічного поєднання водню, отриманого за допомогою електролізу з відновлюваних джерел енергії, та діоксиду вуглецю ( $\text{CO}_2$ ), захопленого з атмосфери або промислових викидів [3]. Кінцевий продукт – синтетичний дизель, бензин або авіагаз (e-kerosene) – є хімічно ідентичним традиційному паливу нафтового походження. Це забезпечує їхню повну сумісність (принцип «drop-in») із існуючою інфраструктурою зберігання та розподілу, а також з усіма типами двигунів внутрішнього згоряння без необхідності їхньої модернізації. Біопалива (першого, другого та третього покоління), своєю чергою, отримують із біомаси, і вони також є важливим елементом енергетичного переходу, хоча часто мають обмеження через вплив на землекористування або продовольчу безпеку.

За даними звіту *Deployment Barriers and Policy Recommendations* (IEA Bioenergy & AMF TCP), для широкого впровадження альтернативних транспортних палив, включно із біопаливами та синтетичними e-fuels, необхідно подолати значні політичні, ринкові та технологічні бар'єри. Авторами відзначено, що відсутність стабільного політичного середовища, недосконалі механізми ціноутворення вуглецю, низький рівень фінансування та нерозвинена інфраструктура суттєво уповільнюють комерціалізацію цих видів палива. Звіт рекомендує встановлення чітких національних цілей щодо частки відновлюваних палив, запровадження фінансових стимулів, підтримку досліджень і розробок, а також усунення регуляторних бар'єрів, щоб створити сприятливий ринок для екологічно чистих рішень у транспортному секторі [4].

Головна перевага e-fuels полягає у їхній потенційній вуглецевій нейтральності за життєвим циклом («well-to-wheel»), оскільки кількість  $\text{CO}_2$ , викинутого при їх спалюванні, дорівнює кількості  $\text{CO}_2$ , використаного для їхнього виробництва. На відміну від традиційного дизельного палива, яке вивільняє в атмосферу законсервованій вуглець, синтетичні палива лише рециркулюють його. Крім того, завдяки високій чистоті, e-fuels зазвичай мають нижчі викиди твердих частинок (PM), оксидів сірки ( $\text{SO}_x$ ) та, при оптимізації процесу, оксидів азоту ( $\text{NO}_x$ ) під час спалювання у порівнянні з викопним дизелем. Властиво-

сті палива, що впливають на безпеку руху та довговічність двигуна, часто також є покращеними.

Європейський Союз у рамках пакету Fit for 55 визначив жорсткі цілі щодо зниження викидів, які включають обов'язкове використання альтернативних палив. Директива RED III (Renewable Energy Directive) встановлює обов'язкові частки відновлюваних палив (включно з e-fuels) у транспорті, а Регламент ReFuelEU Aviation та FuelEU Maritime зобов'язують постачальників палива поступово нарощувати частку стійкого авіаційного палива (SAF), значна частина якого може бути покрита за рахунок e-kerosene. Це створює потужний ринковий попит та стимулює інвестиції у виробничі потужності. З економічної точки зору, застосування e-fuels є елементом стратегії енергозбереження та сталого менеджменту на транспорті [5].

Для України, з її значним потенціалом відновлюваних джерел енергії (вітрова та сонячна енергетика), виробництво e-fuels може стати ключовим елементом не лише декарбонізації, а й підвищення енергетичної безпеки та інтеграції до європейських енергетичних ринків. Наявність великих промислових об'єктів, здатних забезпечити захоплення CO<sub>2</sub> (цементні заводи, металургійні комбінати), та розвинена газова інфраструктура створюють передумови для реалізації проєктів Power-to-Liquids [6]. Таким чином застосування e-fuels в Україні дозволить: по-перше, зберегти та ефективно використовувати існуючий автопарк із ДВЗ; по-друге, позиціонувати країну як потенційного експортера екологічно чистого палива для європейських партнерів. Ключовими завданнями залишаються залучення інвестицій, гармонізація законодавства з директивами ЄС та розвиток технологій уловлювання вуглецю.

#### **Література:**

1. Душкін С.С. Екологізація енергетичних систем: виклики, перспективи та інновації в переході до сталого розвитку. II-га Міжнар. наук.-практ. конф. «Енергетичні установки та альтернативні джерела енергії 2025». Харків: ХНАДУ, 2025. С. 178-181.
2. European Green Deal: Commission proposes transformation of EU economy and society to meet climate ambitions. European Commission, 2021. URL: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_21\\_3541](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_3541)
3. International Energy Agency. E-fuels and the Future of Transport. Paris: IEA, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264236813-en>
4. Bacovsky D., Sonnleitner A., Brown A. Deployment Barriers and Policy Recommendations: The Role of Renewable Transport Fuels in Decarbonizing Road Transport. IEA Bioenergy & AMF TCP, November 2020. 44 p. Доступно:

[https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2020/11/Deployment-  
Barriers-and-Policy-Recommendations.pdf](https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2020/11/Deployment-<br/>Barriers-and-Policy-Recommendations.pdf)

5. Serrano M., Pardo N., Tsiropoulos I. Sustainable Aviation Fuels and e-kerosene potential in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113250>
6. Зелене відновлення України: дорожня карта декарбонізації промисловості: аналітичний звіт. Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. 43 с.

## **ЗЕЛЕНА ЛОГІСТИКА ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АГРОБІЗНЕСУ**

**Спіфанова О.В., Байдаченко С.О.**

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

У сучасному глобалізованому світі логістика є кровоносною системою економіки, забезпечуючи рух товарів, сировини та послуг. Однак інтенсифікація логістичних процесів призвела до значного посилення негативного впливу на навколишнє середовище. Транспорт, що використовує традиційні види палива, є одним з головних джерел забруднення атмосфери, шуму та викидів парникових газів. Крім того, масове споживання генерує колосальні обсяги відходів, проблему яких не завжди вирішують ефективно. У відповідь на ці виклики виникла та набуває все більшої актуальності концепція екологічної логістики (Green Logistics). Це інтегрований підхід, спрямований на мінімізацію екологічного "сліду" всіх логістичних операцій при одночасному підтриманні їх економічної ефективності.

Актуальність теми зумовлена загостренням екологічних проблем, зростанням вимог споживачів до "зелених" продуктів, посиленням екологічного законодавства та економічною доцільністю енергоощадних рішень.

Зелена логістика – це концепція організації логістичних процесів із мінімальним негативним впливом на довкілля. Її головна мета – поєднати економічну ефективність із екологічною відповідальністю. В агробізнесі зелена логістика означає: ефективне використання ресурсів, зменшення викидів, екологічні перевезення та сталий розвиток сільських територій.

Цілі зеленої логістики в агробізнесі поділяються на екологічні, економічні та соціальні.

Екологічні цілі:

- зменшення негативного впливу на довкілля (скорочення викидів CO<sub>2</sub>, забруднення повітря, ґрунтів і водних ресурсів);
- раціональне використання природних ресурсів (економія палива, енергії, води та матеріалів у логістичних процесах);
- мінімізація відходів і втрат продукції (зменшення псування сільськогосподарської продукції під час зберігання й транспортування);
- впровадження екологічно безпечних пакувальних рішень (використання біорозкладної, багаторазової або переробної тари).

Економічні цілі:

- оптимізація логістичних витрат (зниження витрат на транспортування, зберігання та управління запасами);
- підвищення ефективності логістичних ланцюгів (скорочення часу доставки та зменшення непродуктивних операцій);
- зміцнення конкурентоспроможності агробізнесу (формування екологічного іміджу та доступ до «зелених» ринків).

Соціальні цілі:

- підвищення рівня екологічної відповідальності бізнесу (дотримання принципів сталого розвитку та ESG);
- поліпшення умов праці та безпеки (використання сучасних екологічних технологій і техніки);
- забезпечення продовольчої безпеки (через скорочення втрат продукції та стабільність постачань).

Таким чином стратегічною є ціль формування сталих агрологістичних систем, які забезпечують баланс між економічною доцільністю, екологічною безпекою та соціальним розвитком.

Досягнення цієї стратегічної цілі зеленої логістики в агробізнесі можливе через комплекс взаємопов'язаних заходів.

1. Оптимізація логістичних процесів:

- впровадження маршрутної оптимізації для скорочення пробігу та витрат палива;
- використання цифрових систем управління логістикою (TMS, WMS, GPS-моніторинг);
- узгодження графіків постачання, зберігання та збуту.

2. Екологізація транспорту і складської інфраструктури:

- застосування енергоефективного транспорту, біопалива, електротехніки;
- модернізація складів (енергоощадне освітлення, теплоізоляція, відновлювана енергія);
- зменшення холостих перевезень.

3. Управління ресурсами та відходами:

- скорочення втрат продукції на всіх етапах логістичного ланцюга;
- впровадження reverse logistics (повернення тари, переробка відходів);
- використання багаторазової та екологічної упаковки.

#### 4. Використання інновацій і цифрових технологій

- застосування Big Data та прогнозування попиту для зменшення надлишкових запасів;
- автоматизація складських операцій;
- використання IoT для контролю умов зберігання агропродукції.

#### 5. Інституційна та нормативна підтримка

- дотримання екологічних стандартів (ISO 14001, GlobalG.A.P., ESG);
- стимулювання «зелених» інвестицій і державна підтримка;
- розвиток державно-приватного партнерства.

#### 6. Підвищення екологічної культури та управлінської компетентності

- навчання персоналу принципам зеленої логістики;
- формування екологічної відповідальності керівництва;
- інтеграція екологічних KPI у систему управління.

#### Переваги впровадження “зеленої” логістики в агробізнесі наступні:

- зменшення витрат на паливо й енергію;
- поліпшення репутації компанії (“еко-бренд”);
- доступ до міжнародних ринків, де діють еко-стандарти;
- виконання вимог екологічного законодавства;
- підвищення довіри споживачів;
- стимул до інновацій.

#### Але існують і особливості “зеленої” логістики в агробізнесі:

- висока залежність від природних умов (грунт, вода, клімат);
- великий обсяг біовідходів, які можна переробляти;
- можливість використання відновлюваних джерел енергії (біогаз, сонце);
- необхідність еко-управління транспортуванням і зберіганням продуктів;
- орієнтація на сталий розвиток сільських територій.

**Висновок:** “Зелена логістика” – це стратегічний напрям майбутнього агробізнесу. Вона поєднує: економічну вигоду (зменшення витрат), екологічну безпеку (захист довкілля), соціальну відповідальність (сталий розвиток громад).

### Література:

1. Сало Я. В. «Зелена» логістика в Україні: проблеми та перспективи / Я. В. Сало //Економіка та суспільство. – 2023. – № 47. – URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-47-58>.
2. Dorosch, O. I., Oherchuk, Yu. V., & Plish, Yu. (2024). Problems and prospects of green logistics development. Management and entrepreneurship in Ukraine: stages of formation and development problems, 2(12), 286-295. <https://doi.org/10.23939/smeu2024.02.286>.
3. Кучкова, О., & Олефіренко, Я. (2025). СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТА «ЗЕЛЕНА» ЛОГІСТИКА: ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАВОК. Молодий вчений, 3 (134), 179-183. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2025-3-134-2>.

## РИЗИКИ У ЛОГІСТИЦІ АГРОБІЗНЕСУ ТА МЕТОДИ ЇХ МІНІМІЗАЦІЇ

**Спіфанова О.В., Іщенко В.К.**

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

У сучасних умовах глобалізації, підвищеної невизначеності та складності логістичних ланцюгів управління ризиками стало невід'ємною та критично важливою складовою ефективного менеджменту. Логістичні системи сьогодні є високовразливими до великої кількості збурень – від технологічних збоїв до геополітичних конфліктів і пандемій. Реалізація будь-якого логістичного ризику може призвести до серйозних наслідків: фінансових втрат, порушення безперервності постачань, втрати репутації та клієнтів. Тому виявлення, оцінка та мінімізація логістичних ризиків є не просто функцією страхування, а стратегічним завданням, спрямованим на забезпечення стійкості, надійності та конкурентоспроможності бізнесу.

Логістика є ключовою ланкою агробізнесу, що забезпечує безперервний рух сировини, продукції та ресурсів. Але висока залежність аграрного сектору від сезонності, природних умов та інфраструктури підвищує рівень логістичних ризиків.

Основними видами ризиків у логістиці агробізнесу є:

- природно-кліматичні ризики: несприятливі погодні умови, стихійні лиха, що ускладнюють транспортування та зберігання продукції;

- інфраструктурні ризики: зношеність доріг, нестача елеваторних потужностей, обмежений доступ до портів і залізниці;
- транспортні ризики: затримки доставки, поломки транспорту, зростання вартості перевезень;
- ринкові ризики: коливання цін на пальне, тарифи на перевезення, нестабільність попиту;
- організаційні ризики: помилки в плануванні, нестача кваліфікованого персоналу, слабка координація учасників ланцюга постачання;
- правові та регуляторні ризики: зміни в законодавстві, митні обмеження, сертифікаційні вимоги.

Наслідки логістичних ризиків для агробізнесу призводять до збільшення витрат та зниження прибутковості підприємств; втрати якості та обсягів сільськогосподарської продукції; Порушення строків постачання та зниження конкурентоспроможності на ринку.

Управління логістичними ризиками – це системний процес, який включає їх ідентифікацію, аналіз, планування заходів реагування та моніторинг. Усі методи мінімізації можна умовно поділити на дві великі групи: проактивні (запобігання) та реактивні (зменшення наслідків).

Основними методами управління ризиками в агробізнесі є:

- диверсифікація каналів постачання і збуту для зменшення залежності від одного маршруту або перевізника;
- інвестування в логістичну інфраструктуру: сучасні склади, елеватори, холодильні комплекси;
- використання цифрових технологій: GPS-моніторинг, системи управління ланцюгами постачання (SCM), прогнозування попиту.
- страхування логістичних ризиків і вантажів;
- покращення планування та координації між усіма учасниками логістичного ланцюга;
- підвищення кваліфікації персоналу та впровадження стандартів якості й безпеки.

В Україні практичними прикладами управління ризиками в агробізнесі, з урахуванням реальних умов (клімат, війна, ринки, логістика) (табл. 1).

Таким чином логістичні ризики є невід’ємною складовою агробізнесу та потребують системного управління. Комплексне поєднання організаційних, технологічних і фінансових методів дозволяє суттєво знизити їх негативний вплив. Ефективне управління логістичними ризиками сприяє стабільності та сталому розвитку аграрних підприємств.

Таблиця 1

## Практичні приклади управління ризиками в агробізнесі України

Категорія ризику	Основні ризики	Інструменти управління	Практичні приклади
Кліматичні та природні	Посуха, заморозки, град, повені	Диверсифікація культур, зрошення, агрострахування	Вирощування сорго і нуту в південних регіонах; крапельне зрошення; страхування врожаю
Ринкові та цінові	Коливання цін, валютні ризики	Форвардні контракти, валютна диверсифікація, переробка	Контракти з трейдерами; будівництво олійниць та елеваторів
Логістичні	Блокада портів, руйнування шляхів	Альтернативна логістика, кооперація, локальні склади	Експорт через Дунай; спільна оренда складів; автомобільні маршрути до ЄС
Військові та політичні	Окупація, мінування, нестача персоналу	Геодиверсифікація, автоматизація, розмінування	Земельний банк у кількох областях; використання GPS та автопілотів
Фінансові	Нестача капіталу, кредитні ризики	Держпрограми, контрактне вирощування, фінпланування	Кредити «5–7–9%»; авансові платежі від покупців
Операційні та технологічні	Поломки техніки, хвороби рослин	Лізинг техніки, агромоніторинг, ІРМ	Дрони для контролю посівів; лізинг тракторів
Регуляторні та репутаційні	Зміни законодавства, вимоги ЄС	Сертифікація, ESG-практики, прозорі договори	GlobalG.A.P., Organic; екологічні програми

### Література:

1. Яценко, О., & Яценко, О. (2024). БАГАТОРІВНЕВИЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ АГРОБІЗНЕСУ В УМОВАХ ВІЙНИ. Український економічний часопис, (5), 153–158. <https://doi.org/10.32782/2786-8273/2024-5-27>.
2. Томілін, О., Краснікова, О., Гечбаія, Б., Зоря, С., Дроботя, Я., & Синиця, Ю. (2023). УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ: ФІНАНСОВИЙ АСПЕКТ. Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice, 4(51), 147–162. <https://doi.org/10.55643/fcaptr.4.51.2023.4096>.
3. Петренко Н. О. Управління проєктними ризиками в агробізнесі за умов воєнного стану. Інтернаука. 2024. № X. С. XX–XX. URL: <https://www.inter-nauka.com>.
4. Крикавський Є. В. Стійкість логістичних ланцюгів поставок: виклики та рішення. // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Проблеми економіки та управління. – 2021. – № 2. – С. 1-9

## АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СТРУМОПРИЙМАЧІВ НА РУХОМОМУ СКЛАДІ

Жінчин Ю.<sup>1</sup>ст.гр. ЗТБТ-21, Стурза С.<sup>2</sup> ст.гр. ПМ-2412,  
Баб'як М.<sup>1</sup>, Недужа Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний університет Львівська політехніка

<sup>2</sup>Український державний університет науки і технологій

Сучасна транспортна галузь розвивається відповідно до вимог підвищення безпеки перевезень [1], зменшення негативного впливу на довкілля [2], раціонального використання матеріальних ресурсів [3, 4] та зростання енергоефективності тягового рухомого складу [5, 6].

Одним із ключових напрямів транспортної стратегії кожної розвинутої держави є поетапна відмова від енергомісткої техніки з вуглеводневими викидами та впровадження екологічно безпечних електрифікованих транспортних систем.

Інкони зустрічаються варіанти транспортних засобів, які вимагають використання різноманітних систем забезпечення енергією силового обладнання, що призводить до використання на тому ж транспортному засобі декількох видів контактних апаратів, які в загальному прийнято називати струмоприймачами.

Більшість струмоприймачів мають контактні елементи, які дозволяють подавати електричну енергію до силової електричної схеми

через ковзний контакт, який повинен витримувати різні навантаження під час руху: від дії сили електричного струму; натискання пружинних конструктивних елементів та передачі цього натиску до контактного дроту; аеродинамічних навантажень як на відкритому просторі, так і в обмеженому просторі тунелів, чи інших штучних споруд, а також вплив швидкісного режиму на стабільність контактного з'єднання.

Тому, враховуючи особливості роботи транспортного засобу відповідно до вищезазначених умов, потрібно ще на стадії проектування та конструювання передбачити можливість безперебійної роботи струмоприймачів, що буде гарантувати стабільність в роботі транспортного засобу.

Прикладом використання різного типу контактних струмоприймачів є пасажирський електровоз, що використовується на швидкісних магістралях, який зображено на рис. 1.



Рис. 1. Використання струмоприймачів різних типів на електричних локомотивах

Враховуючи велику швидкість руху, необхідно передбачити можливість дотискання струмприймача до контактного дроту за допомогою спеціальних пневматичних засобів, або другого ешелону механічної конструкції для забезпечення плавності режиму "підняття-опускання" та більш швидкого "відривання" струмоприймача від контактного дроту, щоб електрична дуга не пошкодила ані контактну мережу, ані сам струмоприймач.

Для більшості транспортних засобів електрифікованих залізниць традиційно застосовувалися симетричні струмоприймачі пантографного типу.

Стабільність контактного натиску забезпечується складною системою важелів та шарнірів, що передбачає створення нижніх та верхніх рам з труб різного профілю, діаметру та конусності, як це видно на правому струмоприймачі (рис.1).

Якщо ж механізм струмоприймача працює з відносно невеликими швидкостями, але великими значеннями тягового струму, тоді використовують симетричні струмоприймачі пантографного типу з двома піднімаючими пружинами (рис.2).

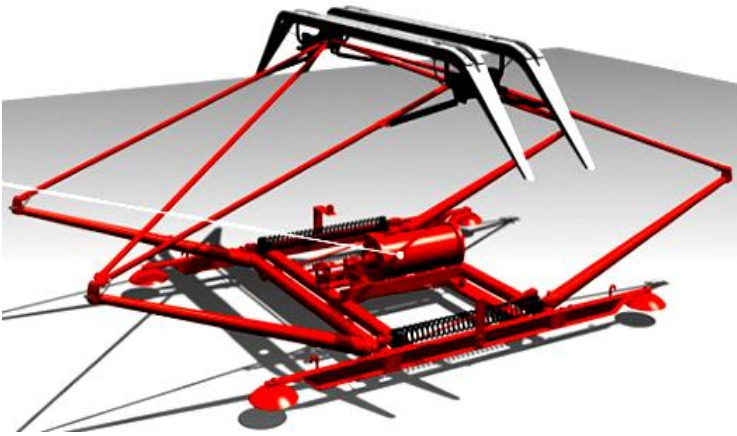


Рис. 2. Симетричний струмоприймач пантографного типу

Метою конструювання струмоприймачів є забезпечення надійного ковзного контакту при мінімальній приведеній масі, тому на більш сучасних локомотивах та електропоїздах використовують асиметричний струмоприймач, як зображено на лівій секції електровоза (рис.1).

При цьому натискання на контактний провід та надійність ковзного контакту повинні забезпечуватися або пружинними елементами, або пневматичною системою, що відслідковує усі вертикальні переміщення струмоприймача.

Якщо ж швидкості руху є не значними, а процес переміщення в просторі передбачає велику кількість рушань з місця після короткоча-

сної зупинки, тоді немає необхідності ускладнювати конструкцію струмоприймача.



Рис. 3. Асиметричний струмоприймач трамвайного вагона

Прикладом струмоприймача, який використовується на електричному рухомому складі комунального транспорту є асиметричний струмоприймач трамвая, що експлуатується зі швидкостями руху до 70 км/год з так званою "простою" контактною підвіскою без компенсації провисання контактного дроту (рис.3).

Глобалізація наукового простору транспортної галузі змушує у сучасних умовах дедалі більшого значення надавати питанням екологічної відповідальності та енергозбереження [7, 8].

Зазначені вимоги актуальні не тільки для традиційних видів електричного транспорту. Процеси електрифікації охоплюють не лише залізничний та міський транспорт (рис. 1, 3), де здійснюється заміна дизельної тяги на електричну, але й сучасну автомобільну галузь (рис. 4) [9].

Провідні виробники активно розвивають проектування та виготовлення вантажних електромобілів, які можуть отримувати електричну енергію від контактної мережі, що сприяє підвищенню ефективності логістичних процесів у населених пунктах і зниженню собівартості перевезень.



Рис. 4. Асиметричний струмоприймач вантажного автомобіля

При цьому певні компанії випускають електричні автомобілі, які можуть використовувати існуючу тролейбусну мережу, а деякі виробники автомобілів з електричним живленням вимагають створення окремої інфраструктури з власною контактною мережею.

Для операторів транспортних систем першочерговим завданням залишається забезпечення безпеки руху та екологічної складової транспортних послуг.

#### Література:

1. Андрішак В., Сенченко І., Баб'як М., Недужа Л. Удосконалення ремонту обладнання модернізованих електропоїздів в умовах депо. Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи: збірник наукових праць конференції. – Київ: СНУ ім. В. Даля, 2024. – С. 34-38.
2. Баб'як М.; Калівода Я.; Недужа Л. Дослідження роботи струмоприймача як елемента рухомого складу. Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту [Текст]: матеріали 82 Міжнародної науково-практичної конференції, 20-21 квітня 2023 р. – С. 72-73.
3. Баб'як, М.; Недужа, Л. Особливості використання рухомого складу для перевезень в сучасних умовах. Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту [Текст]: матеріали 82 Міжнародної науково-практичної конференції, 20-21 квітня 2023 р. – С. 74-75.
4. Зеленько Ю. В., Зеленько Д. М., Недужа Л. О. Вивчення негативного впливу нафтопродуктів на металеві елементи залізничної інфраструктури. Наука та прогрес транспорту. 2020. № 5(89). С. 105–115. doi: <https://doi.org/10.15802/stp2020/218353>

5. Зеленько Ю. В., Зеленько Д. М., Недужа Л. О. Вплив корозії на елементи залізничної інфраструктури. Вісник сертифікації залізничного транспорту. – Дніпро: Вид-во ДП «ДОСЗТ», 2020. № 6(64). – С. 34–38.
6. Марценюк Л. В., Недужа Л. О., Олицька Л. О. Туристичні залізничні подорожі: Частина I. Вісник сертифікації залізничного транспорту. – Дніпро: Вид-во ДП «ДОСЗТ», 2021. № 03(67). – С. 16–21.
7. Марценюк Л. В., Марценюк М. М., Недужа Л. О. Туристичні залізничні подорожі: Частина II. Вісник сертифікації залізничного транспорту. – Дніпро: Вид-во ДП «ДОСЗТ», 2021. № 04(68). – С. 5–10.
8. Марценюк Л., Марценюк М., Гроза Є., Недужа Л. Туристичні залізничні подорожі: Частина III. Вісник сертифікації залізничного транспорту. – Дніпро: Вид-во ДП «ДОСЗТ», 2021. № 05(69). – С. 5–10.
9. Дубінчик О.І., Недужа Л.О. Обґрунтування напружено-деформованого стану пального фундаменту з використанням програмних комплексів. Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика. 2021. Випуск 20. С. 13-18. DOI: 10.15802/btrp2021/245247.
10. Małkowski P., Kamiński P., Neduzha L. Mobile working platform unit as a mean for improvement of safety and convenience of emergency shaft works. Mining Machines, 2021, Vol. 39 Issue 4, pp. 2-11. <https://doi.org/10.32056/KOMAG2021.4.1>

## **АНАЛІЗ НОВИХ ЗАСОБІВ І ТЕХНОЛОГІЙ ГРУПУВАННЯ ВАНТАЖІВ У ПАКЕТНІЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНІЙ СИСТЕМІ**

**Загорянський В. Г.**

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

Здатність вантажної одиниці зберігати цілісність у процесі виконання логістичних операцій досягається пакуванням [1]. Пакування – це формування та скріплення вантажів у укрупнену вантажну одиницю, що забезпечує при доставці в встановлених умовах їх цілісність, збереження та дозволяє механізувати вантажно-розвантажувальні та складські роботи.

Термозбіжна плівка, внаслідок своєї універсальності, є найпоширенішим матеріалом для групової упаковки одиничних тарноштучних вантажів [2].

Широкі можливості термозбіжної плівки дозволяють використовувати її фактично у всіх галузях промисловості для створення транспортної та захисної упаковки харчових продуктів, меблів, хімічних напівфабрикатів та готової продукції, предметів нестандартної та складної конфігурації, товарів широкого вжитку, будівельних матеріалів. Застосування плівки обмежено лише щодо тих продуктів, котрим критично навіть короткочасний тепловий вплив (для деяких видів кру-п'яних виробів).

Плівка має достатню щільність, опірність на розрив, при транспортуванні добре захищає вантаж від вологи та забруднень. Важливе значення має ціна: плівка доступніша для більшості вітчизняних виробників, ніж гофрокартон.

Більшість обладнання розраховано на роботу з плівкою завтовшки від 30 до 120 мкм, залежно від виду вантажу та його ваги. Для пакування ПЕТ, скла, сипких речовин, пакетів із молочною продукцією зазвичай використовують тонку плівку (50-70 мкм). Групи більш важких предметів (наприклад, жерстяних банок вагою від 1 кг) плівкою обтягуються плівкою товщиною від 90 мкм і більше.

Для пакування вантажів на піддонах переважно використовуються стрейч-плівка, що виготовляється з лінійного поліетилену низької щільності (LLDPE) [3]. Для стрейч-плівок в Україні діють національні стандарти, зокрема ДСТУ EN 14932:2022 (аналог європейського EN 14932:2018) для пакувальних стрейч-плівок (наприклад, для силосних тюків), а також стандарти, що регулюють визначення товщини, як ДСТУ ISO 4591:2022.

Стрейч-плівка має здатність незворотно розтягуватися з подовженням на 300% і в порівнянні зі звичайними плівковими матеріалами характеризується підвищеною стійкістю до продавлювання, проколу або роздирання, а також липкістю шарів плівки по відношенню один до одного [4]. Саме ці властивості роблять стрейч-плівку надзвичайно перспективною для вітчизняного ринку. Здатність плівки до оборотного розтягування і високе стягувальне зусилля надійно скріплює вантаж на піддоні, а стійкість до проколу та роздирання захищають його від пошкодження та забруднень. Завдяки властивостям, що «прилипають», відпадає необхідність у додаткових засобах фіксації вантажу на піддоні.

Застосування стрейч-плівки є більш економічним, оскільки не потребує встановлення складного енергоємного обладнання, що вкрай важливо для підприємств, фінансові кошти яких обмежені.

Можливість вибору того чи іншого технологічного обладнання для групової упаковки визначається насамперед такими факторами, як

обсяг оборотних засобів виробника, тип продукції, що випускається, необхідний рівень механізації та автоматизації, характеристика наявних виробничих площ.

Оскільки процес групової упаковки технологічно тісно пов'язаний з процесом індивідуальної упаковки, практично всі великі виробники устаткування для фасування поставляють лінії зі створення транспортної тари, розраховані певні види продукту. Скажімо, компанія «Тетра Пак» до свого обладнання за фасуванням молочних продуктів рекомендує автомати укладання готових пакетів у попередньо сформовані з картонних заготовок короба, системи складання наповнених коробів попарно та обертання їх у термозбіжну плівку («Тетра Шрінк»), а також навантажувачі піддонів.

Значимо, що більшість виробників готові поставити групові пакувальні лінії під конкретні цілі замовника.

Підприємства лікєро-горілчаної, слабоалкогольної та безалкогольної промисловості оцінили всі переваги якісної групової упаковки, що зрештою підвищує обсяги продажів. Саме у цих галузях вперше почав активно формуватися попит на машини подібного типу: загострення конкуренції поставило виробників перед необхідністю кардинального вирішення проблеми підготовки транспортної тари для скляних та ПЕТ-пляшок. В результаті домінуючими на вітчизняному ринку виявилися європейські виробники обладнання для розливу та групового пакування: «Кронес» (марки Krones та Kettner), KHS, MEYPACK, а також компанії OMAG, Italcom s.r.l. (марки Multipack, TMG, Robopac, DIMAC), Bosch, ECI Limited (марка Marden Edwards), Laudenberg.

Сама технологія групової упаковки однакова для будь-яких видів продукту [5]. Модульний принцип процесу дозволяє замовнику вибрати певний ланцюжок агрегатів із потрібними йому функціями.

Технологія групової упаковки насправді для будь-яких видів продукту [6]. Модульний принцип процесу дозволяє замовнику вибрати певний ланцюжок агрегатів із потрібними йому функціями.

Наприклад: видування ПЕТ-пляшки → розлив → закупорювання → етикетування → угруповання одиничних пляшок на гофропідкладці або без неї → обертання в плівку → термоусадка → укладання на піддони.

Можлива інша схема: фасування в індивідуальну упаковку → групування та укладання в картонний короб з наступною обмоткою скотчем → формування шару → укладання вантажу на піддони.

Для поділу та формування індивідуальних упаковок або одиничних продуктів групи з наступною упаковкою існують як спеціальні

машини, так і модульні агрегати, що складаються в одну технологічно безперервну лінію.

Великі підприємства, як правило, встановлюють імпортні автоматизовані лінії з можливістю багатофункціонального налаштування (під різні геометричні розміри одиничної тари).

#### **Література:**

1. Мороз М. М., Загорянський В. Г. Проектування транспортно-технологічних систем вантажних перевезень: навчальний посібник. Кременчук: КрНУ, 2021. 205 с. URL: [http://document.kdu.edu.ua/info\\_zab/275\\_907.pdf](http://document.kdu.edu.ua/info_zab/275_907.pdf) (дата звернення: 02.12.2025).
2. Товарознавство пакувальних матеріалів і тари: навч. посіб. Ч. 1 / О. О. Поліщук та ін. Харків: ХАІ, 2010. 87 с.
3. Завгородня В. М., Сирохман І. В. Товарознавство пакувальних матеріалів: навч. посіб. Львів: Видавництво Львівської комерційної академії, 2004. 198 с.
4. Фізико-хімічні властивості пакувальних матеріалів: навч. посіб. / В. С. Костюк та ін.; за ред. Соколенка А. І. Київ: Кондор, 2013. 400 с.
5. Кунда Н. Т., Олещук Н. В. Оптимізація схеми доставки дрібнопартійних вантажів автомобільним транспортом. Вісник НТУ: науково-технічний збірник. Серія «Технічні науки». 2018. Вип. 1(40). С. 178-187.
6. Шраменко Н.Ю Теоретико-методологічні основи ефективного функціонування термінальних систем при доставці дрібнопартійних вантажів: монографія. Харків: ХНАДУ, 2010. 156 с.

## **АНАЛІЗ НЕРІВНОМІРНОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОТОКІВ У ПЕРІОДИ ПІКОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

**Карпенко О.А., Мороз М.М.**

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

Пасажирський транспорт міст відзначається значною нерівномірністю навантаження протягом доби. Особливо критичним є період годин пік, коли інтенсивність пасажиропотоків може перевищувати середньодобові значення у 2–3 рази. Це спричиняє перевантаження рухомого складу, зниження якості обслуговування та збільшення часу поїздок.

Кількісне значення нерівномірності визначається коефіцієнтом концентрації пасажиропотоку, який характеризує ступінь коливання пасажиропотоку всередині години пік (зазвичай у межах 60 хвилини):

$$K_C = \frac{Q_{\max}}{Q}, \quad (1)$$

де  $Q_{\max}$  – максимальний пасажиропотік у межах години пік (осіб/10 хв);

$Q$  – середній пасажиропотік у межах тієї ж години.

Також застосовується коефіцієнт варіації:

$$V = \frac{\sigma}{Q} 100\% \quad (2)$$

де  $\sigma$  – середньоквадратичне відхилення.

На прикладі дослідження пасажиропотоку у маршрутному автобусі №17 міста Кременчук встановлено:

- у перші 10 хв години пік пасажиропотік становив 220 осіб;
- у наступні 10 хв – 180 осіб;
- середнє значення за годину – 150 осіб/10 хв;
- максимальне значення – 240 осіб.

Отже:  $K_C = 240 / 150 = 1,6$ , що свідчить про суттєву нерівномірність. Коефіцієнт варіації становив 22 %, що підтверджує високі коливання пасажиропотоку.

Факторами, що зумовлюють нерівномірність:

- одночасний початок роботи/навчання більшості закладів;
- обмежена кількість альтернативних видів транспорту;
- інерційність розкладів руху;
- сезонні й погодні умови.

Практичні шляхи оптимізації: регулювання випуску рухомого складу з урахуванням нерівномірності, диференціація тарифів (знижки поза піковими годинами), оптимізація графіків роботи закладів та підприємств, використання інтелектуальних транспортних систем.

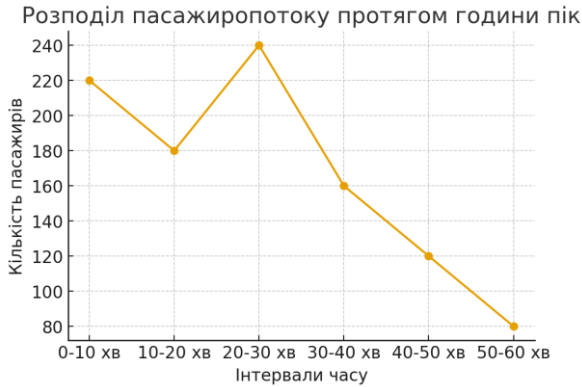


Рис. 1. Динаміка пасажиропотоку по інтервалах 10 хв протягом години пік

Висновки. Пасажиропотік у години пікового навантаження демонструє високу нерівномірність, що підтверджується коефіцієнтом концентрації  $K_c = 1,6$ . Значення коефіцієнта варіації 22 % свідчить про значні коливання пасажиропотоку в межах однієї години. Впровадження гнучких транспортних стратегій і адаптивного регулювання руху дозволить зменшити пікові навантаження, підвищити ефективність експлуатації рухомого складу та покращити якість обслуговування пасажирів.

#### Література:

1. Moroz, O.V., Moroz, M.M., 2014. Specific features of city public transport financing (Kremenchuk case study). *Actual Problems of Economics*, 160 (1), pp. 239–246.
2. Moroz M. M., Korol S. O., Boiko Y. O. Social traffic monitoring in the city of Kremenchuk *Actual Problems of Economics*. – 2016. – № 1 (175). – С. 385 – 398.
3. Левковець П.Р., Мороз М.М., Кобилецький Р.В. Удосконалення логістичного управління перевезень пасажирів *Вісник КДПУ імені Михайла Острогоградського*. Випуск 6/2007 (47). – Частина 1. – С. 113-115.
4. Вучик В.Р. *Транспорт в містах, зручних для життя*. Київ: Основи, 2012.
5. Мороз М.М. Розробка заходів удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту м. Кременчук на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал*. –2015. – № 2 (219). – С. 44–49.

6. Мороз М.М. Удосконалення транспортної системи пасажирських перевезень м. Кременчук. Збірник наукових праць.– Вип. 2 (41). – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – С. 156–164.
7. Дмитрієв М.М., Мороз М.М. Основні напрями вдосконалення міських пасажирських перевезень м. Кременчук / Управління проектами, системний аналіз і логістика, Вип. 10, с. 58-62, 2012.
8. Мороз М.М., Чапенко О.С. Визначення структури рухомого складу для пасажирських перевезень м. Кременчука / Вісник КДПУ.– Кременчук. – 2009.–Вип. 5. – С. 58-60.
9. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system / Вісник Кременчущького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – Випуск 6 (1). – С. 71-75.
10. Мороз М., Норцов О., Кальянов В. Підвищення ефективності системи міських пасажирських перевезень шляхом удосконалення розкладу руху транспортних засобів / Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції. Кропивницький: ЦНТУ. – 2021. – С. 95.
11. Rodrigue J.-P. The Geography of Transport Systems. Routledge, 2020.
12. Лаврик В.В., Кузев І.О., Мороз М.М. Підвищення ефективності міського транспорту загального користування за рахунок створення об'єднаних підприємств / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. – С. 34-36.
13. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В. Якість та контроль транспортного процесу (вантажні та пасажирські автомобільні перевезення): навч. посібник. Кременчук: КрНУ, 2023. 138 с.
14. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / Вісник машинобудування та транспорту. - №2(18), 2023. – С. 17-22.
15. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasytkovska K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6.
16. OECD/ITF. Urban Mobility Report. Paris: OECD Publishing, 2022.
17. Moroz M.M., Khorolskyi V.L., Moroz O.V., Herasymchuk V.V., Vasytkovska K.V. Organization and provision of buses operation on the route taking into account the expenditures of participants of the transportation process / (2018) International Journal of Engineering and Technology (UAE). – 7 (4.3). – pp. 206-210.
18. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Центральнoукраїнський науковий вісник. Вип. № 9 (40). – С. 197-204.
19. Шведчикова І., Солошич І., Мороз М. Аналіз інноваційних фізичних методів неруйнівної діагностики для забезпечення екологічної безпеки на міському електротранспорті / (2024) Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 1/2024 (144). – С. 117-123. DOI <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.1.15>

20. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Bad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталій розвиток транспортних систем: наука і практика: зб. тез міжнар. наук.-практ. конф. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.

## **ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ**

**Клюєв С.**

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

В умовах інтенсивної глобалізації та зростання конкурентного тиску визначальним чинником розвитку транспортної галузі стає впровадження інноваційних рішень, насамперед цифрових технологій, зокрема Інтернету речей (IoT), блокчейн-технологій, хмарних обчислень і електронного документообігу (e-CMR). Їх використання сприяє підвищенню ефективності, прозорості та рівня безпеки перевізних процесів, водночас широке впровадження цих інструментів стримується значними початковими інвестиціями та підвищеними ризиками кіберзагроз [1, 2].

Україна, дотримуючись курсу європейської інтеграції, послідовно реалізує політику цифрової трансформації, зокрема у сфері транспортної логістики та міжнародних вантажних перевезень. Реалізація Національної транспортної стратегії України до 2030 року сприятиме глибшій інтеграції держави до внутрішнього ринку ЄС. Серед ключових пріоритетів у сфері міжнародних вантажних перевезень визначено: підвищення конкурентоспроможності національних перевізників на зовнішніх ринках; упровадження інноваційних технологій супроводу вантажопотоків і формування єдиної інформаційної системи взаємодії всіх видів транспорту; використання хмарних рішень для обробки та зберігання даних про доставку вантажів; запровадження спільного митно-прикордонного контролю та розширення інформаційного обміну між митними органами країн ЄС [3].

У сучасних умовах спостерігається динамічний розвиток економічних відносин між Україною та державами Європейського Союзу, що зумовлює зростання ролі транспорту у забезпеченні міжнародної торгівлі. Функціонування та розвиток європейського ринку вантажних

перевезень безпосередньо впливають на організацію міжнародних перевезень в Україні. Набуття чинності з 1 серпня 2017 року Угоди про асоціацію між Україною та ЄС стало поштовхом до внесення змін у національне транспортне законодавство та визначило необхідність подальшого врахування стратегічних пріоритетів Європейського Союзу в транспортній політиці. Крім того, Україна бере активну участь у програмах міжнародної співпраці з ЄС і країнами-партнерами, зокрема в ініціативах TRACECA та розбудові транс'європейської транспортної мережі TEN-T, а також має двосторонні угоди про міжнародні автомобільні вантажні перевезення з 45 країнами [4].

Застосування технологій Big Data, Інтернету речей (IoT) і штучного інтелекту розширює функціональні можливості логістичних систем, зокрема шляхом прогнозування попиту, моніторингу стану вантажів у режимі реального часу та підвищення рівня клієнтського обслуговування. Таким чином, IT-системи не лише забезпечують безперерйну роботу логістичних процесів, а й формують стійкі конкурентні переваги підприємств, підвищуючи їх ефективність і адаптивність до ринкових змін.

Поєднання телематичних рішень із системами управління транспортом (TMS) істотно розширює можливості планування, моніторингу та контролю виконання транспортних замовлень. Системи TMS насамперед орієнтовані на формування й обробку транспортних заявок у межах підприємства, управління експедиторською діяльністю, оптимізацію маршрутів перевезень і вибір підрядників [5]. До ключових переваг їх використання належать ведення єдиного реєстру контрагентів, централізоване управління транспортною документацією, автоматизований розрахунок економічної ефективності перевезень, а також накопичення й аналіз даних із водійських карток. Це сприяє підвищенню прозорості логістичних процесів, зниженню витрат і зростанню результативності транспортних операцій.

Системи управління ланцюгами постачання (SCM) дозволяють формувати цілісну модель логістичної мережі з урахуванням наявних обмежень і взаємозв'язків між її елементами. Така модель використовується для координації дій та планування руху матеріальних потоків на всіх стадіях ланцюга постачання [6, 7]. На основі отриманих даних здійснюється узгодження попиту й пропозиції, а також розробляються реалістичні плани закупівель, виробництва та логістики. На відміну від ERP-систем, SCM базується на іншій концепції управління, що передбачає використання планування в реальному часі, сучасних методів моделювання та інструментів оптимізації, забезпечуючи високий рівень гнучкості й адаптивності ланцюгів постачання.

Упровадження цифрових технологій у сферу міжнародних вантажних перевезень сприяє підвищенню ефективності координації ланцюгів постачання, оптимізації логістичних процесів і скороченню транспортних витрат. Це досягається завдяки врахуванню специфіки глобальної транспортної інфраструктури та митного регулювання. Аналіз програмних рішень класу TMS, SCM і WMS, що застосовуються для підвищення результативності організації міжнародних перевезень, дозволив визначити найбільш поширені та ефективні з них.

Дослідження сучасного стану ринку міжнародних автомобільних перевезень в Україні засвідчило, що галузь функціонує в умовах надмірного навантаження, зумовленого повномасштабною військовою агресією, руйнуванням традиційних логістичних маршрутів та обмеженням роботи інших видів транспорту. Водночас позитивним чинником трансформацій стало підписання «транспортного безвізу» з Європейським Союзом і приєднання України до системи спільного транзиту NCTS, що створює нові можливості для розвитку вітчизняних перевізників.

У результаті аналізу встановлено, що сучасні програмні продукти (зокрема SAP TM, Oracle та інші) ефективно вирішують завдання операційного рівня управління. Водночас зберігається дефіцит комплексних систем підтримки прийняття управлінських рішень, здатних інтегрувати функції вибору раціональних схем доставки з урахуванням динамічних ризиків і оптимізації складських процесів, зокрема технологій крос-докінгу.

#### Література:

1. Manoj Kumar N., Dash A. Internet of things: an opportunity for transportation and logistics // Proceedings of the International Conference on Inventive Computing and Informatics (ICICI 2017). 2017. P. 194–197.
2. Stepura V. The essence of blockchain technology and its application in the financial sphere // Pryazovskyi Economic Herald. 2021. No. 1(24). URL: <https://doi.org/10.32840/2522-4263/2021-1-33>.
3. Khalipova N., Bosov A., Prohoniuk I. Development of a model for the integrated management of the international delivery chains formation // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 3, no. 3 (93). P. 59–72. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.132683>.
4. Liutyi D., Hrinko I. Features of the development of international cargo transportation between Ukraine and eu member countries. Economic scope. 2023. URL: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/188-3>.
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. Клюєв С.О. Розвиток інтелектуальних транспортних систем / С.О. Клюєв, А.Є. Сігонін, С.В. Цимбал // Вісник машинобудування та транспорту. – 2023. – Т. 18. – №. 2. – С. 80-86.
7. Клюєв С.О. Побудова системи моніторингу довгих ланцюгів постачання з використанням Google сервісів / С.О. Клюєв, О.О. Водолазський, А.Р. Штиков // Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю “Майбутній науковець - 2019” – Міністерство освіти та науки України, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – Северодонецьк. – 2019. – С. 106–107.

## **ЗАСТОСУВАННЯ ЗЕЛЕНОЇ ЛОГІСТИКИ В МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ**

**Клюєв С.**

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

В умовах посилення глобалізаційних процесів і загострення екологічних проблем транспортний сектор набуває стратегічного значення у забезпеченні сталого розвитку. Міжнародні перевезення, які є невід’ємною складовою функціонування світової економіки, супроводжуються суттєвими обсягами викидів парникових газів, інтенсивним споживанням енергетичних і матеріальних ресурсів та негативним впливом на довкілля. Традиційні логістичні моделі часто не враховують екологічні чинники, що призводить до зростання вуглецевого сліду та підвищення екологічних ризиків. У відповідь на ці виклики формується концепція «зеленої» логістики, спрямована на використання енергоощадних технологій, раціоналізацію маршрутів перевезень і поступовий перехід до альтернативних джерел енергії [1, 2].

Зелена логістика є одним із ключових інструментів екологічної трансформації міжнародного транспорту. Її розвиток ґрунтується на інтеграції цифрових рішень, енергоощадних технологій та раціонального управління ресурсами, що забезпечує узгодження економічного зростання з принципами екологічної відповідальності.

Вирішальне значення у впровадженні засад зеленої логістики мають цифрові технології. Застосування Інтернету речей (IoT), штучного інтелекту (AI), аналітики великих даних (Big Data) і хмарних сервісів істотно підвищує ефективність управління ланцюгами постачання. Зокрема, IoT забезпечує моніторинг транспортних засобів і ванта-

жів у режимі реального часу, що дає змогу оптимізувати маршрути руху, запобігати перевантаженням і скорочувати споживання пального [3]. Інструменти штучного інтелекту та аналіз великих масивів даних дозволяють прогнозувати обсяги перевезень і більш точно планувати завантаження транспорту, зменшуючи кількість порожніх рейсів і, відповідно, обсяги шкідливих викидів. Водночас хмарні платформи, які інтегрують усіх учасників ланцюга постачання, сприяють оперативному обміну інформацією та підвищенню рівня координації логістичних операцій.

Суттєвий вплив на розвиток зеленої логістики має і е-бізнес. Електронні торговельні платформи та маркетплейси забезпечують автоматизацію процесів замовлення, обробки та доставки товарів, що дозволяє точніше визначати потреби у транспортуванні й удосконалювати планування логістичних потоків. Це сприяє зменшенню навантаження на транспортну інфраструктуру та раціональнішому використанню ресурсів. Завдяки розвитку електронної комерції стає можливим формування «зелених» ланцюгів постачання, у межах яких компанії обирають найбільш екологічно та економічно ефективні способи транспортування і впроваджують принципи сталого розвитку на всіх етапах своєї діяльності [4, 5].

Зелена логістика в міжнародному транспорті є важливою складовою стратегії сталого розвитку, ефективність якої значною мірою визначається рівнем цифровізації та розвитком е-бізнесу. Використання цифрових рішень дозволяє скорочувати споживання ресурсів і енергії, оптимізувати логістичні процеси та зменшувати негативний вплив на довкілля. Подальший розвиток таких технологій, як IoT, AI і Big Data, разом із поширенням електронної комерції, визначатиме майбутні напрями розвитку зеленої логістики та сприятиме досягненню збалансованого економічного й екологічного розвитку [6].

Зелена логістика у сфері міжнародного транспорту дедалі більше утверджується як невід'ємний елемент концепції сталого розвитку, орієнтований на мінімізацію негативного впливу на довкілля та раціоналізацію використання ресурсів у логістичних операціях. З огляду на те, що транспортна діяльність є одним із найбільших чинників забруднення навколишнього середовища, впровадження інноваційних технологічних рішень стає обов'язковою умовою формування екологічно безпечних і водночас економічно доцільних моделей перевезень. Цифрові інструменти, зокрема Інтернет речей (IoT), машинне навчання, хмарні сервіси та е-бізнес-платформи, відіграють ключову роль у вдосконаленні управління ланцюгами постачання, оптимізації транспортних потоків і зниженні енергоспоживання.

Блокчейн-технології виступають важливим інструментом підвищення прозорості та контролю дотримання екологічних стандартів у міжнародних логістичних системах. Використання розподілених реєстрів забезпечує надійну фіксацію екологічних параметрів транспортних засобів і вантажів у незмінному форматі, що знижує ризики фальсифікації даних та сприяє виконанню міжнародних екологічних вимог [7]. Окрім цього, блокчейн оптимізує інформаційну взаємодію між учасниками ланцюгів постачання, надаючи оперативний доступ до даних щодо ходу перевезень, застосування екологічно чистих видів пального та відповідності нормам щодо викидів парникових газів.

Зелена логістика орієнтується на поглиблення партнерських відносин із постачальниками та споживачами, впровадження принципів ощадливого виробництва, раціоналізацію транспортно-складських і вантажно-розвантажувальних процесів, ефективну утилізацію відходів та організацію зворотних потоків. Вона базується на наскрізному управлінні матеріальними потоками як у напрямку кінцевого споживача, так і в зворотному логістичному русі.

#### **Література:**

1. Stepura V. The essence of blockchain technology and its application in the financial sphere // *Pryazovskyi Economic Herald*. 2021. No. 1(24). URL: <https://doi.org/10.32840/2522-4263/2021-1-33>.
2. Ju C., Liu H., Xu A., Zhang J. Green logistics of fossil fuels and E-commerce: Implications for sustainable economic development. *Resources Policy*. 2023. № 85. P. 103991.
3. 14. Kamariotou M., Kitsios F., Madas M. E-Business Strategy for Logistics Companies: Achieving Success through Information Systems Planning. *Logistics*. 2021. № 5(4). P. 73.
4. 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.
5. Kliuiev S. Study of the greenhouse gases impact in the implementaion of green logistics / S. Kliuiev, B. Yurov, L. Podhorna // *Scientific papers of XIV 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. – Dnipro. – 2022. – P. 21–24.
6. Kliuiev S. Introduction of SCR technology in green logistics / S. Kliuiev, // *Scientific papers of XIV 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. – Dnipro. – 2022. – P. 15-18.

7. Taherdoost H. Supply chain management in e-business. In E-business essentials: building a successful online enterprise Cham: Springer Nature Switzerland. 2023. P. 163–186.

## **ІНТЕГРАЦІЯ ТОВАРОЗНАВЧИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ПРОДУКЦІЇ У НЕФІНАНСОВУ ЗВІТНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ ЗА ЄВРОПЕЙСЬКИМИ СТАНДАРТАМИ**

**Князь С.В., Князь О.В., Шапран Є.М.**

*Національний університет «Львівська політехніка»*

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*

Сучасна нефінансова звітність за Європейськими стандартами звітності зі сталого розвитку (ESRS – European Sustainability Reporting Standards) дедалі більше зміщується від декларативності до доказовості: від підприємств очікують обґрунтованих, порівнюваних і верифікованих даних, що підтримують розкриття впливів, ризиків та управлінських практик. Водночас у практиці підготовки звітності дані про продукцію часто залишаються фрагментарними та наративними, зосередженими на загальних формулюваннях відповідності та сертифікації, без перетворення їх у вимірювані індикатори, інтегровані у логіку екологічних і соціальних розкриттів.

Актуальність цієї проблематики посилюється розширенням сфери застосування ESRS та зростанням вимог до простежуваності (traceability) нефінансової інформації, що підвищує значення «первинних» джерел даних і коректного зв'язування показників зі звітними датопами. За цих умов ігнорування товарознавчих показників або їх подання поза єдиною логікою звітності створює ризики формалізації нефінансової звітності та знижує її аналітичну цінність для інвесторів, регуляторів і споживачів.

Огляд наукових праць у площині ESRS і нефінансової звітності демонструє, що домінантні підходи здебільшого фокусуються на комплаєнсі, оцінці подвійної суттєвості та організації контурів даних, однак не переходять до продуктового рівня метрик і не формують системного механізму трансформації товарознавчих вимірювань у стандартизовані показники ESRS. Унаслідок цього товарознавчий потенціал

(оцінювання споживчих властивостей, безпечності, відповідності нормам, стабільності якості) залишається недостатньо використаним як джерело доказової бази екологічних і соціальних розкриттів. Акцентовано, що продуктоорієнтовані показники мають «вбудовуватися» у ті частини ESRs-звітності, де підприємство показує: як продукт і процеси його створення впливають на людей та довкілля; як ці аспекти транслюються в ризики та можливості для самого підприємства; як управлінські рішення змінюють рівень цих впливів і ризиків.

Концептуальний підхід інтеграції товарознавчих показників у нефінансову звітність базується на переході від формули «сертифіковано» до системи вимірюваних і верифікованих індикаторів, які можна агрегувати, порівнювати між періодами та підтверджувати документально. При цьому пріоритетність у доказовості мають показники безпечності продукції, відповідності стандартам і простежуваності, тоді як показники фізико-хімічної якості та стабільності виробництва потребують узгоджених правил порівнюваності.

Практична реалізація такого підходу передбачає послідовне вбудовування «керованого ланцюга» трансформації товарознавчих даних у звітні датапойнти ESRs. Початковим кроком визначається периметр і суттєвість продуктових тем: відбір аспектів якості та безпечності, що мають бути включені в нефінансову звітність на основі матриць ризиків продукту, даних про інциденти, відкриття, претензії споживачів і регуляторних вимог, із фіксацією критеріїв включення через логіку подвійної суттєвості.

Наступний крок – мапування відібраних показників на структурі екологічних і соціальних розкриттів ESRs: встановлення логічного зв'язку між внутрішніми показниками якості/безпечності та вимогами стандартів щодо розкриття впливів, ризиків і управлінських практик. Важливою умовою такого мапування є визначення рівня агрегування та формування реєстру продуктово-орієнтованих датапойнтів, що забезпечує простежуваність кожного розкриття до первинного джерела і підвищує аналітичну прозорість звітності.

Ключовий змістовий результат систематизації полягає в тому, що значна частина товарознавчих індикаторів може відповідати критеріям суттєвості, порівнюваності та верифікованості за умови цілеспрямованого відбору, уніфікації та агрегування. Відповідно, у нефінансовій звітності з'являється можливість показати не лише факт наявності процедур якості/безпечності, а й їх вимірюваний стан, динаміку, доказову базу та управлінські наслідки – тобто пов'язати технічні параметри продукту з впливами на людей і довкілля, ризиками для підприємства та прийнятими рішеннями.

Запропонований підхід орієнтує підприємства на стандартизацію структури даних і вибудову доказової бази через зв'язування показників із первинними документами контролю якості та безпечності, що одночасно підсилює верифікацію та зменшує ризик «формального» звітування. Очікуваний ефект у прикладному вимірі полягає у підвищенні інформативності нефінансової звітності, зміцненні доказової бази екологічних і соціальних розкриттів та зростанні довіри ключових стейкхолдерів до даних про якість і безпечність продукції.

Подальший розвиток тематики доцільно спрямовувати на емпіричну перевірку запропонованого підходу на прикладі підприємств різних галузей, розроблення типових наборів показників для окремих товарних груп і їх зіставлення з конкретними розкриттями екологічного та соціального блоків ESRS, а також на цифровізацію товарознавчих даних у структурованих форматах для забезпечення простежуваності, автоматизованої верифікації та міжфірмової порівнюваності нефінансових показників.

#### **Література:**

1. Leal Filho W., Wall T., Williams K., Pimenta Dinis M. A., Fernandez Martin R. M., Mazhar M., Gatto A. European sustainability reporting standards: An assessment of requirements and preparedness of EU companies. *Journal of Environmental Management*. 2025. Vol. 380. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.125008>.
2. Raimo N., L'Abate V., Sica D., Vitolla F. Integrated reporting and the Corporate Sustainability Reporting Directive: bridging the gap or growing apart? *Management Decision*. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1108/MD-10-2024-2408>
3. Солодовнік О., Майданник О. Підходи до оцінки суттєвості у звітності про сталий розвиток згідно з міжнародними та європейськими стандартами. *Економіка та суспільство*. 2024. № 63. С. 240-247. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-63-83>.
4. Солодовнік О.О. Інституційні засади та досвід запровадження нефінансового звітування компаній в ЄС. *Інфраструктура ринку*. 2023. Вип. 71. С. 265-270. DOI: <https://doi.org/10.32782/infrastruct71-46>
5. Дмитренко О.М., Вітер С.А. Обліково-аналітичні аспекти формування нефінансової звітності українськими компаніями. *Облік і фінанси*. 2020. №2 (88). С. 18-28. DOI: [https://doi.org/10.33146/2307-9878-2020-2\(88\)-18-28](https://doi.org/10.33146/2307-9878-2020-2(88)-18-28)

# АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ СУЧАСНИХ МОДЕЛЕЙ ПОЖЕЖНИХ АВТОПІДІЙМАЧІВ

**Коваленко Р.І.**

*Національний університет цивільного захисту України*

Більшість пожеж, які виникають в населених пунктах трапляються в житлових будинках. Водночас одним із основних завдань, які виконують пожежно-рятувальні підрозділи по прибуттю до місця виклику є проведення евакуації людей з цих будинків. В умовах пожежі, коли шляхи евакуації є задимленими до цього процесу залучається протипожежна техніка для підймання на зазначену висоту. Одним із видів вказаної техніки є пожежні автопідіймачі. Якщо порівнювати особливості їх застосування з пожежними автодрабинами, як неолік, можна відмітити те, що вони не дозволяють виконувати безперерійну евакуацію потерпілих. Під час застосування пожежних автопідіймачів для проведення евакуації необхідно спершу підняти люльку на певну висоту (підвіконня, балкону, даху будинку), а потім людина повинна переміститися до люльки і далі необхідно опустити її на землю. На виконання цих дій затрачається достатньо багато часу, тому виробники протипожежної техніки поблизу колін пожежного автопідіймача монтують висувну драбину (рис. 1) [1].



Рис. 1. Пожежний телескопічний автопідіймач виробництва компанії «Rosenbauer» [1]

З одного боку таке технічне рішення дозволяє розширити функціональні можливості пожежного автопідіймача, а з іншого збільшує його габарити та масу, що обмежує його застосування в умовах щільної забудови.

Сучасні моделі пожежних автопідіймачів мають достатньо широкий перелік пожежно-технічного оснащення та аварійно-рятувального інструменту, що дозволяє виконувати різні завдання особовому складу. До цих завдань можна віднести розбирання різних конструкцій, роботу в непридатному для дихання середовищі та надання домедичної допомоги потерпілим.

Іншою тенденцією в конструкції сучасних моделей пожежних автопідіймачів є обладнання їх ємностями для зберігання вогнегасних речовин та насосними установками для їх подавання під тиском до осередку пожежі (рис. 2).



Рис. 2. Пожежний телескопічний автопідіймач DG54/M1

Пожежний телескопічний автопідіймач, який наведений на рис. 1 обладнаний цистерною для води ємністю 3400 л, пінобаком на 2000 л та насосною установкою, яка забезпечує номінальну подачу вогнегасних речовин 70 л/с під тиском 16 бар. Такі високі характеристики мають вплив і на габаритні розміри цього спеціального автомобіля, що також значно обмежує його застосування за певних умов.

Таким чином, більшість моделей пожежних автопідіймачів, які виготовляються закордонними виробниками є телескопічними. В конструкції багатьох моделей прослідковується намагання виробників до максимального розширення їх функціональних можливостей. Це впливає на збільшення габаритних розмірів пожежних автопідіймачів та повної маси. Через це значно обмежується застосування пожежних автопідіймачів в населених пунктах, які мають щільну забудову. Відповідно розробникам пожежних автопідіймачів необхідно не в останню чергу враховувати їх майбутні умови застосування.

#### Література:

1. From 32 to 62 meters: the Rosenbauer aerial platform portfolio. URL: <https://www.rosenbauer.com/en/products/vehicles/aerials/aerial-platform>

# ВПРОВАДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА СТАНДАРТИЗАЦІЇ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ

**Комарова Г.Л., Лобойко М.О., Ковтун О.В., Устименко І.М.**

*Український державний університет залізничного транспорту, Харків*

Процеси глобалізації науково-освітнього простору та поглиблення економічної інтеграції України до європейської спільноти ставлять перед залізничною галуззю стратегічне завдання щодо докорінної ревізії методологічних підходів до технічного регулювання. В умовах гармонізації національної транспортної мережі із загальноєвропейською залізничною системою ключовим пріоритетом стає подолання нормативних бар'єрів. Це потребує системного переходу від застарілої моделі пасивного технічного контролю до проактивного управління якістю, що ґрунтується на міжнародних стандартах, ризикорієнтованому мисленні та інноваційних методах моніторингу життєвого циклу складних технічних систем [1].

Фундаментальною основою розбудови сучасної системи управління є імплементація галузевого стандарту ISO/TS 22163. Наукова новизна цього підходу полягає у зміщенні акцентів на інтегроване управління бізнес-процесами та ланцюгами постачання. На відміну від універсальних систем менеджменту, цей стандарт впроваджує жорсткі вимоги до параметрів RAMS (надійність, готовність, ремонтпридатність, безпека) та аналізу LCC (вартість життєвого циклу). Такий підхід дозволяє не лише мінімізувати ризики виникнення раптових відмов у дорозі, а й забезпечити високу економічну ефективність експлуатації рухомого складу протягом усього терміну його служби. Важливим аспектом тут виступає управління конфігурацією та змінами, що гарантує цілісність технічної документації та відповідність виробу встановленим вимогам безпеки на всіх етапах – від проектування до утилізації [2].

Важливою науково-технічною проблемою в контексті євроінтеграції залишається забезпечення інтеоперабельності – здатності залізничної системи гарантувати безпечний та безперервний рух поїздів через державні кордони без технічних зупинок для зміни обладнання. Реалізація цієї концепції потребує впровадження Технічних специфікацій інтеоперабельності (TSI), які детально регламентують параметри ключових підсистем: інфраструктури, енергозабезпечення, а також систем контролю та управління. Науковий пошук у цьому напрямі має бути спрямований на розробку технічних рішень, здатних адаптувати

європейські вимоги до специфіки мережі колії 1520 мм. Зокрема, критичне значення має впровадження європейської системи управління залізничним рухом (ERTMS), яка уніфікує протоколи зв'язку між бортовим комп'ютером локомотива та колійними пристроями, забезпечуючи автоматизацію контролю швидкості та дотримання графіку руху [3].

Інноваційний вектор розвитку якості нерозривно пов'язаний із цифровою трансформацією процедур оцінки відповідності та експлуатаційного нагляду. Концепція «Smart Railway» передбачає активне використання предиктивної аналітики та створення «цифрових двійників» (Digital Twins). Застосування технологій великих даних (Big Data) та промислового інтернету речей (IIoT) дозволяє відійти від жорстких графіків планово-попереджувальних ремонтів на користь стандартизації процесів обслуговування за фактичним технічним станом. Це не лише знижує витрати на утримання активів, а й радикально підвищує точність моніторингу, дозволяючи впроваджувати автоматизовані системи сертифікації в режимі реального часу. Таким чином, якість стає керованим динамічним параметром, що базується на об'єктивних даних датчиків, а не на статистичних усередненнях [4].

Процес сертифікації на транспорті в умовах глобалізації вимагає повної прозорості та міжнародного визнання результатів національних випробувань. Це передбачає акредитацію вітчизняних випробувальних центрів за міжнародними стандартами та їх поступову інтеграцію в європейську систему органів оцінки відповідності (Notified Bodies). Такий підхід усуває технічні та адміністративні бар'єри для українських виробників, відкриваючи доступ до глобальних ринків. Синергія між академічними дослідженнями, освітніми програмами та виробничою практикою є єдиною запорукою створення стійкої транспортної системи, де кожен вузол відповідає принципам функціональної безпеки та екологічної сумісності.

Підсумовуючи проведене дослідження, слід підкреслити, що впровадження комплексної системи управління якістю та стандартизації є стратегічним фундаментом для трансформації залізничного транспорту України в органічну частину єдиного європейського простору. Перехід на міжнародні стандарти серії «Railway applications» та вимоги TSI дозволяє сформуванню прозоре середовище для залучення інвестицій, де якість продукції підтверджується об'єктивними метриками надійності.

Перспективи подальших розробок лежать у площині повної діджиталізації сертифікаційних процедур та створенні загальнонаціональної платформи даних про стан залізничних активів. Це дозволить

Україні не лише інтегруватися в існуючі логістичні ланцюги, а й стати активним учасником формування нових глобальних стандартів у сфері розумного та безпечного транспорту. Тільки через гармонійне поєднання суворих міжнародних регламентів із гнучкими інноваційними ІТ-рішеннями можливо забезпечити сталий розвиток та конкурентоспроможність залізничної галузі в довгостроковій перспективі.

#### **Література:**

1. Про залізничний транспорт : Закон України від 04.07.1996 р. № 273/96-ВР. Редакція від 01.01.2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/273/96-вр> (дата звернення: 20.12.2025).
2. ISO/TS 22163:2017. Railway applications — Quality management system — Business management system requirements for rail organizations: ISO 9001:2015 and particular requirements for application in the rail sector. Geneva : International Organization for Standardization, 2017. 68 p. URL: <https://www.iso.org/standard/72565.html>.
3. Directive (EU) 2016/797 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on the interoperability of the rail system within the European Union. Official Journal of the European Union. 2016. L 138. P. 44–101. URL: <http://data.europa.eu/eli/dir/2016/797/oj>.
4. Commission Regulation (EU) No 1299/2014 of 18 November 2014 on the technical specifications for interoperability relating to the ‘infrastructure’ subsystem of the rail system in the European Union. URL: <http://data.europa.eu/eli/reg/2014/1299/oj>.
5. EN 50126-1:2017. Railway Applications - The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS). Part 1: Generic RAMS Process. Brussels : CENELEC, 2017. 91 p.

## **ІНСТРУМЕНТАРІЙ ПРОГНОЗУВАННЯ МОБІЛЬНОСТІ МЕШКАНЦІВ У МАСШТАБАХ МІСЬКИХ АГЛОМЕРАЦІЙ**

**Лазаренко В.Д., Мороз О.В.**

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

Переміщення населення є ключовою складовою функціонування будь-якої транспортної системи. Для ефективного планування міського транспорту, проектування нових магістралей та оптимізації маршрутної мережі необхідно здійснювати точне прогнозування обсягів,

напрямоків та часових характеристик поїздок населення. Переваги і недоліки даних методів зведені в табл.1.

Таблиця 1

Методи прогнозування переміщень населення

Метод	Переваги	Недоліки
Статистичний	Доступність даних, простота застосування	Може не враховувати сучасні тенденції мобільності
Гравітаційна модель	Добре описує між-районні потоки	Потребує калібрування коефіцієнтів
Матриця кореспонденцій	Точність прогнозу на основі реальних даних	Висока вартість опитувань
Імітаційне моделювання	Моделювання складних сценаріїв	Високі вимоги до програмного забезпечення
Машинне навчання	Використання Big Data, висока точність	Необхідність великих масивів даних

Для цих цілей використовуються різноманітні методи прогнозування мобільності, кожен із яких має специфічні особливості, переваги та сфери застосування. Нижче наведено основні підходи, що застосовуються у сучасній транспортній аналітиці:

1. *Статистичні методи* – використання демографічних показників, переписів населення, опитувань щодо поїздок.

2. *Гравітаційні моделі* – кількість поїздок між районами про-

$$T_{ij} = \frac{K(P_i P_j)}{d_{ij}^2}$$

порційна населенню та обернено пропорційна відстані:

де  $T_{ij}$  – кількість поїздок між районами  $i$  та  $j$ ,  $P_i$ ,  $P_j$  – чисельність населення в районах,  $d_{ij}$  – відстань між ними,  $K$  – коефіцієнт пропорційності.

3. *Моделі матриці кореспонденцій* – формують транспортні схеми на основі опитувань та GPS-даних.

4. *Імітаційне моделювання* (PTV VISUM, MATSim) – прогноз поїздок у великих містах з урахуванням видів транспорту.

5. *Методи машинного навчання* – аналіз Big Data (мобільні оператори, GPS-навігатори, транспортні карти).

Висновки. Прогнозування переміщень населення є елементом розвитку транспортної системи та міської інфраструктури. Найбільш ефективними є інтегровані підходи, що поєднують статистичний аналіз, моделювання та технології Big Data. Використання результатів таких прогнозів дозволяє підвищити ефективність транспортних витрат та рівень мобільності населення.

#### Література:

1. Rodrigue J.-P. *The Geography of Transport Systems*. Routledge, 2020.
2. Moroz, O.V., Moroz, M.M., 2014. Specific features of city public transport financing (Kremenchuk case study). *Actual Problems of Economics*, 160 (1), pp. 239–246.
3. Moroz M. M., Korol S. O., Boiko Y. O. Social traffic monitoring in the city of Kremenchuk / M. M. Moroz, S. O. Korol, Y. O. Boiko // *Actual Problems of Economics. Aktualni Problemy Ekonomiki*. – К. – 2016. – № 1 (175). – С. 385 – 398.
4. Мороз М.М. Удосконалення транспортної системи пасажирських перевезень м. Кременчук. Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Вип. 2 (41). – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – С. 156–164.
5. Ortúzar J. de D., Willumsen L. *Modelling Transport*. Wiley, 2011.
6. Мороз М.М. Шляхи вдосконалення пасажирських перевезень транспортом загального користування. Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. – 2015. – Вип. 28. – С. 57-63.
7. Дмитрієв М.М., Мороз М.М. Основні напрями вдосконалення міських пасажирських перевезень м. Кременчук. Управління проектами, системний аналіз і логістика, Вип. 10, с. 58-62, 2012.
8. Мороз М.М. Розробка заходів удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту м. Кременчук на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал. –2015. – № 2 (219). – С. 44–49.
9. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2014. – №5. – С. 108–111.
10. PTV Group. VISUM – Transport Planning Software. – <https://www.ptvgroup.com>
11. Мороз М.М., Чапенко О.С. Визначення структури рухомого складу для пасажирських перевезень м. Кременчука. Вісник КДПУ. Кременчук. 2009. Вип. 5. – С. 58-60.
12. Лаврик В.В., Кузєв І.О., Мороз М.М. Підвищення ефективності міського транспорту загального користування за рахунок створення об'єднаних підприємств / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improv-

- ing the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 34-36.
13. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – Випуск 6 (1). – С. 71-75.
  14. Мороз М., Норцов О., Кальянов В. Підвищення ефективності системи міських пасажирських перевезень шляхом удосконалення розкладу руху транспортних засобів / Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». Кропивницький: ЦНТУ. – 2021. – С. 95.
  15. UN-Habitat. Urban Mobility and Transport. Nairobi, 2021.
  16. Загорянский В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В. Якість та контроль транспортного процесу (вантажні та пасажирські автомобільні перевезення): навч. посібник. Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2023. 138 с.
  17. Moroz M.M., Khorolskyi V.L., Moroz O.V., Herasymchuk V.V., Vasytkovska K.V. Organization and provision of buses operation on the route taking into account the expenditures of participants of the transportation process / (2018) International Journal of Engineering and Technology (UAE). – 7 (4.3). – pp. 206-210.
  18. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук (2024) Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). – С. 197-204. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.197-204](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.197-204)
  19. Міністерство розвитку громад та територій України. Методика транспортного моделювання. Київ, 2020.
  20. Огар О. М., Мороз М. М., Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. Інтелектуальні транспортні технології : тези доповідей 3-ї міжнар. наук.-техн. конф. (22-23 листопада 2022 р.). – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – С. 169–170.
  21. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Bad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталій розвиток транспортних систем: наука і практика: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., 25–26 листоп. 2024 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ ПРИМИКАННЯ З ПІД'ЇЗНИМИ КОЛІЯМИ ПІДПРИЄМСТВ У СИСТЕМІ ПОВАГОННИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

**Ломотько Д.В., Кудряшов Д.В.**

*Український державний університет залізничного транспорту*

Вантажні залізничні перевезення є базовою складовою транспортно-логістичного забезпечення промисловості та аграрного сектору економіки. У структурі повагонних перевезень особливе місце займають під'їзні колії підприємств, на яких виконуються основні операції з навантаження, вивантаження та внутрішнього переміщення вагонів. У зоні взаємодії станцій примикання з під'їзними коліями формується до 40% часу обороту вагона, що безпосередньо впливає на ефективність перевізного процесу.

Сучасні умови функціонування транспортної галузі характеризуються зростанням вимог до ритмічності, надійності та безпеки вантажних перевезень. За цих умов традиційні підходи до організації взаємодії станцій і під'їзних колій, що базуються переважно на оперативних диспетчерських рішеннях, не забезпечують необхідного рівня ефективності процесів.

Актуальність удосконалення технології взаємодії станцій примикання з під'їзними коліями підприємств зумовлена тим, що основні експлуатаційні втрати при повагонних перевезеннях виникають саме у зоні виконання маневрових і вантажних операцій. За результатами досліджень встановлено, що понад 90 % вантажних операцій виконується на під'їзних коліях, при цьому час перебування вагонів у зоні незагального користування має тенденцію до зростання [2].

Неритмічність подачі та забирання вагонів, недостатня узгодженість з виробничими циклами підприємств, обмеженість маневрових ресурсів і відсутність формалізованих регламентів взаємодії призводять до накопичення рухомого складу, повторних маневрових пересувань і зростання непродуктивних простоїв. Порушення термінів обслуговування під'їзних колій супроводжується фінансово-правовими ризиками, пов'язаними зі штрафними санкціями та претензійною роботою, що збільшує транспортну складову у собівартості продукції [3].

У сучасних дослідженнях підкреслюється, що під'їзні колії є ключовим елементом виробничо-транспортних логістичних ланцюгів,

а підвищення ефективності їх функціонування можливе лише за умови формалізації та узгодження технологічних процесів у системі «станція примикання – під'їзна колія – підприємство».

Взаємодію станції примикання з під'їзною колією підприємства доцільно розглядати як складний технологічний процес, що включає сукупність послідовних операцій з очікування подачі, виконання маневрових пересувань, перебування вагонів під вантажними операціями та їх подальшого забирання. Для кількісної оцінки ефективності цієї взаємодії сумарний час перебування вагона у зоні обслуговування може бути поданий у вигляді:

$$T_{\text{в}} = T_{\text{оч}} + T_n + T_m + T_n + T_3, \quad (1)$$

де  $T_{\text{оч}}$  – час очікування подачі вагонів на станції примикання;

$T_n$  – тривалість подачі вагонів на під'їзну колію;

$T_m$  – час виконання маневрових операцій;

$T_n$  – час перебування вагонів під вантажними операціями;

$T_3$  – час очікування та виконання забирання вагонів.

Аналіз структури цього показника свідчить, що найбільш нестабільними є складові, пов'язані з очікуванням і маневровою роботою. Їх величина визначається переважно організаційними чинниками, а не технічними параметрами інфраструктури. Саме ці складові формують основний резерв скорочення обороту вагона без необхідності капітальних вкладень у інфраструктуру.

Система «станція примикання – під'їзна колія» належить до класу слабоформалізованих об'єктів управління, для яких характерні багатofакторність, наявність випадкових впливів і багатокритеріальність прийняття рішень [2, 4]. У таких умовах ефективність управління значною мірою залежить від рівня впорядкованості технологічних процедур і чіткого реглантування дій учасників перевізного процесу з використанням інформаційних технологій [1].

Удосконалення технології взаємодії пропонується здійснювати шляхом впровадження узгодженого планування подачі та забирання вагонів, яке враховує пропускну спроможність фронтів навантаження, можливості маневрового господарства та виробничі цикли

підприємств (рис. 1). Такий підхід враховує пропускну спроможність фронтів навантаження, можливості маневрового господарства та виробничі цикли підприємств.

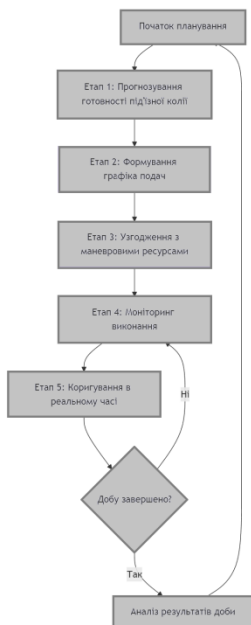


Рис. 1. Структурно-логістична схема узгодженого планування роботи під'їзної колії

Дослідження взаємодії сортувальних станцій з під'їзними коліями великих підприємств показують, що застосування логістичних і формалізованих підходів до управління дозволяє зменшити простой вагонів, скоротити кількість позапланових маневрових операцій і підвищити ритмічність роботи станцій примикання [4].

Впровадження запропонованої технології дозволяє досягти наступних показників: скорочення часу очікування подачі на 18-22%; зменшення кількості маневрових операцій на 15%; підвищення ритмічності обслуговування до 92%.

Запропонований підхід не потребує значних інфраструктурних змін і може бути реалізований у межах чинної технології роботи станцій примикання та під'їзних колій. Отримані результати доцільно

використовувати при розробленні технологічних регламентів обслуговування під'їзних колій підприємств, а також як методичну основу для подальших досліджень з удосконалення організації вантажних залізничних перевезень.

#### **Література:**

1. Антонів О. С. Метод управління роботою під'їзних колій вантажовласників в умовах розвитку інформаційних технологій на залізничному транспорті // Вісник Вінницького національного технічного університету. 2021.
2. Бутько Т. В., Ляшко О. В. Формалізація технології роботи залізничної станції з під'їзною колією на основі методів логістики // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. 2012. Вип. 133. С. 63–69.
3. Шаповал Г. В., Резниченко О. Ю. Вибір оптимальної стратегії взаємодії вантажної станції та під'їзних колій // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. 2014. Вип. 146. С. 71–75.
4. Шумик Д. В., Пелешко С. І., Стронська Н. І. Удосконалення взаємодії сортувальної станції та під'їзних колій великих публічних акціонерних товариств // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. 2016. Вип. 165. С. 232–240.

## **ДО ПИТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ СТРУМОПРИЙМАЧІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**Мацібора Ю.<sup>1</sup>ст.гр. ЗТБТ-21, Забіш І.<sup>2</sup> ст.гр. ПМ-2412,  
Баб'як М.<sup>1</sup>, Недужа Л.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Національний університет Львівська політехніка*

*<sup>2</sup>Український державний університет науки і технологій*

Підвищення вимог до безпеки [1, 2], екологічності та матеріаломісткості [3, 4] та енергоефективності [3, 5, 6] визначає сучасні тенденції розвитку транспортних систем.

У межах глобальної транспортної політики пріоритет надається впровадженню електрифікованих видів транспорту як альтернативи техніці з вуглеводневими викидами.

Процес електрифікації набув комплексного характеру та охоплює не лише залізничну галузь, комунальний електричний транспорт але й сучасний автомобільний транспорт.

Розробка і впровадження вантажних електричних автомобілів провідними автовиробниками створює передумови для оптимізації транспортної логістики та зменшення експлуатаційних витрат.

Ключовим критерієм ефективності функціонування транспортних систем традиційно залишається безпека руху, однак у сучасних умовах значну увагу приділяють екологічним аспектам та раціональному використанню енергоресурсів [6 - 8].



Рис. 1. Струмopриймачі різних типів рухомого складу  
а – електричні локомотиви; б – трамвайні вагони; в – автомобілі

Усі ці вимоги є актуальними як для класичних видів електричного транспорту залізниць (рис. 1, а), комунального електричного транспорту, у тому числі швидкісних трамвайних вагонів (рис. 1, б), так і для сучасних автомобільних електрифікованих систем (рис. 1, в) [9, 10].

Спільною технічною особливістю зазначених транспортних засобів є використання струмоприймачів різних типів для передачі електричної енергії від контактної мережі до тягового обладнання транспортного засобу.

Найпоширенішим типом таких пристроїв є пантографні струмоприймачі, що утворюють багатоланкові механічні системи.

Для вантажних електровозів постійного струму характерним є застосування симетричних пантографів (рис. 2, а), оскільки режими роботи таких тягових електричних апаратів передбачають взаємодію з контактною мережею постійного струму напругою 3000 В та електричним струмом порядку 2500 А.

У більшості випадків на сучасних транспортних засобах уже використовують асиметричні конструкції (рис. 2, б) струмоприймачів, які мають інші динамічні властивості.



Рис. 2. Струмоприймачі пантографного типу:  
а – симетричні; б – асиметричні

Взаємодія струмоприймачів з контактною підвіскою є складним динамічним процесом із практично нескінченною кількістю ступенів свободи.

У процесі руху транспортного засобу вздовж мережі контактних дротів змінюються параметри маси, жорсткості та сил тертя обох взаємодіючих елементів.

Додаткову складність створює змінна висота контактного дроту, зумовлена нерівномірністю еластичних характеристик контактної підвіски в межах прольотів. Це призводить до коливань величини контактного натиску, що істотно впливає на зношування контактних елементів і довговічність струмомознімної системи.

У зв'язку з цим значну роль у дослідженні та вдосконаленні конструкцій пантографів відіграє математичне моделювання, яке дозволяє аналізувати кінематику і динаміку механізмів ще на етапі проектування.

Для розрахунку динамічних характеристик пантографних механізмів широко застосовуються енергетичні методи, у межах яких енергія та виконувана робота описуються через узагальнені координати переміщень.

Також використовується метод приведенної маси, що дозволяє апроксимувати складні багатоланкові системи еквівалентними масово-пружними моделями.

З метою зниження обчислювальної складності та підвищення ефективності проектних досліджень нами запропоновано модель механізму пантографа з двома ступенями свободи. Запропонований під-

хід, на відміну від традиційних моделей, забезпечує можливість оцінки впливу зовнішніх факторів із незначною похибкою.

Модель містить дві еквівалентні маси та одну еквівалентну пружину (рис. 3) і дозволяє визначати усереднені переміщення трьох основних ланок механізму.

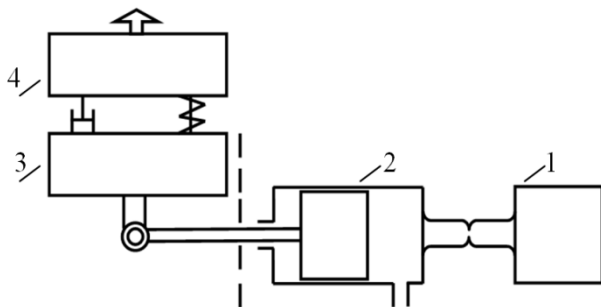


Рис. 3. Модель пантографа з двома ступенями свободи:

- 1 – пневматична частина електровоза (повітряний резервуар);
- 2 – пневматичний привід підняття пантографа (пневматичний циліндр)
- 3 – механічна конструкція рами пантографа (металеві труби);
- 4 – точка взаємодії елементів пантографа і контактного дроту (підпружинені контактні пластини, що притискаються до дроту)

Наведена модель за своєю конструкцією є спрощеною, оскільки розгалужений багатоланковий механізм замінений послідовністю чотирьохланкового ланцюга.

Кількість важільних механізмів зменшена за рахунок об'єднання їх у третій ланці. Велика кількість еквівалентних пружин, які враховують пружність системи в цілому, були зведені до однієї еквівалентної пружини в четвертій ланці.

#### Література:

1. Андрішак В., Сенченко І., Баб'як М., Недужа Л. Удосконалення ремонту обладнання модернізованих електропоїздів в умовах депо. Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи: збірник наукових праць конференції. – Київ: СНУ ім. В. Даля, 2024. – С. 34-38.
2. Баб'як М.; Калівода Я.; Недужа Л. Дослідження роботи струмоприймача як елемента рухомого складу. Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту [Текст]: матеріали 82 Міжнародної науково-практичної конференції, 20-21 квітня 2023 р. – С. 72-73.

3. Баб'як, М.; Недужа, Л. Особливості використання рухомого складу для перевезень в сучасних умовах. Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту [Текст]: матеріали 82 Міжнародної науково-практичної конференції, 20-21 квітня 2023 р. – С. 74-75.
4. Зеленько Ю. В., Зеленько Д. М., Недужа Л. О. Вивчення негативного впливу нафтопродуктів на металеві елементи залізничної інфраструктури. Наука та прогрес транспорту. 2020. № 5(89). С. 105–115. doi: <https://doi.org/10.15802/stp2020/218353>
5. Зеленько Ю. В., Зеленько Д. М., Недужа Л. О. Вплив корозії на елементи залізничної інфраструктури. Вісник сертифікації залізничного транспорту. – Дніпро: Вид-во ДП «ДОСЗТ», 2020. № 6(64). – С. 34–38.
6. Марценюк Л. В, Недужа Л. О., Олицька Л. О. Туристичні залізничні подорожі: Частина I. Вісник сертифікації залізничного транспорту. – Дніпро: Вид-во ДП «ДОСЗТ», 2021. № 03(67). – С. 16–21.
7. Марценюк Л. В., Марценюк М. М., Недужа Л. О. Туристичні залізничні подорожі: Частина II. Вісник сертифікації залізничного транспорту. – Дніпро: Вид-во ДП «ДОСЗТ», 2021. № 04(68). – С. 5–10.
8. Марценюк Л., Марценюк М., Гроза Є., Недужа Л. Туристичні залізничні подорожі: Частина III. Вісник сертифікації залізничного транспорту. – Дніпро: Вид-во ДП «ДОСЗТ», 2021. № 05(69). – С. 5–10.
9. Дубінчик О.І., Недужа Л.О. Обґрунтування напружено-деформованого стану пального фундаменту з використанням програмних комплексів. Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика. 2021. Випуск 20. С. 13-18. DOI: 10.15802/bitrp2021/245247.
10. Małkowski P., Kamiński P., Neduzha L. Mobile working platform unit as a mean for improvement of safety and convenience of emergency shaft works. Mining Machines, 2021, Vol. 39 Issue 4, pp. 2-11. <https://doi.org/10.32056/KOMAG2021.4.1>

## **СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТОВАРОЗНАВСТВА В УКРАЇНІ У ВОЄННИЙ ПЕРІОД**

**Мащенко М.А., Шапран Є.М., Білоцерківський О.Б., Соснов І.І.**  
*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*

Товарознавство – це прикладна наукова дисципліна, що вивчає споживчі властивості товарів, їхню якість, стандартизацію та життєвий цикл у процесі виробництва, обігу й споживання. Воно є важливою складовою ринкової економіки, оскільки забезпечує оцінку якості та

безпеки продукції для задоволення потреб населення та підтримки конкурентоспроможності підприємств на ринку [1].

Актуальність проблеми визначається тим, що повномасштабна військова агресія проти України створила нові виклики для вітчизняного ринку товарів, логістичних ланцюгів і споживчої поведінки, що безпосередньо впливає на розвиток товарознавства.

Війна значно вплинула не тільки на економіку України, а й на товарні ринки, призвела до значних змін у логістиці й обігу товарів. Через руйнування інфраструктури та порушення шляхів постачань підприємства були змушені швидко адаптуватися до нових умов. Зокрема, виробництво та обіг деяких товарів знизилися, що потребує нових підходів до оцінки якості, споживчого попиту та стандартів. Економічна нестабільність та військові дії спричинили зміни в споживчих уподобаннях, що вимагає адаптації асортиментної політики підприємств та методів оцінки товарів. Крім того, зростає значущість товарної експертизи, у тому числі для критично важливих товарів, посилюється роль підтвердження безпечності продукції, а також контролю за дотриманням вимог маркування та умов зберігання в нестабільних логістичних сценаріях [2].

В умовах війни виникли такі проблеми розвитку товарознавства. По-перше, обмеження наукової діяльності та матеріальних ресурсів – військові дії вплинули на наукову інфраструктуру України, адже за оцінками ЮНЕСКО постраждали або були зруйновані понад 1400 наукових об'єктів, що призвело до відселення науковців і втрати обладнання. Це ускладнює проведення повноцінних товарознавчих досліджень. По-друге, ускладнення імпорту і стандартизації товарів – через воєнні дії імпорт товарів став складнішим, що вплинуло на стандартизацію та доступність сертифікаційних процедур. Це створює виклики для фахівців у сфері товарознавства, оскільки необхідно адаптувати стандарти до нових умов і знайти баланс між доступністю товарів та вимогами до їхньої якості. По-третє, підвищення ризиків товарних фальсифікацій і нерівномірності якості в умовах дефіцитів та появи «паралельних» каналів збуту. Це актуалізує ризик-орієнтований підхід до контролю якості: пріоритизацію показників безпечності, застосування прискорених методів ідентифікації, а також розширення інструментів простежуваності для підтвердження походження і руху товарів [3-4].

Тому, на нашу думку, перспективами розвитку товарознавства в Україні є:

1. Використання інновацій та цифрових технологій: одним із ключових напрямків подальшого розвитку є впровадження штучного інтелекту, Big Data (великих даних) тощо для підвищення ефективнос-

ті оцінки якості товарів і відстеження їх походження. Це дозволить скоротити витрати на перевірку та підвищити рівень прозорості на ринку. Практично важливими є цифрові реєстри сертифікації, електронні «паспорти» продукції, інструменти аналізу скарг і повернень, моніторинг якості в режимі близькому до реального часу, що дає змогу швидше реагувати на критичні відхилення показників.

2. Інтеграція зі світовими стандартами: у перспективі товарознавство в Україні має адаптувати свої стандарти до міжнародних і європейських з урахуванням вимог до безпечності, маркування, оцінювання відповідності та простежуваності, що сприятиме виходу українських товарів на західні ринки та підвищенню їх конкурентоспроможності. Зміни у світовій торгівлі, викликані війною, підтверджують потребу адаптації національних стандартів до вимог міжнародного ринку.

3. Посилення методології оцінювання якості в координатах сталого розвитку: аналіз повного життєвого циклу товарів, урахування екологічних параметрів упаковки, ресурсоефективності та придатності пакувальних матеріалів до повторного використання та перероблення після споживання відповідно до вимог європейського ринку. Для українських виробників, орієнтованих на країни ЄС, це означає потребу інтеграції показників екологічності та безпечності пакувальних матеріалів у систему товарознавчої експертизи та стандартів, що підвищує довіру до вітчизняної продукції та зменшує нетарифні бар'єри.

4. Вдосконалення товарознавчої освіти та підготовка висококваліфікованих фахівців: освітні програми закладів вищої освіти України мають відповідати сучасним викликам, зокрема зміцненню компетентностей у сфері контролю якості, сертифікації та цифрової аналітики. Це сприятиме підготовці фахівців, здатних ефективно працювати в умовах нових ринкових викликів.

Таким чином, можна зробити наступні висновки: товарознавство в Україні залишається важливою галуззю науки, що забезпечує оцінку якості та безпеки товарів, стандартизацію та конкурентоспроможність продукції на ринку; військова агресія проти України призвела до суттєвих змін у кон'юнктурі товарних ринків, логістиці товарів та споживчій поведінці, що потребує адаптації методів товарознавства; перспективи розвитку дисципліни пов'язані із впровадженням цифрових технологій та міжнародних стандартів, а також адаптацією освітніх програм до сучасних ринкових потреб. Практичне значення запропонованих підходів полягає у підвищенні стійкості товарних ринків та ефективності управлінських рішень щодо якості та асортименту товарів, контролю безпечності та доступу української продукції на зовнішні ринки.

### **Література:**

1. Васюта В.Б., Пузак В.В., Лашко І.М. Основні напрямки розвитку сучасного товарознавства. Галицький економічний вісник. 2022. № 1 (74). С. 152-157. DOI: [https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk\\_tntu2022.01.152](https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2022.01.152).
2. Тур О.В., Ляшевська В.І., Куц Н.В. Тенденції формування товарного експорту України в умовах військової агресії. Проблеми сучасних трансформацій. Серія: Економіка та управління. 2024. № 16. DOI: <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2024-16-03-06>.
3. Сігасва Т.Є. Сучасні тенденції в товарознавстві в умовах війни. Науковий журнал «Бізнес Навігатор». 2025. № 2 (79). С. 354-357. DOI: <https://doi.org/10.32782/business-navigator.79-58>.
4. Бабух І.Б. Ключові системні проблеми формування та розвитку сучасного товарознавства як науки. Економіка і регіон. 2025. № 2 (97). С. 28-34. DOI: [https://doi.org/10.26906/EiR.2025.2\(97\).3784](https://doi.org/10.26906/EiR.2025.2(97).3784).

## **МЕТОДИКА ВИБОРУ ЗАХОДУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МІЖНАРОДНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДЛЯ КОМПАНІЇ**

**Миронов Б.О., Клецька О.В.**

*ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»*

При складних завданнях або нових викликах необхідно точно і повно поставити завдання для визначення заходу по підвищенню ефективності пасажирських перевезень. Для цього необхідно мати великий об'єм інформації по темі дослідження. Необхідно визначити множини раціональних варіантів і на їх основі по вибраному критерію вибрати оптимальний захід. Всі ці роботи відносяться і до інших стадій при прийнятті рішення по вибору раціонального заходу. Технологія ухвалення раціонального рішення при наявності багатофакторних параметрів може бути різною. В загальному дана технологія по прийняттю рішення по вибору заходу по підвищенню ефективності пасажирських перевезень в міжнародному сполученні представлена на рис. 1.

При виборі заходу необхідно використовувати гнучкий критерій, на відміну від класичних критеріїв. Сам процес вибору оптимального заходу необхідно звести до розрахунків і отриманні якогось числового значення, які можна буде порівнювати і знаходити кращий.

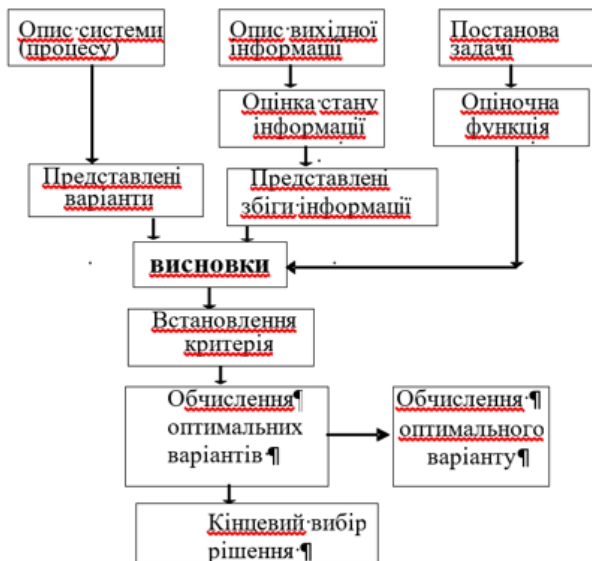


Рис. 1. Процедура вибору заходу для підвищення ефективності пасажирських перевезень

Для вибору заходу підвищення ефективності пасажирських перевезень на першому етапі доцільно використовувати ітераційні методи. При цьому на першому етапі виконують попередню дискретизацію і визначають рішення в першому наближенні. На другому етапі вже формулюють ряд більш точно дискредитованих альтернатив, і поступово наближують до раціонального значення.

Характеристики міжнародних пасажирських перевезень мають різну природу і тому їх неможливо порівняти. Для вирішення цієї проблеми визначають значимість характеристики з використанням експертних методів.

Сума рангів  $S_N$ , при ранжируванні експертними методами  $n$  характеристик буде рівна сумі чисел натурального ряду і буде визначатися за формулою,

$$S_N = \sum_{i=1}^n x_i = \frac{n(n+1)}{2}, \quad (1)$$

де  $i$  – характеристика;  $n$  – число характеристик;

Спочатку для кожної характеристики розраховують суму рангів, яку отримано від всіх експертів за формулою,

$$S_{ij} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij}, \quad (2)$$

де  $x_{ij}$  – оцінка фактору  $i$ , дана експертом  $j$ ;  $m$  – число експертів.

Після цього, виходячи із цієї величини встановлюють результуючий ранг для кожної характеристики. Найвищий ранг присвоюють характеристиці, що має найменшу суму рангів, і, навпаки, характеристиці, яка отримала найбільшу суму рангів, присвоюють найнижчий ранг  $N$ . Інші характеристики упорядковують у відповідності до значень суми рангів відносно характеристики, якій присвоєно перший ранг.

#### **Література:**

1. Теорія прийняття рішень : підручник / за заг. ред. Бутка М. П. – К. : Центр учбової літератури, 2015. – 360 с.
2. Кульчицька Х. Б. Застосування методу аналізу ієрархій при виборі проекту в поліграфії / Х. Б. Кульчицька, Л. С. Предко // Поліграфія і видавнича справа. – 2018. – № 1(75). – С. 51–60.

## **ЕНЕРГОРЕСУРСНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ЯК ДРАЙВЕР СТАЛОГО РОЗВИТКУ АВІАЦІЙНОЇ ГАЛУЗІ**

**Мірошниченко І.С.**

*Українська державна льотна академія*

Сучасна авіаційна галузь характеризується високим рівнем енергоспоживання, що зумовлено інтенсивним використанням паливно-енергетичних ресурсів, складністю технологічних процесів та потребою в забезпеченні безперервної роботи авіаційної інфраструктури. У цих умовах ключовим завданням стає впровадження ефективних підходів до менеджменту енергоресурсів, які дозволяють оптимізувати виробничо-технічні процеси, скоротити витрати та підвищити екологічну ефективність діяльності авіапідприємств.

Крім того, раціональне використання енергоресурсів сприяє не лише економії коштів, але й зменшенню негативного впливу на довкілля, що є критичною умовою сталого розвитку авіаційної галузі [1]. З огляду на це, формування ефективних систем енергоменеджменту, впровадження цифрових технологій контролю та оптимізації енергоспоживання набувають особливої актуальності. На рис. 1 подано узагальнену схему, що відображає основні напрями підвищення енергоефективності авіапідприємств, які забезпечують їх сталий розвиток та оптимізацію використання енергоресурсів.

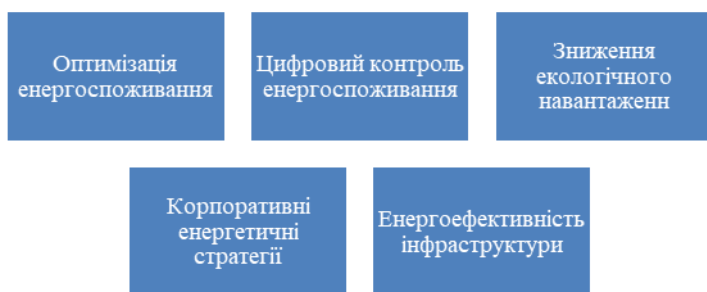


Рис. 1. Ключові складові енергоменеджменту у сталому розвитку авіації [1], [2], [3], [4]

Як видно з рис. 1, підвищення енергоефективності авіапідприємств досягається через комплексний підхід, що включає оптимізацію енергоспоживання, впровадження цифрових технологій моніторингу та управління, модернізацію інфраструктури та технічних засобів, а також стратегічне планування та інтеграцію енергоменеджменту в усі процеси діяльності. Такий системний підхід дозволяє одночасно зменшити експлуатаційні витрати, підвищити продуктивність і забезпечити відповідність сучасним екологічним стандартам, що є ключовим фактором сталого розвитку авіаційної галузі.

Отже, енергоресурсний менеджмент є ключовим чинником сталого розвитку авіаційної галузі в умовах глобальних економічних, технологічних та екологічних змін. Системний підхід до управління енерговитратами дозволяє оптимізувати технологічні процеси, зменшити експлуатаційні витрати та відповідати міжнародним стандартам енергоефективності. Використання інноваційних технологій, цифрових систем моніторингу та вдосконалення організаційних механізмів управління сприяє підвищенню якості управлінських рішень і зміцненню конкурентних позицій авіапідприємств. Таким чином, ефективна сис-

тема енергоменеджменту стає необхідною умовою сталого розвитку галузі та її інтеграції у глобальні екологічні ініціативи.

#### **Література:**

1. Мірошніченко І.С. Баланс між безпекою та екологічністю в авіації. Пріоритетні напрями досліджень в науковій та освітній діяльності: проблеми та перспективи: Збірник тез доповідей V Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, м. Рівне, 23-24 жовтня 2025 р. Рівне: КЗВО «Рівненська медична академія». 2025. С. 247-248. URL: <https://drive.google.com/drive/folders/13LqBUcwEN1Xo0C3yswVGLO94IBvCRogn>
2. Мірошніченко І.С. Стратегічне управління вітчизняними авіаційними підприємствами в контексті євроінтеграційних пріоритетів. Актуальні проблеми теорії і практики менеджменту в контексті євроінтеграції: Збірник матеріалів XIV Міжнародної науково-практичної конференції 22 травня 2025 р. Рівне: НУВГП, 2025. С. 223-224. URL: [https://ep3.nuwm.edu.ua/31657/1/Збірник%20конференції%202025\\_Скрипчу\\_к\\_випр.pdf](https://ep3.nuwm.edu.ua/31657/1/Збірник%20конференції%202025_Скрипчу_к_випр.pdf)
3. Захарченко В.П., Соколова Н.П. Енергетичний менеджмент у системі керування аеропортом. Енергетика: економіка, технології, екологія: науковий журнал. 2017. № 2 (48). С. 42–51. URI: <http://energy.kpi.ua/article/view/111679>
4. Мірошніченко І.С. Проблеми використання штучного інтелекту для прийняття стратегічних рішень в авіаційній галузі. Наукові горизонти XXI століття: мультидисциплінарні дослідження: матеріали II Міжнародної наукової конференції (м. Ужгород, 6-7 травня 2025 року). Укладачі: О.П. Адамчо, Т.І. Гряділь. Ужгород: ДВНЗ «УжНУ», 2025. С. 246-249. URL: <https://drive.google.com/drive/folders/1bJzFJtq7NYMXXkHxobg-yQjuEwCjLP39>

## **ВПЛИВ МІГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ МОЛОДІ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ**

**Молоштан Д.В.**

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

Унаслідок запровадження воєнного стану та посилення глобалізаційних процесів транспортна система України переживає значні зміни та втрату стабільності. Одним із визначальних факторів цієї дестабілізації став масовий міграційний відтік населення, зокрема молоді у

віці до 22 років. Такі демографічні процеси породжують як тривалі соціально-економічні наслідки, так і безпосередньо впливають на роботу логістичних ланцюгів, стан інфраструктури та особливо на сферу пасажирських перевезень.

Вплив масштабної міграції чітко проявляється у зміні інтенсивності, напрямків і структури пасажирських потоків – як міжнародних, так і внутрішніх (міжобласних і міських). Динаміка цих змін може бути формалізована та виражена через показники перерозподілу пасажиропотоків, що дозволяє оцінити рівень трансформації транспортної системи та визначити необхідні заходи її адаптації і можна виразити через зміну пасажиропотоків:

$$Q_t = Q_0 - \Delta Q_{mig}, \quad (1)$$

де  $Q_t$  – обсяг внутрішнього пасажиропотоку;  $Q_0$  – початковий обсяг пасажиропотоку;  $\Delta Q_{mig}$  – зменшення внаслідок виїзду громадян.

Зменшення внутрішнього попиту на транспортні послуги супроводжується зростанням міжнародних перевезень:

$$Q_{int} = Q_{base} + \Delta Q_{mig}, \quad (2)$$

де  $Q_{int}$  – міжнародні пасажирські перевезення;  $Q_{base}$  – базовий обсяг міжнародних перевезень.

Таким чином, відбувається суттєвий перерозподіл транспортного попиту між внутрішнім та міжнародним секторами, що дозволяє виокремити такі прикладні аспекти:

1. Залізничні перевезення. Спостерігається зростання попиту на міжнародні напрямки (Київ–Перемишль, Львів–Хелм) та одночасне скорочення пасажиропотоку на внутрішніх маршрутах.

2. Автобусний транспорт. Збільшується кількість міжнародних рейсів у напрямку Польщі, Чехії та Німеччини, тоді як потреба в міжобласних перевезеннях помітно зменшується.

3. Авіаперевезення. Попри обмеження прямих рейсів, молодь активно використовує транзитні маршрути через Польщу, Румунію та Угорщину.

4. Міський транспорт. Знижується навантаження у студентських містах (Київ, Львів, Харків) і відповідно скорочується потреба у пільгових перевезеннях.

Крім того, масовий виїзд молоді за кордон спричиняє втрату значної частини трудового потенціалу. Саме вікова група до 22 років є базовою для первинного ринку праці у транспортній галузі: це майбутні водії, технічні спеціалісти, диспетчери та логісти.

Дисбаланс між попитом і пропозицією робочої сили у транспорті описується нерівністю:

$$D_w > S_w, \quad (3)$$

де  $D_w$  – попит на працівників у транспортній галузі;  $S_w$  – пропозиція робочої сили молодіжної категорії.

У результаті цих процесів спостерігаються такі негативні наслідки: дефіцит кваліфікованих кадрів, зростання рівня навантаження на наявний персонал, погіршення якості транспортних послуг та збільшення собівартості перевезень. Особливої актуальності набувають оптимізація транспортних процесів, розвиток транскордонної співпраці та формування дієвих програм із залучення та утримання молодих фахівців в Україні.

#### Література:

1. Закон України «Про транспорт» від 10.11.1994 № 232/94-ВР.
2. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабуа А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2014. – №5. – С. 108–111.
3. Мороз М.М. Розробка заходів удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту м. Кременчук на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал. –2015. – № 2 (219). – С. 44–49.
4. Moroz, M., Markevich A., Moroz O., Vasylykovskiy O. Results of Social-Transport Monitoring of Passenger Transportation Kremenchuk City / Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences, 2019, Col.2(33) 76-90.
5. Державна служба статистики України. Міграційні процеси в Україні: статистичний бюлетень. Київ, 2023.
6. Мороз М.М., Чапенко О.С. Визначення структури рухомого складу для пасажирських перевезень м. Кременчука / Вісник КДПУ.– Кременчук. – 2009.–Вип. 5. – С. 58-60.
7. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Король С.О. Оптимізація вантажних робіт і розміщення тарно-штучних вантажів в транспортних засобах і складах із застосуванням методів ергономіки і теорії систем / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 28–33.
8. Zahorianskyi V., Moroz M., Kovtsur K. Ergonomic and logistic ensuring the requirements for the comfort during the organization of passenger transportation in

- a small-capacity bus / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2024/311997>
9. Огар О. М., Мороз М. М., Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. Інтелектуальні транспортні технології. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – С. 169–170.
  10. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Bad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.
  11. European Commission. EU-Ukraine Solidarity Lanes. Brussels, 2023.
  12. Zahorianskyi V., Zahorianska O., Moroz M. and Moroz O. Development of a Model for Minimizing the Energy Costs of the Transport and Technological Complex, 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5.
  13. Мороз М., Загорянський В., Гайкова Т., Кузєв І. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі / Вісник Національного технічного університету «ХПІ». 2022. Випуск 1 (11). – С. 44-50.
  14. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В. Якість та контроль транспортного процесу (вантажні та пасажирські автомобільні перевезення): навч. посібник. Кременчук: 2023. 138 с.
  15. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В., Цимбал О. В. Удосконалення методики проектування контейнерного терміналу Вісник машинобудування та транспорту. №2(18), 2023. – С. 56-62.
  16. OECD/ITF. Transport and International Migration. Paris: OECD Publishing, 2021.
  17. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasytkovska K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6.
  18. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). – С. 197-204.

## ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОДІЇ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

**Мороз М.М.**

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

У реаліях воєнного стану транспортна система України функціонує в умовах підвищеної напруги та значних ризиків. Забезпечення узгодженої роботи всіх видів транспорту – автомобільного, залізничного, водного та авіаційного – стає ключовим фактором збереження стабільності логістичних ланцюгів, належного забезпечення оборонних потреб, підтримки економічних процесів і задоволення потреб населення.

Взаємодію між транспортними видами слід розглядати як інтегровану систему перерозподілу вантажних і пасажирських потоків, ефективність якої визначається оптимальним узгодженням маршрутів, пропускнуої спроможності та інфраструктури. Така система потребує оптимізації на основі критерію мінімізації загальних витрат і часу доставки:

$$F = \min \sum_{i=1}^n (C_i + \alpha T_i + \gamma R_i) \quad (1)$$

де  $C_i$  – експлуатаційні витрати перевізника;  $T_i$  – час доставки;  $R_i$  – ризики (військові загрози, руйнування інфраструктури);  $\alpha$ ,  $\gamma$  – коефіцієнти вагомості.

Отже, в умовах воєнного стану оптимізація транспортних процесів має базуватися не лише на принципах економічної ефективності, але й на врахуванні безпекових факторів.

Практичне застосування взаємодії видів транспорту передбачає:

1. Залізничний транспорт – головний засіб масових перевезень населення та вантажів, зокрема для евакуації, постачання військових підрозділів і забезпечення критичної інфраструктури.

2. Автомобільний транспорт – найгнучкіший елемент системи, що забезпечує доставку «останньої милі», транспортування гуманітарних вантажів і військових ресурсів.

3. Водний транспорт – функціонує в обмеженому режимі через блокування портів, проте зберігає стратегічне значення для експорту

зерна, перевезення пального та техніки (зокрема в межах «зернового коридору»).

4. Авіаційний транспорт – застосовується переважно у військових і стратегічних операціях, часто за підтримки міжнародних партнерів.

5. Мультиmodalні перевезення – формування альтернативних логістичних маршрутів (комбінації «залізниця + автомобіль», «авто + річковий транспорт»), створення тимчасових логістичних хабів для підвищення стійкості транспортної системи.

Висновки. Ефективна взаємодія різних видів транспорту в умовах воєнного стану потребує глибокої інтеграції інфраструктури, розбудови гнучких та альтернативних маршрутів постачання, а також впровадження цифрових систем моніторингу ризиків і координації перевезень. Важливим є й залучення міжнародних ресурсів та партнерств, що підсилюють стійкість логістичних ланцюгів. Українська транспортна система, спираючись на принципи адаптивності та системної стійкості, демонструє здатність забезпечувати результативну взаємодію транспорту навіть у надзвичайно складних і небезпечних умовах.

#### Література:

1. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць Центральнoукраїнський науковий вісник. Вип. № 9 (40). – С. 197-204.
2. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – 2016. – Випуск 6 (1). – С. 71-75.
3. Шраменко Н.Ю., Мороз М.М. Формування раціональної технології транспортно-експедиційного обслуговування вантажовласників у міському сполученні Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2015. – Вип. 2/2015 (91). – С. 69–73.
4. Левковець П.Р., Мороз М.М., Кобилецький Р.В. Удосконалення логістичного управління перевезень пасажирів Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського.– Випуск 6/2007 (47). – Частина 1. – С. 113-115.
5. Дмитрієв М.М., Мороз М.М. Основні напрями вдосконалення міських пасажирських перевезень м. Кременчук Управління проектами, системний аналіз і логістика, Вип. 10, с. 58-62, 2012.
6. European Commission. Solidarity Lanes: EU-Ukraine transport connection during wartime. Brussels, 2023.
7. Zahorianskyi V., Zahorianska O., Moroz M. and Moroz O. Development of a Model for Minimizing the Energy Costs of the Transport and Technological

- Complex, 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5.
8. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В. Якість та контроль транспортного процесу (вантажні та пасажирські автомобільні перевезення): навч. посібник. Кременчук: КрНУ імені Михайла Остроградського, 2023. 138 с.
  9. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В., Цимбал О. В. Удосконалення методики проектування контейнерного терміналу / Вісник машинобудування та транспорту. №2 (18), 2023. – С. 56-62.
  10. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / Вісник машинобудування та транспорту. №2(18), 2023. – С. 17-22.
  11. International Transport Forum (ITF). Resilient Transport in Conflict Zones: Policy Recommendations. Paris: OECD Publishing, 2022.
  12. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasytkivska K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6.
  13. Шведчикова І., Солошич І., Мороз М. Аналіз інноваційних фізичних методів неруйнівної діагностики для забезпечення екологічної безпеки на міському електротранспорті / (2024) Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 1/2024 (144). – С. 117-123. DOI <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.1.15>
  14. Мороз М. М., Загорянський В. Г., Гайкова Т. В., Солошич І. О., Загорянський О. В. Удосконалення взаємодії видів вантажного транспорту на кременчуцькому терміналі «Нібулон» при перевалці зернових вантажів / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 27. С. 4–10.
  15. Central European Transport Corridor Projects: Logistics Support for Ukraine. Warsaw, 2023.
  16. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Король С.О. Оптимізація вантажних робіт і розміщення тарно-штучних вантажів в транспортних засобах і складах із застосуванням методів ергономіки і теорії систем / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 28–33.
  17. Zahorianskyi V., Moroz M., Kovtsur K. Ergonomic and logistic ensuring the requirements for the comfort during the organization of passenger transportation in a small-capacity bus / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2024/311997>
  18. Shlisselberg R., Ben-Elia E. Emergency logistics and transport in Israel: Lessons for resilience. *Journal of Transport Geography*. 2019. Vol. 79. P. 1–11.
  19. Огар О. М., Мороз М. М., Кондратьєв І. В. Забезпечення безпеки сортувального процесу шляхом обґрунтування його ефективних параметрів. Інтелектуальні транспортні технології: тези 5-ої Міжнародної науково-технічної конференції. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – С. 273–274.
  20. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Bad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталій розвиток транспортних систем: наука і практика: зб.

## **КАРКАСНА БУДІВЛЯ АВТОСАЛОНУ З МЕТАЛЕВОЮ КРИВОЛІНІЙНОЮ ФЕРМОЮ В М. ДНІПРО**

**Мороз О.С., Симонов С.І.**

*Кафедра Архітектура ДВНЗ ПДТУ*

Місто Дніпро – один із найбільших адміністративних, промислових і транспортних центрів України, розташований у середній течії річки Дніпро на Придніпровській височині. Вигідне географічне положення визначає його роль як вузлового центру автомобільних і залізничних шляхів, що забезпечує швидке сполучення з усіма регіонами країни. Адміністративно територія міста входить до складу Дніпропетровської області та є обласним центром.

Будівельний майданчик для розміщення автосалону передбачено у західній частині міста, на території, яка згідно з генеральним планом м. Дніпро належить до зони громадської та житлової забудови. Площа ділянки становить 7251,1 м<sup>2</sup>.

Межування ділянки:

- з півночі – вулиця місцевого значення, що забезпечує під'їзд транспорту;

- зі сходу – територія об'єктів громадської забудови;

- з півдня – житлові квартали;

- із заходу – вільна територія перспективної забудови.

Ділянка має рівний рельєф, не заболочена і не підлягає підтопленню паводковими водами. Це створює сприятливі умови для закладання фундаментів та організації інженерних мереж.

Запроектована будівля автосалону вирішується як одноповерховий прямокутний об'єм у плані з розмірами в осях 18,0 × 29,92 м. Конструктивна схема – каркасна рамно-в'язева трипролітна, виконана зі сталевих профілів із вогнезахисним покриттям. Просторову жорсткість забезпечують поперечні та поздовжні в'язі. Основним архітектурно-конструктивним елементом виступає металева криволінійна ферма, що дозволяє перекивати значні прольоти без додаткових опор і формує сучасний виразний силует будівлі. Таким чином, адміністрати-

вно-географічне положення м. Дніпро та його кліматичні умови визначають необхідність застосування сучасних енергоощадних рішень, надійних металевих конструкцій і матеріалів з високими теплоізоляційними властивостями.

Аналіз об'єкта дозволив сформулювати уявлення про принципи архітектурно-планувальної організації, інженерного обладнання та технологічних процесів, що реалізуються у подібних комплексах. Проектна документація передбачає будівництво автосалону з функціональним поділом на зони: іміджеву, презентації автомобілів, консультаційну та аксесуарів. Кожна із зон вирішує конкретні завдання щодо презентації бренду, комфорту відвідувачів та оптимізації процесів продажу.

Планувальні рішення відповідають сучасним вимогам до організації виставкових площ і забезпечують ефективну демонстрацію автомобілів. Важливою складовою комплексу є адміністративно-побутовий корпус, у якому розміщено приміщення для керівництва, фахівців, бухгалтерії та інших служб. Планування будівлі спрямоване на створення належних умов праці персоналу, організацію побутових приміщень та забезпечення необхідного рівня комфорту.

Окремий блок займає будівля підготовки та фарбування автомобілів, де передбачено повний цикл робіт: рихтування, шпаклювання, ґрунтування, фарбування та сушка. Оснащення включає сучасні фарбувально-сушильні камери, вентиляційні та фільтраційні системи, а також пости для складальних робіт.

Технологічні рішення відповідають сучасним стандартам енергоефективності, безпеки та екологічності. Генеральний план передбачає раціональне зонування території з урахуванням інженерних мереж, транспортних під'їздів і благоустрою. Територія облаштовується асфальтобетонними проїздами, тротуарами з фігурних елементів мощення, підпірними стінками, газонами та декоративними насадженнями. Для безпеки передбачене огороження з профнастилу.

Узагальнюючи результати, можна зробити висновок, що проєктований автоцентр є сучасним об'єктом багатофункціонального призначення, у якому поєднано комерційну, адміністративну та сервісну складові. Використання сучасних технологій, матеріалів та обладнання забезпечує високий рівень функціональності, безпеки, комфорту і відповідає актуальним державним будівельним нормам України. Отриманий досвід сприяє закріпленню професійних навичок у сфері будівництва та проєктування об'єктів транспортної інфраструктури й сервісного обслуговування.

### Література:

1. Симонов С.І., Гаркуша В.С., Пузачова А.С., Годун Т.М., Сергієнко Ю.В. Післявоєнна відбудова Маріуполя за допомогою BIM-технологій на прикладі «Приазовського державного технічного університету. Нові технології в будівництві. Київ, 2023. № 43. С. 57-59.
2. 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. – Сєверодонецьк. – 2019. – С. 63–65.
3. Кириченко І. Різноманітність умов функціонування транспортних компаній / І. Кириченко, С. Ключев // Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи: збірник наукових праць конференції, 26 червня 2024 р. / відп. ред. Н.Б. Чернецька-Білецька. – Київ: СНУ ім. В. Даля, 2024. – С. 51–54.

## ВИКОРИСТАННЯ ПРОПУСКНОЇ ТА ПРОВІЗНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ЛІНІЙ

Нестеренко Г. І.<sup>1</sup>, Музикін М. І.<sup>2</sup>, Бібік С. І.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Український державний університет науки і технологій*

<sup>2</sup>*Університет митної справи та фінансів*

<sup>3</sup>*Національний транспортний університет*

Підвищення рівня експлуатаційної роботи залізниці пов'язане з вдосконаленням технології перевізного процесу та інтенсифікацією використання пропускної та провізної спроможності ліній. Провізна спроможність ліній значною мірою залежить від маси та швидкісного руху поїздів. Тим часом, темпи приросту маси поїзда сповільнилися.

Здебільшого збільшення перевезень здійснювалися підвищенням розмірів руху, що призвело до перенасиченості ділянок поїздами. Це не могло не позначитися негативно на основних якісних показниках експлуатаційної роботи, зокрема дільничної та технічної швидкості, обігу вагона, середньодобовому пробігу локомотивів. Для успішного освоєння приросту обсягу перевезень необхідно змінити співвідношення збільшення маси поїздів та підвищення розмірів руху, враховуючи, що на багатьох вирішальних напрямках подальше збільшення

розмірів руху поїздів ускладнено. Підвищення маси поїзда має знову стати вирішальним чинником освоєння зростаючого обсягу перевезень.

Стримують підвищення норм маси і довжини поїздів обмежена довжина станційних колій і серйозні недоліки в організації ремонту локомотивного парку, вагонів та утриманні колії. Недостатня і потужність існуючих серій локомотивів. На ряді найважливіших напрямків, де спостерігається брак пропускної та провізної спроможності, тяга – «лімітуюча» ланка у підвищенні маси поїздів. Реалізувати можливість підвищення маси поїздів можна, більш повно використовуючи існуючі довжини станційних колій, раціональні методи посилення тяги, впроваджуючи паралельні норми маси, вдосконалюючи технологію та організацію експлуатаційної роботи.

Про підвищення маси та довжини поїздів висловлюється багато думок, іноді протилежних. Одні борються за підвищення норм маси поїздів, не зважаючи на технічні можливості ділянок, станцій локомотивів, інші, навпаки, повністю або частково заперечують ефективність цього методу. У кожному окремому випадку підвищення маси та довжини поїзда, у тому числі, які перевищують довжину приймально-відправних колій станцій є комплексним завданням. Вже зараз на багатьох вантажнонапружених ділянках довжина поїздів перевищує довжину приймально-відправних колій. У розумних межах це технічно та технологічно обґрунтовано, якщо у графіку спеціально розроблені розклади для таких поїздів. [1, 2]

Очевидно, підвищення маси поїздів у ряді випадків викликає збільшення міжпоїзного інтервалу. Тому на ділянках з інтенсивним рухом можливо підвищувати масу в тому випадку, якщо збільшення провізної спроможності перекриє спричинену цим втрату пропускної спроможності. Аналогічно треба вирішувати питання і про застосування подвійної тяги та підштовхування, причому кратну тягу слід розглядати лише як тимчасовий захід. Найбільш перспективним та ефективним напрямком є секціонування локомотивів.

Основний критерій підвищення маси поїзда є ефективність і об'єктивна необхідність цього заходу. Перш за все потрібно відштовхуватися від даної структури вантажопотоку на конкретному напрямку або ділянці. Важливо вивчити можливості ведення поїздів, їх пропуску від станцій формування до станцій розформування без або з мінімальним числом переробок на шляху прямування залежно від засобів тяги, пропускної спроможності станцій та ділянок. Іноді ділянки обігу локомотивів знаходяться в межах двох-трьох і більше регіональних філій. На кожному напрямку, де норма маси поїзда уніфікована, є од-

на або кілька ділянок з найважчим профілем. І саме тут треба збільшити критичну норму маси, яка визначається тяговими можливостями локомотива.

Дослідження показали, що один з основних напрямків у розвитку транспорту в сучасних умовах – підвищення провізної спроможності ліній завдяки збільшенню маси поїздів до 6 тис. т, а з впровадженням восьмивісних вагонів і до 8..10 тис. т. Недостатня маса поїздів є однією з причин високого рівня заповнення пропускнуої спроможності багатьох ліній.

Важливе значення для інтенсифікації використання пропускнуої спроможності залізничної мережі має вдосконалення технології перевізного процесу. Це насамперед розробка та організація виконання графіка руху і плану формування поїздів: поліпшення диспетчерського керівництва експлуатаційною роботою; організація ритмічного руху поїздів у період ремонтно-колійних робіт; вдосконалення контролю за станом та дислокацією локомотивів та їх оперативного регулювання; поліпшення оперативного планування поїзної та місцевої роботи, а також широке впровадження автоматизованих систем управління для керівництва перевізним процесом у різних експлуатаційних умовах [3].

Нова технологія поїздної роботи відрізняється тим, що для пропуску довгосоставних поїздів потрібні подовжені колії тільки в приймально-відправних парках на станціях формування та розформування. Рух поїздів організований між великими сортувальними станціями з потужними струменями вагонопотоків, і формування їх не викликає додаткового часу на накопичення. При цьому поїзному диспетчеру необхідно планувати роботу в майбутню зміну так, щоб забезпечити встановлений графіком руху і технологічним процесом сортувальних станцій середньогодинний темп прибуття великовантажних поїздів. При згущенні поїздів на підходах до сортувальних станцій диспетчерський апарат вживає заходів до прискорення їх обробки та якнайшвидшого звільнення колій у парках прийому [3]. Щоб забезпечити ритмічну роботу та суворе виконання вимог безпеки руху на станціях, де обробляють такі поїзди, внесено зміни та доповнення до технологічних процесів та технічно-розпорядчих актів, розроблені та введені інструкції з прийому та відправлення великовагових та подовжених поїздів.

Нова система експлуатаційної роботи привела в дію великі резерви підвищення провізної спроможності ліній при мінімальних експлуатаційних витратах і без будь-яких додаткових капітальних вкладень. Все це не тільки прискорює доставку вантажів, а й вносить глибокі якісні зміни в саму систему експлуатаційної роботи та викорис-

тання технічних засобів: покращується виконання графіка руху поїздів, знижуються простой вагонів в очікуванні відправлення, підвищується ритмічність роботи ділянок та станцій.

#### Література:

1. Нестеренко Г. І., Музикін М. І., Бібік С. І., Шамрай З. В. Аналіз методів визначення пропускної спроможності залізничної мережі. Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті : тези доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції. Д.: ДНУЗТ, 2019. С. 104.
2. Музикін М. І., Музикіна С. І., Нестеренко Г. І. Дослідження пропускної спроможності сортувальної станції. Наука та прогрес транспорту. 2016. №2 (62). С. 47-60.
3. Nesterenko H. I., Bech P. V., Muzykin M. I., Avramenko S. I. Improvement of Supervisory Control of Train Movement by Means of Introduction of Operational Zones. Наука та прогрес транспорту. 2018. No 6 (78). С. 59–70. DOI: <https://doi.org/10.15802/stp2018/154060>

## АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОНОМНОГО ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ СУДНА ПІД ЧАС ВТРАТИ НАВІГАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ

Носов П.С.<sup>1</sup>, Сокол І.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Одеський національний морський університет,*

<sup>2</sup>*Херсонська державна морська академія*

Сучасне мореплавання перебуває у стані глибокої цифрової трансформації. Більшість операцій управління рухом суден базуються на електронних навігаційних системах – ECDIS, GPS, GNSS, AIS.

Водночас, зростання залежності від цифрової інфраструктури робить судна уразливими до кібератак, технічних збоїв і енергетичних blackout-сценаріїв.

Такі інциденти можуть призвести до втрати навігаційної інформації, спотворення географічних координат місця знаходження судна або повної недієздатності систем керування.

У зв'язку з цим особливої актуальності набуває питання створення резервних, автономних та захищених систем навігації, здатних забезпечити безперервне визначення географічних координат судна навіть у разі компрометації або недоступності електронних сигналів.

**Актуальність дослідження** зумовлена потребою створення інтегрованих рішень, що поєднують точність сучасних електронних систем із надійністю традиційних методів навігації. Такий підхід підвищує стійкість судна до технічних збоїв, забезпечує швидке перемикання між різними джерелами навігаційної інформації та гарантує безперервність і безпеку руху.

**Аналіз наукових джерел** [1-7] показує, що проблема забезпечення навігаційної стійкості судна у критичних умовах розглядається фрагментарно, охоплюючи окремі аспекти – від традиційних методів до сучасних систем позиціонування. Ряд робіт [8-11] досліджує навігаційну безпеку в умовах відмов обладнання чи blackout, зокрема використання програмних інструментів для моделювання та автономних способів визначення місця судна.

### **Мета дослідження**

Підвищити навігаційну стійкість судна в умовах кібератак і відмов електронного обладнання шляхом інтеграції традиційних методів морехідної астрономії з сучасними цифровими та алгоритмічними рішеннями.

### **Завдання дослідження**

1. Створити інструмент обчислення координат судна за допомогою секстанта на основі хмарних технологій (Google Sheets).

2. Реалізувати автономну картографічну систему на базі Python, яка дозволяє візуалізувати маршрут і визначати швидкість та курс без підключення до Інтернету.

### **Методологія та технічна реалізація**

#### *1. Астрономічний модуль.*

Розроблено хмарний програмний інструмент (Google-таблиці) для автоматизованих розрахунків координат судна на основі різночасних спостережень Сонця за допомогою секстанта.

- Виконує статистичну перевірку спостережень та автоматичне виявлення промахів у визначенні висот Сонця.
- Система враховує поправки (рефракцію, паралакс, індекс секстанта, висоту ока спостерігача тощо).
- Визначає обсервовані координати судна на підставі математичних моделей висотних ліній положення.

Такий підхід забезпечує достатню точність розрахунків і зменшує вплив людського фактору.

#### *2. Електронна система Dead Reckoning.*

На базі бібліотек *folium*, *geopy*, *ipywidgets* розроблено автономний програмний засіб, який:

- дозволяє вводити координати маршрутних точок;
- автоматично будує маршрут і обчислює швидкість судна та курс;
- відображає дані на інтерактивній карті;
- функціонує локально без доступу до Інтернету, використовуючи кешовані карти.

Програма є стійкою до зовнішніх впливів і може бути використана під час blackout або кібератак, що порушують роботу глобальних навігаційних систем.

### *3. Експериментальна перевірка.*

Модуль було протестовано та визначено, що похибка визначення географічних координат місця судна склала не більше ніж 5% від класичних обсервованих точок, що свідчить про надійність і точність алгоритму.

Запропоновано комплексне рішення для підвищення навігаційної стійкості суден у разі технічних і кібернетичних загроз.

Система поєднує традиційні астрономічні методи, автоматизовані обчислення та автономну електронну картографію, що дозволяє забезпечити безперервну, точну й незалежну навігацію навіть у критичних умовах.

Розроблені інструменти сприяють:

- мінімізації ризиків при відмовах обладнання;
- оперативному відновленню навігаційних функцій судна;
- підвищенню готовності екіпажу до дій в умовах кіберзагроз.

### **Література:**

1. Вільський Г. Б., & Надич М. М. Моделювання інформаційної безпеки судна. Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2011. (4), 149–153.
2. Мельник О. М., Щербина О. В., Корякін К. С., & Бурлаченко Д. А. Огляд та перспективи використання сучасних систем курсовказання на морських судах для забезпечення навігаційної безпеки. Судноводіння, 2022. 21(1), 13–22. <https://doi.org/10.33216/2222-3428-2021-21-13>.
3. Даки О. А., Урум Н. С., Федунов В. М., & Бажак О. В. Методи морехідної астрономії в сучасності. Системи управління, навігації та зв'язку, 2021. 3(65), 24–29. <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2021.3.024>.
4. Маранов О. В. Прогнозування відмов суднових навігаційних систем з використанням методів машинного навчання. Системи управління, навігації та зв'язку, 2023. 3(65), 37–46. <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2023.3.037>.
5. Маранов О. В. Метод моніторингу та підвищення характеристик точності суднового супутникового навігаційного обладнання. Вісник Приазовського

- державного технічного університету. Серія: Технічні науки, 2023. 46, 158–165. <https://doi.org/10.31498/2225-6733.46.2023.288185>.
6. Nguyen T. D. Applying the least square method to calculate the non-simultaneous errors of ship's position determined by global positioning system (GPS). Journal of Physics: 2020. Conference Series, 1679, 052015. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1679/5/052015>.
  7. Якусевич Ю. Г., Тришин В. В., & Дорофєєва З. Я. Побудова навігаційної системи судна на основі сучасних інформаційних технологій. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил, 2021. 4(70), 83–92. <https://doi.org/10.30748 /zhups.2021.70.12>.
  8. Kalinichenko Y., Adamchuk M., Tomchakovsky G., Koliesnik O., & Oberto Santana L. GeoGebra for navigation purposes: Theory and application. Innovative Approaches to Solving Scientific Problems. 2023. DOI: 10.52058/2786-6025-2023-7(21)-230-243.
  9. Калініченко Є., Томчаковський Г., Приходько В., Оберто Сантана Л., & Пічков В. Застосування методу "Dead Reckoning" для забезпечення роботи ЕКНІС при відмові суднової станції GPS. Технічні науки: Інноваційні наукові дослідження: теорія та практика, 2023. 490–493. Retrieved from <https://radionavlab.ae.utexas.edu/images/stories/files/papers/yacht.pdf>.
  10. Tsai, K.-C., Tseng, W.-K., Chen, C.-L., & Sun, Y.-J. (2022). A Novel Analytical Solution Method for Celestial Positioning. Journal of Marine Science and Engineering, 10(6), 771. <https://doi.org/10.3390/jmse10060771>.
  11. Wakita, K., Hane, F., Sekiguchi, T., Shimizu, S., Mitani, S., Akimoto, Y., & Maki, A. (2024). Conceptual design on the field of view of celestial navigation systems for maritime autonomous surface ships. arXiv preprint arXiv:2408.15765. <https://arxiv.org/abs/2408.15765>.

## **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ТЯГОВИХ РОЗРАХУНКІВ РУХУ ПОЇЗДІВ**

**Онищак А.С., ст. гр. ЛГ-41, Попп М.М., ст. гр. ЛГ-41,  
Торгашов В.Ю., Баб'як М.О.**

*Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна*

Розвиток залізничного транспорту України не стоїть на місці, в роботу впроваджуються нові локомотиви, для прикладу ТЕ33АС, існують плани закупівлі нових електровозів компанії Alstom, будівництва нових маршрутів, прокладання колій європейського стандарту.

Тому виникає необхідність виконання тягових розрахунків, які дозволяють визначити допустимі параметри маси состава. Точне визначення таких параметрів дозволяє покращити економічні характери-

стики роботи залізниці адже дає можливість в повній мірі використати пропускну можливість ділянки колії.

Збільшення маси вантажів, що перевозяться по ділянці за одиницю часу збільшує прибуток залізниці, що є досить актуальним у будь який час.

На поточний момент для виконання тягових розрахунків поїздів часто застосовують застарілу систему, яка має певні недоліки, які зменшують її точність та значно збільшує витрати людських ресурсів на проведення розрахунків через велику кількість операцій, що виконуються вручну.

Методика, яка масово використовується на даний момент передбачає прийняття усього состава, як матеріальну точку, яка розташована в його центрі мас, тобто приблизно в середині состава.

Таке спрощення було доцільним у часи відсутності електронно-обчислювальних машин (ЕОМ) адже дозволяє зменшити витрати праці на виконання ручних розрахунків. Проте ціною спрощення процесу розрахунку було зменшення його точності.

З метою певного зменшення похибки використовують середнє арифметичне зважене, де в якості вагових коефіцієнтів виступає довжина ділянок що спрямляються.

Розрахунок ухилу об'єднаних елементів виконується за формулою 1 [1].

$$i'_c = \frac{i_1 S_1 + i_2 S_2 + \dots + i_n S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}, \quad (1)$$

де  $i_1, i_2, \dots, i_n$  – крутизна елементів ділянки, що спрямляється, %;  
 $S_1, S_2, \dots, S_n$  – довжина елементів ділянки, що спрямляється, м.

За формулою (2) враховується опір від кривих, який створює силу, що заважає поїзду рухатись.

$$i''_c = \frac{700}{S_c} \sum_{i=1}^n \frac{S_{kpi}}{R_i}, \quad (2)$$

де  $S_{kpi}$  – довжина кривої на спрямленій ділянці, м;

$R_i$  – радіус кривої на спрямленій ділянці, м;

$S_c$  – сума довжин ділянок, що спрямляються, м.

Сумуючи значення  $i'_c$  і  $i''_c$  отримують ухил спрямленої ділянки, її довжина отримується сумою довжин ділянок, з яких вона складається.

Після чого для кожної спрямленої ділянки проводиться перевірка на можливість спрямлення.

В результаті спрямлення отримують новий список елементів профілю ділянки.

Не спрямлюються станції, розрахунковий та швидкісний підйоми, елементи профілю з різними знаками ухилу (спуск з підйомом і навпаки), елементи, які не проходять перевірку.

Для виконання спрямлення виконується багато ручних однотипних дій, що є недоцільним при сучасному розвитку ЕОМ та призводить до перевитрати людських ресурсів.

На вагони, що знаходяться на елементах профілю з ухилом, діє сила тяжіння, яка сповільнює вагон при русі на ухил і прискорює його при русі з ухилу.

Прийняття поїзда, як матеріальної точки, що знаходиться, приблизно, в центрі состава призводить до ігнорування ситуацій, коли вагони знаходяться ділянках профілю з різним ухилом, що вносить похибку.

Для прикладу можна навести ситуацію коли поїзд проходить по декільком ділянкам різними ухилами, рис. 1.

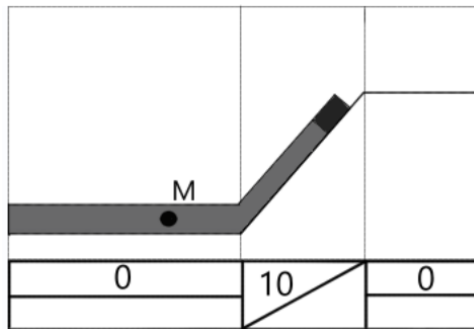


Рис. 1. Умовний профіль колії.

При проходженні поїзда по профілю, який показано на рис. 1, є проміжок часу коли центр мас поїзда  $M$  проходить по ділянці з ухилом 0 % і при розрахунках буде вважатися, що поїзд зараз перебуває на прямій ділянці колії. Проте, насправді значна кількість вагонів поїзда перебуває на підйомі, що ускладнює рух поїзда і сповільнює його.

У ситуації з рис. 1 є імовірність, що відбудеться спрямлення двох ділянок, це дещо покращить точність, але можуть траплятися випадки коли спрямлення точно неможливе - перехід із спуску на підйом чи навпаки, елемент розташовано поруч з розрахунковим чи швидкісним підйомами або станцією.

При побудові кривої швидкості та часу руху по перегону похибка від таких моментів буде складатися та в кінцевому результаті відбудеться спотворення результатів побудови. Внаслідок цього змінюються розраховані економічні показники ділянки, що негативно впливає на її роботу.

Для покращення точності розрахунків нами пропонується проводити їх за допомогою ЕОМ та виконувати розрахунок для усього поїзду.

Поїзд приймається як об'єкт, що не стискається і не розтягується, тобто ігнорується люфт в автозчепних пристроях вагонів і локомотива.

На початку по заданому составу розраховується та зберігається положення вагонів відносно локомотива, що дозволить знаючи його положення визначити елемент профілю для кожного вагону в составі.

Щоб вирішити рівняння руху поїзда необхідно визначити три основних сили, які діють на нього та залежать від швидкості  $V$ , а саме силу опору руху  $W$ , силу тяги від локомотива  $F_{\delta}$  та гальмівну силу  $B_e$ .

Для кожного типу вагона та локомотива визначається належна йому функція  $f(V) = W$ , яка дозволить знаючи поточну швидкість руху визначити опір, який чинить рухома одиниця.

Для локомотива задається функція, що дозволяє визначити силу тяги при відомій швидкості  $f(V) = F_{\delta}$ . Ця функція по своїй суті є представленням тягової характеристики заданого локомотива.

Визначається функція, що відповідає гальмівній силі рухомих одиниць  $f(V) = B_{\delta}$ .

Після чого проводиться ітераційне моделювання руху поїзда по заданій ділянці з заданою дискретністю від якої залежить точність розрахунку і його час.

Чим менша дискретність, тим більше обчислювальних ресурсів ЕОМ необхідно але й більша точність отриманих результатів.

Для кожного кроку визначаються значення  $W$ ,  $F_{\delta}$ ,  $B_{\delta}$ , після чого знаючи положення кожної рухомої одиниці визначається проекція

сили тяжіння на вісь колії, що дає змогу врахувати її вплив на рух поїзда.

Оскільки умовно прийнято, що состав не стискається і не розтягується, то сили що діють на кожен окремих вагон чи локомотив сумуються для отримання результуючої сили.

Знаючи сили, що діють на состав можна розв'язати диференціальне рівняння руху поїзда та отримати необхідні дані для побудови кривих швидкості та часу.

Розв'язувати рівняння пропонується за допомогою метода Рунге-Кутти 4-го порядку, що забезпечує достатню точність отриманих значень.

Розробка та впровадження запропонованого нами програмного продукту дозволить спростити тягові розрахунки та покращити їх точність за рахунок сучасних методик та обладнання.

В свою чергу це зменшить витрати на виконання розрахунків, а збільшення точності дозволить максимально використати потенціал ділянок, які розраховані за новим методом.

#### **Література:**

1. Бобирь Д. В., Грищенко М. А., Сердюк В. Н. Теорія локомотивної тяги : підручник / Під ред. к-та техн. наук, доц. В. Н. Сердюка; УДУНТ; ННІ «Дніпров. ін-т інфраструктури і трансп.». Дніпро, 2022. 385 с.
2. The 1st International scientific and practical conference "Innovations and prospects in modern science" (January 15-17, 2023) SSPG Publish, Stockholm, Sweden. 2023. 425 p.

## **МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ НА ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ З УРАХУВАННЯМ СЕЗОННОЇ КОМПОНЕНТИ**

**Резник А.В. Свічинська О.В.**

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Попит на вантажні перевезення доцільно розглядати як стохастичний часовий ряд, динаміка якого формується під впливом довгострокових тенденцій, сезонних коливань та випадкових збурень. Для секторів економіки, пов'язаних із будівельною та відновлювальною діяльністю, сезонна компонента є домінуючим фактором зміни інтенсивності перевезень. Ігнорування сезонності при аналізі попиту призводить до систематичних похибок прогнозування та неефективного пла-

нування транспортних ресурсів, що зумовлює необхідність застосування формалізованих методів аналізу часових рядів.

Методологічну основу досліджень становить класичний підхід до декомпозиції часових рядів, згідно з яким фактичний обсяг вантажних перевезень подається як добуток трендової, сезонної та випадкової складових. З метою забезпечення статистичної стійкості та репрезентативності моделі з вибірки виключаються аномальні значення, зумовлені разовими екзогенними шоками, які ідентифікуються за допомогою статистичних критеріїв. Формалізація сезонної компоненти здійснюється через систему коефіцієнтів сезонної нерівномірності, що визначаються на основі співвідношення фактичних місячних значень до середньомісячного рівня відповідного періоду. У загальному вигляді модель попиту може бути представлена мультиплікативною залежністю, яка поєднує трендову функцію та сезонний індекс.

Для апроксимації довгострокової тенденції застосовуються аналітичні трендові функції, параметри яких визначаються методами регресійного аналізу з використанням критерію мінімізації середньої похибки апроксимації. Оцінка адекватності побудованих моделей здійснюється шляхом порівняння фактичних та розрахункових значень і аналізу відносних похибок прогнозу.

Для опису загальної тенденції зміни попиту застосовуються аналітичні трендові моделі [1-3]. Найбільш поширеними є лінійні та нелінійні (зокрема степеневі) функції, які використовуються для апроксимації довгострокової тенденції та інтегруються у мультиплікативну модель з урахуванням сезонної компоненти. Такий підхід дозволяє одночасно врахувати як довгострокову тенденцію розвитку ринку вантажних перевезень, так і регулярні сезонні коливання, забезпечуючи більш ефективно згладжування даних.

Результати аналізу часових рядів обсягів вантажних перевезень можуть підтвердити наявність чітко вираженої сезонної закономірності, що проявляється у зростанні попиту в теплі періоди та його зниженні в зимові місяці. При розрахунках сезонні індекси можуть мати характер стабільної повторюваності в межах річного циклу, що свідчить про структурований, а не випадковий характер коливань попиту.

Порівняльна оцінка моделей показує, що включення сезонної компоненти суттєво знижує систематичні відхилення між фактичними та модельованими значеннями. Нелінійні трендові залежності демонструють вищу чутливість до зміни інтенсивності попиту в окремі фази сезону, що підтверджується зменшенням середньої відносної похибки прогнозу. Це підкреслює доцільність їх використання при середньостроковому прогнозуванні попиту на вантажні перевезення.

Практичне значення такого аналізу для вантажних перевезень полягає у можливості завчасного планування обсягів, оптимізації завантаження транспортних засобів та більш раціонального розподілу ресурсів упродовж року. Урахування сезонної компоненти дозволяє знизити ризики дефіциту або надлишку транспортних потужностей і підвищити стійкість логістичної системи до коливань попиту.

Урахування впливу сезонних компонент додатково обґрунтовує випадковий характер попиту на вантажні перевезення з наукової точки зору. Формалізація сезонних коливань у вигляді сезонних індексів та їх інтеграція у трендові моделі забезпечує зменшення систематичних похибок і підвищення точності прогностичних оцінок.

Запропонований підхід може бути використаний для середньотакотного прогнозування обсягів перевезень, а також для обґрунтування управлінських рішень щодо планування транспортних потужностей. Урахування сезонної компоненти створює передумови для раціоналізації використання ресурсів та підвищення адаптивності логістичних систем до циклічних змін попиту, що визначає практичну цінність для організації вантажних перевезень.

#### **Література:**

1. Freight rate and demand forecasting in road freight transportation using economic and artificial intelligence methods. DOI: <https://doi.org/10.3846/transport.2023.20932>
2. Methods of forecasting freight transportation in logistics. Сайт: <https://isg-journal.com/isjea/article/view/449/251>
3. Seasonal Methods of Demand Forecasting in the Supply Chain as Support for the Company's Sustainable Growth. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15097399>.

## **ЦИФРОВІ КОРИДОРИ ЄС – УКРАЇНА: ІНТЕГРАЦІЯ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У ЄВРОПЕЙСКУ ЦИФРОВУ ТРАНСПОРТНУ ЕКОСИСТЕМУ**

**Рубан А.С., Михайлов Є.В.**

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Сучасний етап розвитку міжнародних автотранспортних перевезень між Україною та країнами Європейського Союзу характеризується суттєвим зростанням обсягів вантажопотоків та підвищенням вимог до швидкості, прозорості й безпеки логістичних процесів. Однією з ключових проблем залишається неефективність паперового докумен-

тообігу, що призводить до затримок на кордоні, дублювання контрольних процедур і зростання адміністративних витрат.

У цьому контексті концепція цифрових транспортних коридорів ЄС–Україна виступає як інструмент системної модернізації автотранспортних перевезень. Вона передбачає створення єдиного цифрового середовища для обміну інформацією між усіма учасниками логістичного процесу, що дозволяє оптимізувати рух вантажів і скоротити час простою на кордонах.

Ключовим елементом цифровізації є впровадження електронної товарно-транспортної накладної e-CMR, яка забезпечує перехід від паперових носіїв до електронного управління транспортною інформацією. Застосування e-CMR сприяє зменшенню кількості помилок, підвищенню прозорості операцій та спрощенню контролю з боку державних органів.

Важливу роль у формуванні цифрових коридорів відіграє регламент eFTI (electronic Freight Transport Information), який визначає єдині вимоги до електронного обміну інформацією про вантажні перевезення в межах ЄС. Гармонізація українського законодавства з положеннями eFTI є необхідною умовою повноцінної інтеграції України до європейської транспортно-логістичної системи.

Цифрові платформи в межах транспортних коридорів забезпечують автоматизований обмін даними в режимі реального часу, що дозволяє знизити людський фактор, підвищити ефективність контролю та зменшити адміністративне навантаження на перевізників. Це створює умови для збалансованого розвитку транспортної галузі.

Для України розвиток цифрових транспортних коридорів має стратегічне значення, оскільки сприяє підвищенню конкурентоспроможності національних перевізників, адаптації до європейських стандартів і формуванню стійкої транспортної інфраструктури.

Отже, цифрові коридори ЄС–Україна слід розглядати як комплексне рішення, що поєднує нормативні, технологічні та організаційні аспекти розвитку автотранспортних перевезень і створює передумови для їх подальшої цифрової трансформації.

Додатково слід зазначити, що цифровізація транспортних коридорів дозволяє перейти від фрагментарного управління перевезеннями до системного підходу, у якому ключовим ресурсом стають дані. Це створює передумови для впровадження аналітичних інструментів та прогнозування транспортних потоків.

З огляду на високу роль автотранспорту у міжнародних перевезеннях, цифрові коридори сприяють підвищенню його інтеграційної

функції у мультимодальних логістичних системах та забезпечують гнучкість маршрутів постачання.

Оцифрування транспортних процесів значною мірою знижує корупційні ризики у сфері перевезень, оскільки мінімізує особисті контакти між учасниками перевезень та контролюючими органами.

Електронні системи фіксації даних унеможливають несанкціоноване втручання у документообіг, а також створюють умови для прозорого моніторингу та аудиту транспортних операцій.

Висновки. Цифрові транспортні коридори ЄС–Україна є важливим інструментом підвищення ефективності, прозорості та безпеки автотранспортних перевезень.

Рекомендується прискорити гармонізацію законодавства України з європейськими вимогами, а також інвестувати у розвиток цифрової інфраструктури та підготовку фахівців.

Комплексне впровадження цифрових рішень дозволить створити стійку транспортну систему, орієнтовану на довгостроковий розвиток та інтеграцію до єдиного європейського ринку.

#### **Література:**

1. European Commission. Electronic Freight Transport Information (eFTI). URL: <https://transport.ec.europa.eu>
2. UNECE. e-CMR Protocol. URL: <https://unece.org>
3. IRU. Digital transport documents. URL: <https://www.iru.org>
4. European Commission. Digital Transport and Logistics Forum. URL: <https://transport.ec.europa.eu>
5. OECD. Digitalisation of Transport and Logistics. URL: <https://www.oecd.org>

## **ТУРБУЛЕНТНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЕКСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ В УКРАЇНІ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ**

**Садовник О.В.**

*Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана*

Україна є одним з основних світових гравців на ринку сільськогосподарської продукції та посідає лідируючі місця за окремими видами експорту такої продукції. Для підтвердження іміджу надійного виробника та постачальника на світові ринки, підприємствам агробізнесу доводиться працювати в умовах турбулентності та невизначеності,

оскільки війна росії проти України зруйнувала традиційні ланцюги постачання. За останні 2 роки фактично вдалося повернутись до основних логістичних маршрутів, проте ризики використання окремих з них залишаються. Також потрібно враховувати, що розвиток окремих логістичних хабів залежить від обсягів виробництва та перевалки основних експортних видів аграрної продукції.

Так, станом на 28 листопада 2025 року в Україні було намолочено 69,7 млн.т. зернових, зернобобових та олійних культур, які становлять основу експортної продукції сільськогосподарського походження. В тому числі намолочено 23,0 млн.т. пшениці, 22,5 млн.т. кукурудзи, 9,0 млн.т. соняшнику, 5,4 млн.т. ячменю, 4,7 млн.т. сої та 3,3 млн.т. ріпаку [1]. Разом з цим, за липень-жовтень 2025 року Україною було експортовано 11,2 млн. т. основної продукції рослинництва, зокрема 6,2 млн.т. пшениці, 1,9 млн.т. кукурудзи, 1,1 млн.т. ячменю, 1,05 млн.т. ріпаку, 0,9 млн.т. соєвих бобів. В цей же період також було зафіксовано вивезення через кордон 2,2 млн.т. продукції переробки рослинницького походження, зокрема 1,1 млн.т. олії соняшникової, 0,9 млн.т. шроту та біля 0,2 млн.т. олії соєвої. Таким чином трійка лідерів з експорту вітчизняної аграрної продукції виглядає наступним чином: пшениця – 46,6%, кукурудза – 14,4%, олія соняшникова – 8,4%. Основними транспортними потоками стали: морські порти - 91,5%, залізниця – 6,5 %, автомобільний транспорт – 1,8% та пороми – 0,2 % [2].

Від початку створення українського морського коридору після повномасштабного вторгнення росії в Україну через морські порти було перевезено біля 162 млн.т вантажів, з них 98 млн.т. – зерно. Цим маршрутом скористались близько 7 тис. суден, а аграрну продукцію було експортовано у понад 55 країн світу [3]. Проте варто відзначити, що через воєнні дії у Чорному морі, зростання ризиків нанесення ударів по портах та суднах, страхування суден на початку грудня зросло з 0,25-0,3% вартості судна до 0,5-0,75%. Разом з цим, морський фрахт залишається стабільним на ринку каботажних суден та сегменту панамаксів, в той час як сегмент суден типу хендісайз перебуває в стані зниження. Попри всі негаразди вітчизняні холдинги зацікавлені у розвитку портової інфраструктури та готові інвестувати в неї. Так, наприклад, «Контінентал Фармерз Груп», яка має у своєму активі біля 195 тис.га сільськогосподарських угідь у 5 областях України, має намір інвестувати у 2026 році 60-70 млн.дол. США у будівництво або придбання власного морського зернового терміналу. Ці кошти планується направити на оновлення технічного парку, розвиток виробництва, трейдингу, інфраструктури, логістики та переробки. Також активно ін-

вестують у портову інфраструктуру такі групи компаній як «Епі-центр», «Кернел», «Нібулон» та інші.

Щодо поромів, варто відзначити, що за останні 3 роки було інвестовано більше ніж 100 млн. дол. США у розвиток поромного судноплавства на Дунаї. Цей напрям став одним із ключових на початку 2022 року коли були заблоковані морські порти. На сьогодні існує ще багато проектів, які можуть бути реалізовані після війни. Так, наприклад, відновлення порому до Грузії дозволить Україні посилити конкурентні переваги для торгівля аграрної продукції на Сході, зокрема для її реалізації в Китай та Індію. Також розвиток річкового транспорту дозволить скоротити логістичні витрати при доставці експортно орієнтованої сільськогосподарської продукції до морських портів.

Щодо залізничного транспорту, відзначимо, що за 11 місяців 2025 року потік аграрної продукції цим транспортом скоротився на 28% у порівнянні до попереднього року. При цьому 92 % потоків припадає на портові напрямки і лише 8% на західні прикордонні переходи. Так, у листопаді 2025 року спостерігалось поживлення перевезень цим транспортом (+10,9% до попереднього місяця), але вантажопотік був дещо нижчим (-0,3%) за аналогічний період 2024 року. Якщо ж розглядати експортний потік залізничним транспортом, варто відзначити, що за останні місяці 2025 року основними напрямками стали Угорщина, Словаччина та Румунія, в той час як обсяги перевезень до Польщі зменшуються. Проте вже сьогодні викликає занепокоєння очікуване з 1 січня 2026 року підняття тарифів на вантажні перевезення. Зокрема очікується, що вартість перевезення з початку наступного року зросте на 27%, а з середини 2026 року – ще на 11%. За розрахунками окремих експертів додаткове фінансове навантаження на виробників сільськогосподарської продукції через нові тарифи становитиме понад 200 млн. дол. США на рік [4]. Тому враховуючи нестачу зернових вагонів, затримки з перевезеннями через удари росії по залізничних магістралях та очікуване підвищення тарифів, у 2026 році може істотно змінити структуру перевезень у бік скорочення перевезень залізничним транспортом.

Проте негативні тенденції на залізниці можуть стати додатковим стимулом для подальшого розвитку автомобільного транспорту, який більш за все замінить частину залізничних перевезень за умови якісного розвитку автопарку та залучення якісного складу водіїв. Крім того, додатковим стимулом для розвитку автотранспортних перевезень стане анонсоване у грудні цього року введення електронної товарно-транспортної накладної (e-ТТН), яка після тестового режиму має спростити оформлення документів при перевезенні, що вплине на якісні

параметри роботи автопарків. Крім того розпочато поетапне оновлення правил використання системи «Черга» для вантажного автотранспорту, метою якого є забезпечення прогнозного часу перетину кордону та зменшення штучної затримки при реєстрації.

Таким чином турбулентне середовище, в якому сьогодні працюють виробники та трейдери сільськогосподарської продукції України, за часту визначає логістичні канали реалізації продукції та змушує постійно переглядати стратегії розвитку агрологістики. Дослідження показують, що великі виробники аграрної продукції та закордонні інвестори готові суттєво розвивати портову інфраструктуру, залізничні та автотранспортні перевезення в Україні. Проте основною перепорою такого розвитку є не обґрунтована воєнна агресія росії проти нашої держави. Разом з цим ми переконані, що з завершенням війни можемо очікувати значні інвестиції у розвиток описаних логістичних ланцюгів, які забезпечують експорт аграрної продукції.

#### **Література:**

1. Україна завершує жнива 2025: результати за 2025 рік та прогнози на 2026. URL: <https://minagro.gov.ua/news/ukraina-zavershuie-zhnyva-2025-rezultaty-za-2025-rik-ta-prohnozy-na-2026>
2. Стан зовнішньої торгівлі продуктами АПК. Міністерство економіки, довілля та сільського господарства України. URL: [https://public.tableau.com/app/profile/fsuw/viz/vl\\_Export\\_of\\_Agriproducts\\_v2/Dashboard1](https://public.tableau.com/app/profile/fsuw/viz/vl_Export_of_Agriproducts_v2/Dashboard1)
3. Український морський коридор: обсяг відправленого зерна перевищив 98 млн т. URL: <https://agroportal.ua/news/ukraina/ukrajinskiy-morskiy-koridor-obsyag-vidprvlenogo-zerna-perevishchiv-98-mln-t>
4. Підвищення залізничних тарифів коштуватиме аграріям \$200 млн додаткових витрат. URL: <https://agroportal.ua/news/ukraina/pidvishchennya-zaliznichnih-tarifiv-obiydetsya-agrariyam-u-200-mln-dodatkovih-vitrat>

## РОЛЬ ТРАНСПОРТУ У ФОРМУВАННІ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА

Сорокіна М.О.

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

Ключовою основою соціально-економічного розвитку виступає транспорт, оскільки забезпечує мобільність населення, об'єднує ринки та формує умови для доступу до ресурсів. Рівень ефективності транспортної інфраструктури безпосередньо впливає на загальну продуктивність економіки, якість життя населення та конкурентні позиції країни на світових ринках. Сукупний соціально-економічний результат від функціонування й розвитку транспортної системи може бути формалізований через функцію суспільного добробуту:

$$W = f(Q_t, T_c, C_e, E_s), \quad (1)$$

де  $Q_t$  – обсяги транспортних послуг;  $T_c$  – витрати часу на перевезення;  $C_e$  – економічні витрати на транспорт;  $E_s$  – соціальний ефект (доступність освіти, медицини, ринку праці).

Оптимізація транспортної системи передбачає мінімізацію витрат часу й ресурсів при максимізації доступності:

$$F = \min(C_e + \alpha T_c) \text{ за умови } E_s \geq E_{\min}, \quad (2)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт вартості часу,  $E_{\min}$  – мінімальний рівень соціальної доступності.

Практичні аспекти застосування:

1. Міський рівень – громадський транспорт забезпечує доступ населення до освіти, медицини, робочих місць. Система метро та швидкісних трамваїв у Києві знижує транспортні витрати домогосподарств.

2. Національний рівень – транспортні коридори (автомобільні, залізничні, річкові) є основою інтеграції регіонів у єдиний економічний простір. Розвиток коридору Go Highway (Гданськ–Одеса) в Україні.

3. Міжнародний рівень – транспорт сприяє інтеграції у світову економіку. Україна бере участь у формуванні Транс'європейської транспортної мережі (TEN-T), що забезпечує вихід на європейські ринки.

Як приклад можна навести закордонний досвід:

- Німеччина: мережа швидкісних поїздів (ICE) стимулює розвиток бізнесу та туризму.

- Китай: інвестиції у швидкісні залізниці створили нові економічні зони навколо вокзалів.

- США: міжштатні автомагістралі забезпечують інтеграцію ринку праці та зростання мобільності населення.

Висновки. Розвиток транспортної системи є одним із ключових чинників економічного зростання та підвищення конкурентоспроможності держави. Ефективний транспорт сприяє зменшенню соціальної нерівності шляхом розширення доступності послуг та можливостей для населення, а також забезпечує глибшу інтеграцію країни у глобальні транспортно-економічні мережі. Таким чином, транспорт виступає стратегічним елементом формування сталого соціально-економічного розвитку суспільства.

#### Література:

1. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2014. – №5. – С. 108–111.
2. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system / Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – Випуск 6 (1). – С. 71-75.
3. European Commission. European Transport Policy for 2050. Brussels, 2021.
4. Moroz, O.V. and Moroz, M.M., 2014. Specific features of city public transport financing (Kremenchuk case study). Actual Problems of Economics, 160(1), pp. 239–246.
5. Левковець П.Р., Мороз М.М., Мороз О.В. Удосконалення перевезень пасажирів м. Кременчук // Управління проектами, системний аналіз і логістика: науковий журнал. – Вип. 7. – К.: НТУ, 2010. – С. 304–308.
6. Мороз Н.Н. Проблеми пасажирського транспорту общего пользования г. Кременчук // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – № 44. – С. 103–108.
7. Мороз М.М. Шляхи вдосконалення пасажирських перевезень транспортом загального користування // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. – 2015. – Вип. 28. – С. 57-63.
8. OECD/ITF. Transport Outlook 2023: Sustainable Mobility for All. Paris: OECD Publishing, 2023.

9. Moroz, M., Markevich A., Moroz O., Vasytkovskyi O. Results of Social-Transport Monitoring of Passenger Transportation Kremenchuk City / Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences, 2019, Col.2(33) 76-90.
10. Мороз М. М., Труніна І. М., Мороз О. В. Оптимізація логістичної діяльності переробного підприємства / Науковий вісник Одеського національного економічного університету. - Збірник наукових праць №3-4 (280-281), 2021. – С. 63-69.
11. Левковець П.Р., Мороз М.М., Кобилецький Р.В. Удосконалення логістичного управління перевезень пасажирів / Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського [Електронний ресурс].– Випуск 6/2007 (47). – Частина 1. – С. 113-115.
12. Дмитрів М.М., Мороз М.М. Основні напрями вдосконалення міських пасажирських перевезень м. Кременчук / Управління проектами, системний аналіз і логістика, Вип. 10, с. 58-62, 2012.
13. Zahorianskyi V., Zahorianska O., Moroz M. and Moroz O. Development of a Model for Minimizing the Energy Costs of the Transport and Technological Complex, 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5.
14. Rodrigue J.-P. The Geography of Transport Systems. 5th edition. New York: Routledge, 2020.
15. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasytkovska K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6. DOI: 10.1109/MEES61502.2023.10402369
16. Мороз М. М., Загорянський В. Г., Гайкова Т. В., Солошич І. О., Загорянський О. В. Удосконалення взаємодії видів вантажного транспорту на кременчуцькому терміналі «Нібулон» при перевалці зернових вантажів / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 27. С. 4–10. DOI: <https://doi.org/10.15802/tst2024/307333>
17. Zahorianskyi V., Moroz M., Kovtsur K. Ergonomic and logistic ensuring the requirements for the comfort during the organization of passenger transportation in a small-capacity bus / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.15802/tst2024/311997>
18. Banister D. Transport, Urban Form and Economic Growth. Journal of Transport and Land Use. 2012. Vol. 5(1). P. 5–19.
19. Огар О. М., Мороз М. М., Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. Інтелектуальні транспортні технології : тези доповідей 3-ї міжнар. наук.-техн. конф. (22-23 листопада 2022 р.). – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – С. 169–170.
20. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Bad Hessfeld на основі моделі РТВ VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталій розвиток транспортних систем: наука і практика: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., 25–26 листоп. 2024 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.

# ПРОЦЕС ОРГАНІЗАЦІЇ, ЗМІНИ ТА ЛІКВІДАЦІЇ МІСЬКИХ МАРШРУТІВ У СИСТЕМІ ТРАНСПОРТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Сорокіна М.О., Шаповал О.О.

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

Ефективність функціонування міського пасажирського транспорту безпосередньо залежить від раціонально сформованої та достатньо гнучкої маршрутної мережі. Динамічні зміни в міському середовищі – коливання чисельності населення, активна забудова нових районів, розвиток транспортної інфраструктури (поява нових магістралей, реконструкція вулиць, будівництво великих торговельно-розважальних центрів) – зумовлюють необхідність постійного перегляду існуючих та організації нових маршрутів. Ефективне формування маршруту потребують комплексного підходу, що охоплює такі елементи:

*Стратегічне проектування траси.* Визначення логіки руху, встановлення початкових і кінцевих пунктів, що забезпечують зв'язок між основними джерелами та зонами поглинання пасажиропотоку.

*Експлуатаційно-технічні розрахунки.* Визначення довжини маршруту, розрахунок нормативного часу поїздки.

*Регулювання інтервалів руху.* Обґрунтування частоти курсування залежно від величини пасажиропотоку з метою мінімізації часу очікування та забезпечення оптимальної заповненості транспорту.

*Технічне оснащення.* Вибір типу та пасажиромісткості рухомого складу відповідно до фактичного та прогнозованого пасажиропотоку.

*Інтеграція в транспортну мережу.* Обов'язкове врахування пересадочних вузлів для забезпечення зручного зв'язку з іншими видами транспорту.

Фактори, що впливають на коригування маршрутної мережі.

1. Зміна (коригування) маршруту: Інфраструктурні роботи. Територіальний розвиток. Зміна попиту. Мультимодальна взаємодія.

2. Закриття маршруту: Надмірне дублювання. Економічна неефективність. Суттєве скорочення попиту.

Паспорт маршруту – це офіційний документ, який затверджується органом місцевого самоврядування або уповноваженим транспортним органом. Його розробка здійснюється згідно з наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 07.05.2010 № 278 «Про затвердження Порядку розроблення та затвердження паспорта автобусного маршруту».

Документ містить основні організаційні та технічні характеристики маршруту; перелік структурних розділів паспорта подано в табл. 1.

Раціональна організація маршрутної мережі забезпечує ефективність транспортної системи міста. Паспорт маршруту регламентує параметри перевезень. Оптимізація маршрутів потребує врахування соціально-економічних і демографічних факторів. Використання транспортних моделей (PTV VISUM, VISUM.NET) підвищує точність планування.

Таблиця 1

Структура паспорта міського маршруту

Розділ паспорта	Зміст
Загальні відомості	Номер і назва маршруту, перевізник
Схема маршруту	Карта руху з усіма зупинками
Характеристика маршруту	Довжина, час рейсу, кількість зупинок
Рухомий склад	Типи автобусів/тролейбусів, пасажиромісткість
Графік руху	Інтервали у години пік і непік, розклад
Випуск на лінію	Кількість транспортних засобів, зміни
Пасажиропотік	Середньодобовий та годинний пасажиропотік
Умови перевезень	Тариф, пільги, безпека, доступність
Відповідальність перевізника	Зобов'язання щодо якості та безпеки

#### Література:

1. Постанова Кабінету Міністрів України №1081 від 03.12.2008 р. Про затвердження Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту.
2. Moroz O.V., Moroz M.M., 2014. Specific features of city public transport financing. *Actual Problems of Economics*, 160 (1), pp. 239–246.
3. Moroz M. M., Korol S. O., Boiko Y. O. Social traffic monitoring in the city of Kremenchuk. *Actual Problems of Economics*. 2016. – № 1 (175). – С. 385 – 398.
4. Мороз М.М. Удосконалення транспортної системи пасажирських перевезень м. Кременчук // *Збірник наукових праць*.– Вип. 2 (41). – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – С. 156–164.
5. Ortúzar J. de D., Willumsen L. *Modelling Transport*. Wiley, 2011.
6. Мороз Н.Н. Проблемы пассажирского транспорта общего пользования г. Кременчуг. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – № 44. – С. 103–108.

7. Левковець П.Р., Мороз М.М., Кобилецький Р.В. Удосконалення логістичного управління перевезень пасажирів. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського.– Випуск 6/2007 (47). – Частина 1. – С. 113-115.
8. Мороз М.М. Розробка заходів удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту м. Кременчук на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. –2015. – № 2 (219). – С. 44–49.
9. Moroz, M., Markevich A., Moroz O., Vasylykovskiy O. Results of Social-Transport Monitoring of Passenger Transportation Kremenchuk City. Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences, 2019, Col.2(33) 76-90.
10. Rodrigue J.-P. The Geography of Transport Systems. Routledge, 2020.
11. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2014. – №5. – С. 108–111.
12. Дмитрієв М.М., Мороз М.М. Основні напрями вдосконалення міських пасажирських перевезень м. Кременчук. Управління проектами, системний аналіз і логістика, Вип. 10, с. 58-62, 2012.
13. Мороз М.М., Чапенко О.С. Визначення структури рухомого складу для пасажирських перевезень м. Кременчука / Вісник КДПУ.– Кременчук. – 2009.–Вип. 5. – С. 58-60.
14. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system / Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – Випуск 6 (1). – С. 71-75.
15. Мороз М., Норцов О., Кальянов В. Підвищення ефективності системи міських пасажирських перевезень шляхом удосконалення розкладу руху транспортних засобів / Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції. Кропивницький: ЦНТУ. – 2021. – С. 95.
16. Міністерство інфраструктури України. Методика організації міських пасажирських перевезень. Київ, 2021.
17. Лаврик В.В., Кузев І.О. Підвищення ефективності міського транспорту загального користування за рахунок створення об'єднаних підприємств / Матеріали IV Міжнародної конференції. – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. – С. 34-36.
18. Moroz M.M., Khorolskiy V.L., Moroz O.V., Herasymchuk V.V., Vasylykovska K.V. Organization and provision of buses operation on the route taking into account the expenditures of participants of the transportation process / (2018) International Journal of Engineering and Technology (UAE). – 7 (4.3). – pp. 206-210.
19. PTV Group. VISUM – Transport Planning Software. – <https://www.ptvgroup.com>
20. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць. Вип. № 9 (40). – С. 197-204.
21. Zahorianskiy V., Moroz M., Kovtsur K. Ergonomic and logistic ensuring the requirements for the comfort during the organization of passenger transportation

- in a small-capacity bus / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2024/311997>
22. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Bad Hessafeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталій розвиток транспортних систем: наука і практика: зб. тез доп. міжнар. конф. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.

## **ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК РЕКУПЕРАТИВНОГО ГАЛЬМУВАННЯ НА ПАЛИВНУ ЕКОНОМІЧНІСТЬ АВТОМОБІЛЯ**

**Сухін Д.І., Климаш А.О., Ворох А.О.**

*Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, Україна*

Постійне підвищення експлуатаційних вимог до автомобільної техніки зумовлює інтенсивний розвиток енергетичних установок. Зокрема, протягом останніх 25 років середня витрата палива автомобілів зменшилася з 14 до 12 л на 100 км пробігу. Впродовж цього ж періоду в автомобілях усіх класів набули широкого застосування автоматичні трансмісії. Подальше підвищення експлуатаційних характеристик шляхом ускладнення конструкції енергоустановок призводить до зниження їх надійності та суттєвого зростання вартості автомобілів. Застосування автомобілів з комбінованими енергоустановками (КЕУ) створює передумови для принципового покращення експлуатаційних властивостей як енергоустановки, так і транспортного засобу загалом. Перспективним напрямом підвищення екологічної безпеки та паливної економічності є широке впровадження рекуперативного гальмування в умовах режимів руху, що характеризуються частими розгонами та гальмуваннями [1].

Рекуперативне гальмування чинить найбільш відчутний вплив на показники паливної економічності автомобілів за умов міського режиму руху. Під час теоретичного оцінювання його ефективності, як правило, використовуються номінальні параметри, характерні для електротранспортних засобів. Водночас сучасний парк гібридних автомобілів характеризується різноманіттям схем комбінованих енергетичних установок, які відрізняються за типом та рівнем ефективності, що сут-

тево ускладнює прогнозування результативності рекуперативного гальмування.

Величина уповільнення під час гальмування безпосередньо визначає потужність системи рекуперації енергії, яка, своєю чергою, обмежується конструктивними можливостями електропривода. У стандартних випробувальних їздових циклах значення уповільнення перебуває в межах 0,4–0,8 м/с<sup>2</sup>. В умовах реальної експлуатації робоче гальмування може здійснюватися з уповільненням до 2,0 м/с<sup>2</sup>, однак подальше його збільшення негативно впливає на комфорт пасажирів. З огляду на це, межі області, в якій доцільно максимально реалізовувати рекуперативне гальмування гібридних автомобілів, доцільно визначати в діапазоні швидкостей від 5 до 76 км/год за значень уповільнення до 2 м/с<sup>2</sup> [2, 3].

Під час гальмування на автомобіль діють сили опору коченню, аеродинамічного опору та інерційні сили. У певному діапазоні початкових швидкостей гальмування частка потужності, зумовлена аеродинамічним опором, не перевищує 10 % від сумарної потужності сил опору, що дає змогу знехтувати її впливом у подальших розрахунках. На рис. 1 наведено відносний вплив аеродинамічного опору на сумарну потужність сил опору під час руху автомобіля.

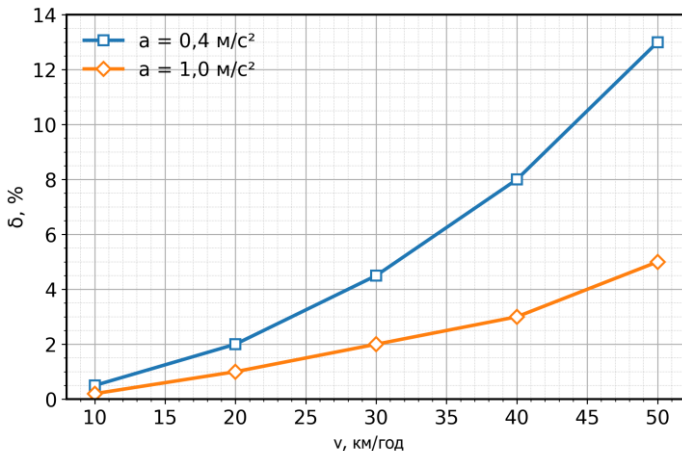


Рис. 1. Вплив потужності сили опору повітря на сумарну силу опору під час гальмування автомобіля

Проведено теоретичні розрахунки для автомобіля категорії М1 масою 1350 кг. За результатами проведених розрахунків побудовано графік потужності у бортовому накопичувачі енергії. На рис. 2 представлені результати розрахунків.

Так як складові частини електроприводу комбінованої енергоустановки мають обмеження щодо пропускної сили струму і напруги, потужність рекуперативного гальмування буде обмежена, що також вплине на ефективність рекуперативного гальмування і потребує введення обмежень при проведенні розрахунків.

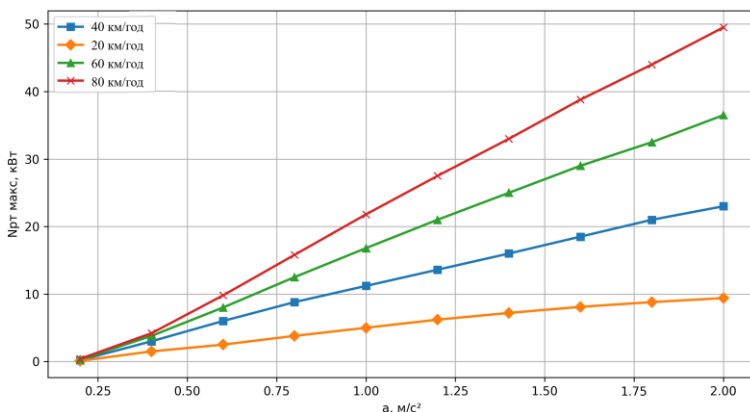


Рис. 2. Графік зміни максимальної потужності сили гальмування залежно від початкової швидкості та прискорення уповільнення автомобіля масою 1350 кг

Встановлені залежності та результати досліджень дозволяють оцінювати характеристики рекуперативного гальмування та враховувати їх при прогнозуванні витрат палива автомобіля.

#### Література:

1. Pistoia, G. Electric and hybrid vehicles. Power sources, models, sustainability, infrastructure and the market / Pistoia, G. – Oxford: The Netherlands Linacre House. Great Britain. – 2010. – 645 p.
2. Lee, J. Development of Effective Exhaust Gas Heat Recovery System for a Hybrid Electric Vehicle / J. Lee, H. Ohn, J. Choi, S. Kim, et al. // SAE Technical Paper, 2011, – P. 1171.
3. Luján, J. Potential of Exhaust Heat Recovery for Intake Charge Heating in a Diesel Engine Transient Operation at Cold Conditions / J. Luján, H. Climent, V.

## ПРАВОВІ ОСНОВИ РЕГУЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

**Тимко С.В., Мороз О.В.**

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

Розвиток транспортних технологій неможливий без дієвої законодавчої та нормативно-правової основи, яка встановлює правила функціонування транспортної системи, забезпечує безпеку перевезень, регулює взаємовідносини між учасниками транспортного процесу та сприяє інтеграції національної інфраструктури в міжнародний транспортний простір. Правове регулювання ґрунтується на положеннях Конституції України (статті 116, 119). До ключових законодавчих актів належать:

1. Закон України «Про транспорт» (1994 р.);
2. Закон України «Про автомобільний транспорт» (2001 р.);
3. Закон України «Про залізничний транспорт» (1996 р.);
4. Закон України «Про дорожній рух» (1993 р.);
5. Закони України «Про морський і річковий транспорт», «Про авіаційний транспорт»;
6. Митний та Податковий кодекси України.

Нормативно-правове забезпечення формується також постановами Кабінету Міністрів України, наказами Міністерства інфраструктури, галузевими стандартами ДСТУ та міжнародними договорами (Конвенція CMR, SOLAS, ICAO). Важливим вектором розвитку є гармонізація національного законодавства з правом ЄС (*acquis communautaire*), що включає:

- інтеграцію до мережі TEN-T;
- імплементацію стандартів безпеки й екологічних вимог;
- цифровізацію транспортних процесів (електронні документи, інтелектуальні транспортні системи).

Основні проблеми правового регулювання транспортних технологій: недостатня відповідність міжнародним нормам; наявність колі-

зій між законами та підзаконними актами; низький рівень цифровізації нормативного забезпечення перевезень; відставання нормативної бази від темпів технологічного прогресу.

Перспективні напрями розвитку:

1. створення єдиної електронної системи транспортного документообігу;
2. приведення законодавства у відповідність до вимог ЄС;
3. формування правового забезпечення для інноваційних технологій (електротранспорт, дрони, автономні транспортні засоби);
4. удосконалення системи державного нагляду та механізмів відповідальності перевізників.

Отже, законодавча та нормативно-правова база у сфері транспортних технологій є визначальним чинником розвитку транспортної системи України. Її модернізація та адаптація до європейських стандартів сприятимуть підвищенню ефективності транспортної галузі, зміцненню конкурентоспроможності держави та розширенню її участі у міжнародних транспортних коридорах.

#### Література:

1. Закон України «Про транспорт» від 10.11.1994 № 232/94-ВР.
2. Moroz, O.V., Moroz, M.M. 2014. Specific features of city public transport financing (Kremenchuk case study). *Actual Problems of Economics*, 160 (1), pp. 239–246.
3. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. *Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського*. – 2014. – №5. – С. 108–111.
4. Мороз Н.Н. Проблемы пассажирского транспорта общего пользования г. Кременчуг. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – № 44. – С. 103–108.
5. Zahorianskyi V., Zahorianska O., Moroz M. and Moroz O. Development of a Model for Minimizing the Energy Costs of the Transport and Technological Complex, 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5.
6. Закон України «Про залізничний транспорт» від 04.07.1996 № 273/96-ВР.
7. Мороз М.М. Розробка заходів удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту м. Кременчук на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал*. –2015. – № 2 (219). – С. 44–49.
8. Moroz, M., Korol, S., Yelistratov, V., Moroz, O., Korol, K., Zahorianskyi, V. (2020) Device for Stabilizing the Electrical Power of a Diesel Generator in Transport / Proceedings of the 25th IEEE International Conference on Problems of Automated Electric Drive. Theory and Practice, PAEP 2020.

9. Vasytkovska, K., Vasytkovskyi, O., Leshchenko, S., Moroz, M. (2020) Identification of parameters of pneumatic dmechanical seeding device under the influence of vacuum / *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (5), pp. 1091-1094.
10. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиногокомплексу / Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of machine and equipment reliability, 2020. – р. 241-242.
11. Мороз М.М., Чапенко О.С. Визначення структури рухомого складу для пасажирських перевезень м. Кременчука. Вісник КДПУ.– Кременчук. – 2009.–Вип. 5. – С. 58-60.
12. Закон України «Про автомобільний транспорт» від 05.04.2001 № 2344-III.
13. Балкунов М.В., Мороз М.М. Створення нормативно-правових основ експедиторської діяльності. Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції, Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 68 – 73.
14. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань. Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486. - №2(18), 2023. – С. 17-22.
15. Закон України «Про дорожній рух» від 30.06.1993 № 3353-ХІІ.
16. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasytkovska K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6. DOI: 10.1109/MEES61502.2023.10402369
17. Zahorianskyi V., Moroz M., Kovtsur K. Ergonomic and logistic ensuring the requirements for the comfort during the organization of passenger transportation in a small-capacity bus / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2024/311997>
18. Moroz M.M., Khorolskyi V.L., Moroz O.V., Herasymchuk V.V., Vasytkovska K.V. Organization and provision of buses operation on the route taking into account the expenditures of participants of the transportation process / (2018) *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*. – 7 (4.3). – pp. 206-210.
19. European Commission. *European Transport Policy for 2050*. Brussels, 2021.
20. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). – С. 197-204. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.197-204](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.197-204)
21. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Король С.О. Оптимізація вантажних робіт і розміщення тарно-штучних вантажів в транспортних засобах і складах із застосуванням методів ергономіки і теорії систем / (2024) Транспортні

- системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 28–33. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2024/311996>
22. OECD/ITF. Transport Outlook 2023: Sustainable Mobility for All. Paris: OECD Publishing, 2023.
  23. Огар О. М., Мороз М. М., Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. Інтелектуальні транспортні технології : тези доповідей 3-ї міжнар. наук.-техн. конф. (22-23 листопада 2022 р.). – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – С. 169–170.
  24. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Bad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталій розвиток транспортних систем: наука і практика: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., 25–26 листоп. 2024 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.
  25. Rodrigue J.-P. The Geography of Transport Systems. 5th edition. New York: Routledge, 2020.

## **НАПРЯМИ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОМИСЛОВИХ РЕГІОНАХ УКРАЇНИ**

**Турпак С.М., Кузькін О.Ф., Острогляд О.О., Трушевський В.Е.**  
*Національний університет «Запорізька політехніка»*

Основними задачами в умовах сьогодення для розвитку транспортних систем промислових регіонів України є:

- підвищення ефективності перевезень вантажів і пасажирів;
- забезпечення безпеки транспортного процесу;
- зниження рівня негативного впливу на екологію.

Характерною особливістю міст з потужною за обсягами виробництва промисловістю є відповідно високий рівень вантажних перевезень, наявність розвинені системи промислового залізничного транспорту тощо.

Для багатьох таких регіонів через військове вторгнення в Україну суттєво змінилась сировинна база промислових підприємств, змітившись зі сходу на захід, активізувалась доставка імпортованих вантажів через чорноморські порти тощо.

Основними шляхами адаптації до управління логістикою в таких умовах є диверсифікація маршрутів і видів транспорту, розробка

декількох планів постачань, активне використання мультимодальних перевезень, створення буферних запасів та регіональних хабів.

Спостерігається перехід від постачання за принципом «точно в строк» (Just-In-Time) на користь принципу «про всяк випадок» (Just-In-Case). Даний підхід є актуальним в умовах криз та воєнних дій і дозволяє забезпечити надійність постачання та забезпечити стійкість до зовнішніх і внутрішніх збоїв шляхом створення й утримання значних страхових запасів.

Планування виробництва більшою мірою ґрунтується на прогнозуванні попиту, не очікуючи надходження замовлень. Відповідно продукція може надходити на склад готової продукції не підтвердженою заказами.

Активізується співпраця компаній (Collaborative Logistics), забезпечуючи важливий підхід спільного використання ресурсів та транспорту, використання Big Data та AI для оперативного моніторингу та ефективного управління вантажопотоками.

В забезпеченні безпеки транспортних процесів можна виділити дві актуальні сфери: організації дорожнього руху та забезпечення надійності рухомого складу, особливо, при перевезенні небезпечних вантажів.

Особливістю дорожнього руху в промислових регіонах, поруч із його підвищеною інтенсивністю, є наявність великогабаритного транспорту, тому характерною є тенденція відокремлення основних транспортних артерій для міського та пасажирського транспорту. В контексті інтелектуалізації транспортних технологій перспективним є використання штучного інтелекту при регулюванні тривалості сигналів світлофорів, оптимізуючи пропускну здатність транспортних вузлів в години пік або при значному потоці вантажного транспорту з промисловими товарами. Збір великих обсягів даних про рух транспорту, аварійні ситуації, завантаженість для аналізу є основою стратегічного планування та прийняття рішень щодо розвитку транспортної мережі.

Через особливості централізованого управління рухом залізничного транспорту однією із головних задач є визначення придатності рухомого складу при подовженні терміну його служби, особливо для вагонів-цистерн, які можуть перевозити хімічно або вогненебезпечні вантажі.

Промислові регіони є значним джерелом викидів, тому визначені такі пріоритетні напрямки їх зниження:

- моніторинг екологічних параметрів транспортних засобів та якості повітря вздовж транспортних магістралей та ефективне управ-

ліній трафіком і маршрутизацією з метою зменшення часу простою в заторах;

- поширення «зеленого» транспорту не тільки в містах, а й на промислових підприємствах, зокрема, через використання акумуляторних локомотивів в маневрових районах, де переміщуються невеликі за масою состави;

- відновлення судноплавства річкою Дніпро забезпечить перерозподіл частини вантажопотоку на водний транспорт, який є екологічно перспективним.

Післявоєнне відновлення може створити шанс для впровадження найсучасніших інтелектуальних транспортних технологій, а подальша гармонізація транспортного законодавства та стандартів з Європейським Союзом відкриє можливості для залучення інвестицій.

#### Література:

1. Turpak S. Improvement of the Process of Delivery of Rolled Metal Products in the Post-war Period in the Conditions of Ecologization of the Transportation. Intelligent Transport Systems / S. Turpak, O. Ostrohliad, L. Vasylieva // Ecology, Safety, Quality, Comfort. ITSESQC 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, 2025, 1336 LNNS, pp. 382–393.
2. Рябенко А., Бакурова А., Терещенко Е., Кузькін О., Матюхін А. Система підтримки прийняття рішень для створення високоефективних команд. Наука і техніка сьогодні, №5(46), 2025. С. 2030-2042.
3. Fomin, O. V. Assessment of the fatigue strength of a tank wagon car boiler taking into account corrosive wear / Fomin, O. V., Shcherbyna, I. V., Medvediev, I. P., Emelyanova, T.V., & Ostrohliad, O. O. (2025) / Natsional'nyi Hirnychiy Universytet. Naukovi Visnyk, (5), 61-68.
4. Трушевський, В.Е. Розподілений телеавтоматичний контроль сигналів дорожніх світлофорів / В.Е. Трушевський // Тиждень науки-2025. Транспортний факультет. Тези доповідей науково-практичної конференції, Запоріжжя, 2025 р. [Електронний ресурс] / Редкол. : Вадим ШАЛОМССВ (відпов. ред.) Електрон. дані. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2025. – 138 с. С.117-118.

## МЕТОДИКА ВИБОРУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДО МІСТА КРАКІВ НЕВЕЛИКИХ ГРУП ПАСАЖИРІВ

**Франків А.М., Іванченко Д.А., Клецька О.В.**

*ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»*

Пасажи́рські перевезення автомобільним транспортом виконуються автобусами та маршрутними автомобілями. Якість транспортно-обслуговування населення оцінюється цілим рядом показників. З погляду споживача оцінкою ефективності його використання є ступінь задоволення вимог населення до системи пасажирських перевезень міжнародного сполучення. Для цього необхідно вибрати раціональний транспортний засіб. Особливо це питання актуальне для України в теперішній час

Вибір раціональних типів пасажирських транспортних засобів залежить від багатьох факторів. Так, при виборі типу пасажирського автотранспорту необхідно враховувати наступні фактори:

- потужність пасажиропотоку на даному маршруті на найбільше завантаження маршруту слідування;
- нерівномірність розподілу заявок пасажирів на перевезення до / з Кракова;
- доцільний інтервал слідування пасажирських транспортних засобів;
- дорожні умови, пропускну здатність прикордонних пунктів та ін.;
- собівартість перевезень пасажирського аототранспорту.

Під координацією роботи розуміють створення єдиної комплексної системи організації та керівництва рухом усіх учасників, які приймають участь в даному міжнародному перевезенні.

В результаті аналізу існуючих підходів до вибору транспортного засобу для перевезення пасажирів в міжнародному сполученні [1-7] пропонується наступна методика визначення транспортного засобу для пасажирських перевезень за кордон, алгоритм якої представлений на рис. 1.

Методика визначення пасажирського транспортного засобу складається з етапів: визначення типу транспортних засобів за двома методиками, визначення кількості транспортних засобів для перевезення пасажирів за кордон в місто Краків.

Вихідними даними для розрахунків являються:  $Q_{zer}$  – кількість пасажирів;  $P_{poch}$  - початковий пункт;  $P_{otr}$  - пункт призначення;  $L_{p-p}$  - відстань;  $T_{p-p}$  - термін доставки;  $R_{iz}$  – ризики.

В результаті розрахунків ми повинні отримати тип транспортного засобу ( $TYP_{tz}$ ) та його кількість ( $Kil_{tz}$ ).

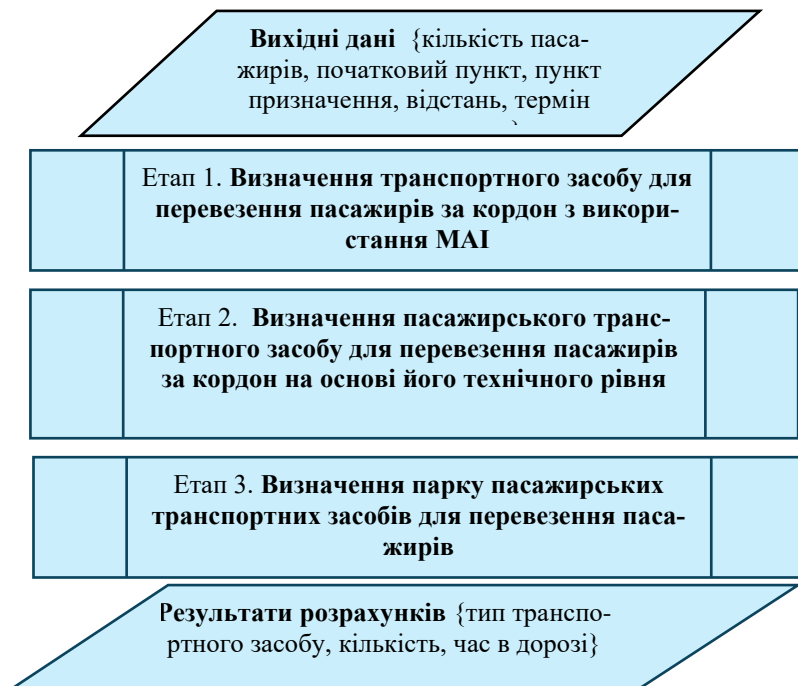


Рис. 1. Процедура визначення транспортного засобу для пасажирських перевезень в місто Краків

#### Література<sup>^</sup>

1. Теорія прийняття рішень : підручник / за заг. ред. Бутка М. П. – К. : Центр учбової літератури, 2015. – 360 с.
2. Кульчицька Х. Б. Застосування методу аналізу ієрархій при виборі проекту в поліграфії / Х. Б. Кульчицька, Л. С. Предко // Поліграфія і видавнича справа. – 2018. – № 1(75). – С. 51–60.

## ОПТИМІЗАЦІЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ В УКРАЇНІ

**Хохлов О.О., Кириченко І.О.**

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Транспортна система будь-якої країни є основою економіки, що забезпечує здатність різних видів транспортних систем ефективно взаємодіяти для забезпечення безперебійних перевезень пасажирів та вантажів у різні області та міста нашої країни, підвищувати мобільність населення та інтеграцію у світові ринки. В умовах повномасштабного вторгнення з боку РФ в нашу країну, ефективність функціонування транспортної галузі набуває стратегічного значення для обороноздатності та економічної стійкості України.

Наразі виникла необхідність швидкої адаптації транспортної інфраструктури до нових реалій: руйнування традиційних логістичних ланцюгів (зокрема, блокування чорноморських портів), критичне навантаження на західні прикордонні переходи та потреба у швидкому відновленні.

Аналіз останніх публікацій, а також стратегічних документів, Національна транспортна стратегія України до 2030 року [4], свідчить про наявність системних проблем, що накопичувалися роками. Водночас, більшість досліджень фокусується на окремих видах транспорту, тоді як проблема оптимізації функціонування транспортних систем необхідно розглядати не окремо для якогось виду транспорту, а для мультимодальних перевезень.

Що стосується ефективності транспортної системи, то її оцінюють не по одному показнику, а по групі наступних критеріїв:

- економічних;
- інфраструктурних;
- техніко-експлуатаційних;
- управлінських;
- екологічних.

Наразі, в умовах війни, більшість з цих критеріїв не можуть відповідати нормативно-правовій базі не тільки Європейського союзу, але й нашим національним стандартам. Це стосується надійності та безперебійності роботи транспорту (мінімізація простоїв), рівня безпеки (аварійності); щільності транспортної мережі, ступеню її інтегрованості (наявність вузлових хабів, мультимодальних терміналів), рівню зносу основних фондів (колій, доріг, рухомого складу); рівню викидів забруднюючих речовин на одиницю транспортної роботи.

Військова агресія загострила ці проблеми, додавши руйнування інфраструктурі (мости, аеропорти, ко-лії, порти). Водночас, це стимулювало розвиток інфраструктури на західному кордоні та прискорило пошук альтернативних логістичних маршрутів з Європейським Союзом.

Проблеми, пов'язані з цим показують, що лише 25% доріг мають покриття, що відповідає європейським стандартам. Потребують постійного ремонту штучні споруди на автомобільних дорогах, мости, еста-кади. Потрібно будівництво нових розв'язок та естакад для обласних центрів, що зменшить навантаження на дороги міст та покращить пасажиропотік та вантажопотік через регіони. Наразі 42% мостів в нашій країні знаходяться в аварійному стані, тільки 20% мають задовільний стан. Це дуже велика проблема особисто для великих міст, яку потрібно буде вирішувати.

Оптимізація функціонування транспортних систем в Україні включає основні напрями:

- модернізація інфраструктури (ремонт автомобільних шляхів міжнародного значення; модернізація залізничних колій на високошвидкісних магістралях; покращення терміналів, портів).

- впровадження інформаційних технологій (використання електронних накладних; використання GPS-трекерів на автотранспортних та залізничних засобах);

- розвиток мультимодальних перевезень з метою використання принципів інтероперабельності видів транспорту;

- євроінтеграція та гармонізація стандартів (багато ДСТУ вже гармонізовано до міжнародних стандартів ISO і до директив ЄС;

- підвищення безпеки транспортних процесів з метою мінімізації аварій, ризиків при перевезеннях небезпечних вантажів, в т.ч. і військових вантажів;

- впровадження міжнародного стандарту ISO 39001:2012- Система управління безпекою дорожнього руху [1].

Це міжнародний стандарт, який допомагає зменшити аварійність, зберегти життя і знизити збитки від ДТП. Цей стандарт впроваджують транспортні логістичні компанії, транспортні підприємства.

Цей міжнародний стандарт було гармонізовано з ДСТУ України у 2015 році (табл. 1).

Таблиця 1

## Впровадження ДСТУ ISO 39001:2015

№	Етап впровадження ISO 39001	Зміст	Україна, транспортні підприємства
1	Аналіз поточного стану (аудит)	Вивчають статистику ДТП, ризики, технічний стан транспорту, порушення правил	Укрзалізниця проводить аудит безпеки руху поїздів та службового автотранспорту
2	Розробка політики безпеки	Розробляється документ з метою: зменшення аварій, покращення підготовки персоналу	Політика без ДТП у транспортних компаніях
3	Планування системи	Визначають відповідальних, створюють процедури контролю	Введення внутрішніх регламентів щодо техогляду, інструктажу водіїв
4	Навчання персоналу	Проводять тренінги для водіїв, диспетчерів, механіків	Навчання водіїв, інструктажі з безпеки руху
5	Впровадження практичних заходів	GPS-трекери, тахографи, медогляди, відеоконтроль, контроль швидкості	Установлення GPS на автобусах у м. Київ
6	Моніторинг і перевірка	Збір статистики ДТП, аудит виконання політики, аналіз причин інцидентів	Ведення єдиної бази ДТП на підприємстві, регулярні внутрішні перевірки
7	Сертифікація	Залучення незалежного аудитора, перевірка відповідності вимогам ISO 39001	Сертифікація транспортних компаній через сертифіковані підприємства
8	Постійне вдосконалення	Щорічний аналіз, оновлення політики, нові заходи безпеки	Перегляд маршрутів, заміна старого транспорту, підвищення кваліфікації працівників

Що стосується впровадження стандарту ДСТУ ISO 39001:2015 в транспортні компанії України, то найбільш важливими етапами для впровадження цього стандарту є наступні етапи:

- аудит безпеки транспортного підприємства, тобто перевірка ризиків, до яких відносять наступні (технічний стан рухомого складу, перевищення швидкості, втома водіїв);

- розробка керівництвом транспортного підприємства політики безпеки дорожнього руху, в якій визначають цілі підприємства само в питаннях зниження аварійності, проходження технічного огляду всього рухомого складу перед виїздом;

- впровадження практичних заходів (медичні огляди водіїв перед рейсом; контроль за швидкісним ре-жимом; регулярна перевірка технічного стану транспорту);

- постійний моніторинг (проведення внутрішніх аудитів, збір статистичних даних, наприклад по ДТП);

- сертифікація підприємства (означає, що діяльність транспортного підприємства відповідає нормам безпеки руху, екологічним стандартам, технічним регламентам, вимогам управління якістю).

В результаті впровадження цього стандарту підприємству видається сертифікат на три роки, а це означає, що транспортне підприємство відповідає вимогам Європейського Союзу і може конкурувати за здійснення міжнародних перевезень.

В наступній таблиці наведено приклади впровадження стандарту ДСТУ ISO 39001:2015 Системи управління безпекою дорожнього руху.

Впровадження системи міжнародних стандартів в нашій країні, дозволяє зменшити ризики аварій економічних втрат, а головне, зберегти людське життя. Завдяки впровадженню міжнародних стандартів транспортні підприємства та логістичні фірми стають більш конкурентоспроможними, що дозволяє робити крок до інтеграції до європейської транспортної системи.

#### **Література:**

1. ДСТУ ISO 39001:2015 Системи управління безпекою дорожнього руху.
2. Закон України «Про автомобільний транспорт» від 05.04.2001 № 2344-III.
3. Закон України «Про залізничний транспорт» від 04.07.1996 №273/96 (редакція 28.08.2025 р.).
4. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 № 430-р.

# ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВУГЛЕЦЬ-ВУГЛЕЦЕВИХ ФРИКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ РІЗНИХ СТРУКТУР АРМУВАННЯ

Черкашин І.А., Шевченко С.І., Полупан Є.В.

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Вуглець-вуглецеві матеріали, волокна і матриці яких створені з однієї і тієї ж фази, мають ряд унікальних властивостей. Особливо перспективні вуглецеві композити в області високих і надвисоких температур внаслідок підвищеної термостійкості і опору до термоудару.

До того ж, особливістю цих композитів є те, що матеріал і конструкція створюються одночасно в рамках єдиного технологічного процесу. Тому створення конкурентоспроможних виробів суттєво залежить від наявності прийнятної на практиці прогнозу структури та фізико-механічних властивостей вуглецевого матеріалу з урахуванням технологічних особливостей його виготовлення.

Поведінка і руйнування матеріалу і конструкції визначаються наявністю різних структурно-технологічних факторів, характерних для різних рівнів структури композиту. Тому обґрунтованим є структурно-феноменологічний підхід, що дозволяє на кожному структурному рівні пов'язати технологічні параметри процесу створення матеріалу з його фізико-механічними властивостями.

Залежність коефіцієнту тертя від температури навколишнього середовища, якщо взяти за приклад чавунні гальмівні диски, то вони мають коефіцієнт тертя приблизно 0,3 і тримають його допоки не вийдуть на робочу температуру після чого він буде закономірно знижуватись, а після досягнення критичної межі у 330 градусів досягне максимального мінімуму  $\sim 0,1$  за якого гальмування майже не відбувається і гальма стають «ватними». У вуглець-вуглецевих фрикційних матеріалів відсутня ця проблема їхній коефіцієнт тертя не тільки не знижується, а ще й збільшується з ростом температури, що дуже добре, але є і інша сторона. При температурах 15-20 градусів коефіцієнт тертя В-ВФМ знаходиться у межах 0,1-0,17 і для того щоб їхній коефіцієнт тертя прийшов у норму гальма треба вивести на робочу температуру, тобто прогріти, що в умовах міста просто не можливо. Також залишається відкритим питання стосовно поведінки коефіцієнту тертя за температур нижче ніж 15<sup>°C</sup>. Виходячи з цього зрозуміло що треба стабілізувати коефіцієнт тертя.

Отож виходячи з вищесказаного стає зрозуміло, що (В-ВФМ) є перспективним матеріалом для застосування у гальмівних системах автомобілів, але він потребує подальшого дослідження.

Відомо, що модифіковані С-С композити мають вищий коефіцієнт тертя за початкової температури навколишнього середовища (15...20°C), ніж «чисті» композити і його величина перебуває в межах 0,32...0,45, що свідчить про позитивний вплив модифікаторів тертя на фрикційні характеристики нових матеріалів.

Також був виконаний аналіз можливості застосування формул пружних характеристик просторово армованих композиційних матеріалів в результаті якого були отримані наступні залежності.

Для матриці жорсткості ортотропного моношару:

$$S = \frac{1}{E_1 E_2 E_3} \cdot \left( 1 + 2 \frac{E_1}{E_3} \cdot \nu_{12} \nu_{13} \nu_{23} - \frac{E_1}{E_2} \nu_{12}^2 + \frac{E_1}{E_3} \nu_{13}^2 + \frac{E_2}{E_3} \nu_{23}^2 \right); \quad (1)$$

$$B_{11} = \frac{1}{E_3 S} \left( \frac{1}{E_2} - \frac{\nu_{23}^2}{E_3} \right); \quad B_{22} = \frac{1}{E_3 S} \left( \frac{1}{E_1} - \frac{\nu_{13}^2}{E_3} \right); \quad B_{33} = \frac{1}{E_2 S} \left( \frac{1}{E_1} - \frac{\nu_{12}^2}{E_2} \right); \quad (2)$$

$$B_{12} = \frac{1}{E_3 S} \left( \frac{\nu_{13} \nu_{23}}{E_3} - \frac{\nu_{12}}{E_2} \right); \quad B_{13} = \frac{1}{E_2 S} \left( \frac{\nu_{12} \nu_{23}}{E_3} - \frac{\nu_{13}}{E_3} \right); \quad B_{23} = \frac{1}{E_3 S} \left( \frac{\nu_{12} \nu_{13}}{E_2} - \frac{\nu_{23}}{E_1} \right); \quad (3)$$

$$B_{44} = G_{23}; \quad B_{55} = G_{13}; \quad B_{66} = G_{12}. \quad (4)$$

Для дослідження фізичних параметрів модифікованої вуглецевої матриці було виконано математичне моделювання при якому визначались основні фізико-механічні властивості вуглецевого фрикційного матеріалу як 3D так і 4D структури армування.

Аналіз результатів розрахунку просторово армованих вуглець-вуглецевих композитів показав, що при зіставленні значень модулів пружності  $E_1$ ,  $E_2$  і  $E_3$ , які у напрямках 1, 2 і 3 повинні бути однаковими, видно, що їх значення при  $\theta = 0^\circ$  розрізняються незначно, лише на % (рис. 1). Аналіз значень модуля пружності,  $E_3$  які повинні залежати від кута повороту, показує, що його розрахункові значення змінюються в межах сотих часток.

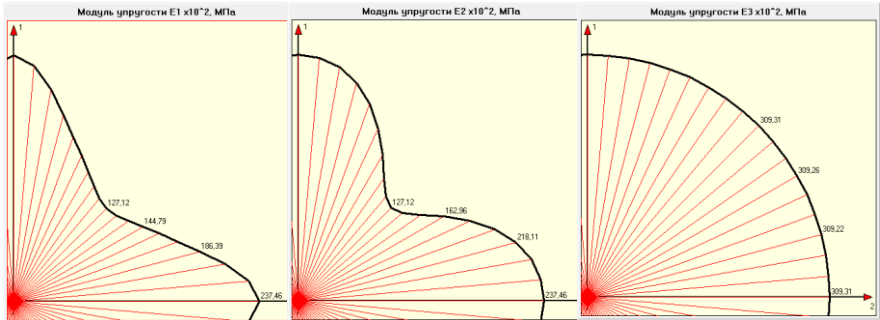


Рис. 1. Зміна модуля пружності  $E \cdot 10^2$  МПа, 3-D структура

Аналіз кругових діаграм зміни модулів пружності  $E_1$  і  $E_2$  від кута повороту координатних осей показує деяку їхню відмінність у діапазоні  $12^\circ \dots 25^\circ$ . Розбіжність значень у цій області досягає  $\approx (3 \dots 5\%)$ . Аналіз значень модулів зсуву  $G_{12}$  (рис. 2) показує, що у точці  $\theta = 0^\circ$  вони повинні відповідати і бути рівними значенням  $G_{13}$  і  $G_{23}$  (рис. 4). Справжня похибка розрахунку близька до 3%.

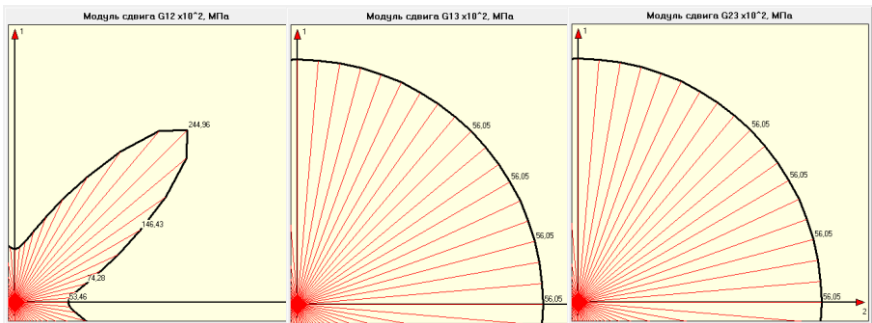


Рис. 2. Зміна модуля зсуву  $G \cdot 10^2$  МПа, 3-D структура

Для коефіцієнта Пуассона  $\nu_{12}$  (рис. 3) характерна приблизно така сама залежність від кута, як і для модуля зсуву  $G_{12}$  на рис.4 а для коефіцієнтів Пуассона  $\nu_{13}$  і  $\nu_{23}$  (рис.3) – така сама, як для модулів пружності  $E_1$  і  $E_2$  на рис. 3 При цьому величини похибок можна порівняти. Це вказує на системний характер відхилень розрахункових

значень механічних характеристик від очікуваних і є результатом розрахункової моделі, що застосовуються, і розрахункових залежностей. Недостатньо зрозумілим є поведінка функції  $\nu_{12}$  у сфері значень  $\Theta = 20...70^\circ$ .

Отже, проведений аналіз показує, що з розрахунку пружні характеристики просторово армованого матеріалу – модулі пружності, модулі зсуву і коефіцієнти Пуассона може бути розраховані з похибкою порядку 5...10%. Причому величина похибки зменшується зі збільшенням абсолютних значень параметра, що визначається.

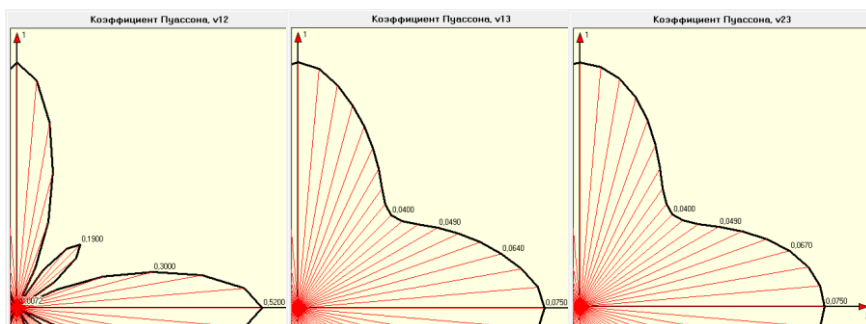


Рис. 3. Зміна коефіцієнта Пуассона  $\nu$ , 3-D структура

По кругових діаграмах зручно визначати ступінь анізотропії аналізованих структур просторово армованих матеріалів. Для 3-D структур ступінь анізотропії (відношення максимальних значень параметра до мінімальних) для модулів пружності дорівнює  $n_E = 2.43$  (рис. 4), для 4-DL структур -  $n_E = 1.66$  (рис. 6). Ступінь анізотропії модуля зсуву  $G_{12}$  для 3-D структури складає  $n_{G_{12}} \approx 5$ , а для  $G_{13}$  і  $G_{23}$   $n_G = 1$  (рис. 4), для 4-DL структури:  $G_{12}$  дорівнює  $n_{G_{12}} = 1.1$ , а для  $G_{12}$  і  $G_{23}$  - також  $n_G \approx 1$  (рис. 6).

Ступінь анізотропії коефіцієнтів Пуассона  $\nu_{12} = 2.73$ , та  $\nu_{13}$  і  $\nu_{23} = 1.87$  для 3-D структури (рис. 5) та  $\nu_{12} = 1.93$ , для 4-DL структури (рис. 6). Для  $\nu_{13}$  і  $\nu_{23}$  ступінь анізотропії варіюється в межах  $n_\nu = 8.23 \dots 12.7$  (рис. 5 та 6).

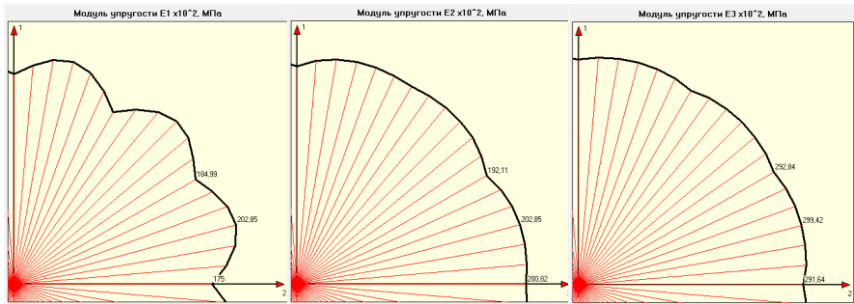


Рис. 4. Зміна модуля пружності  $E \cdot 10^2$  МПа, 4-DL структура

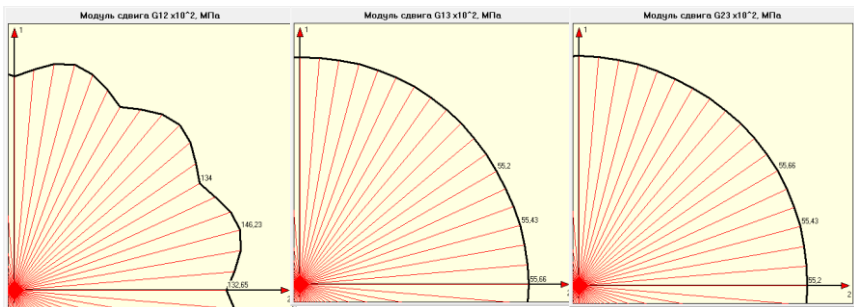


Рис. 5. Зміна модуля зсуву  $G \cdot 10^2$  МПа, 4-DL структура

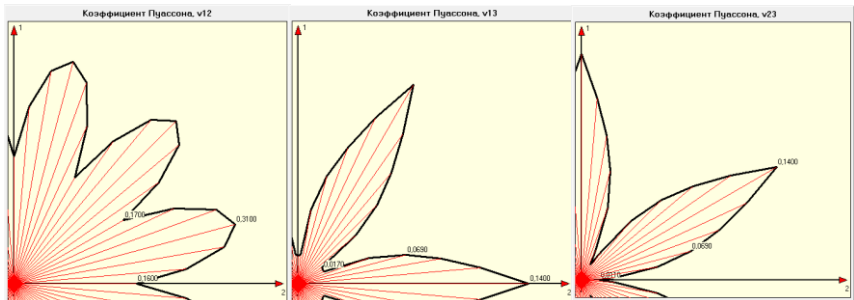


Рис. 6. Зміна коефіцієнта Пуассона  $\nu$ , 4-DL структура

В результаті аналізу досліджень було встановлено, що для плоского блоку шару матеріалів зі структурою 4D армування, ступінь армування в площині шару залишається незмінною, а в перпендикулярному напрямку шару, відповідає ступеню армування. Також слід зазначити, що коефіцієнт Пуассона, модуль зсуву і модуль пружності

для даної структури матеріалу можуть бути визначені з похибкою не більше 5%, з урахуванням її зменшення при збільшенні абсолютних значень параметрів. Також ступінь анізотропії більшості пружних характеристик просторово армованого матеріалу 4-DL структури істотно нижче, внаслідок чого 4-DL структура є більш ізотропною і кращою для використання.

#### **Література:**

1. Технологія і проектування вуглець-вуглецевих композитів і конструкцій / Ю.В. Соколкін, А. М. Вотінов, А. А. Ташкін, А. М. Пісних, А. А. Чекалкін. - М.: Наука: Фізматліт: 1996. - 240 с.
2. Колесніков С.А. Формування фізико-механічних характеристик вуглець-вуглецевих матеріалів при ізостатичній технології отримання вуглецевої матриці / С. А. Колесніков, Д. С. Максимова // Вісті вищих навчальних закладів. Серія: Хімія та хімічна технологія. – 2018. - Т. 61, № 11. - С. 50-61.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КОНТЕЙНЕРНИМИ ПОТОКАМИ**

**Чернецька-Білецька Н.Б., Ревун М.А.**

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Склади виконують функції сортування та тимчасового зберігання. При прибутті контейнера на склад починається послідовність обробки, ідентифікації, подальшого завантаження та видачі, визначає, чи пропускна здатність буде рівномірною або перевантаженою. Неefективність на цьому етапі призводить до збільшення часу простою, витрат на простій, каскадних збоїв у розкладі та зниження використання активів – на-слідків, які знижують економічну вигоду від контейнерних перевезень. Точне визначення розташування контейнерів та знання про їх статус на складі мають важливу роль для підтримки високої ефективності системи. Цей факт наголошується на аналізі галузевих тенденцій, що позиціонує склад як основне місце впровадження технологій інформаційних технологій та систем відстеження.

Системи відстеження контейнерів створені для вирішення операційних та інформаційних завдань, які забезпечують ефективну обробку контейнерів та прийняття рішень. Головні цілі включають прозо-

рість у відстеженні контейнерів, встановлення точного розташування та історії переміщення контейнерних одиниць на складі та в пунктах завантаження/розвантаження. Прозорість є необхідною умовою для контролю та аудиту процесу. Точність та узгодження інвентаризації: скорочення невідповідностей між фізичними запасами та записами, швидкий підрахунок та виявлення помилок для покращення показників точності, що впливають на комплектацію, навантаження та виставлення рахунків. Пропускна здатність та скорочення часу очікування, та прискорення потоків за рахунок скорочення часу від моменту надходження до моменту відправлення. Моніторинг стану та безпека для деяких контейнерів (швидкокопсувних чи небезпечних вантажів) відстеження параметрів навколишнього середовища та географічного положення на складі пов'язане з дотриманням вимог та управління ризиками. Інтеграція даних для планування, надання точних та актуальних даних у системи управління складом, системи управління терміналами та планування для складання розкладів та розподілу ресурсів. Ці цілі визначають, чому логістичні компанії інвестують у технології відстеження, і чому дослідники розглядають склад як фундамент поліпшення функцій відстеження з допомогою Інтернету. Багато цілей пояснює, чому одного методу виявлення рідко буває достатньо. Зацікавлені сторони прагнуть детального локального огляду та сумісності з інформаційними системами корпоративного рівня.

Перспектива систем відстеження складських контейнерів ґрунтується на простому затвердженні - точна та своєчасна інформація дозволяє приймати більш обґрунтовані рішення. Поліпшення сприяє більш швидкій обробці, мінімізує втрати часу, скорочує час простою, гарантує дотримання вимог та знижує ризик фінансових проблем. Можливість відстежувати контейнери у складських приміщеннях, зонах відправки, вихідних потоках та місцях проміжного зберігання - чи то за допомогою RFID, UWB, BLE, систем штрих кодування чи платформ інтеграції даних дозволяє складам ефективніше контролювати тимчасову та просторову динаміку.

Необхідність поєднання систем відстеження контейнерів: Головний висновок цієї роботи у тому, що складські операції роблять системи відстеження необхідними. Окремо технології не забезпечують повної точності в приміщеннях, на відкритому повітрі, в умовах мінливих умов експлуатації. RFID забезпечує швидку ідентифікацію, але обмежену локалізацію усередині приміщень. UWB забезпечує високу точність позиціонування, але при масштабуванні потребує великих витрат. BLE забезпечує баланс між вартістю та локалізацією, але страждає від зашумлення сигналу. Системи машинного зору забезпечують

детальну ідентифікацію, але потребують ідеальних умов. Програмне відстеження та інтеграція WMS створює рівень інтерпретації, але повністю залежить від точності даних датчиків. При використанні окремо, кожна система вказує на свої операційні сліпі зони. Інтеграція через проміжне програмне забезпечення та платформи керування складом дозволяє цим системам створювати надійну систему відстеження.

Переваги: Стійкість - якщо один із методів виходить з ладу або генерує некоректні дані, інші можуть виявити та компенсувати це. Повнота - комбіновані системи задовольняють вимогам як ідентифікації, так і локалізації. Операційна узгодженість - кожен робочий процес може використовувати технології, найбільш відповідні їхнім характеристикам. Масштабованість даних - об'єднання систем дозволяє складу розширювати можливості, такі як моніторинг стану, аналітику або автоматизовану звірку, не покладаючись на одну систему. Цілісність даних - вхідні дані підвищують точність, зменшують неоднозначність та зв'язують системи аудиту. Відповідно, поєднання сенсорних систем, комунікаційних технологій та програмних платформ це удосконалення систем, структурних вимог для досягнення якісного відстеження операцій. Необхідність комбінованих систем є очевидною, проте узгодження з власниками складів потребує додаткового аналізу. Склади сильно різняться за конфігурацією, пропускну здатністю, функціями та доступом до ресурсів. Розподільний центр, що обробляє тисячі контейнерів на день, висуває більше вимог, ніж звичайний складський центр або склад для спеціалізованих вантажів.

#### Література:

1. By Taufik Wilmansyah. RFID Technology Implementation In Warehouse Inventory Management. [https://dcvmn.org/wp-content/uploads/2022/07/3\_biofarma\_rfid\_technology\_implementation\_in\_warehouse\_inventory\_management\_bf.pdf]
2. Judith M- Myerson. RFID in the Supply Chain. [https://eprints.ulbi.ac.id/1785/1/RFID%20in%20the%20supply%20chain%20a%20guide%20to%20selection%20and%20implementation%20by%20Judith%20M.%20Myerson%20%28z-lib.org%29.pdf].
3. Ключев С.О. Аналіз системи моніторингу та диспетчерського регулювання наземного транспорту / С.О. Ключев, М.А. Ревун, О.В. Цимбал // Вісник машинобудування та транспорту. – Вінниця: ВНТУ. – 2023. – №1 (17) – С.64–70.
4. Dr. Manoj Chandak, Hrushikesh Zadgaonka. Locating Objects in Warehouses Using BLE Beacons & Machine Learning. ResearchGate. URL:

- [[https://www.researchgate.net/publication/356205891\\_Locating\\_Objects\\_in\\_Warehouses\\_Using\\_BLE\\_Beacons\\_Machine\\_Learning](https://www.researchgate.net/publication/356205891_Locating_Objects_in_Warehouses_Using_BLE_Beacons_Machine_Learning)].
5. UWB-Based Real-Time Indoor Positioning Systems: A Comprehensive Review / Mohammed Faeik Ruzajj Al-Okby та ін. ResearchGate. URL:[[https://www.researchgate.net/publication/386170112\\_UWB-Based\\_Real-Time\\_Indoor\\_Positioning\\_Systems\\_A\\_Comprehensive\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/386170112_UWB-Based_Real-Time_Indoor_Positioning_Systems_A_Comprehensive_Review)].
  6. UWB Localization in a Smart Factory: Augmentation Methods and Experimental Assessment / Luca Barbieri та ін. URL:[[https://re.public.polimi.it/bitstream/11311/1182972/4/RV\\_2021\\_TIM\\_postprint.pdf](https://re.public.polimi.it/bitstream/11311/1182972/4/RV_2021_TIM_postprint.pdf)].
  7. Yan, J., Zhang, M., Yang, J. WC-CP: a Bluetooth low energy indoor positioning method based on the weighted centroid of the convex polygon.. ISPRS International Journal of Geo-Information. URL:[<https://eprints.whiterose.ac.uk/id/eprint/217998/1/Geo-Information-A%20Bluetooth%20Low%20Energy%20Indoor%20Positioning%20Method%202024.pdf>].
  8. Evaluation of Low-Cost/High-Accuracy Indoor Positioning Systems / Robin Amsters та ін. The Fourth International Conference on Advances in Sensors, Actuators, Metering and Sensing. URL:[[https://marvelmind.com/pics/allensors\\_2019\\_2\\_20\\_70034.pdf](https://marvelmind.com/pics/allensors_2019_2_20_70034.pdf)].
  9. Ключев, С. О. Впровадження навігаційних систем при транспортуванні вантажів різними видами транспорту / С. О. Ключев, Б. В. Юров // Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталий розвиток транспортних систем: наука і практика : зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., 25–26 листоп. 2024 р. / Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків, 2024. – С. 109–112.
  10. Differential Positioning with Bluetooth Low Energy (BLE) Beacons for UAS Indoor Operations: Analysis and Results / Salvatore Ponte та ін. MDPI. URL:[<https://www.mdpi.com/1424-8220/24/22/7170>].
  11. Large Network UWB Localization: Algorithms and Implementation / Nakul Garg та ін. 22nd USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation. URL:[<https://www.usenix.org/system/files/nsdi25-garg.pdf>].
  12. Andrew Zignani, Stephanie Tomsett. ULTRA-WIDEBAND (UWB) FOR THE IOT– A FINE RANGING REVOLUTION?. ABIresearch. URL:[<https://www.allaboutcircuits.com/uploads/articles/UWBWP.pdf>].
  13. Binyam Shiferaw Heyi. Implementation of Indoor Positioning using IEEE802.15.4a (UWB). The Royal Institute of Technology Laboratory for Communication Networks ,School of Electrical Engineering. URL:[<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2%3A603894/FULLTEXT01.pdf>].
  14. Maria Ceccarelli. Smart Containers Real-time Smart Container data for supply chain excellence. White Paper. URL:[[https://unece.org/DAM/cefact/GuidanceMaterials/WhitePapers/WP-SmartContainers\\_Eng.pdf](https://unece.org/DAM/cefact/GuidanceMaterials/WhitePapers/WP-SmartContainers_Eng.pdf)].
  15. A low-cost IoT-based Solution for Tracking and Monitoring Freight Consignments. Swinburne University of Technology. URL:[

- <https://imoveaustralia.com/wp-content/uploads/2025/02/A-low-cost-IoT-based-Solution-for-Tracking-and-Monitoring-Freight-Consignments-Milestone-1.pdf>].
16. RFID-Technologies in Warehousing: State of the Art and Future Perspectives / Philipp Schöttl та ін. ResearchGate. URL: [[https://www.researchgate.net/publication/380165846\\_RFID-Technologies\\_in\\_Warehousing\\_State\\_of\\_the\\_Art\\_and\\_Future\\_Prospectives](https://www.researchgate.net/publication/380165846_RFID-Technologies_in_Warehousing_State_of_the_Art_and_Future_Prospectives)].

## ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УПРАВЛІННІ ТРАНСПОРТНИМИ ПРОЦЕСАМИ

**Чубаров М.Ю., Король С.О.**

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

В умовах поглиблення глобалізаційних процесів та стрімкого зростання обсягів транспортних перевезень галузь стикається з низкою стратегічних викликів. Серед ключових – необхідність суттєвого підвищення операційної ефективності, гарантування безпеки перевезень, зменшення екологічного навантаження та оперативної адаптації до динамічних зовнішніх факторів (зокрема, транспортних заторів, погодних коливань і змін у структурі попиту).

Сучасні транспортні системи працюють у надзвичайно складному середовищі, де вантажні й пасажирські потоки характеризуються високою варіативністю. У таких умовах традиційні, реактивні підходи управління поступово втрачають ефективність. Саме тому інтеграція технологій штучного інтелекту (ШІ) перетворюється на необхідну складову стратегічного розвитку галузі, забезпечуючи перехід до проактивної та частково автономної моделі управління.

Застосування алгоритмів машинного навчання, нейромережових систем та інтелектуальних платформ підтримки рішень дає змогу виконувати головні функції управління: точне прогнозування, оперативну оптимізацію та адаптивне регулювання транспортних процесів. У підсумку формування транспортної системи нового покоління може бути описане через мінімізацію сумарних приведених витрат, що відображає комплексний підхід до підвищення ефективності та стійкості транспортної інфраструктури:

$$Z = Z_{\text{експ}} + Z_{\text{час}}, \quad (1)$$

де  $Z_{\text{експл}}$  – експлуатаційні витрати перевізника;  $Z_{\text{час}}$  – витрати часу пасажирів або клієнтів, перераховані у вартісну форму.

III дозволяє знайти оптимальний розподіл транспортних засобів на маршрутах через адаптивні алгоритми:

$$\min_{x_i} F(x) = \sum_{i=1}^n (C_i(x_i) + \alpha T_i(x_i)) \quad (2)$$

де  $x_i$  – кількість транспортних засобів на маршруті  $i$ ,  $C_i(x_i)$  – витрати перевізника,  $T_i(x_i)$  – середній час очікування пасажирів,  $\alpha$  – вартісний коефіцієнт часу.

Задача вирішується методами градієнтної оптимізації, генетичних алгоритмів чи нейронних мереж. Із закордонного досвіду практичне застосування III включає:

1. Прогнозування попиту (Варшава, Барселона) – зменшення кількості порожніх рейсів на 12–18 %.
2. Оптимізацію маршрутів (Сінгапур, Smart Mobility 2030):

$$T_{\text{об}} = \frac{L}{V_{\text{сер}}} + t_{\text{нос}} \quad (3)$$

де  $L$  – довжина маршруту,  $V_{\text{сер}}$  – середня швидкість руху,  $t_{\text{нос}}$  – час простою на зупинках.

Оптимізація  $T_{\text{об}}$  дозволяє визначити необхідну кількість ТЗ:

$$N = \frac{Q t_{\text{оч}}}{P T_{\text{об}}} \quad (4)$$

де  $Q$  – добовий пасажиропотік,  $t_{\text{оч}}$  – допустимий час очікування,  $P$  – місткість транспортного засобу.

3. Інтелектуальні системи управління рухом (Лондон, SCOOT) – зниження затримок на 15 %.
4. Забезпечення безпеки (Німеччина) – відеоаналітика попередження небезпечних ситуацій.

Висновок. Використання технологій ШІ у транспортній сфері відкриває можливості для скорочення витрат, підвищення ефективності та рівня безпеки, покращення якості обслуговування. Інтеграція інтелектуальних систем формує основу концепції «розумної мобільності», яка забезпечує стійкість інфраструктури та адаптивність до швидких змін.

#### Література:

1. Moroz M. M., Khorolskyi V. L., Moroz O. V., Herasymchuk V. V., Vasytkovska K. V. Organization and provision of buses operation on the route taking into account the expenditures of participants of the transportation process. *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*. 2018. Vol. 7 (4.3). P. 206-210.
2. Мороз М.М., Гайкова Т.В. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук. *Центральноукраїнський науковий вісник*. 2024. Вип. 9 (40). С. 197-204.
3. European Commission. *Artificial Intelligence for Europe*. Brussels, 2018.
4. Левковець П.Р., Мороз М.М., Мороз О.В. Удосконалення перевезень пасажирів м. Кременчук. *Управління проектами, системний аналіз і логістика: науковий журнал*. – Вип. 7. – К.: НТУ, 2010. – С. 304–308.
5. Мороз М.М. Шляхи вдосконалення пасажирських перевезень транспортом загального користування. *Збірник наукових праць Кіровоградського національного університету*. – 2015. – Вип. 28. – С. 57-63.
6. Мороз М.М. Розробка заходів удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту м. Кременчук на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал*. –2015. – № 2 (219). – С. 44–49.
7. Zhang D., He T., Zhao F., Cao J. Context-aware real-time urban traffic control using cloud-based big data analytics. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 2019. Vol. 20(5). P. 1497–1507.
8. Мороз М.М., Король С.О., Мороз О.В. Соціально-економічне забезпечення пасажирського транспорту загального користування. *Вісник СХУ імені Володимира Даля*. Вип. 1 (242) *Севеодонецьк* 2018 – С.100-105.
9. Vasytkovska, K., Vasytkovskyi, O., Leshchenko, S., Moroz, M. (2020) Identification of parameters of pneumatic dmechanical seeding device under the influence of vacuum / *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (5), pp. 1091-1094.
10. Moroz, M., Markevich A., Moroz O., Vasytkovskyi O. Results of Social-Transport Monitoring of Passenger Transportation Kremenchuk City / *Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences*, 2019, Col.2(33) 76-90.
11. Singapore Land Transport Authority. *Smart Mobility 2030: Intelligent Transport Systems Master Plan*. Singapore, 2014.

12. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свинокмплексу / Increase of machine and equipment reliability, 2020. – р. 241-242.
13. Мороз М. М., Труніна І. М., Мороз О. В. Оптимізація логістичної діяльності переробного підприємства / Науковий вісник Одеського національного економічного університету. №3-4 (280-281), 2021. – С. 63-69.
14. Левковець П.Р., Мороз М.М., Кобилецький Р.В. Удосконалення логістичного управління перевезень пасажирів Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського.– Випуск 6/2007 (47). – Частина 1. – С. 113-115.
15. Мороз М.М., Чапенко О.С. Визначення структури рухомого складу для пасажирських перевезень м. Кременчука / Вісник КДПУ.– Кременчук. – 2009.–Вип. 5. – С. 58-60.
16. Transport for London. SCOOT Adaptive Traffic Control System. London, 2020.
17. Кір'янов О.Ф., Мороз М.М., Чаплінський В.С. Впровадження інформаційних технологій в організацію міських перевезень / Вісник КДПУ. – 2008. – Випуск 1. – С. 48.
18. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / Вісник машинобудування та транспорту. №2 (18), 2023. – С. 17-22.
19. Мороз М. М., Загорянський В. Г., Гайкова Т. В., Солошич І. О., Загорянський О. В. Удосконалення взаємодії видів вантажного транспорту на кременчуцькому терміналі «Нібулон» при перевалці зернових вантажів / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 27. С. 4–10.
20. Огар О. М., Мороз М. М., Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. Інтелектуальні транспортні технології. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – С. 169–170.

## **ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**Шапатіна О.О., Карбівничий В.Л.**

*Український державний університет залізничного транспорту*

У сучасних умовах глобалізації та стрімкого розвитку міжнародної торгівлі транспортні перевезення відіграють ключову роль у забезпеченні сталого економічного зростання та ефективного функціонування логістичних ланцюгів. Особливого значення набувають мультимодальні перевезення, які передбачають послідовне використання

декількох видів транспорту в межах єдиного договору перевезення та забезпечують безперервність доставки вантажів від відправника до кінцевого споживача [1].

Важливим етапом розвитку мультимодальних перевезень стало впровадження контейнеризації та уніфікованих вантажних одиниць, серед яких контейнери, знімні кузови, напівпричепи та автопоїзди. Це сприяло підвищенню швидкості перевантажувальних операцій, зниженню ризиків пошкодження вантажів і оптимізації використання транспортної інфраструктури. Завдяки поєднанню морського, залізничного, автомобільного та авіаційного транспорту мультимодальні перевезення забезпечують високу гнучкість маршрутів, зменшення логістичних витрат і скорочення негативного впливу на навколишнє середовище [2].

Водночас мультимодальні транспортні системи стикаються з низкою викликів, зокрема затримками на стикових пунктах між видами транспорту, недостатньою узгодженістю інформаційних потоків та перевантаженістю транспортних вузлів. Подолання цих проблем можливе завдяки впровадженню новітніх технологічних рішень, таких як автоматизовані мультимодальні термінали, «розумні» склади, цифрові платформи управління перевезеннями та інтеграція інфраструктурних об'єктів у єдину логістичну мережу.

У провідних країнах світу активно застосовуються інформаційно-аналітичні системи, засновані на технологіях штучного інтелекту, Інтернету речей та великих даних, які дозволяють здійснювати моніторинг вантажопотоків у режимі реального часу, прогнозувати можливі затримки та оперативно оптимізувати логістичні маршрути. Це забезпечує підвищення надійності, прозорості та екологічності мультимодальних перевезень.

Таким чином, впровадження новітніх технологічних рішень у сфері мультимодальних перевезень, а саме: цифровізація, автоматизація та інтелектуальні системи управління, є ключовим чинником формування ефективної, конкурентоспроможної та сталої транспортної системи, здатної відповідати сучасним глобальним викликам і потребам майбутнього.

#### Література:

1. Н. О. Prymachenko, О. О. Shapatina, О. S. Pestremenko-Skrypka, А. V. Shevchenko, М. V. Halkevych. Improving the technology of product supply chain management in the context of the development of multimodal transportation systems in the European union countries. International Journal of Agricul-

tural Extension. Special Issue 01/Issues of Legal Regulation in Agrarian and Tourism Space. 2022. P. 77–89.

2. A. Krasheninina, O. Shapatina, O. Kovalova, G. Shapoval, H. Sylenok. Improvement of multimodal transportation based on logistic principles. Log-Forum, 2022. Vol. 18 (4). P.451-469.

## **ЗАХОДИ ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН АВТОТРАНСПОРТУ НА ЕКОЛОГІЮ В УКРАЇНІ**

**Яворський А.О., Кириченко І.О.**

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Проблема забруднення атмосфери від викидів шкідливих речовин від автомобільного транспорту є одною з найгостріших проблем, вирішення якої потребує впровадження нових технологій, нових програм, спрямованих на зменшення шкідливих викидів у повітря.

Транспортний сектор є одним із базових галузей економіки України, що забезпечує її інтеграцію у світові ринки та мобільність населення. Водночас, транспорт, і в першу чергу автомобільний, є одним із найбільших джерел забруднення навколишнього середовища. За даними [1], на частку автотранспорту припадає понад 80% усіх викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Це створює значні екологічні ризики, особливо у великих містах, та погіршує якість життя населення.

Актуальність проблеми посилюється в контексті зобов'язань України щодо імплементації європейських екологічних норм та стандартів. Перехід до "зеленої" логістики та сталого функціонування транспорту є стратегічним завданням для держави.

Аналіз останніх публікацій та досліджень показує, що науковці приділяють значну увагу цій проблемі. Так, у працях [2] досліджуються методики моніторингу та розрахунку викидів парникових газів від рухомого складу. Роботи [3] фокусуються на перевагах та недоліках впровадження альтернативних видів палива, зокрема біопалива та водневих технологій.

Водночас, більшість досліджень розглядає окремі аспекти проблеми. Залишається потреба в комплексному аналізі практичних заходів, які можуть бути імплементовані на рівні окремих транспортних підприємств для системного зниження екологічного навантаження.

Основними напрямками негативного впливу транспорту на довкілля є:

- хімічне забруднення атмосфери: викиди CO<sub>2</sub> (парниковий газ), оксидів азоту (NO<sub>x</sub>), сірки (SO<sub>2</sub>), твердих часток (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>);
- шумове та вібраційне забруднення: особливо вздовж жвавих автомагістралей та у житлових районах міст;
- забруднення ґрунтів та вод: внаслідок витоків паливно-мастильних матеріалів (ПММ) та неналежної утилізації відходів (зношені шини, акумулятори, фільтри).

Вирішення цих проблем вимагає системного підходу, що поєднує технологічні, організаційні та інфраструктурні зміни. Впровадження європейських стандартів "Євро-5" та "Євро-6" є обов'язковим, але недостатнім кроком. Необхідна глибока модернізація підходів до управління транспортними процесами.

Ключові напрями оптимізації включають:

- Технологічне оновлення: стимулювання імпорту та використання транспортних засобів вищих екологічних класів, впровадження електромобілів та гібридних авто, особливо у сегменті міських комерційних перевезень.
- Використання альтернативного палива: розширення інфраструктури для газобалонного обладнання (LPG/CNG) та зарядних станцій для електромобілів.
- Організаційні заходи: впровадження систем управління автопарком (FMS) та GPS-моніторингу для оптимізації маршрутів, скорочення "порожніх" пробігів, а також навчання водіїв принципам "еко-водіння" (eco-driving).
- Інфраструктурні зміни: розвиток громадського та мультимодального транспорту, створення "зелених коридорів" та обмеження в'їзду неекологічного транспорту в центри міст.

Україна аналізує світовий досвід, щодо впровадження заходів по зменшенню шкідливих викидів в атмосферу від автомобільного транспорту. Нашій країні наразі складно впроваджувати передові світові технології в умовах війни. Крім того, дуже велика частина автомобілів, які експлуатуються на наших дорогах не відповідають екологічним стандартам, дуже старі. Тому забруднення від автотранспорту в великих місцях України може складати до 80%.

Для систематизації цих заходів, пропонується поетапне впровадження екологічної політики на транспортних підприємствах, аналогічно до систем управління якістю чи безпекою (як у наданому зразку про ISO 39001). В табл. 1 наведено основні етапи та зміст таких заходів.

Таблиця 1

## Заходи, спрямовані на зниження негативного впливу транспорту на екологію

№	Етап впровадження	Роботи, які проводять	Очікуваний ефект (в Україні)
1	Екологічний аудит	Аналіз поточного стану автопарку (клас екологічності), вимірювання фактичних викидів та споживання палива.	Ідентифікація найбільш "брудних" транспортних засобів, розробка базового рівня (base line) викидів CO <sub>2</sub>
2	Розробка екополітики	Встановлення цілей зі скорочення викидів (наприклад, -5% на рік), призначення відповідальних осіб.	Формування корпоративної культури, орієнтованої на екологічність.
3	Оновлення рухомого складу	Розробка плану заміни старих авто (нижче Євро-4) на нові (Євро-6) або електричні/гібридні аналоги.	Кардинальне зниження викидів NO <sub>x</sub> та твердих часток. Покращення іміджу компанії.
4	Впровадження ІТ-рішень	Установка GPS-трекерів, систем управління маршрутами (TMS), датчиків рівня палива.	Зменшення загального пробігу на 10-15%, скорочення "порожніх" рейсів, унеможливлення зливів палива.
5	Навчання персоналу	Проведення тренінгів з "еко-водіння" (плавний розгін/гальмування, вибір оптимальної передачі, контроль тиску в шинах).	Зниження споживання палива на 5-10% на один транспортний засіб.
6	Управління відходами	Організація централізованого збору та передачі на утилізацію відпрацьованих мастил, шин та акумуляторів.	Дотримання законодавчих норм, запобігання забрудненню ґрунтів та вод.
7	Моніторинг і контроль	Регулярний аналіз показників (л/100 км, CO <sub>2</sub> -т-км), внутрішні аудити, коригувальні дії.	Постійне вдосконалення екологічних показників, економічна ефективність.

Проблема забруднення атмосфери від автомобільних викидів, яка призводить до погіршення здоров'я громадян дуже актуальна. Для зменшення шкоди для людей та екології потрібно розвивати електротранспорт, стимулювати використання громадського транспорту, покращувати якість пального та використовувати екологічні транспортні технології.

#### **Література:**

1. Директива 2009/33/ЄС Європейського Парламенту та Ради "Про стимулювання чистих та енергоефективних транспортних засобів".
2. Статистичний щорічник України за 2023 рік. / Державна служба статистики України. Київ, 2024.
3. Долінський П.В. Моніторинг викидів парникових газів від автомобільного транспорту в умовах міста // Вісник НТУ. 2023. № 1(50). С. 45-52.
4. Марченко О.С. Перспективи використання альтернативних видів палива на транспорті: економічний та екологічний аспекти // Економіка та суспільство. 2024. № 58.

## **ФОРМУВАННЯ ТА ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ СИСТЕМИ МІЖНАРОДНИХ ТОРГОВЕЛЬНИХ ТЕРМІНІВ «ІНКОТЕРМС»**

**Якуба О.Г., Мороз О.В.**

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

Міжнародний товарообіг не може ефективно функціонувати без узгоджених правил, що чітко визначають обов'язки та відповідальність учасників угод. Саме таким стандартом є «Інкотермс» – система правил, розроблена Міжнародною торговою палатою (ІСС) для уніфікації торговельних процедур і мінімізації можливих суперечок. Перше видання цих правил було опубліковано у 1936 році, і відтоді вони регулярно оновлюються (приблизно раз на 10–15 років) відповідно до змін у світовій економіці, транспортній інфраструктурі та міжнародному праві.

Етапи формування та модернізації «Інкотермс»:

1936 р. – перший збір правил, що складався з 6 термінів;

1953–1990-ті рр. – розширення системи до 13 термінів та врахування особливостей морських і авіаційних перевезень;

2000–2010 рр. – оптимізація структури та введення класифікації термінів за способом доставки;

2020 р. – чинна редакція з 11 термінами, пристосована до мультимодальних перевезень, електронного документообігу та цифрової торгівлі.

Терміни «Інкотермс» визначають порядок розподілу функцій між продавцем і покупцем, зокрема щодо організації перевезення, витрат на транспортування та страхування, митних процедур, а також моменту переходу ризиків під час доставки. Формально систему розподілу обов'язків можна представити у вигляді функціональної залежності:

$$C_T = C_S + C_B, \quad (1)$$

де  $C_T$  – загальні витрати транспортування,  $C_S, C_B$  – витрати продавця та покупця.

У транспортно-експедиторській діяльності «Інкотермс» дозволяє чітко розмежувати обов'язки перевізника, експедитора, страховика та сторін контракту.

Основними перешкодами для активного впровадження правил «Інкотермс» є недостатній рівень поінформованості представників малого й середнього бізнесу, різні підходи до трактування термінів у міжнародній практиці, відсутність належних національних адаптацій. Перспективні напрями розвитку: інтеграція правил «Інкотермс» у платформи електронної комерції; застосування блокчейн-технологій для оформлення митних і транспортних документів; розширення нормативних положень для умов воєнного стану та надзвичайних ситуацій.

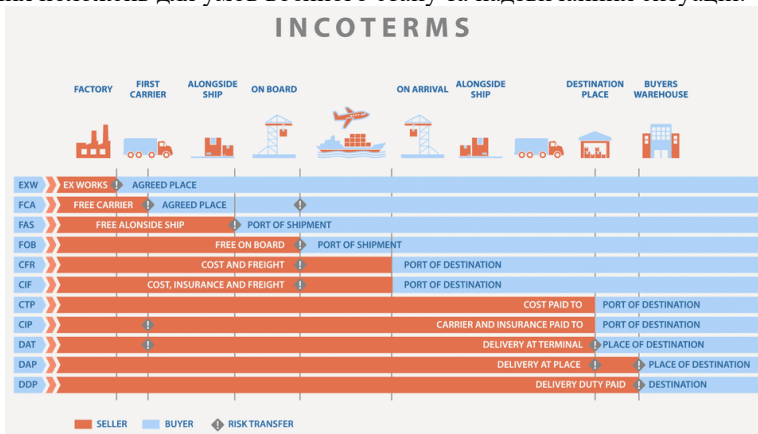


Рис. 1. Розподіл обов'язків продавця і покупця за термінами Інкотермс «Інкотермс» є інструментом регулювання міжнародних торговельно-логістичних процесів. Їхня еволюція демонструє адаптацію до глобальних змін у сфері торгівлі та транспорту. Подальший розвиток системи залежить від інтеграції з сучасними сервісами.

#### Література:

1. International Chamber of Commerce. Incoterms® 2020: ICC Rules for the Use of Domestic and International Trade Terms. Paris, 2019.
2. Moroz, M., Korol, S., Yelistratov, V., Moroz, O., Korol, K., Zahorianskyi, V. (2020) Device for Stabilizing the Electrical Power of a Diesel Generator in Transport / Proceedings of the 25th IEEE International Conference on Problems of Automated Electric Drive. Theory and Practice, PAEP 2020.
3. Левковець П.П., Мороз М.М., Кобилецький Р.В. Удосконалення логістичного управління перевезень пасажирів. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – Випуск 6/2007 (47). – Частина 1. – С. 113-115.
4. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиного комплексу / Increase of machine and equipment reliability, 2020. – р. 241-242.
5. Левковець П.П., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2014. – №5. – С. 108–111.
6. Крючков С. Міжнародні перевезення і логістика. Київ: КНЕУ, 2021.
7. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – 2016. – Випуск 6 (1). – С. 71-75.
8. Балкунов М.В., Мороз М.М. Створення нормативно-правових основ експедиторської діяльності / Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції. "Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту". – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 68 – 73.
9. Zahorianskyi V., Zahorianska O., Moroz M. and Moroz O. Development of a Model for Minimizing the Energy Costs of the Transport and Technological Complex, 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5.
10. Rodrigue J.-P. The Geography of Transport Systems. Routledge, 2020.
11. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В., Цимбал О. В. Удосконалення методики проєктування контейнерного терміналу. Вісник машинобудування та транспорту. №2(18), 2023. – С. 56-62.
12. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проктний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань. Вісник машинобудування та транспорту. №2(18), 2023. – С. 17-22.
13. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasytkovska K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th Interna-

- tional Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6. DOI: 10.1109/MEES61502.2023.10402369
14. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць ЦНТУ, Вип. № 9 (40). – С. 197-204.
  15. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Король С.О. Оптимізація вантажних робіт і розміщення тарно-штучних вантажів в транспортних засобах і складах із застосуванням методів ергономіки і теорії систем / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 28–33.
  16. UNCTAD. Review of Maritime Transport 2022. Geneva: United Nations, 2022.
  17. Zahorianskyi V., Moroz M., Kovtsur K. Ergonomic and logistic ensuring the requirements for the comfort during the organization of passenger transportation in a small-capacity bus / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.15802/tst2024/311997>
  18. Огар О. М., Мороз М. М., Кондратьєв І. В. Забезпечення безпеки сортувального процесу шляхом обґрунтування його ефективних параметрів. Інтелектуальні транспортні технології: тези доповідей 5-ої Міжнародної науково-технічної конференції, 2024 р. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – С. 273–274.
  19. Огар О. М., Мороз М. М., Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. Інтелектуальні транспортні технології: тези доповідей 3-ї міжнар. наук.-техн. конф. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – С. 169–170.
  20. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Bad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталій розвиток транспортних систем: наука і практика: зб. тез міжнар. наук.-практ. конф. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.

## **РЕГУЛЯТОРНІ, УПРАВЛІНСЬКІ ТА ТЕХНІЧНІ СКЛАДОВІ БЕЗПЕЧНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТУ**

**Ярміш Д.О., Молоштан Д.В.**

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

Транспортний сектор посідає провідне місце в економічному розвитку країни, проте його функціонування пов'язане з низкою ризиків для життя й здоров'я людей, збереження вантажів та стану навколишнього середовища. Актуальність проблем безпеки транспортної ді-

ральності в Україні визначається такими факторами: значним рівнем дорожньо-транспортного травматизму; наявністю терористичних та воєнних загроз; недосконалістю та зношеністю транспортної інфраструктури; нестачею кваліфікованих спеціалістів у галузі.

Під безпекою транспортної діяльності слід розуміти такий стан транспортної системи, за якого ймовірність виникнення ДТП, аварій чи надзвичайних ситуацій зведена до допустимого мінімуму.

Оцінювання рівня безпеки може здійснюватися через формульну залежність:

$$B = \frac{N_b}{N_{\Sigma}} , \quad (1)$$

де  $B$  – коефіцієнт безпеки;  $N_b$ ,  $N_{\Sigma}$  – кількість безпечних та загальна кількість рейсів.

Фактори ризику, що можуть призвести до ДТП, можна класифікувати за п'ятьма групами та надати кожній з них наступні характеристики:

1. Технічні – зношеність транспортних засобів, недостатнє технічне обслуговування.
2. Людський фактор – порушення правил водіяма, перевтома, низька кваліфікація.
3. Інфраструктурні – стан доріг, залізничних колій, аеродромів.
4. Організаційні – недосконалість систем управління рухом.
5. Зовнішні – військові ризики, терористичні загрози, природні катастрофи.

Враховуючи закордонний досвід, отриманий спеціальним програмним забезпеченням (ЄС – програми Vision Zero, що передбачають нульову толерантність до смертельних ДТП; США – Федеральна адміністрація безпеки автомобільного транспорту (FMCSA) впроваджує цифровий контроль режимів праці водіїв; Японія – використання автоматизованих систем запобігання зіткнень та «розумних доріг»), пропонуються наступні практичні заходи забезпечення безпеки:

- Впровадження інтелектуальних транспортних систем (ITS) для моніторингу руху.
- Використання GPS-трекінгу та датчиків технічного стану.

- Підвищення кваліфікації персоналу, регулярні курси для водіїв.

- Створення автоматизованих центрів диспетчеризації.

Висновки. Безпека транспортної діяльності є багатофакторною проблемою, що потребує комплексного підходу. В Україні необхідне вдосконалення нормативної бази, інвестиції в інфраструктуру та розвиток інтелектуальних систем управління.

#### Література:

1. Закон України «Про транспорт» від 10.11.1994 №232/94-ВР.
2. Мороз М.М. Розробка заходів удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту м. Кременчук на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал. –2015. – № 2 (219). – С. 44–49.
3. Moroz, M., Korol, S., Yelistratov, V., Moroz, O., Korol, K., Zahorianskyi, V. (2020) Device for Stabilizing the Electrical Power of a Diesel Generator in Transport / Proceedings of the 25th IEEE International Conference on Problems of Automated Electric Drive. Theory and Practice, PAEP 2020.
4. Vasytkovska, K., Vasytkovskyi, O., Leshchenko, S., Moroz, M. (2020) Identification of parameters of pneumatic mechanical seeding device under the influence of vacuum / Bulgarian Journal of Agricultural Science, 26 (5), pp. 1091–1094.
5. Мороз М.М., Загорянський В.Г., Король С.О., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу групи вантажних автомобілів для оптимального обслуговування свиногомплексу. Increase of machine and equipment reliability, 2020. – p. 241-242.
6. OECD/ITF. Transport Safety Performance Indicators. Paris: OECD Publishing, 2021.
7. Мороз М.М., Чапенко О.С. Визначення структури рухомого складу для пасажирських перевезень м. Кременчука. Вісник КДПУ.– Кременчук, 2009.– Вип. 5. – С. 58-60.
8. Балкунов М.В., Мороз М.М. Створення нормативно-правових основ експедиторської діяльності / Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 17 – 19 листопада 2022 р. "Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту". – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 68 – 73.
9. Moroz M.M., Khorolskyi V.L., Moroz O.V., Herasymchuk V.V., Vasytkovska K.V. Organization and provision of buses operation on the route taking into account the expenditures of participants of the transportation process / (2018) International Journal of Engineering and Technology (UAE). – 7 (4.3). – pp. 206-210.
10. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань /

Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486. - №2(18), 2023. – С. 17-22.

11. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasytkovska K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6.
12. Rodrigue J.-P. The Geography of Transport Systems. Routledge, 2020.
13. Zahorianskyi V., Moroz M., Kovtsur K. Ergonomic and logistic ensuring the requirements for the comfort during the organization of passenger transportation in a small-capacity bus / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.15802/tst2024/311997>
14. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). – С. 197-204.
15. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Король С.О. Оптимізація вантажних робіт і розміщення тарно-штучних вантажів в транспортних засобах і складах із застосуванням методів ергономіки і теорії систем / (2024) Транспортні системи та технології перевезень, Вип. № 28. С. 28–33.
16. Огар О. М., Мороз М. М., Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. Інтелектуальні транспортні технології : тези 3-ї міжнар. наук.-техн. конф. Харків: УкрДУЗТ, 2022. – С. 169–170.
17. Vision Zero. European Transport Safety Council, 2022.
18. Moroz, O.V., Moroz, M.M., 2014. Specific features of city public transport financing (Kremenchuk case study). Actual Problems of Economics, 160 (1), pp. 239–246.
19. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2014. – №5. – С. 108–111.
20. Мороз Н.Н. Проблемы пассажирского транспорта общего пользования г. Кременчук. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – № 44. – С. 103–108.
21. Zahorianskyi V., Zahorianska O., Moroz M. and Moroz O. Development of a Model for Minimizing the Energy Costs of the Transport and Technological Complex, 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5.
22. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Bad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталлий розвиток транспортних систем: наука і практика: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.
23. FMCSA Safety Regulations. Washington: U.S. Department of Transportation, 2023.

# РОЗРОБКА ПРИНЦИПІВ КОНТЕКСТУАЛЬНОГО СЕМІОТИЧНОГО ДИЗАЙНУ АРМ ДНЦ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ КОГНІТИВНОГО РИЗИКУ В УМОВАХ КРИЗОВОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Лаврухін О. В.

Український державний університет залізничного транспорту

Експлуатаційна стійкість залізничного транспорту України, як ключового елементу критичної інфраструктури, критично залежить від надійності систем управління рухом поїздів. До 2022 року АРМ ДНЦ проєктувалися в парадигмі високої надійності СЦБ, проте в умовах кризового періоду (2022–2025 рр.) багаторазове зростання частоти аварійних відключень живлення, пошкодження каналів зв'язку та фізична деградація інфраструктури призвели до безпрецедентного рівня непередбачуваної надійності. Це спровокувало зміщення ризику від механічних помилок (Slips) до високоризикових помилок плутанини режимів (Mode Confusion Error  $P_{MCE}$ ).

Актуальність роботи визначається фундаментальною нездатністю існуючих НМІ адекватно реагувати на деградацію даних. Візуально цілісний Означник (наприклад, зелений колір) часто зберігає свою форму, але втрачає свою функціональну валідність (час життя даних  $TTL$  вичерпано), перетворюючись на хибний означник. Це створює семіотичний конфлікт та провокує  $P_{MCE}$ . Необхідність розробки контекстуального семіотичного дизайну (КСД) є критично важливою для забезпечення безпеки та стійкості руху.

Ключовим нововведенням є математична модель оптимізації когнітивного ризику ( $R_{MCE}$ ), яка кількісно пов'яже технічну деградацію з когнітивними наслідками. Модель мінімізує інтегральний ризик через адаптивне управління візуальним навантаженням та достовірністю означників:

$$R_{MCE} = \left( P_{MCE}(\sigma_{S_{opt}}, D_S) - \beta(D_S \cdot V_{TTL}) \right) \cdot C,$$

де  $D_S$  – деградація надійності означника (функція  $t_{latency}/TTL_{max}$ );

$\sigma_{S_{opt}}$  – оптимізоване семіотичне навантаження (залежить від  $I_{FI}$ );

$V_{TTL}$  – фактор видимості TTL-маркера (оцінений як 0.85);

$C$  – тяжкість наслідків.

Модель дозволяє кількісно оцінити позитивний Ефект Семіотичного Дизайну ( $E_{SD}$ ).

Наукова новизна полягає у:

Формалізації  $D_S$  та її впливу на  $P_{MCE}$  у динамічних системах 35 Розробці концепції КСД, що інтегрує мета-інформацію ( $TTL$ -маркери) безпосередньо у семіотичний простір НМІ.

Синтезі  $\sigma_S opt$ , що забезпечує автоматичне зниження інформаційного навантаження відповідно до рівня індексу відмов інфраструктури ( $I_{FI}$ ).

Ключові елементи дизайну:

$TTL$ -маркери: Динамічні індикатори, що відображають час життя даних, запобігаючи довірі до Хибних Означників.

Панель Моніторингу Системних Ризиків: Відображення інтегральних показників  $I_{FI}$ ,  $\sigma_S$  та  $R_{MCE}$ , переводячи когнітивний ризик у керований параметр.

Аварійний Режим: Кнопка активації режиму, який миттєво реалізує максимальну оптимізацію  $\sigma_S \rightarrow \sigma_S min$ , приховуючи всю некритичну графіку. Це забезпечує зниження семіотичного навантаження на  $\approx 35\%$  у пікових кризових ситуаціях.

Моделювання підтвердило значний технічний та економічний ефект від впровадження КСД.

Прогнозоване зниження ймовірності  $P_{MCE}$  на  $\geq 60\%$  досягається завдяки підвищенню когнітивної надійності НМІ. Очікуваний техніко-економічний ефект (ТЕЕ) досягається за рахунок запобігання НМІ-залежним інцидентам. Це підтверджує високу економічну доцільність модернізації.

Розроблений контекстуальний семіотичний дизайн на основі сформованої математичної моделі оптимізації когнітивного ризику є ефективним інженерним рішенням для мінімізації людського фактора в умовах непередбачуваної деградації інфраструктури. Впровадження КСД є критично необхідним для забезпечення операційної стійкості, безпеки руху та економічної стабільності залізничного транспорту України в умовах військово-кризової експлуатації.

#### Література:

1. Петренко П. П. Аналіз аварійності на залізничному транспорті в умовах дефіциту інформації. Вісник транспорту. 2023. № 5. С. 15-22.
2. Reason J. T. Human error. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 302 р.
3. Endsley M. R. Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. Human Factors. 1995. Vol. 37, No 1. P. 32–64.

**Збірник наукових праць  
XVII Міжнародної науково-практичної конференції  
«Глобалізація наукового і освітнього простору.  
Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи»**

Відповідальний за випуск

Чернецька-Білецька Н.Б.

Оригінал-макет

Клюєв С.О.

**Статті надруковано в авторській редакції  
Автори несуть відповідальність  
за зміст та якість наданих матеріалів**

**Київ 2025**