

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»

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

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

**XIV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ**

**23 June, 2022**

**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»**

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

**SCIENTIFIC PAPERS**

**OF XIV INTERNATIONAL SCIENTIFIC  
AND PRACTICAL CONFERENCE**

**23 June, 2022**

## ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

---

### Голова організаційного комітету

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

### Заступник голови організаційного комітету

*Ostap Okhrin* – professor (W3) of Statistics and Econometrics esp. Transportation, Department of Transportation, Technische Universität Dresden.

### Члени організаційного комітету

*Рязанцева Антоніна Костянтинівна* - заступник начальника відділу державного контролю за безпекою на транспорті у Луганській області Східного міжрегіонального управління Укртрансбезпеки.

*Сиднев Володимир Романович* - начальник Лиманського центру професійного розвитку персоналу регіональної філії «Донецька залізниця» АТ «Укрзалізниця»

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

*Турняк Сергій Миколайович* - д.т.н., проф., завідувач кафедри «Транспортні технології» Національного університету «Запорізька політехніка».

*Лямзін Андрій Олександрович* – д.т.н, доц. кафедри технології міжнародних перевезень і логістики Приазовського державного технічного університету.

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

*Водолазський Олексій Олександрович* - старший викладач кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля, співробітник транспортно-логістичної компанії «AVA CARRIER» США.

### Вчений секретар конференції

*Шворнікова Ганна Михайлівна* – к.т.н., доцент кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

### Координатор

*Мірошникова Марія Володимирівна* – к.т.н., доцент кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля, член Ради ГО «Східноукраїнська логістична асоціація».

Рекомендовано до друку кафедрою логістичного управління та безпеки руху на транспорті Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (Протокол №31 від 17.06.2022 р.)

**Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи:** збірник наукових праць конференції, 23 червня 2022 р. / відп. ред. Н.Б. Чернецька-Білецька. – Дніпро: СНУ ім.В.Даля, 2022. – 128 с.



## CONTENTS

<b>Chernetska-Biletska N., Baranov I., Miroshnykova M.</b> PASSENGER RAILWAY MANAGEMENT COMPLEX BASED ON MARKETING AND LOGISTICS.....	8
<b>Deineko E., Thaller C., Liedtke G.</b> ASSESSING THE IMPACTS OF TECHNOLOGICAL INNOVATIONS ON THE LOGISTICS NETWORK STRUCTURE .....	10
<b>Domin Yu., Domin R., Cherniak G., Serhiienko O.</b> EFFICIENCY AND SAFETY OF RAIL VEHICLES FOR INTERMODAL TRANSPORT .....	13
<b>Kliuiev S.</b> INTRODUCTION OF SCR TECHNOLOGY IN GREEN LOGISTICS .....	15
<b>Kliuiev S., Podhorna V.</b> REDUCING THE NEGATIVE IMPACT OF TRANSPORT BY REDUCING CARBON EMISSIONS .....	18
<b>Kliuiev S., Yurov B., Podhorna L.</b> STUDY OF THE GREENHOUSE GASES IMPACT IN THE IMPLEMENTATION OF GREEN LOGISTICS .....	21
<b>Kompaniiets Ye.</b> PROBLEMS OF DEVELOPMENT AND FORMATION OF MODERN LOGISTICS INFRASTRUCTURE OF UKRAINE.....	24
<b>Kyrychenko I., Mykhailiuk M.</b> QUALITY OF LOGISTICS SERVICE OF MOTOR TRANSPORT ENTERPRISE .....	28
<b>Kyrychenko I., Mykhailiuk M.</b> ON TRACK TO BECOMING A RAILWAY ENGINEER IN GERMANY .....	31
<b>Kyrychenko I., Petreiko I., Nesterenko G.</b> PLANNING OF ACTIVITY OF THE TRANSPORT ENTERPRISE ON THE BASIS OF MARKETING RESEARCH.....	34

<b>Moroz M., Zahorianskyi V., Zahorianska O.</b> MODELING THE OPTIMAL COMPOSITION OF THE TRANSPORT-TECHNOLOGICAL COMPLEX WITH MINIMIZING LABOR COSTS.....	37
<b>Semenov S., Mikhailov E.</b> INVESTIGATION OF WHEELPAIR MOVEMENT WITH WHEELS OF PROSPECTIVE CONSTRUCTIVE SCHEME .....	40
<b>Turpak S., Vasylieva L., Ostrohliad O., Veremeenko L.</b> IMPROVING THE EFFICIENCY OF CARGO FRONTS OF PJSC “ZAPORIZHSTAL” IN THE CONDITIONS OF TRANSPORTATION OF STEEL PRODUCTS BY ROAD .....	43
<b>Vodolazsky A., Bilous O.</b> OPTIMIZATION OF TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEM OF RURAL POPULATION MOVEMENT.....	46
<b>Weller, Lars</b> POTENTIAL OF THE EUROPEAN TRAIN CONTROL SYSTEM ETCS IN THE GREATER TORONTO AND HAMILTON AREA.....	49
<b>Yerifanova O., Semenov S.</b> ON THE DEVELOPMENT OF CONTAINER TRANSPORTATION IN UKRAINE .....	54
<b>Баб’як М.О.</b> НАДІЙНИЙ І БЕЗПЕЧНИЙ ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ ДЛЯ СУЧАСНОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ.....	57
<b>Дегтярьова Л.М., Вакуленко Ю.В., Мільцев Т.О.</b> ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СУЧАСНІЙ ІНФОРМАЦІЙНІЙ ІНФРАСТРУКТУРІ.....	60
<b>Іщенко В.М., Брайковська Н.С., Щербина Ю.В., Горлушко Ю.В.</b> РЕКОМЕНДАЦІЇ З РЕТРОФІТУ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ .....	63

<b>Котик В., Тесленко В.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПАНТОГРАФІВ, ЯК ОБ'ЄКТІВ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ .....	66
<b>Крашенінін О., Шапатіна О.</b> ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СУЧАСНОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ТРАНСПОРТУ .....	68
<b>Кузев І.О.</b> УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРИВ ЗА РАХУНОК ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНИХ МАРШРУТІВ В УМОВАХ СЕЗОННОГО ПОПИТУ НА ДОСТАВКУ ВАНТАЖІВ У ВОСННИЙ ЧАС .....	71
<b>Лазарєва Н.М.</b> МЕТОДИ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ.....	75
<b>Ловська А.О., Фомін О.В.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ЛАНЦЮГОВОЇ СТЯЖКИ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ ВАГОНА НА ПАЛУБІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ПОРОМУ .....	77
<b>Ловська А.О., Фомін О.В., Скуріхін Д.І.</b> ВИЯВЛЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ НАВАНТАЖЕНОСТІ РАМИ ВАГОНА-ХОПЕРА ДВОХСЕКЦІЙНОГО З ЗАМКНЕНОЮ КОНСТРУКЦІЄЮ ХРЕБТОВОЇ БАЛКИ.....	80
<b>Ломотько Д.В., Ковальов Д.Д., Ломотько М.Д.</b> ДЕЯКІ ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ У СУЧАСНИЙ ПЕРІОД .....	82
<b>Лужанська Н.О., Лебідь І.Г., Лебідь Є.М.</b> МОДЕЛЮВАННЯ ВИБОРУ ОБ'ЄКТІВ МИТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ПРИ ВИКОНАННІ ЗОВНІШНЬОТОРГОВЕЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ.....	85
<b>Михайлов Є.В., Губарь Н.В.</b> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НАСИПНИХ ВАНТАЖІВ .....	88

<b>Михайлов Є.В., Демченко Т.О.</b> ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ М'ЯКИХ КОНТЕЙНЕРІВ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ СИПУЧИХ ВАНТАЖІВ .....	92
<b>Михайлов Є.В., Долбня Д.М.</b> ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОНАННЯ ВАНТАЖНИХ РОБОТ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ .....	96
<b>Михайлов Є.В., Кава В.В.</b> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ, ЩО МАЮТЬ ЦИЛІНДРИЧНУ ФОРМУ .....	100
<b>Музильов Д.О., Шраменко Н.Ю., Карнаух М.В.</b> ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ NFT ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ВИРШЕННІ ЛОГІСТИЧНИХ ЗАДАЧ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ .....	104
<b>Пузир В.Г., Дацун Ю.М., Козленко В.В.</b> ІДЕНТИФІКАЦІЯ РИЗИКУ ДІЯЛЬНОСТІ МАШИНІСТІВ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ .....	107
<b>Семененко Є.В., Беляєв М.М.</b> ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІРНИЧИХ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ОБОРОНОЗДАТНОСТІ УКРАЇНИ .....	111
<b>Симонов С.І., Лашініна А.В., Карташова М.О.</b> УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ АВТОВОКЗАЛУ З УРАХУВАННЯМ РОБОТИ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ.....	113
<b>Симонов С.І., Лашініна А.В., Карташова М.О.</b> ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ АВТОВОКЗАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ.....	115
<b>Фомін О.В., Ловська А.О., Литвиненко А.С., Сова С.С.</b> ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ НАВАНТАЖЕНОСТІ ВАГОНА-ХОПЕРА З ДАХОМ ІЗ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ .....	118



<b>Фомін О.В., Ловська А.О., Литвиненко А.С., Сова С.С.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ДАХУ ІЗ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ ВАГОНА-ХОПЕРА .....	120
<b>Фомін О.В., Ловська А.О., Литвиненко А.С., Сова С.С.</b> ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ВПЛИВУ НА МІЦНІСТЬ НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ КРИТОГО ВАГОНА .....	122
<b>Чернецька-Білецька Н., Мельников В.</b> ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ В УМОВАХ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ ЕКОНОМІЧНОГО ПРОСТОРУ .....	124
<b>Nozhenko V., Kovtanets M., Vakulik M., Kovtanets T.</b> INCREASING SANITARY AND HYGIENE INDICATORS RAIL TRANSPORT.....	128
<b>Древецький В.В., Данченков В.О.</b> ФОРМУВАННЯ ЛОГІЧНОГО МИСЛЕННЯ СТУДЕНТІВ У ПРОЦЕСІ СКЛАДАННЯ ТА НАЛАГОДЖЕННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИХ ТРАНСПОРНИХ ПРИСТРОЇВ .....	130

## PASSENGER RAILWAY MANAGEMENT COMPLEX BASED ON MARKETING AND LOGISTICS

**Chernetska-Biletska N., Baranov I., Miroshnykova M.**

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

The most tangible effect use of logistics in any industry is achieved through optimal organization flow management [1, 2]. As for passenger complex, it is management of passenger flows (information, financial, service, material needs, etc.), taking into account marketing information. In modern conditions, management structures of passenger complex should meet needs consumers of transport services in all segments of transportation market.

The forms and methods logistics of passenger traffic flow management systems are significantly influenced by following essential characteristics of passenger and related flows [3]:

- most important stages and areas of formation and movement these flows;
- nature formation these flows and its structure;
- mode of flow processes.

The whole process of passenger traffic management from beginning to end of formation is a single logistics chain, which can be supplemented by related financial, information, service and other flows [3].

Rational organization passenger traffic, taking into account marketing data, is an objective necessity. Both income and expenses of passenger complex depend on this.

In case development of transport market, management production activities in form transport can not happen spontaneously. For effective work, including in passenger complex of railways, administrative staff is required. This apparatus must have certain organizational structure and required number of employees who perform specific functions. He must manage passenger complex on basis of specific laws, instructions, regulations and rules establishing procedure for providing consumers with transport services, performing relevant work, training, education and placement of personnel, improving level of professional activity.

Rational organization passenger traffic is an objective necessity. Both revenues and expenses of passenger complex depend on this.

According to marketing and logistics management mechanism, increasing competitiveness of passenger rail transport should be main strategic goal of management in passenger complex, and its basis - to provide

passengers with additional consumer value. Improving service quality standards should not just be about delivering passengers from station to station, but about transporting them from door to door. Achieving this goal requires cooperation with car companies and companies, other modes of transport. It is necessary look for partners, use all advantages of systemic interaction, which is typical of railways developed countries.

Integration into European system will allow Ukrainian railways to enter single open market. In this regard, mobility of population will increase, more and more people will travel by rail, in particular in international traffic, as number of obstacles (delays) at border stations will decrease. First of all, it is necessary to change concept management and renewal of passenger car fleet in volumes that meet needs passengers of different categories at any time year [4,5].

The link logistics system of passenger complex in accordance with general concepts logistics is an economically or functionally separate object that is not subject to further decomposition within task and performs its local task associated with certain logistics operations or functions [6].

The considered complex is characterized by following features:

- nature of production processes in system;
- differences in nature of elements and subsystems (locomotive and train crews, staff of stations, railway stations, etc.) [7].

The most important task of marketing and logistics mechanism passenger complex management is determine (develop) effective schemes (strategies) of railway interaction with passengers (especially potential) in entire logistics chain - from determining capacity of passenger traffic in transport hub, choosing rational routes and categories of trains for development passenger traffic and from moment passenger applies for information (on travel conditions, fare, time of departure and arrival) to moment when passenger leaves final station or will be delivered "to the door". The main purpose such interaction is to get maximum profit while fully meeting demand and ensuring high quality service.

### References

1. Aksonov I.M. Logistic approach to passenger traffic management. // Railway transport of Ukraine. - 2011. - №3. - P. 6 - 11.
2. Aksonov I.M, Kulaev Y.F. Conceptual aspects optimal management of passenger traffic // Railway transport of Ukraine. —2012.— № 4. - P. 2 - 7.
3. O.O. Bakaev, O.P. Kutakh, L.A. Ponomarenko. Theoretical principles of logistics. Volume 1. Kyiv. 2013. - 429 p.
4. V.I. Bukin, Y.E. Pashchenko. Technical and economic assessment state fixed assets of transport and communications of Ukraine - K. : - RVPS. - 2018 - 74p.

5. Hetman G.K. Optimal system renewal of electric locomotive fleet // Railway transport of Ukraine. 2018. №5.— P. 17-19.
6. Pluzhnikov K.I. Freight forwarding service: Textbook: ASMAP. 2019. 350 p.
7. Chernetska-Biletska N., Baranov I., Miroshnykova M. Development systems interval control of train movement. Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects. Theses of international scientific and practical conference. 5-10 may 2020, Batumi (Georgia), P.10–12.

## **ASSESSING THE IMPACTS OF TECHNOLOGICAL INNOVATIONS ON THE LOGISTICS NETWORK STRUCTURE**

**Deineko E., Thaller C., Liedtke G.**

*German Aerospace Center (DLR), Institute of Transport Research,  
Rudower Chaussee 7, 12489 Berlin*

Pressure on the logistics network is constantly growing due to the global increase in freight demand, which in turn is directly influenced by various socio-economic and technical factors. For example, disruptive innovations such as driverless trucks and new loading technologies can significantly increase transport and logistic performance. This also requires the adjustment of constraints such as delivery windows, vehicle utilization and the vehicle routes. Such a modification at the micro level within the transport system has a major impact on the entire network at the macro level and must also be considered by transport system modeling. Therefore, locations must be iteratively calibrated with respect to route planning in order to minimize total system costs. In general, the network optimization problem can be divided into two subproblems - Facility Location Problem (FLP) and Vehicle Routing Problem (VRP). To solve these two problems separately leads to the suboptimal result and may lead to the large overestimation of the total cost (1), (2) (4), (5), (7)).

In the framework of this study we address the integrated optimization problem for both FLP and VRP using the clustering heuristics and the analytical cost approximation for routing. In order to find the optimal number of clusters and the optimal group combinations, we calculate the routing cost applying the continuum approximation technique described in (8). By doing so we aim to estimate instantly the transport costs with an  $O(1)$  asymptotic.

Finally, for the purpose of evaluation, we then implement a large-scale location routing problem by means of the route optimization model Jsprit (6), which is a part of the microscopic traffic simulation MATSim (3). In the course of this conference we will address this approach and demonstrate its functionality in the context of a case study food retail in Germany. Selected results of the autonomous scenario (utilization of autonomous vehicles in food retail) will then be compared with the baseline scenario (status quo).

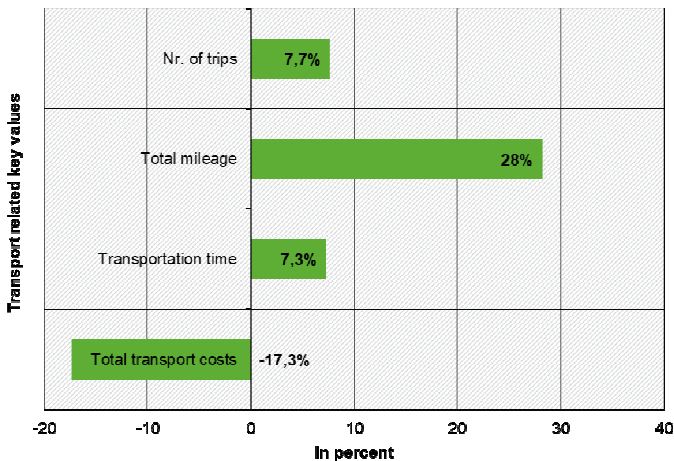


Fig.1. Relative difference between status-quo scenario and future scenario with autonomous vehicles

*Results.* Our simulation results show that in the network with autonomous vehicles without drivers, the number of logistics facilities can be reduced up to 40% compared to the status-quo scenario. In this new adapted network, the average distance increases to 28% and the utilization of light vehicles increases to a 41%. This may lead to a 14% increase in CO2 emissions according to our simulation results. Another interesting finding obtained from this simulation study is that the logistics operating costs decreased by 17% due to use of innovative trucks. In contrast, the use of large vehicles (trucks with a gross vehicle weight of 40 tons) were reduced, which was expected as well (Fig. 1).

*Conclusion.* Strategic decisions on the geographic location of distribution centers and minimization of route costs will be an important compet-

itive factor for logistic and transportation companies, especially in the future. Applying the clustering heuristics in combination with routing costs estimation yields an effective meta-heuristics for the location-routing optimization of the whole system. Furthermore, using the microscopic traffic simulation "MATSim", we were able to evaluate in detail the impacts of an adapted logistics network at the disaggregated, infrastructural network level. In fact, this research indicates that the adoption of innovative technologies such as autonomous vehicles can significantly increase utilization, total mileage, and number of trips while reducing costs and the number of operating facilities in the whole transportation system.

### References

1. Arnold, F., & Sörensen, K. (2018). Efficient Heuristic for Routing and Integrated Logistic. University Antwerpen.
2. Balakrishnan, A., Ward, J., & Wong, R. (1. 1 1987). Integrated facility location and vehicle routing models: Recent work and future prospects. *American Journal of Mathematical and Management Sciences*, 7(1-2), 35-61.
3. Balmer, M., Rieser, M., Meister, K., Charypar, D., Lefebvre, N., Nagel, K., Axhausen, K.W. (2009): MATSim-T: Architecture and Simulation Times. In: Bazzan, A.L.C., Klügl, F. (eds.): *Multi-Agent Systems for Traffic and Transportation Engineering*. Information Science Reference, Hershey, S. 57–78.
4. Guemri, O., Beldjilali, B., Bekrar, A., & Belalem, G. (2016). Two-stage heuristic algorithm for the large-scale capacitated location routing problem. *International Journal of Mathematical Modelling and Numerical Optimisation*, 7(1), 97-119.
5. Srivastava, R., & Benton, W. (1990). The location-routing problem: Considerations in physical distribution system design. *Computers and Operations Research*, 17(5), 427-435.
6. Schröder, S., Zilske, M., Liedtke, G., Nagel, K. (2012): Towards a multi-agent logistics and commercial transport model: The transport service provider's view. In: *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, S. 649–663.
7. Salhi, S., & Rand, G. (24. 3 1989). The effect of ignoring routes when locating depots. *European Journal of Operational Research*, 39(2), 150-156.
8. Daganzo, C. F. (1984). The length of tours in zones of different shapes. *Transportation Research Part B: Methodological*, 18(2), 135-145.

## EFFICIENCY AND SAFETY OF RAIL VEHICLES FOR INTERMODAL TRANSPORT

**Domin Yu., Domin R., Cherniak G., Serhiienko O.**  
*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

According to the Association Agreement between Ukraine and the European Union, cooperation in the field of transport provides for the promotion of "...efficient and safe transport, as well as intermodality and interoperability of transport systems" [1, Chapter 7, Art. 367]. Analysis of trends in the development of advanced technologies for cargo transportation shows that in world practice, preference is increasingly given to combined transportation [2]. The essence of the technology of combined transportation is to integrate specialized vehicles of road and rail transport into a single transport system.

Ukraine has a unique experience of piggyback transport using RoLa technology [3]. Recently, the transportation of semi-trailers separately from tractors is becoming more and more developed. According to economic estimates, this system has clear advantages over RoLa transportation. The unaccompanied piggyback system uses specialized wagons of various types, including so-called pocket wagons. These cars have the ability to transport both semi-trailers and containers.

An important issue in the organization of piggyback transport is the choice of localization of terminals in a particular region. The data for the corresponding analysis are: a set of variants of railway lines  $r_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), which connect the terminal of sending  $T_s$  and the terminal of receiving  $T_r$ ; a set of highways  $s_{ij}$  from the point of departure to the  $T_s$  terminal and  $d_{iz}$  from the  $T_r$  terminal to the destination.

Transportation route for each of the subsystems is characterized by the so-called total cost indicator, which is determined by the expression

$$P_{ijz} = \frac{\delta \cdot k_{ijz}^{(f)} + \tau \cdot t_{ijz}^{(f)} + \lambda \cdot e_{ijz}^{(f)}}{k^{(a)} + t^{(a)} + e^{(a)}}, \quad (1)$$

where  $\delta$  - the weighting factor;  $\tau$  - time weight factor;  $\lambda$  - weighting factor of impact on the environment;  $k^{(f)}$  - means of transportation by the

subsystem  $f$ ;  $t^{(f)}$  - time of transportation by the subsystem  $f$ ;  $e^{(f)}$  - indicator of the impact of the subsystem  $f$  on the environment;  $k^{(a)}$  - funds for direct transportation by road;  $t^{(a)}$  - time of transportation by motor transport;  $e^{(a)}$  - losses caused by environmental degradation under the influence of motor vehicles.

The indicator  $p_{ijz}$  reflects the ratio of total costs when using a certain subsystem of combined transport to the cost of direct transport by road. Obviously, the smaller the value of this indicator, the more profitable this route, but provided that the number of semi-trailers on all routes under consideration is the same.

Discussing the prospects for the development of combined transport, it is important to note that new transportation technologies should be able to attract additional volumes of export-import and transit traffic, as well as part of the goods from road transport in domestic and international traffic. These technologies must meet international standards, the main criteria of which are: the speed of the route - at least 1000 km per day, the accuracy of the schedule and safety of cargo. Increasing the speed and frequency of combined transport, along with the provision of comprehensive high-quality sets of services at attractive prices, reduces the benefits of direct road transport by many international transport corridors.

The organization of high-speed freight trains is a necessary condition for the accelerated development of the transport complex of Ukraine and the integration of domestic railways into the European transport system. The success of projects related to a significant increase in the speed of railway rolling stock directly depends on the development and implementation of scientific and technical measures to ensure the guaranteed safety of rail vehicles.

One of the priority tasks to accompany the implementation of these measures is to create a methodological basis for the practical assessment of the safety of technical operation of rolling stock. On this basis, appropriate technical requirements should be developed and research should be carried out on the rational choice of structural schemes and parameters of the crew parts of high-speed rolling stock, including those intended for the transportation of goods under combined schemes. The new generation of rolling stock must meet international standards in terms of traffic safety and impact on track infrastructure.

Speed characteristics of rolling stock mainly depend on the dynamic properties of the running gear, ie trucks. Currently, 1520 mm freight cars are equipped with three-element carts, mostly models 18-100. Numerous



studies have shown that the allowable speed of freight cars on carts of this model according to the dynamic criteria of traffic safety is 80 km/h. It is proved that in the case of the use of trucks of the type used on the railways of the EU, the safety of cars for intermodal transport is provided at speeds up to 160 km/h.

### References

1. Agreement on Association between Ukraine, on the one hand, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their member states, on the other hand - Normative Acts of the Verkhovna Rada of Ukraine [Electronic resource]: [Internet portal]. Electronic data. [Kyiv: official web-portal of the Verkhovna Rada of Ukraine, 1994-2018]. Access mode: [http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/984\\_011](http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/984_011)).
2. Domin Iu. New markets and technologies of combined transport between Ukraine and EU / Iu. Domin, R. Domin, V. Myronenko // *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej*. 2016. Zeszyt 111. P. 45-53.
3. Diomin Ju., Slobodian A. *Technika kolejowa kombinowanego transportu Ukrainy / Ju. Diomin, A. Slobodian // Problemy kolejnictwa*. Warszawa. 2012. Zeszyt 156. S. 5-15.
4. Fomin O.V. Eksperymental'ne otsynuyannya pokaznyka koefitsiyenta stiykosti vantazhnykh vahoniv v ekspluatatsiyi [Experimental evaluation of the coefficient of stability of freight cars in operation] / O.V. Fomin, P.M. Prokopenko, S.Yu. Сапронова, A.M. Fomina // *Collection of scientific works of DUIT. Series "Transport Systems and Technologies"*, 2019. Issue 33. Vol.1. Pp. 144-155.

## INTRODUCTION OF SCR TECHNOLOGY IN GREEN LOGISTICS

**Kliuiev S.**

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

Euro environmental standards for road transport have been in place in the European Union for several decades.

Euro environmental standards for road transport are restrictions that regulate the content of harmful substances (carbon monoxide CO, nitrogen oxides NOx and hydrocarbons CH and HC) in the exhaust gases of vehicles running on petrol or diesel engines.

The first Euro-0 standard was adopted in 1988. Euro-1, adopted in 1993, regulated emissions more carefully. And, adopted in the late 1990s - early 2000s, Euro-2 and Euro-3 standards were aimed at reducing emissions

by 5-6 times. The current Euro-4, Euro-5 and Euro-6 standards in Ukraine and the European Union provide for the following limits on carbon monoxide and nitrogen emissions:

- 1 g/km CO and from 0.05 g/km to 0.08 g/km NO<sub>x</sub> for petrol engines;
- 0.5 g/km CO and from 0.09 g/km to 0.25 g/km NO<sub>x</sub> for diesel engines.

The introduction of Euro standards means that it is impossible at the legislative level to use vehicles that do not meet the requirements of a particular environmental standard.

To meet current environmental standards, chemical engineers have invented a technology for neutralizing nitrogen oxides, called SCR (Selective Catalytic Reduction) - selective catalytic reduction. Most automakers use this technology on their cars. SCR allows not only to take care of the environment, thereby complying with international standards, but also provides more favorable operating conditions for vehicles.

The principle of operation of this system is quite simple. It consists in the conversion of exhaust gases using a catalyst (AdBlue liquid) and a catalytic converter.

AdBlue is an aqueous solution of urea that is sprayed into the exhaust system of diesel cars. This solution helps reduce the amount of nitric oxide in the car's exhaust. In some countries, the better known name is AUS 32, where 32 means the percentage of urea in aqueous solution.

Once in the exhaust system, AdBlue triggers a chemical reaction with the exhaust gases heated to a high temperature (above 180 degrees). Namely, between ammonia and nitric oxide, which appears in the muffler, by converting at high temperatures the nitrogen contained in the air. The output is N<sub>2</sub> nitrogen and H<sub>2</sub>O water, which are completely safe for the environment and humans.

Using AdBlue reagent helps reduce fuel consumption by approximately 3-5%. The cost of the reagent itself is 4-5% of the volume of fuel used. On trucks, the volume of the tank for AdBlue is 20-30 liters, which is enough for a full refueling of diesel fuel. On passenger diesel cars, the tank volume for AdBlue is enough to run from MOT to the next MOT. When the AdBlue tank is emptied, the engine control unit will go into emergency mode. Then the electronic system will reduce engine power by 30-40%, the engine speed will also be limited. Engine fuel consumption will increase. The car will be able to travel several tens of kilometers, after which the restart of the engine will be blocked by the electronic system. Thus, manufacturers comply with environmental requirements.

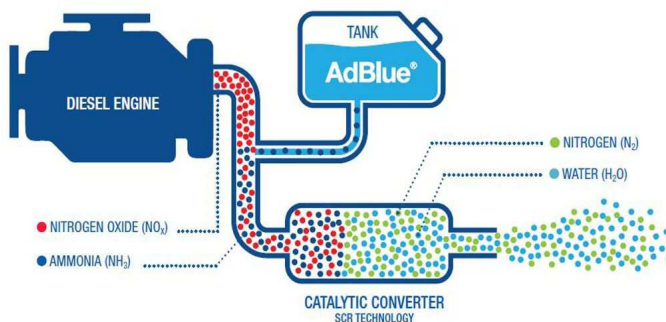


Fig. 1. The principle of SCR technology

The SCR system involves the use of catalysts, which usually consist of compounds of catalytically active metals on ceramic carriers. The ability of the system to process nitrogen oxides into nitrogen and water depends on the size of the crystal carrier and the activity of the catalysts. Therefore, in order for the SCR system to remain effective for a long time, it is necessary that the AdBlue substance be of high quality, so its quality is carefully monitored by specialists at the stage of production. Excess of certain components in the substance can block the pores of the catalytic system, which will lead to the failure of the whole system. This can damage the car's engine due to high exhaust pressure.

AdBlue solution is quite easy to spoil by improper storage conditions, because the optimum temperature for it is from 0 to 10° C. At this temperature, the liquid can be stored for no more than 3 years, at temperatures above 25° C, the shelf life is reduced by half. To prevent AdBlue from freezing in the tank in winter, the tank itself has a thermal wrapper and a stand-alone heater, which also has a liquid supply system. Therefore, even with a two-day parking at room temperature -40° C AdBlue does not freeze.

Today, there is no alternative to the SCR system for storing environmentally friendly diesel engine exhaust, so AdBlue fluid and the selective catalytic reduction system itself will be relevant for many years to come.

### References

1. Kliuiev S. Problemy rozvytku i formuvannya suchasnoi lohistychnoi infrastruktury / S. Kliuiev, D. Marchenko, O. Vodolazskyi, P. Zamota // Materialy naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv ta molodykh vchenykh "Lohistychno"

- ne upravlinnia ta bezpeka rukhu na transporti” 5-7 zhovtnia 2017 roku m. Lyman (Donetska obl.) – Ministerstvo osvity ta nauky Ukrainy, Skhidnoukraiński natsionalnyi universytet imeni Volodymyra Dalia. – Sievierodonetsk. – 2017. – S. 70–73.
2. . Kliuiev S.O. Trendy vprovadzhenia zelenoi lohistyky na pidpriemstvakh / S.O. Kliuiev, B.V. Yurov // Lohistyчне upravlinnia ta bezpeka rukhu na transporti: zbirnyk naukovykh prats naukovo-praktychnoi konferentsii zdobuvachiv vyshchoi osvity ta molodykh vchenykh, 4 lystopada 2021 r., m. Sievierodonetsk (Luhanska obl.) – Ministerstvo osvity ta nauky Ukrainy, SNU im. V. Dalia. – Sievierodonetsk. – 2021. – S. 115–117. (in Ukr.).
  3. Mesjasz-Lech A. Efektywność ekonomiczna i sprawność ekologiczna logistyki zwrotnej. Czestochowa, Published by Technical University of Czestochowa, 2011, pp. 43–46.
  4. Sbihi A. & Eglese R.W. Combinatorial optimization and Green Logistics. *Annals of Operations Research*, 2009, vol. 175(1), pp. 159–175. DOI: 10.1007/s10479-009-0651-z.
  5. McKinnon A., Browne M. & Whiteing A. *Green Logistics: Improving the environmental sustainability of logistics*. 3rd ed. London, Published by Kogan Page, 2010.
  6. Sbihi A. & Eglese R.W. Combinatorial optimization and Green Logistics. *Annals of Operations Research*, 2009, vol. 175(1), pp. 159–175. DOI: 10.1007/s10479-009-0651-z

## **REDUCING THE NEGATIVE IMPACT OF TRANSPORT BY REDUCING CARBON EMISSIONS**

**Kliuiev S., Podhorna V.**

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

For many years, mankind has not thought about the damage it does to the environment. So now we can clearly see the consequences of our lives. Dry climates, large-scale forest fires, and abnormal summer heat are all consequences of global warming caused by high emissions of CO<sub>2</sub> and other harmful gases.

According to the international non-profit research organization Global Footprint Network, which offers ideas for improving the environmental sustainability of goods and services, we "fall into environmental debt." And if we continue to consume the Earth's resources with today's intensity, we will soon need almost 2 times more resources to survive than our

planet can provide. The only solution to this problem is to reduce the carbon footprint of our civilization.

Fortunately, humanity has already begun to struggle with this problem. There are many ways to control the amount of harmful emissions in production and technologies to reduce them. The most well-known methods of combating emissions are (Fig. 1):

- implementation of international ISO standards on the amount of greenhouse gas emissions;

- introduction of green supply chain technology;

- introduction of technology for cleaning the exhaust gases of diesel cars AdBlue.

#### Green Logistics and Green Supply Chain.

Due to new areas of business related to environmental concerns, as well as the relationship between business costs and emissions, a new term "green supply chain" or the equivalent term "green logistics" has emerged. Green logistics provides supply chains that integrate environmental aspects into material flow management activities at all stages of the product life cycle.

Green supply chains provide significant benefits to businesses. First of all, provide the opportunity:

- gain access to new markets through compliance with ISO standards;

- improve production and delivery quality;

- improve relationships with customers and suppliers;

- get support for innovation and company development;

- reduce production costs, which will increase profits;

- get the interest of customers from other countries.



Fig.1. The most well-known methods of combating emissions are harmful

SCR (Selective Catalytic Reduction) technology is selective catalytic reduction.

Technology used by almost all major manufacturers of automotive and agricultural machinery. The principle of its operation is to clean the exhaust gases of the diesel engine by injecting a special liquid directly into the muffler of the car. But more on SCR technology later.

There are several other methods of reducing emissions in the transport sector:

Green information technology (Green IT).

The term arose due to the problems of rapidly growing levels of electricity consumption in the IT sector as a result of the Internet and data servers.

The effectiveness of the use of information technology to control the environment is confirmed by research.

According to the non-profit organization The Climate Group, fuel and electricity consumption in Europe could be reduced by 225 tons of carbon dioxide in a few years due to increased transport and warehousing efficiency through the introduction of modern logistics. In addition, the use of modern information technology will save in 2-3 years almost 8 billion tons of carbon dioxide, which is about 15% of total emissions. From an economic point of view, it will save about \$ 950 billion worldwide.

In addition, more and more leading companies are already giving preference to those logistics companies that operate in a new "green" direction. Therefore, the transition to the use of modern information technology aimed at reducing emissions will allow organizations to gain significant competitiveness. What can not be said about companies that continue to operate under existing standards, because the toxicity standards will only increase. In the near future, logistics companies will have to provide data on carbon emissions. Large supermarket chains are already demanding similar information from their suppliers. Moreover, many manufacturers, which control the level of emissions of harmful substances in their production, put appropriate labels on their products.

Improving the technical characteristics of road transport.

It is possible to reduce fuel consumption and, consequently, harmful emissions by improving the technical characteristics of vehicles by designers.

The new generation of cars is about a third more economical and environmentally friendly than their predecessors.

As an alternative to gasoline, some car manufacturers use bio-methane-powered engines that emit about 30 times less carbon dioxide than gasoline.

## References

1. Kliuiev S. Problemy rozvytku i formuvannia suchasnoi lohistychnoi infrastruktury / S. Kliuiev, D. Marchenko, O. Vodolazskiy, P. Zamota // Materialy naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv ta molodykh vchenykh "Lohistychno upravlinnia ta bezpeka rukhu na transporti" 5-7 zhovtnia 2017 roku m. Lyman (Donetska obl.) – Ministerstvo osvity ta nauky Ukrainy, Skhidnoukrainskyi natsionalnyi universytet imeni Volodymyra Dalia. – Sievierodonetsk. – 2017. – S. 70–73.
2. . Kliuiev S.O. Trendy vprovadzhennia zelenoi lohistyky na pidpriemstvakh / S.O. Kliuiev, B.V. Yurov // Lohistychno upravlinnia ta bezpeka rukhu na transporti: zbirnyk naukovykh prats naukovo-praktychnoi konferentsii zdobuvachiv vyshchoi osvity ta molodykh vchenykh, 4 lystopada 2021 r., m. Sievierodonetsk (Luhanska obl.) – Ministerstvo osvity ta nauky Ukrainy, SNU im. V. Dalia. – Sievierodonetsk. – 2021. – S. 115–117. (in Ukr.).
3. Mesjasz-Lech A. Efektywność ekonomiczna i sprawność ekologiczna logistyki zwrotnej. Czestochowa, Published by Technical University of Czestochowa, 2011, pp. 43–46.
4. Sbihi A. & Eglese R.W. Combinatorial optimization and Green Logistics. Annals of Operations Research, 2009, vol. 175(1), pp. 159–175. DOI: 10.1007/s10479-009-0651-z.
5. McKinnon A., Browne M. & Whiteing A. Green Logistics: Improving the environmental sustainability of logistics. 3rd ed. London, Published by Kogan Page, 2010.

## STUDY OF THE GREENHOUSE GASES IMPACT IN THE IMPLEMENTATION OF GREEN LOGISTICS

**Kliuiev S., Yurov B., Podhorna L.**

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

In today's world, it is necessary to rethink approaches to traditional logistics functions, because many years of human activity has greatly deteriorated the state of our planet. For many years, no one has paid attention to how our daily lives are detrimental to air quality as a result of global warming. Therefore, our task is to take appropriate measures to reduce harmful emissions into the atmosphere. One of such measures is the introduction of the so-called "Green Logistics", the functions and tasks of which are to minimize the negative impact on the environment through the use of modern equipment in all parts of the supply chain.

Despite the fact that more than half of the emitted carbon dioxide is removed from the atmosphere in no more than a hundred years, almost a fifth of the emitted CO<sub>2</sub> remains in the atmosphere for many millennia. Over time, the concentration of carbon dioxide in the atmosphere will continue to rise, even if emissions CO<sub>2</sub> will be significantly reduced compared to today, because the process of removing carbon dioxide from the air is very slow. Another harmful methane gas (CH<sub>4</sub>) is removed from the air by chemical processes, nitric oxide (N<sub>2</sub>O) is destroyed in the upper atmosphere by solar radiation. But all these processes take place on different time scales - from several years to millennia.

Anticipating the consequences of the deteriorating atmosphere, the EU Green Deal was developed before the pandemic, which stipulated that the European Union should reduce CO<sub>2</sub> emissions by at least 55% by 2030 compared to 1990. The European Union intends to achieve full carbon neutrality by 2050. Other countries in the world have similar plans, with almost 20 countries accounting for 70% of the world's economy and 60% of carbon emissions.

Therefore, the only solution is to develop and implement technologies that will help clean up greenhouse gas emissions.

Studies conducted by European experts show that transport annually emits almost a third of the total carbon dioxide emissions in the European Union (Fig. 1).

Of these, road transport accounts for 72% of carbon dioxide emissions, maritime transport - 13.6%, air - 13.4%.

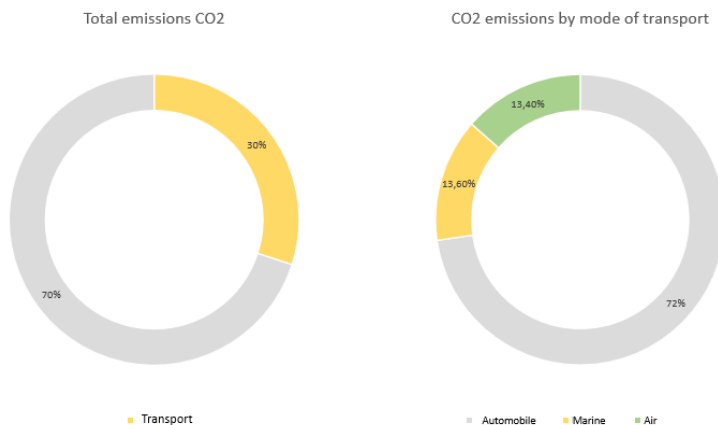


Fig.1. Carbon dioxide emissions from transport



Thus, the most harmful type of transport in terms of carbon dioxide emissions is automobile. In the near future, emissions from road transport will only increase if appropriate measures are not taken.

First of all, carbon dioxide is not harmful to humans, because by soaking it, plants emit oxygen, which we breathe. Plant growth is impossible without it. There is a theory that the more carbon dioxide in the air, the better the growth of plants. But the development of woody vegetation is not observed, and vice versa. We are witnessing large-scale forest fires that are destroying the "lungs" of our planet almost all over the world.

When CO<sub>2</sub> in the air becomes abundant, it begins to act as thermal insulation for the planet. Solar radiation passes through the atmosphere without hindrance, and in the opposite direction it is hindered by greenhouse gas. The more CO<sub>2</sub> in the atmosphere, the less heat can be released into space. As a result, the surface of the planet begins to heat up, which leads to an increase in climate temperature, which in turn leads to negative consequences that disrupt the comfortable life of man on this planet.

Degrades the Greenland Ice Sheet. Large amounts of Arctic thawed fresh water could change the direction of the Gulf Stream, which now heats northern Europe. Changing the direction of movement can lead to the appearance of glaciers (Fig. 2).

If the level of the world's oceans changes significantly, the problems will not be in individual people, but in entire states. After all, climate change is, first of all, a problem for humanity, which is accustomed to living in comfort, and not for nature, which will continue to develop and evolve.

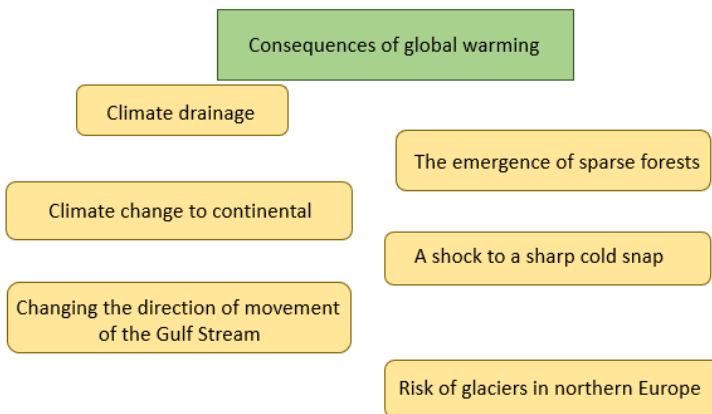


Fig.2. Consequences of global warming

Fortunately, the problem of CO<sub>2</sub> emissions is being tackled. The need to reduce carbon emissions is being discussed, but not all countries are ready to move in this direction.

### References

1. Kliuiev S. Problemy rozvytku i formuvannia suchasnoi lohystychnoi infrastruktury / S. Kliuiev, D. Marchenko, O. Vodolazskyi, P. Zamota // Materialy naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv ta molodykh vchenykh "Lohystychno upravlinnia ta bezpeka rukhu na transporti" 5-7 zhovtnia 2017 roku m. Lyman (Donetska obl.) – Ministerstvo osvity ta nauky Ukrainy, Skhidnoukrajnskyi natsionalnyi universytet imeni Volodymyra Dalia. – Sievierodonetsk. – 2017. – S. 70–73.
2. . Kliuiev S.O. Trendy vprovadzhennia zelenoi lohistyky na pidpriemstvakh / S.O. Kliuiev, B.V. Yurov // Lohystychno upravlinnia ta bezpeka rukhu na transporti: zbirnyk naukovykh prats naukovo-praktychnoi konferentsii zdobuvachiv vyshchoi osvity ta molodykh vchenykh, 4 lystopada 2021 r., m. Sievierodonetsk (Luhanska obl.) – Ministerstvo osvity ta nauky Ukrainy, SNU im. V. Dalia. – Sievierodonetsk. – 2021. – S. 115–117. (in Ukr.).
3. Mesjasz-Lech A. Efektywność ekonomiczna i sprawność ekologiczna logistyki zwrotnej. Czestochowa, Published by Technical University of Czestochowa, 2011, pp. 43–46.
4. Sbihi A. & Eglese R.W. Combinatorial optimization and Green Logistics. *Annals of Operations Research*, 2009, vol. 175(1), pp. 159–175. DOI: 10.1007/s10479-009-0651-z.
5. McKinnon A., Browne M. & Whiteing A. *Green Logistics: Improving the environmental sustainability of logistics*. 3rd ed. London, Published by Kogan Page, 2010.

## PROBLEMS OF DEVELOPMENT AND FORMATION OF MODERN LOGISTICS INFRASTRUCTURE OF UKRAINE

**Kompaniiets Ye.**

*National Transport University*

The level of development of logistics infrastructure of the country plays an important role in achieving high economic performance as inside the country, and forms the foreign trade potential of the state in the international market. Progressive countries in the world when deciding on cooperation with Ukrainian exporters or importers explore the main factors of influ-

ence on the efficiency of foreign trade operations. The most important factors include: the availability of communication channels for the delivery of goods by various modes of transport, simplicity and transparency of customs formalities, the availability of control systems for the delivery of goods, transport safety, the quality of road surfaces, the level of service in the provision of customs and logistics services at the infrastructure. Focusing on these issues will contribute to the integration of the national market into the world trade system and ensure revenue to the state budget from payment of taxes and customs duties.

Highly developed and modern highways, ports, railroads and airports, provided with the latest rolling stock, enable the subjects of foreign economic activity to guarantee fast and high-quality delivery of goods and related services to consumers. A significant disadvantage of the Ukrainian state authorities and business entities is the insufficient level of financial resources that can provide maintenance, repair and timely renewal of tangible and intangible assets, which accordingly affects the quality of work performed and services rendered.

Development of trade relations of Ukrainian producers with foreign partners is accompanied by compliance of quality characteristics of goods with international standards, the ability to deliver goods to the consignee in the shortest possible time, the lowest cost and in the right quantity. This result can be achieved by organizing cooperation between all participants of foreign trade agreement with distribution of duties between the buyer and seller of goods.

Today's realities of commodity production indicate a rather high level of competition among manufacturers, choosing different strategies and concepts of activity in their activities. Some narrow down the assortment to the production of one or two commodity items, others, on the contrary, expand the assortment in order to meet more customer needs, thereby complicating production processes and directly expanding production capacity and labor resources. Another option for cooperation can be international cooperation, involving the pooling of resources to produce a joint product. Thus, there is a need to attract the subjects of the market of transport services of the countries participating in the cooperative association to provide the necessary list of logistics services. To work effectively under this scheme of production requires the improvement of local transport systems, as well as the formation of an international market of transport services, which can also include criteria for the speed of goods, security, and the process of implementing "door-to-door" and "just in time" delivery technologies.

At this stage the European integration is one of the main tasks of Ukrainian state policy. However, the level of infrastructure, equipment and

compliance with European standards still do not allow Ukraine to fully integrate into the logistics infrastructure of the European Union.

One of the strategic ways of modern logistics infrastructure in Ukraine is to introduce the concept of integrated logistics, the creation of clusters and transport and logistics centers of a high level. Based on the favorable geographical location of Ukraine, we can say that the integration and development of all types of transport and logistics centers on our territory can give impetus to the economic aspect through their use both by countries belonging to the Customs Union, and the EU states. That is why the analysis of the experience of highly developed foreign countries to form an effective logistics infrastructure and integrate it on the territory of our country is a relevant area of research.

In the modern world the creation of logistics centers and networks is based on the organization of free economic zones, which contributes to their rapid development. The world practice uses two main variants of creating economic zones: "from above": with the support of the central government and within the framework of the state program, and "from below": in the order of market self-organization. To date, it can be traced that a more active development is observed in the second option, including the condition of combined private-public financing.

As a direction for the development of integration processes in Ukraine, the Concept of the National Program for the Development of Small and Medium Entrepreneurship for 2014-2024 notes the integration of transport with industry, as well as with science through the creation of clusters. Among the four types of clusters specified in the draft Concept, the creation of transport and logistics clusters is defined as a priority [1].

The barriers to the rapid development of transport and logistics infrastructure in Ukraine are:

1) technological inconsistency of the outdated domestic system compared to the logistics systems of developed countries;

2) insufficient level of development of transport infrastructure in general;

3) imperfect legislative framework in the field of logistics and land relations, which significantly prevents the rapid clearance of land for construction of transport and logistics infrastructure;

4) high administrative and bureaucratic barriers when agreeing on the location of warehouse facilities and development of transport and logistics

5) Insufficient private investment

In a specialized international ranking of trade logistics on the generalized index LPI 2018, where 160 countries were represented, Ukraine took

66th place. The country's score was 2.83 points out of a possible 5, and in the international positioning on the transport infrastructure subindex received only 2.22 points [2].

The problem of a low overall index is not that the level of logistics infrastructure is deteriorating, but that in general the provision of logistics activities in Ukraine is developing more slowly than in other countries, which significantly reduces the integral assessment and place in the world rankings.

Table 1

**Ukraine by subindexes LPI in 2012-2018**

Years	Overall index	Subindex LPI					
		Cus-toms	Infra-structure	Interna-tional trans-portion	Quality and compe-tence	Ship-ment track-ing	Timely deliv-eries
2012	2,85 (66)	2,41	2,69	2,72	2,85	3,15	3,31
2014	2,98 (61)	2,69	2,65	2,95	2,84	3,20	3,51
2016	2,74 (80)	2,30	2,49	2,59	2,55	2,96	3,51
2018	2,83 (66)	2,49	2,22	2,83	2,84	3,11	3,42

The impact of transport and logistics infrastructure on long-term growth is carried out in five main directions: as an incentive to the growth of aggregate demand, as an incentive to the accumulation of production factors, as a direct factor, as an element of other factors of production and as an instrument of industrial policy.

In view of foreign experience, we can say that the creation of logistics facilities in Ukraine requires: focusing on the interaction of nodal points of processing of cargo flows, coordination of transport infrastructure development projects at all its levels, management of the development of logistics infrastructure facilities in public-private partnerships, coordination of the development strategy of transport and logistics infrastructure sector as a whole with the business community and public organizations [3].

**References**

1. On approval of the Concept of the National Program of Small and Medium Entrepreneurship Development for 2014-2024 [Electronic resource]: [Cabinet of

- Ministers of Ukraine; Order, Concept from 28.08.2013, № 641-r]. - Mode of access: <http://zakon4.rada.gov.ua/>.
2. Logistics Performance Index [Electronic resource]. - Mode of access: <https://lpi.worldbank.org/international/aggregated-ranking>
  3. Pasechnik A. M. World experience of creating transport and logistics infrastructure: status and prospects of application in Ukraine / A. M. Pasechnik, V. V. Kutyrev // Proceedings of the Automobile and Road Institute: scientific and production collection / State Educational Institution "DonNTU" ADI. - Gorlovka, 2011. - № 2(13). - P. 121-128.

## **QUALITY OF LOGISTICS SERVICE OF MOTOR TRANSPORT ENTERPRISE**

**Kyrychenko I.<sup>1</sup>, Mykhailiuk M.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University,*

<sup>2</sup>*Private Medical University "Kyiv Medical University"*

The quality of logistics service is an important issue for organizations that provide transport services to the public. This problem covers enterprises that provide transportation and provide transport services to the population both within the city and on suburban, long-distance, international routes.

Management and quality control at all stages of logistics service is an important condition for any transport company.

The logistics service system is one of the main elements that provides a competitive advantage of enterprises, which can be achieved by maintaining high quality customer service while reducing the cost of its provision. Recently, much attention has been paid to the problems of service quality. Solving problems of quality of services, enterprises not only create quality management systems, but also often follow the path of certification of quality management systems, as a certified quality management system of the enterprise, which satisfies consumer requirements, contributes not only to competitiveness but also to commercial success. .

The problem of logistics service is considered from the standpoint of the life cycle of service and with elements of the quality management system in the process of providing services.

The level of quality of logistics service is influenced by various factors, some to a greater extent, others to a lesser extent, ie

$$Q = f(a_1, a_2, \dots, a_n),$$

where  $Q$  - level of service quality;

$a_1, a_2, \dots, a_n$  - factors that affect the level of service quality.

All factors are reduced to costs in the form of total costs or service costs.

It is known that the quality of products and services is a very complex category. There are many different definitions of quality from Aristotle to the formulation of the international standard ISO 9000: 2001. The European Organization for Quality Control defines the following: a product or service is considered good quality if at the lowest cost through its life cycle, it promotes health and happiness people [3].

Quality is influenced by the saturation of the market with this product or service, the level of quality of products or services, the quality of supply of various components, materials and more.

The level of quality of customer service is determined by the efficiency of logistics, which consists of the following components and is presented in table 1.

Table 1

**Relations of the service organization**

Stakeholders of the service organization	Requests (requirements)
1	2
Consumers	Quality of services, reliability, price, quality of service
Contractors	Possibility of permanent commercial activity
Employees	Job satisfaction, social guarantees, wages, career.
Owners	Financial indicators, profit, development
Society	Contribution to GDP, responsible management of the enterprise

To improve logistics services, it is necessary to consider the life cycle of passenger transport by road, which includes the following stages: [1].

1 - Market research - stage of marketing research. The carrier studies the needs of the market, passenger traffic, selects the type of rolling stock, develops a development strategy.

2 - The route of movement is designed and developed - the schedule of movement on a route is developed.

3 - Preparation of rolling stock for use - as needed, rolling stock is purchased, equipment is carried out in accordance with applicable law. In

the future, the licensing authority conducts inspections of the enterprise for compliance with licensing requirements.

4 - Material and technical supply - providing the company with the necessary quantities of fuel and lubricants, tires, spare parts for vehicle repairs.

5 - Approval of the route of movement from the customer - obtaining permits for passenger transport. The customer of transportations, represented by the state, checks the work of the enterprise directly in the process of providing transport services.

6 - Instruction (training) of personnel - conducting pre-trip briefings with drivers, continuous training of all employees of the transport company.

7 - Pre-trip control - immediately before the process of transportation (departure to the line) the driver undergoes a medical examination, and the vehicle is checked by a mechanic, which is recorded in the waybill.

8 - Execution of the transportation process - provision of transport services to the population.

9 - Control of scheduled and unscheduled inspections of rolling stock, if necessary, repair or replacement of units, unscheduled inspections on the route, etc.

10 - Analysis of activities - in accordance with international standards ISO series 9000: 2000, the organization must collect and analyze information about customer satisfaction; on compliance of products (services) with the established requirements; on the characteristics and trends of deviations of processes and products; about suppliers.

There should be constant monitoring of all stages of the life cycle. At the same time it is necessary to pay attention to the defects allowed at service.

The classification of service defects is presented in table 2.

The proposed classification of indicators of the quality of logistics services for passenger transport will highlight the most significant factors affecting the quality of service, as well as outline strategic ways of further management measures.

An important part of assessing the logistics activities of the enterprise is controlling, which is an orderly and continuous process of logistics data processing, providing information to management and contributing to the optimal achievement of the logistics system of the enterprise and coordination and optimization of material and related flows with other processes. at the enterprise [2].



Table 2

**Classification of defects of logistic service of passenger motor transportations**

Classification features	Characteristic
1	2
Insignificant (omissions in the fulfillment of certain requirements)	- incorrect luggage placement; - Carriage of luggage in the cabin of the vehicle
Significant (serious shortcomings of the service system, which negatively affect the quality of the organization)	- incorrect filling of documentation; - delay; - transportation of passengers without tickets; - the vehicle leaves the line due to a technical malfunction; - stop at a place not specified in the route, etc.
Critical (significant inconsistencies related to the basic principles of the system of management responsibility, service security)	- release on the line of drivers who have not passed the medical examination; - release on the line of vehicles that have not passed the inspection of the mechanic; - violation of traffic rules by drivers; - transportation on suburban and long-distance routes of passengers not provided with seats

**References**

1. Frolova LV Logistic management of the enterprise: theoretical and methodological aspects: [monograph] / Frolova LV - Donetsk: Don duet, 2004. - 261 p.
2. Komarov AV Improving the quality of transport services - M.: Transport, 2008.
3. Kyrychenko I., Kuzmenko N. QUALITY OF TRANSPORTATION SERVICES ON DIFFERENT TYPES OF TRANSPORT/Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects: thesis, May 2021, Albania- Severodonetsk: Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, pp. 25-29, 2021.

## ON TRACK TO BECOMING A RAILWAY ENGINEER IN GERMANY

**Kyrychenko I.<sup>1</sup>, Mykhailiuk M.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University,*

<sup>2</sup>*Private Medical University "Kyiv Medical University"*

Germany has a very attractive location in Europe for people from all over the world. It has a railway network, and it is growing every year. In

Germany the network of high-speed railways is small. The first ICE (Inter-city-Express) train flew over Germany between Hamburg and Munich more than 30 years ago. The maximum speed of high-speed trains is 300 kilometers per hour. The high-speed railway network was integrated into Germany's previous railway network. After the introduction of high-speed trains, there is a problem with the use of the same rails, both for high-speed trains and for conventional ones.

After the introduction of high-speed trains, many passengers began to prefer high-speed passenger trains instead of driving cars and using airplanes.

There are still large gaps in Germany's high-speed network, underscoring the need for a transport policy that will make rail transport a priority. The federal government is taking steps to modernize Germany's railway network and facilities, as it has only about 1,000 kilometers of high-speed rail. The situation will continue to have a detrimental effect on certain areas of society, such as commuting or transporting goods across the country [1].

Changes in the railway industry and changes in the railways were the result of growing popularity of the specialty - an engineer in the field of railway transport. There are many universities in Germany that train railway engineers. The largest of them, which train future engineers in the field of railway transport are the Rhine-Westphalia Technical University of Aachen, Dresden Technical University and others.

The Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH) is one of the largest universities in Germany, with more than 45,000 students, most of whom are students of technical faculties and institutes [2].

The Master's program in Railway Systems Engineering focuses on the further development of railway engineering. Future engineers work with railway vehicles, railway transport systems and the development of railway transport infrastructure. This master's program covers every aspect of the complete Railway system, infrastructure and vehicles, including electric drive, as well as power supply. The Master's program "Transport Engineering and Mobility" can be studied entirely in English.

The university has also a research center that organizes master's programs, and cooperates between three institutes from three different faculties.

One of them is the Institute of Transport Sciences and the Department of Railway Engineering and Transport Economics, which is part of the Faculty of Civil Engineering, whose program focuses on the construction of railways (construction of tracks, tracks, stations) and railway operation. The program includes the sizing of infrastructure, production systems, alarm and

security systems, and the operation of transportation systems. Future engineers gain extensive knowledge of the planning, operation and maintenance of the railway network.

The second is the Department and the Institute of Rail Vehicles and Transport Systems, which is responsible for research in the field of railway rolling stock. The institute researches and develops methods, processes and products that improve the attractiveness and competitiveness of the railway system, including interaction with other modes of transport.

The Department and the Institute for Power Electronics and Electrical Drives is one of the largest university research institutions in the field of electrical engineering in Europe, with more than 100 researchers. The institute pays special attention to modeling, control and reliability of electrical systems.

Dresden Technical University ranks first among German technical universities in terms of the number of students. It has more than 4,000 employees. At the Dresden Technical University, the Faculty of Transport and Traffic Sciences was named after Friedrich Liszt, paying tribute to the work of a special man who attracted attention in his scientific and social activities at the beginning of the XIX century with his liberal-constitutional ideas. Friedrich Liszt's ideas found practical expression in his attempts to build the first German intercity railway between Leipzig and Dresden in 1839, and in his plans to develop the Austro-Hungarian railway network. The faculty encourages everyone to think and act far beyond their existing boundaries.

Studying the practical experience of professional training of railway engineers in Ukrainian higher education institutions in comparison with Germany reveals contradictions that hinder the solution of these problems, in particular: the challenges of globalization, rapid technological development, and the current level of professional training of railway engineers, insufficient readiness to perform professional functions in society; modern world trends in the development of higher engineering education and the need to improve the legislative, content, organizational and scientific and methodological support of professional training of engineers in accordance with world educational standards; the need for a thorough scientific analysis of rational ideas of foreign experience in the training of railway engineers, and the actual lack of its systematic study and generalization in the national pedagogical theory and practice.

### References

1. [www.iamexpat.de/expat-info/german-expat-news/probl...h-speed-rail-network](http://www.iamexpat.de/expat-info/german-expat-news/probl...h-speed-rail-network)
2. [www.unipage.net/en/609/rwth\\_aachen\\_university](http://www.unipage.net/en/609/rwth_aachen_university)

## PLANNING OF ACTIVITY OF THE TRANSPORT ENTERPRISE ON THE BASIS OF MARKETING RESEARCH

**Kyrychenko I.<sup>1</sup>, Petreiko I.<sup>1</sup>, Nesterenko G.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

<sup>2</sup>*Ukrainian State University of Science and Technologies*

In the transportation of goods by rail, much attention is paid to marketing, which is defined as a comprehensive system of organization of the transportation process and the implementation of transport focused on meeting demand for transport services and increasing profitability in optimizing freight flows and transport component in gross national product.

Initial information for freight planning used to be directives on the distribution of volumes between modes of transport, but at this very difficult time for our country, the volume of transportation is determined by forecasts of the transport services market, when the economic situation is difficult and almost 60% of enterprises do not work. for various reasons (the main one - many enterprises remained in the occupied territories, many destroyed enterprises).

For the transport company, marketing is a comprehensive system of organization of transportation and sale of services focused on products and obtaining on this basis a sustainable profit and competitive advantage [3, 4].

Market demands for transport products are not limited to demand for transportation. The consumer dictates his conditions also in the field of composition and quality of services provided to him for the supply of goods.

The objects of analysis of the transport company include markets (shippers, competitors), transportation schemes; pricing policy, new transport services, etc.

The study of markets covers:

- shippers' market - market structure, geography of connections, business activity, financial stability, production volumes and share of rail transportation;

- competitors' market - the structure of the carriers' market, the nomenclature of the transported goods, the distance of transportation, tariffs, the quality of transport services, the volume of transportation;

- freight market - structure, capacity, potential, dynamics of transportation.

The analysis covers all the activities of the transport company and, ultimately, should lead to the setting of goals, evaluation of ways to achieve them, decision-making, development of appropriate strategies.

An attempt at a universal approach to the definition and description of marketing functions, and bringing them into the system is given in complex functions [2]. This approach is to identify blocks of functions, the structure of which in the transport company can be represented as follows.

Analytical function: study of consumers, components of the structure of the transport market; study of the structure of transportation and services; study of the internal environment of the transport company.

Production function: organization of cargo transportation and provision of services; development of new technologies; quality management and competitiveness of the transport company.

Sales function: service organization; organization of demand formation system; conducting a purposeful pricing policy.

Management and control function: organization of strategic and operational planning; marketing management information support; risk management; organization of marketing control.

Analytical function is the foundation of all marketing activities of the transport company. Performing this function allows you to plan the company's activities in accordance with market requirements, the most efficient use of production resources (especially rolling stock) and thus obtain the maximum possible profit.

The purpose of marketing research is to identify opportunities for the company to take a competitive position in the transport market by better meeting the demand for transportation and meeting customer requirements. And the main task of these studies - to determine the conditions under which the optimal relationship between supply and demand for transport services in the market [1].

The structure of research assumes the presence of two interrelated parts: the study of the transport market and the study of the capabilities of the carrier [2].

From the analysis of supply and demand it is possible to draw a conclusion about the possibility of transport, to determine trends in the formation and development of demand in the study period and in the future.

The study of transport market conditions is complemented by the study and evaluation of the activities of carriers operating in the market, and their technologies of the transportation process.

Marketing is considered as a system of strategic management of the transport company, which includes a number of stages of management. At the same time, the main stages are the selection and implementation of

strategies that are carried out simultaneously: the company pursues a strategy adopted on the basis of previous research and at the same time continues research to find new strategic solutions.

Currently, the requirements for management are growing, which are due to the complexity of technology, the need to master the latest management skills. All decisions on organizational, technological and other issues are prepared and produced by professionals in the field of transportation management, who also monitor the implementation of tasks.

The main task of management is to establish the effective operation of the company in the market for the near and long term. Management by setting and implementing goals is carried out taking into account the assessment of the potential of the transport company, its provision with the necessary resources, the conditions of competition.

The choice of the final version is based on market research and technological capabilities of the transport company. On the basis of the chosen strategy the plan of its realization is developed, concrete programs, including the program of marketing activity are made.

In general, the scheme of strategic planning of the transport company on the basis of marketing is a market research, which includes: demand research; market competition research; research of conditions of realization of transportations; analysis of the difficulties of transportation activities, as well as a study of the activities of the transport company, which includes the following: analysis of performance indicators; strategy analysis; cost analysis; financial situation analysis; identification of strengths and weaknesses of the activity, opportunities to improve the operation of the enterprise.

This analysis allows us to conclude that a change in the strategy of the transport company. If such a need exists, it is necessary to analyze possible options for strategy in the new environment. If changes are not required, technological and resource capabilities are determined. A comprehensive analysis of possible strategies in terms of identified prospects allows you to develop options for a possible market strategy of the transport company. The scheme of planning the activities of the transport company should clearly reflect the sequence of stages, contain information about the volume and conditions of transportation, carriers operating in the market and consumers of transport products obtained during the research.

Thus, on the basis of marketing research it is possible to conduct a comprehensive study of the nomenclature of transported goods, transportation schemes and technologies used in the transportation process, which would help the company adapt to changing external conditions and ensure its sustainability and stable end results.

### References

1. Shirokova O. Rationale for creating an effective organizational structure of railway transport of Ukraine // Economist. - 2008. - № 5. - P. 42-44.
2. Gurch L.M. Marketing research of the market of transport services of Ukraine [Electronic resource] / L.M. Gurch, A.M. Chenchik. - Access mode:[http://vlp.com.ua/files/23\\_22.pdf](http://vlp.com.ua/files/23_22.pdf).
3. Kyrychenko I., Kuzmenko N. Quality of transportation services on different types of transport / Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects: thesis, May 2021, Albania-Severodonetsk: Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, pp. 25-29, 2021.
4. Kyrychenko I., Kuzmenko N. Quality management in road transport organizations / Collection of scientific works "Logistics management and traffic safety", P.51-55.-2020.

## MODELING THE OPTIMAL COMPOSITION OF THE TRANSPORT-TECHNOLOGICAL COMPLEX WITH MINIMIZING LABOR COSTS

**Moroz M., Zahorianskyi V., Zahorianska O.**

*Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*

To optimize the composition of the transport-technological complex (TTC), to determine the rational limits of the application of direct-flow and transshipment technology of solid organic fertilizers (SOF), consider the following options [1, 2]. The first – a TTC formed on the basis of wheeled tractors with fertilizer machines, universal trailers, loading means (basic model); the second – for the period of export of SOF at any distance to this unit add a certain number of cars; the third – connect such number of cars by means of which full loading of loading means would be reached.

In order to select the optimal composition of the unit and determine the limits of its application by direct and transshipment technologies, must be provided: the extreme value of the accepted criterion of efficiency; annual employment of machine operators; application of SOF in agronomic terms. In addition, SOF exported to the fields must be applied during the year by the same unit.

As the main criterion of efficiency of work of group we will accept specific labor costs, additional – the resulted expenses of means (on 1 ton of the brought SOF).

The mathematical model of the base unit for direct current and transshipment technologies is generally written as follows:

$$\begin{aligned}
 M(T) = & M\left(T_{np1}\left(m, Q_p, W_n\right)\right) \int_{L_n}^{L_{01}} f(L) dL + \int_{L_{01}}^{L_m} T_{np2}\left(m, Q_p, W_n, L\right) f(L) dL + \\
 & + M\left(T_{tp1}\left(m, Q_{tp}, W_n\right)\right) \int_{L_m}^{L_{02}} f(L) dL + \int_{L_{02}}^{L_k} T_{tp2}\left(m, Q_{tp}, W_n, L\right) f(L) dL + \\
 & + M\left(T_{dis}\left(m, Q_p, W_n\right)\right) + \int_{L_m}^{L_k} f(L) dL
 \end{aligned} \quad (1)$$

where  $M(T)$  – mathematical expectation of total specific labor costs [3];  $E_{np1}$  – specific labor costs during the operation of the TTC on direct current technology, when the productivity of the line is limited by the productivity of the loader ( $M(T_{np1})$  – mathematical expectation of specific labor costs for this case),  $T_{np2}$  – with vehicles and distribution vehicles, man-hour/ton;  $T_{tp1}$  – specific labor costs for transportation of SOF in the piles in the field, when the productivity of the line is limited by the productivity of the loader ( $M(T_{tp1})$  – mathematical expectation of specific labor costs for this case),  $T_{tp2}$  – with vehicles, man-hour/ton;  $M(T_{dis})$  – mathematical expectation of specific labor costs in the distribution of SOF by transshipment technology, man-hour/ton;  $m$  – number of units in the unit, units;  $Q_p, Q_{tp}$  – load capacity of spreader and trailer, ton,  $W_n$  – loader performance, ton/hour;  $L$  – the current value of the distance of fertilizer transportation from storage to the field, km;  $L_n, L_k$  – limits (initial and final) variation of the distance of fertilizer transportation from storage to the field, km;  $L_{01}, L_{02}$  – distance of transportations when productivity of the loader and transport and distribution or transport link is equal, km;  $f(L)$  – the density of probabilities of distances of transportation of fertilizers from storage to the field;  $L_m$  – distance of transportation (limit) when it is necessary to pass from direct-flow to transshipment technology, km.

Values  $L_{01}$  and  $L_{02}$  we can find from the expression

$$W_n = mW_{np}\left(Q_p, W_n, L\right) \quad (2)$$

or



$$W_n = mW_{tp} (Q_{tp}, W_n, L), \quad (3)$$

where  $W_{np}$ ,  $W_{tp}$  – productivity of units, respectively, when applying SOF by direct-flow technology and transporting them by transshipment technology, ton/hour.

The limit of transition from one technology to another is defined as

$$\frac{T_{tot}}{T_{t-s}} - 1 = M(W_{ap}(m, V_{ap t-s})) \int_{L_m}^{L_k} \frac{f(L)dL}{M(W_{tp}(m, V_{tp t-s}))}, \quad (4)$$

provided that  $T_{tot} = T_{tp} + T_{t-s}$ ;  $T_{t-s} = T_{att}$ ;  $V_{tr t-s} = V_{ap t-s}$ , where  $T_{tot}$ ,  $T_{tp}$ ,  $T_{t-s}$ ,  $T_{att}$  – annual employment of units, respectively, the total, on the transportation of fertilizers in the field, when applying direct-flow and transshipment technology, agro-technical term of fertilizer application, hours;  $V_{tr t-s}$ ,  $V_{ap t-s}$  – volumes of solid organic fertilizers transported to the field and applied by transshipment technology by one unit, ton;  $M(W_{t-s})$ ,  $M(W_{t-s})$ ,  $M(W_{tp})$  – mathematical expectation of productivity of detachment at introduction of fertilizers on direct-flow and transshipment, only transshipment technologies and at its transportation in piles on the field, ton/hour,

$$M(W_{t-s}) = W_n \int_{L_n}^{L_{01}} f(L)dL + m \int_{L_{01}}^{L_{02}} W_{np}(Q_p, L)f(L)dL + mW_p \int_{L_m}^{L_k} f(L)dL, \quad (5)$$

$$M(W_p) = \int_{l_n}^{l_k} \int_{q_n}^{q_k} W_p(l, q, Q_p)f(l)df(q)dq, \quad (6)$$

$$M(W_{mp}) = \frac{W_n \int_{L_m}^{L_{01}} f(L)dL + m \int_{L_{02}}^{L_k} W_{mp}(Q_{mp}, L)f(L)dL}{\int_{L_m}^{L_k} f(L)dL}, \quad (7)$$

where  $l$ ,  $q$  – current values of the length of working areas and doses of SOF,  $m$ ,  $kg/m^2$ ;  $l_n$ ,  $l_k$ ,  $q_n$ ,  $q_k$  – limits of variation (initial and final) of lengths of working sites and doses of SOF application;  $f(l)$ ,  $f(q)$  – density of probabilities of the sizes of working sites and doses of introduction of SOF.

**Conclusions.** The offered mathematical model allows to establish initial information to calculation of structures of the TTC and conditions of their work, to define the optimum sizes of the TTC for various types of cargo, transport, distributive means, allows to clearly explore changes in efficiency criteria, the boundaries of the transition from direct-flow technology to transshipment and the annual amount of SOF depending on the number of units (loaders, tractors, trailers, spreaders) in the unit.

The maximum efficiency of TTC is ensured by fulfilling the condition of full loading of loaders in the whole range of transport distances.

Thus, the efficiency of TTC increases if trucks are included in them during the period of export of SOF. The greatest effect is achieved when the number of these vehicles provides a full load of the loader at different distances from storage to the field.

The use of additional constant number of cars reduces labor costs and costs, reduces the range of direct-flow technology, increases the amount of SOF.

#### References

1. Novikov A. V. and oth, (2014). *Ekspluatatsiya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki*. Moskva: INFRA-M; Minsk: Novoye znaniye, 2014. 175 p.
2. Khabatov R. SH., Skuryatin N. F., Novogrudskiy V. Ye. (1991). *Raschet sostava mekhanizirovannogo otryada po primeneniyu organicheskikh udobreniy. Tekhnika v sel'skom khozyaystve*. № 2. P. 35–37.
3. Gmurman V. Ye. (2015). *Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika*. Moskva: Izdatel'stvo Yurayt, 479 p.

## INVESTIGATION OF WHEELPAIR MOVEMENT WITH WHEELS OF PROSPECTIVE CONSTRUCTIVE SCHEME

**Semenov S., Mikhailov E.**

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

It is known that the movement of rail vehicles, especially in curved sections of the track of medium and small radius, accompanied of the most intense resistance to movement and increased wear of the wheel flanges. The reason is that the wheel pair cannot pass the curve without contact of the wheel flange and the outer rail. Since the force of interaction of the wheel with the rail on the surface is significantly greater than on the flange,

slippage there is insignificant and remains in the quasi-elastic region. At the same time on a flange pure sliding develops. Therefore, the search for ways to solve this problem is appropriate and relevant.

As previous studies [1, 2] have shown, there is a potential for a real possibility to reduce slippage in the flange contact and, accordingly, reduce the resistance to movement and wear of the contact surfaces of the flange and rail [3].

The effect of the use of wheels of a promising design scheme is that, when the flange of such a wheel interacts with the rail, its angular velocity may be less than the angular velocity of the rolling support surface. As a result, the magnitude of the slip path of the flange on the side face of the rail head will be reduced compared to that for a pair of wheels of traditional design. This is especially noticeable in curved sections of the track of small and medium radius. Accordingly, the work of friction forces in the flange contacts will also be reduced, which determines the level of wear of the contact surfaces of the wheel flange and rail. To study the prospects of using the wheels of a promising structural scheme in the undercarriage parts of rail transport, the mathematical model of wheel pair movement in the rail track was improved [3, 4], which reflected these features of the structural scheme of the wheel.

When compiling a mathematical model, well-known assumptions were adopted, which were used in solving similar problems in this area of dynamics [4, 5], ie wheel pair interacting with the rail track, presented as a nonlinear mechanical system consisting of absolutely rigid bodies, with ' connected by elastic and dissipative (viscous or dry friction) bonds. The rail track is presented in the form of beams of infinite length, lying on a homogeneous elastic base. The inertial characteristics of the track were taken into account in the form of a constant mass reduced to the wheel at the point of their contact. In the transverse direction, the elastic-viscous characteristics of the rail were modeled by a spring with viscous friction. Horizontal longitudinal displacements of the track as well as rotation of the rails around the longitudinal axis were not taken into account. It was assumed that until the contact of the flange with the side face of the rail, squeezing the latter is absent, ie the transverse component of the friction force in contact of the wheel with the rail squeezing the latter does not cause. This simplifies the solution of the problem without significant loss of calculation accuracy. The motion of a wheel pair with a constant linear velocity in the absence of traction or braking force was considered.

To compare the reduction of wheel wear of the new and traditional design scheme used energy criterion (E), which is the work of friction forces (A) in the ridge contact, per unit distance traveled (S)

$$E = A / S \quad (1)$$

When using wheels of the perspective constructive scheme of decrease in work of forces of friction in flange contact in comparison with wheels of a traditional design it is defined as product of size of a difference of angles of turn of a ridge and a wheel on the average for each impulse of the value of the guiding force, which affects the corresponding flange.

As a result of mathematical modeling, certain advantages have been established for the case of using wheels of a promising structural scheme. This is a reduction in the amount of friction forces in the flange contacts (up to 30% compared to wheels of standard design), which gives reason to expect correspondingly lower values of drag and wear of interacting surfaces (flanges and side faces of rail heads). In turn, the use of such technical solutions in the undercarriage will increase the energy efficiency of rolling stock.

#### References

1. Evgeny Mikhailov, Stanislav Semenov, Svitlana Sapronova, Viktor Tkachenko. On The Issue Of Wheel Flange Sliding Along The Rail. In: K. Gopalakrishnan et al. (Eds.): *TRANSBALTICA*. LNITI, Vilnius, Lithuania. Springer, Cham., 2020. pp. 377–385.
2. Mikhailov E., Semenov S., Panchenko E. The possibility of reducing kinematic slip with two-point contacting with rail wheel railway vehicle. *TEKA. COMMISSION OF MOTORIZATION AND ENERGETICS IN AGRICULTURE*. 2013. Vol. 13, №3, 03-08. P. 139-145.
3. Mikhailov E., Semenov S., Reidemeister O. Decline of resistance to motion on railway rolling stock due to the use of wheels of perspective structural chart. Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects: thesis, 26-27 January, 2016. Strasbourg (France) – Severodonetsk: Volodymyr Dal East Ukrainian National University, 2016. P. 76-78.
4. Semenov S.O. Osoblyvosti ruhu kolisnoi' pary z ruhomymy grebenjamy. *Visnyk HNTU*. 2014, № 4 (51). S. 36 – 40.
5. Golubenko A.L. *Sceplenye kolesa s rel'som*. - Lugansk: VUGU, 1999. - 476 s.

## **IMPROVING THE EFFICIENCY OF CARGO FRONTS OF PJSC “ZAPORIZHSTAL” IN THE CONDITIONS OF TRANSPORTATION OF STEEL PRODUCTS BY ROAD**

**Turpak S., Vasylieva L., Ostrohliad O., Veremeenko L.**

*Zaporizhzhia Polytechnic National University*

Metallurgical plants of Ukraine ship manufactured steel products to customers by various modes of transport. With large volumes of supplies to foreign consumers, it is advisable to use water transport for transportation, since the unit transportation costs are much lower than for Land Transport. But it is not always possible to ship products directly to sea transport at the point of production. Many enterprises ship steel products to ships through river ports.

Zaporizhzhia Metallurgical Plant “Zaporizhstal” ships rolled metal products for delivery to foreign buyers from the Mediterranean and the Black Sea regions by river-sea vessels that move along both sea and inland waterways. This avoids excessive transshipment at the Seaport, which helps to increase the safety of cargo; reduces the total delivery time and reduces the total logistics costs in the contract price of goods. In addition, the use of river-sea vessels allows connecting points located inside the country with foreign sea and river ports.

Since the distance of transportation between the metallurgical plant and the river port is insignificant, the company uses Road Transport for the import of rolled metal [1].

A study of the technological process of shipment of steel products from the cold rolled shop to the river port by road was carried out. As can be seen from the histogram (fig. 1) daily volumes of rolled products shipment are quite significant and are characterized by large unevenness (from 50 to 1700 tons), which does not contribute to the effective organization of the transportation process [2]. A significant number of motor vehicles are involved in transportation.

Taking into account the stochastic nature of shipment and transportation volumes, the simulation modeling in the AnyLogic environment to determine the optimal amount of rolling stock for transporting rolled metal products from the enterprise to the river port is used.

A simulation model is developed (fig. 2), which allows to determine the best option for transport services.

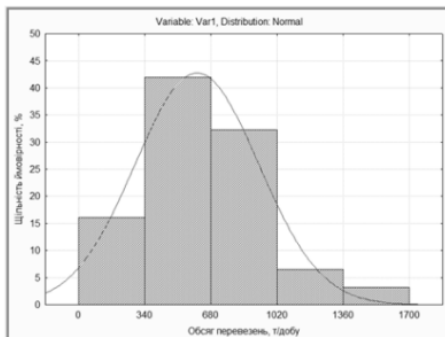


Fig. 1. Volumes of shipment of steel products from the cold rolling mill to the port

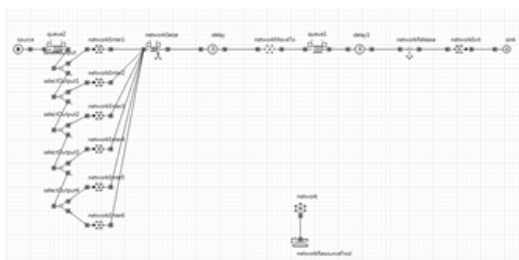


Fig. 2. Process Simulation Model of shipment and transportation of rolled metal products by road

The model displays 6 loading fronts in the cold rolled mill, a transport network connecting the enterprise and the river port, and a mooring unloading front in the river port.

Modeling is performed for a normal distribution law, taking into account the created histogram (fig. 1).

The task was set to determine the optimal number of vehicles that should be involved in the transportation of steel products from the cold rolling mill. In addition, the efficiency of using rolling stock should be achieved around 70-75%.

On the developed model, 5 experiments were conducted in conditions of using a different number of resources involved – cars. Figure 3 shows examples of how the model works during experiments No 1 and No 4.

The results of the experiments are summarized in Table 1.

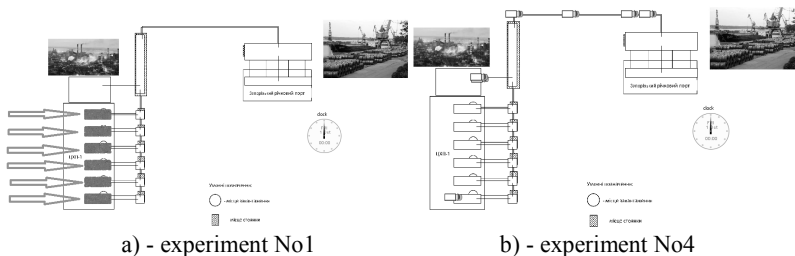


Fig. 3. Conducting experiments on the model

It is obvious that 3 cars can not cope with the removal of cargo, a significant number of orders remain maintenance-free (fig. 3a). Only when using 7 vehicles (fig. 3b, table 1) all transportation orders are executed.

Table 1

Results of simulation experiments

Experiment No.	Number of vehicle resources, units	Average application service time, hours	Car usage by time, %	Fulfilment of the terms of service for all transportation applications
1	3	1661	100	-
2	5	7.55	98	-
3	6	3.73	86	-
4	7	3.53	75	+
5	8	3.49	65	+

In the course of analyzing the simulation results, it is concluded that the optimal option for organizing the transportation process of steel products is to use 7 cars. It is under such conditions that the required efficiency of using vehicles is achieved – 75% when fulfilling all orders. The average downtime is 3.53 hours. Attracting more vehicles is impractical, as the efficiency of using vehicles is significantly reduced.

References

1. Official Website of PJSC “Zaporizhstal” : website. – URL: <http://zaporizhstal.com/>.
2. Improving operational stability and efficiency of industrial transport in the conditions of a metallurgical enterprise: monograph / B. P. Sereda, S. M. Turpak, I. V. Kruglyak, O. O. Ostrogyad, D. Ya. Mukovska, D. B. Sereda, D. O. Kruglyak. – Kamiyanske: DSTU, 2021. – 272 p. (in Ukrainian).

# OPTIMIZATION OF TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEM OF RURAL POPULATION MOVEMENT

**Vodolazsky A., Bilous O.**

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

Public transport plays a crucial role in the logistics of territorial communities of Ukraine. However, inadequate provision and implementation of technological advances has left rural areas behind and heavily dependent on private cars.

Forecasting the demand for new mobility services in rural areas is crucial for the development and operation of commercially viable new mobility services (NMS), as well as for understanding the critical mass that will allow community services to run in parallel or replace commercial services.

The use of new data sources, such as mobile network data (MND), aggregated at the travel chain level, to reveal real-world travel models has never been studied in rural areas, but given the scattered nature of settlements and low connectivity, this study needs to be established. Whether data-driven modeling tools, such as agent-based modeling (ABM), can be used in rural areas, regardless of population density, and provide a sufficient level of fidelity and confidence, using innovative modeling tools to account for new mobility services. The main objective of the study is to examine the removal of barriers to commercially viable new mobility services (NMS) in rural areas by:

- Using data-driven approaches to understand typical daily travel patterns;
- Identify new mobility services that can be deployed for commercial purposes and those that are likely to require ongoing financial support to provide socially necessary services.

For the purposes of the study, three representative use cases were identified to cover people's travel habits, attitudes towards new mobility services and data landscape in different rural areas (selection criteria based on location, population density, transport infrastructure and public transport services):

- Mostly rural population (8.9%) - territorial community 1.
- Mostly rural areas (12%) - territorial community 2.
- A city with a significant number of rural areas (13%) is a territorial community 3.



Table 1

**Main characteristics of three representative case studies in rural areas**

Characteristics	Territorial community 1	Territorial community 2	Territorial community 3
Population (2021)	322,000 (2021)	167,216 (2017)	1,470,000 (2018)
Young residents	16.00%	20%	19%
Working Age Population	59%	56%	61%
65+ Population	25%	24%	21%
Zoning System at LSOA level	534	103	1222

The mobile network data used in this study provide different sets of user information, including start zone, end zone, travel goals, travel period, travel method, and average number of trips completed. The MND sample is first divided according to high-level characteristics (number of trips per day) and then divided into return trips where the start and end zones are the same, or non-return trips where the start and end zones differ and only the direction is known. For the latter, no assumptions can be made about the purpose and mode of travel.

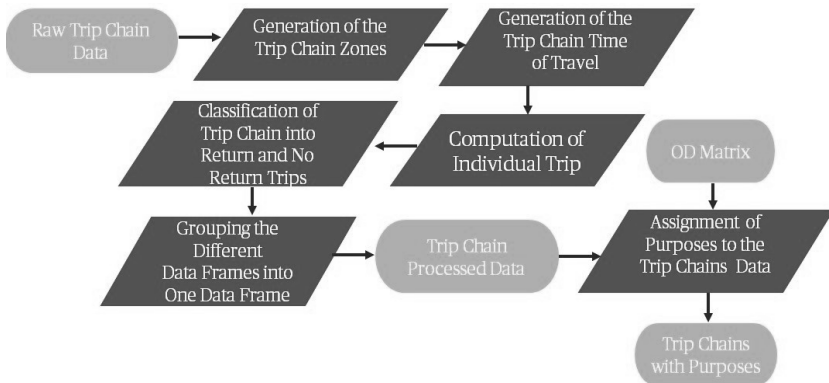


Fig. 2. Steps in creating a travel chain data set from call data records (CDRs)

Information on travel schemes is available in MND travel chains, but information on the purpose and method of travel is not available. To overcome this limitation and improve data sets, a data research framework has been established (Figure 2).

**Conclusion.** The results of the MND analysis showed very similar travel patterns compared to urban areas in all rural areas. In two districts (Territorial Communities 1 and 2), rural districts are closely linked to neighboring urban districts and show interdependence (Table 2).

Table 2

**Main characteristics of rural travel models from MND analysis**

Characteristics	Territorial community 1	Territorial community 2	Territorial community 3
Internal trips	63%	40%	48%
Simple Tours	52%	56%	57%
Complex Tours (3-4-5 daily trips)	23%	25%	24%
Total Logistics	2%	2%	2%
Local Distribution	37%	23%	36%
Long Distribution	63%	80%	64%

Residents tend to travel more locally and mostly for leisure, although those who go to work usually travel longer to get to their usual place of work. The use of mobile network data aggregated at the travel chain level, together with higher temporal resolution, allows a complete understanding of rural travel patterns. Three case studies represent different population densities; however, travel models are comparable and similar to those in urban areas. Thus, instead of setting a minimum population density, mobility services should service short and medium-distance journeys, or integrate with the wider public transport network to provide first / last mile services to increase the frequency of travel.

The results showed that among the three regions of the community, 2 are much more dependent on cars and much less likely to use public transport. While communities 3 tend to have good access to train stations and a greater choice of vehicles.

For passengers and business travelers (defined as irregular business trips, such as freelancers), the transport chosen seems to depend on either convenience (in favor of the car), speed (in favor of the train) or cost. in favor of the bus).

The most common trips are trips to work and school. In communities 1 and 2, commuting is more likely to be driving than in community 3, where walking and riding are more common.

### **References**

1. Mattson, J., 2017. Estimating ridership of rural demand-response transit services for the general public. *Transportation Res. Rec.: J. Transportation Res. Board* 2647,127–133.
2. Renne, J.L. Rural mobility and mode choice: Evidence from the 2001 National Household Travel Survey. *Transportation* 32, 165–186.
3. Millward H., (2011) Time use, travel behavior, and the rural–urban continuum: results from the Halifax STAR project, *J. Transport Geogr.*, 19 (1) (2011), pp. 51-58.

## **POTENTIAL OF THE EUROPEAN TRAIN CONTROL SYSTEM ETCS IN THE GREATER TORONTO AND HAMILTON AREA**

**Weller, Lars**

*Hochschule Karlsruhe*

### **Initial situation and area under consideration.**

In North America, the train protection systems differ from those in Europe, because there, on the one hand, the focus is on covering the "dark territories" and, on the other hand, on compliance with protection targets for train movements, and less on traffic densification and interoperability, which is the main objective of the European Train Control System ETCS [1]. The train protection system Positive Train Control (PTC), which is available in North America, provides continuous monitoring of the train movement in addition to signaling and checks whether the track elements are in the position required for the train movement [2].

The area under consideration covers an area of approx. 11,000 square kilometers and is currently home to around 8.8 million inhabitants. Every working day, about 215,000 passengers are transported by about 700 train journeys. The modal split, however, is currently only 1% for commuter rail transport. Due to discussions on climate policy, this mode of transport is to be greatly expanded in the future, for which extensive construction measures with high costs are planned [3].

Therefore, it was investigated whether an increase in the number of trains can be achieved with ETCS.

### **ETCS**

The European Train Control System (ETCS) is a train control system that is intended to improve the interoperability of rail transport companies.

The ETCS has different trackside equipment levels depending on operational requirements. The on-board equipment always remains the same, with on-board computer and driver-machine interface (multifunction display).

#### **ETCS-Level 1**

In Level 1, the lineside equipment of the respective country remains in place. Only trackside fixed point Track transponder are installed, as well as a Lineside Electronic Unit (LEU), which transmits the signal terms in coded form to the Eurobalise, so that the information can be used by the vehicle computer in the respective country. In addition, a Euroloop could be installed. This functions in a similar way to the cable line conductor; in the event of an upgraded signal term (e.g. from "Slow speed" to "Drive"), the vehicle can accelerate again at an early stage and does not have to continue at reduced speed until it reaches the track magnet.

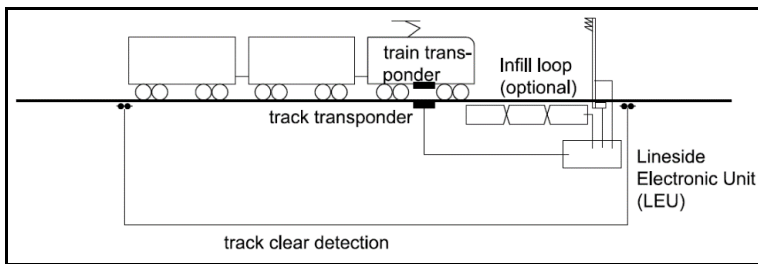


Fig. 1. ETCS-Level 1, own representation, after Pachtl

#### **ETCS-Level 2**

In Level 2, trains already controlled by radio. The existing trackside control unit is called a Radio Block Center.

The RBC is connected to the interlocking and transmits relevant information, such as speed steps required based on routes, to the on-board computer by means of GSM-R (Global System for Mobile Communications – Railway). The train is located using non-switchable Track transponder as so-called "kilometer stones". Between these waypoints, the train locates itself using odometry\*. Track vacancy detection performed with the aid of

trackside axle counters or track circuits. Fixed signals can be dispensed, but they can also remain present as a fallback level. Without local signals, it is necessary to install ETCS stop markers in front of danger points on the free track, in stations, etc. ETCS "stop markers" must be placed in front of danger points on the open track, in stations or similar, so that trains without an ETCS driver's license can generate a stop order and a stop marker. Mixed operation is not possible without local signals with trains that do not have ETCS equipment.

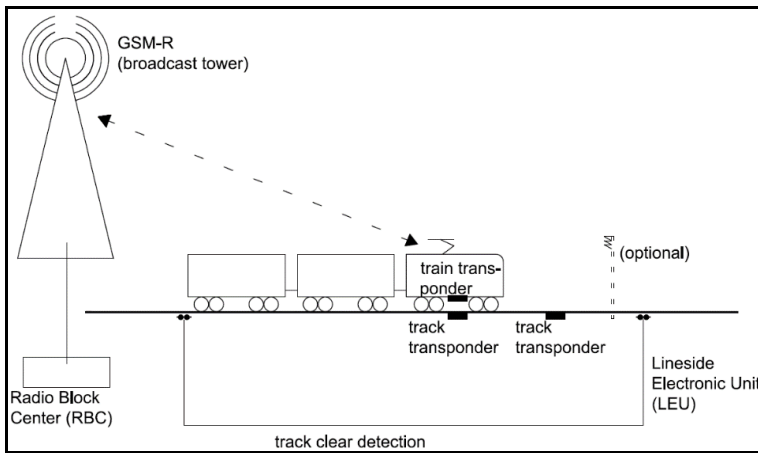


Fig. 2. ETCS-Level 2, own representation, after Pachl

\* Odometry refers to a method of estimating the position and orientation of a mobile system using data from its propulsion system. Railroad vehicles use the number of wheel revolutions for this purpose

### ETCS level 3

In Level 3, track vacancy detection by means of an axle counter or track circuit is not required. This information is transmitted to the vehicle via the Track transponder and the RBC. Since there is no more track vacancy detection on the trackside, the vehicle must always ensure its train integrity. By replacing the static track vacancy detection with dynamic ones, there is no longer any block section separation, but the trains run in wandering space spacing, so the virtual block is only limited by the braking distance of the train ahead.

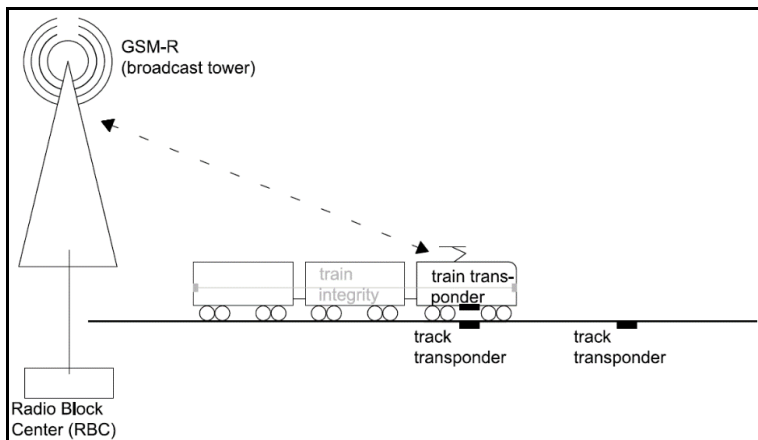


Fig. 3. ETCS-Level 3, own representation, after Pachl

The RBC creates virtual occupied and free blocks based on the existing trains and adjusts them based on the conditions of the individual trains. Due to the block adjustment it is irrelevant whether a short fast railcar train or a 3000 m long heavy freight train is running, the performance of the track can always be used optimally. The train is also located via the Track transponder or the on-board odometry. There are no trackside signals. All information is supplied to the driver via the DMI. It is possible to place ETCS "stop markers" at the entrance areas of the ETCS Level 3 guideway, but this is not necessary if the entire network is equipped with Level 3.

Currently, the problem of train integrity has not yet been solved in freight traffic due to the existing screw couplers; this should be more feasible in the North American area or Eastern Europe, where only center buffer couplers are available.

The advantages of ETCS are interoperability and the complete elimination of trackside signaling and track vacancy detection in Level 3. The disadvantages are complete radio network coverage and the impossibility of mixed operation in Level 3.

#### **Investigation in the observation area**

The investigation was carried out purely manually, i.e. without software support. In the first step, the signal distances were determined so that a blocking time staircase could be constructed for each train. Thus, the train following time could be determined and the number of possible train runs could be determined. In the second step, virtual blocks were created for

ETCS Level 3 and the possible train capacity was calculated. By creating virtual blocking times, it was possible to determine the train sequence times. With the help of these train following times, a comparison between the current train control system and ETCS could be made. The train stopping times were determined for each possible train stopping case. Since the possible speed profile is not used on most lines, which is due to the current use of exclusively diesel vehicles, an additional step was taken and the capacity was determined using the maximum possible line speed. The technical restrictions of the vehicles used were taken into account here. The following assumptions were made in the calculation: Uncertainties of 3% were included in the determination of the signal distances. A regular surcharge of 7 % was also included in the timetable to absorb irregularities. Likewise, percentage time components of 3% (e.g., for changed route formation and resolution times, etc.) were included in the calculation of the blocking times. Likewise, schedule surcharges of 7% were used [4].

With the help of these data, it was possible to determine the current and, with ETCS, possible future line utilization in percent.

Table 1

**Train numbers with current train control system, separated according to current (speed\_s) and max. possible (speed\_m) speed levels and after installation of ETCS**

	Oshawa-Toronto	Toronto-Oshawa	Barrie-Toronto	Toronto-Barrie	Milton-Toronto	Toronto-Milton	Niagara-Toronto	Toronto-Niagara	Kitchener-Toronto	Toronto-Kitchener	Lincolntonville-Toronto	Toronto-Lincolntonville	Gormley-Toronto	Toronto-Gormley
speed_s	87%	86%	47%	45%	52%	63%	146%	150%	77%	104%	48%	60%	48%	47%
speed_m	68%	69%	44%	36%	46%	48%	123%	124%	62%	78%	45%	56%	45%	41%
ETCS	39%	55%	14%	11%	23%	22%	54%	56%	23%	28%	11%	11%	23%	23%
trains in 240 Min. actual speed*	18	24	10	8	10	10	20	20	13	14	8	8	8	8
trains in 240 Min max. pos. speed	23	29	10	10	11	13	23	24	16	18	8	8	8	9
trains in 240 Min max. pos. speed incl. ETCS	40	37	33	32	22	28	54	53	43	52	34	43	16	16
*trains determined from the timetable														

With the available input parameters, it could be demonstrated that a doubling of today's train numbers is possible on most sections of the line. When dimensioned site plans and software solutions are available, more precise calculations can be made. The data show that an increase in capacity with ETCS is possible; this potential should also be investigated in other countries with rail operations.

### References

1. Pacht, J.: Railway Operation and Control, 2018, P. 106 – 121
2. Hansen, P.A.: Positive Train Control, Trains magazine, January 2001, P. 68 – 77

3. Ohne Verfasser: METROLINX, GO Expansion Full Business Case, 2018, P. ii – vii
4. Schittenhelm B.: Planning With Timetable Supplements in Railway Timetables, 2011, P. 8

## **ON THE DEVELOPMENT OF CONTAINER TRANSPORTATION IN UKRAINE**

**Yepifanova O., Semenov S.**

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

The optimization of infrastructure capacities is recognized as a priority direction for the development of railway transport in the coming years. Therefore, it is necessary to create an efficient technological process and ensure the fastest possible crossing of goods across the border of Ukraine. So you can organize the effective movement of cargo flows. The development of the country's transport system is becoming not only a necessary condition for the implementation an innovative model of economic growth, but also an active factor in its formation and improvement in the quality of life of the population.

It is known, that the transport factor plays an important role in the modern realities of development the state. This is clearly visible in recent times. One of main conditions the transportation of goods is the final price of their delivery [1]. Therefore, important criteria for successful transportation is to ensure the safety of the transported goods by observing the optimal modes of transshipment operations, rational placement in cargo spaces and creating conditions for maintaining the quality of goods during transportation. An important direction in the technology and organization of cargo transportation is containerization of the transportation process [1-3]. The use of this technology implies the possibility of transporting almost any type of cargo from the point departure to the point of destination without re-loading, with the performance of all logistics operations. At the moment, there is a trend global containerization of freight traffic, that is, the ever-increasing use of containers in the freight traffic system.

As part of the implementation of logistics principles, a new direction of information technologies is being formed [3, 4] - this is information logistics. It includes the provision of telematics systems for transport process-



es, cargo units, vehicles, the creation of international and national information portals for integrated logistics systems, the optimization of information support for real goods flows. An integral part of this technology should be an electronic document management system based on unified forms and unified rules for information notification, confirmation and control the passage of cargo flows.

Analysis state the level of transport and logistics service in sphere of container transportation in Ukraine showed its insufficient development. There is no reliable system of information and logistics support for container traffic along the entire door-to-door compliance route. At a number of large terminals, there are no repair and exchange points for containers, security services and round-the-clock video surveillance and other forms of logistics services at the request of the clientele. It is necessary to simplify and speed up customs procedures and the widespread introduction of electronic document management.

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

A typical example of such an approach, which allows you to determine the effective cost proportions the components of controlled system and develop a management strategy, is logistics management. Namely, high-quality logistics management should provide the necessary economic efficiency compared to traditional management methods. Thus, the idea of integration is at heart the logistics approach to organizing and managing activities. This idea follows from fact that the flows of material resources, finance and information that exist on their own at technically independent stages and stages of such activities can be interconnected using a common management system. Although the interests of different departments may not coincide and even be in conflict, the management procedure should be aimed at observing the interests of whole [2, 3]. In the field of container transportation, this means that relations between all market participants are based on the principles of ensuring equal access to railway infrastructure and transportation services, mutually beneficial cooperation and economic efficiency.

Also an important aspect the organization of container transportation is the use of modern information technologies in the form of decision support systems and expert systems. Due to this, the possibility of effective

analysis technical and economic processes, modeling of preparation processes and presentation of results for subsequent decision-making is functionally carried out. The use of modern information technologies makes it possible to increase the efficiency of cargo delivery due to the possibility of quick access to information about the subjects (buyer, carrier, terminal) and objects (goods, services) of delivery [1, 4].

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

#### References

1. Okorokov, A.M. 2015. Analysis of the prospects for the development of the container transport market in Ukraine, *Transport Systems and Transportation Technologies* 10: 98-104. <https://doi.org/10.15802/tsst2015/57075>.
2. Kurhan, M.B. 2016. Experience of operation of piggyback trains in internal and international communication, *Ukrainian Railway* 12(42): 49-53.
3. Marinov, M.; Giovanni, L.; Bellisai, G.; Clevermann, J.; Mastellou, A.; Victória, D.; Deleva, L. 2014. Analysis of rail yard and terminal performances, *Journal of Transport Literature* 8(2): 178-200. <http://doi.org/10.1590/S2238-10312014000200008>
4. Agostino N.A., William H.K.L. *Modelling intelligent multimodal transit systems* (First edition). Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis Group, 2017.

# НАДІЙНИЙ І БЕЗПЕЧНИЙ ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ ДЛЯ СУЧАСНОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Баб'як М.О.

*Український державний університет науки і технологій*

У складний для України час найбільш ефективним в процесі перевезень вантажів та пасажирів зарекомендував себе електричний транспорт. Це і зв'язок великих підприємств східної та центральної частини України з новими місцями базування у західному регіоні й перевезення великих обсягів пасажирів зі сходу на захід, які не можливо було заздалегідь ні передбачити ні прорахувати.

Особливо актуальним стало використання електричного транспорту при вивезенні пасажирів евакуаційними поїздами до Львова і далі за кордон. Гостра нестача електропоїздів постійного струму (Рис. 1, а) [1], які вивозили людей до Польщі, Чехії та Словаччини, спричинила в лютому-березні 2022 року величезні скупчення людей різного віку на вокзалах і безпосередньо перонах, що при наближенні поїзда до станції могло статися травмування пасажирів, або ж і летальний випадок. На щастя, усі перевезення були виконані в повному обсязі, хоча і зі значними затримками у русі поїздів. Велику роль у цій роботі відіграли двосистемні електропоїзди HRCS2 (Рис. 1, б) [1] та ЕКр-1 (Рис. 1, с) [2], які крім ділянок змінного і постійного струму в Україні змогли ще й доставляти пасажирів безпосередньо до Польщі.

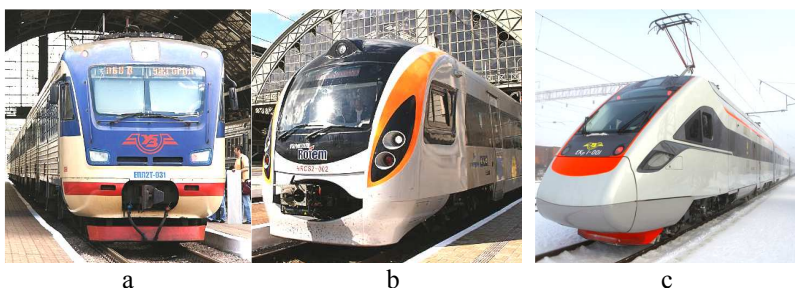


Рис. 1. Електропоїзди: а – ЕПЛ-2Т; б – HRCS2; с – ЕКр-1

Через обмаль і велику вартість дизельного пального та газу у Львові на рейсові маршрути не виходило багато автобусів великої та середньої місткості. Цю проблему в значній мірі вирішив міський електричний транспорт. Трамваї та тролейбуси (Рис. 2, а, б) [3] змінювали маршрути відповідно до нових створених пасажиропотоків, а на вулицях без контактної мережі працював електробус (Рис. 2, с) [4]

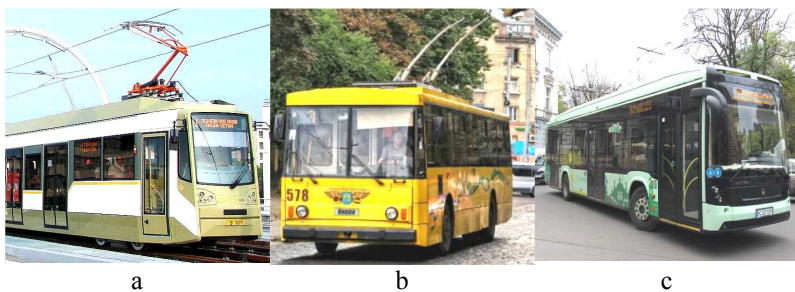


Рис. 2. Міський електротранспорт:  
а – трамвай; б – тролейбус; с – електробус

Якщо оцінювати використання електричного транспорту в світових логістичних ланцюгах, то безперечно, що електричний транспорт виконує значну частину перевізної роботи. На даний час легкові електромобілі вже стали звичним пасажирським транспортом. Враховуючи розвинуті тролейбусні електричні мережі, що використовують як у містах, так і між містами, провідні світові автовиробники почали конкуренцію за виготовлення вантажних автомобілів з електричними двигунами, що отримують живлення від електричної мережі.

Одні з перших за межами шведського міста Евле почали випробовувати автомобілі Scania для товарно-транспортних послуг в реальних умовах дорожнього руху (Рис. 3, а) [5].

Компанії Siemens Mobility та Continental Engineering Services об'єдналися для створення електричних ліній eHighway на федеральному автобані А5 між Франкфуртом і Дармштадтом для вантажних електричних і гібридних автомобілів (Рис. 3, б) [6].

Електрифіковані лінії вже давно використовувалися в різних країнах для вантажних перевезень в межах населених пунктів тролейбусами. Як альтернатива залізничному транспорту, потужні еле-

ктричні вантажівки добре себе зарекомендували на відкритих гірських копальнях (Рис. 3, с) [7].

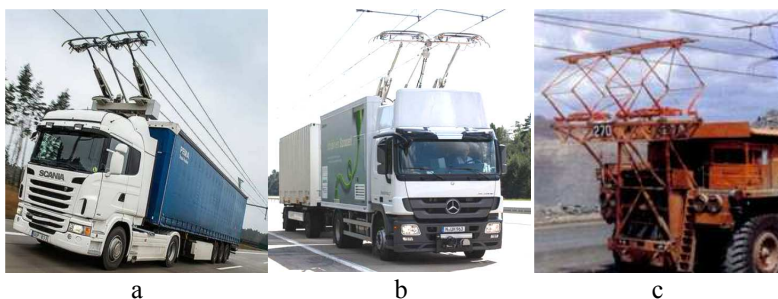


Рис. 3. Вантажні електричні автомобілі:  
а – Scania; б – Mercedes-Benz; с – кар’єрний автомобіль

Спільною проблемою для вищезгаданих транспортних засобів є забезпечення надійного контакту між електрифікованою лінією та електричною схемою транспортного засобу. При використанні надійних конструкцій струмоприймачів, що забезпечують постійний ковзний контакт, а також використавши сучасні контактні матеріали для них, можна комплексно підвищити безпеку експлуатації транспортних засобів на міському, залізничному та промисловому транспорті.

Використання електричного транспорту в сучасній логістичній інфраструктурі дозволяє скоротити час доставки вантажів та пасажирів, а також суттєво зменшити шкідливі викиди від автомобільних перевезень більш ніж наполовину.

Оцінивши всі сфери використання транспортних засобів, що працюють завдяки електричній енергії, можна зробити висновок, що електричний транспорт для усіх видів перевезень є надійним і безпечним.

#### Література

1. <http://lvivlife.livejournal.com/2128.html>
2. <http://www.kvsz.com/index.php/ua/produktsiya/pasazhirske-vagonobuduvannya/motorvagonnij-rukhomij-sklad/item/1902-shvydkisnyi-dvosystemnyi-elektropoizd-ekr-1>
3. <http://inlviv.in.ua/lviv/u-lvovi-zminyvat-nomery-trolejbusnyh-marshrutiv>
4. <http://terwik.livejournal.com/236076.html>
5. <https://vizit-avto.net/ua/n183109-elektricheskie-gruzoviki-novye.html>

6. [https://maximum.fm/vantazhivki-v-nimechchini-peretvoryat-na-trolejbusi\\_n125723](https://maximum.fm/vantazhivki-v-nimechchini-peretvoryat-na-trolejbusi_n125723)
7. Babyak M. Problems of interaction of contact wire and current collectors of electric transport with different contact materials // BulTrans 2019 - 11th International Scientific Conference on Aeronautics, Automotive and Railway Engineering and Technologies (Sozopol, Bulgaria, 10 - 12 September, 2019) p. 97-105.

## **ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СУЧАСНІЙ ІНФОРМАЦІЙНІЙ ІНФРАСТРУКТУРІ**

**Дегтярьова Л.М., Вакуленко Ю.В., Мільцев Т.О.**

*Полтавський державний аграрний університет,*

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Вагомим потенціалом у сфері використання досягнень інтелектуальних інформаційних технологій є використання можливостей штучного інтелекту у побуті, зокрема на транспорті, соціальній сфері та у сфері інформаційної безпеки. Наразі постійно з'являються нові сервіси, засновані на застосуванні інформаційних і комунікаційних технологій. У результаті розвитку соціальних мереж, відео-, аудіо- і геолокаційних сервісів безперервно ростуть потреби в інформаційних продуктах і послугах.

Актуальним і затребуваним напрямком наукових досліджень є використання штучного інтелекту для розпізнавання образів в тому числі розпізнавання символів при оцифруванні інформації. Аналіз даних та різні системи розпізнавання дозволяють оптимізувати логістичні та транспортні проблеми. Перспективним напрямком розвитку інтелектуальних систем управління є використання систем автоматичного розпізнавання мовних сигналів, що дозволяє використовувати інформаційно-довідкові служби різноманітного призначення, в яких клієнт озвучує питання і отримує данні, що його цікавлять, отримуючи інформацію в мовній чи іншій формі з можливістю використання індивідуальних автоматичних систем перекладу. Сюди ж варто віднести системи контролю присутності людини на місцині, телефонні сервіси підтримки клієнтів, управління системами життєзабезпечення для людей з обмеженими фізичними можливостями, системи, які керують налаштуванням комфортних умов в приміщеннях, а саме: управління освіт-

ленням, водопостачанням, опалюванням, кондиціонуванням повітря, що є дуже доречним в приміщеннях вокзалів або транспортних складів.

Одним із ключових завдань інтелектуальних інформаційних технологій є структурування і фільтрація великої кількості даних для того, щоб інформація була зрозумілою користувачеві та більш прийнятною для використання і аналізу [1]. Для цього застосовують аналітичні платформи для роботи з даними про процеси і події, які відбуваються в реальному часі – саме така схема діє завдяки використанню промислового Інтернету речей.

Промисловий Інтернет речей - це система об'єднаних комп'ютерних мереж і підключених до них промислових (виробничих) об'єктів з вбудованими датчиками і програмним забезпеченням для збору та обміну даними, з можливістю віддаленого контролю і управління в автоматизованому режимі, без участі людини [2]. Технології промислового Інтернету речей (IIoT) мають великий потенціал використання в найрізноманітніших галузях, включаючи промисловість, транспорт, сільське господарство, охорону здоров'я, фінансові послуги тощо. IIoT використовують обладнання, яке в якості необхідної умови функціонування передбачає підключення до Інтернету, і платформи розширеної аналітики, які виконують фіксацію та обробку даних, що надходять від підключених пристроїв: сенсорів і датчиків, об'єднаних єдиною мережею [3]. При цьому обсяг інформації, що отримується з датчиків, зростає лавиноподібними темпами, і обробити його без використання систем штучного інтелекту практично неможливо. Значну роль в цьому процесі відведено аналітичній платформі для роботи з даними (показники приладів, процеси і події), які обробляються в реальному часі, оскільки одним із ключових завдань є структурування і фільтрація великої кількості інформації для подальшого використання і аналізу.

Принцип роботи IIoT представлено наступним алгоритмом та набором спеціалізованого обладнання: датчики, сенсори, контролери та машинні інтерфейси (рис. 1).

Обробка великої кількості інформації, можливість отримувати статистику в режимі реального часу, а отже, швидше реагувати на негативні ситуаційні події, викликає необхідність у використанні технології Big Data, яка надає можливість опрацьовувати структуровані та неструктуровані дані величезних об'ємів та значного різноманіття, що ефективно обробляються горизонтально масштабованими програмними інструментами [4]. Big Data набули широкого поширення в багатьох галузях бізнесу: в охороні здоров'я, телекомунікації, торгівлі, логістиці, у фінансових компаніях, а також у державному управлінні. Се-

ред сучасних систем аналізу Big Data можна виділити наступні: Oracle Business Intelligence Cloud Service, TIBCO Data Science, NodeXL, Megaputer PolyAnalyst, Informatica PowerCenter, SAS Enterprise Miner, RapidMiner, Deductor Academic 5.3.



Рис. 1. Алгоритм та набір спеціалізованого обладнання

Дослідження можливостей штучного інтелекту (ШІ) у сфері інформаційної безпеки, використання технології машинного навчання та поведінкового аналізу включають розпізнавання і вилучення з мереженого середовища інформації, яку ШІ може визначити як погрози - потенційні або існуючі, аналізуючи програмний код. Нові і невідомі погрози, які можуть виявитись неконтрольованими для власників і користувачів інфотелекомунікаційних мереж, можуть до певного часу сприяти втручання зловмисників (хакерів) до систем з конфіденційною інформацією або надавати можливість комп'ютерним вірусам виконувати руйнівні дії. Ця проблема стосується не тільки комерційних організацій, мова йде і про організації або установи, які за специфікою своєї діяльності повинні зберігати інформацію навчального або довідкового спрямування, і гарантувати її доступність і цілісність. Управління гібридними хмарними мережами, реагування на величезну кількість великих даних, які перебувають в мережі, зростаюча кількість підключених мобільних пристроїв, що бажають отримати доступ до Wi-Fi, а також постійно зростаючий ризик і поширеність кіберзагроз тепер є нормою, що змінює звичне поняття моніторингу безпеки зберігання даних.

Таким чином, слід зазначити, що вплив інтелектуальних інформаційних технологій загалом та системи штучного інтелекту зокрема на процес обробки великих обсягів інформації потребує долучення великої кількості сучасних програмно-апаратних засобів, висококвалі-



фікованих фахівців, але при цьому – збільшує якість і швидкість обробки інформації, гарантує безпеку її збереження.

### Література

1. Коваль В.Н., Кук Ю.В. Извлечение и анализ данных. Искусственный интеллект, №3, 2004. С. 293-304
2. Industrial Internet of Things, IoT [Електронний ресурс]. URL: <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/promyshlennyj-internet-veschej>
3. Интернет вещей: В Украине построят сети для роботов и датчиков [Електронний ресурс]. URL: <https://biz.liga.net/all/telekom/article/oni-byli-kiborgi-vukraine-stoyat-seti-dlya-robotov-i-datchikov>
4. Технології Big Data: ключові характеристики, особливості та переваги [Електронний ресурс]. URL: <https://aiconference.com.ua/uk/news/tehnologii-big-data-klyuchevie-harakteristiki-osobnosti-i-preimushchestva-97883>

## РЕКОМЕНДАЦІ З РЕТРОФІТУ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ

**Іщенко В.М., Брайковська Н.С., Щербина Ю.В., Горлушко Ю.В.**  
*Державний університет інфраструктури та технологій*

Відповідно до рішень Монреальського протоколу та інших міжнародних домовленостей щодо речовин, які руйнують озоновий шар, холодильний агент хладон-12 (R12), який застосовувався в холодильному обладнанні систем кондиціонування повітря пасажирських вагонів впродовж багатьох років, визнаний озоноруйнуючою речовиною і його виробництво і використання в нинішній час заборонено.

В системі кондиціонування повітря МАБ-II пасажирського вагона використовується парова компресійна холодильна машина одноступеневого стиснення, що розрахована на холодильний агент R12.

В якості альтернативи забороненому до виробництва холодильному агенту R12 вважаються холодильні агенти, що не містять атомів хлору до яких належить чистий холодильний агент R134a з потенціалом руйнування озону  $ODP = 0$ .

Порівняльний аналіз показників теплового розрахунку холодильної машини системи кондиціонування повітря типу МАБ-II паса-

жирського вагона при використанні холодильних агентів R12 та R134a на умови температури зовнішнього повітря  $t_{зов} = 36^{\circ}\text{C}$ , відносної вологості повітря  $\varphi_{зовн.} = 70\%$ , температури повітря всередині вагона  $t_{вагон} = 24^{\circ}\text{C}$ , відносної вологості повітря  $\varphi_{вагон} = 50\%$  дає підстави рекомендувати для застосування холодильного агента R134a в якості альтернативного замість R12, так як середня розбіжність показників теплового розрахунку: об'єм, що описують поршні за годину  $V_h, \text{m}^3 / \text{год}$ ; ефективна потужність  $N_e, \text{Bm}$ ; тепловий потік в конденсаторі  $Q_k, \text{Bm}$  та значення  $COP_e$  не перевищує 3,6%.

У ситуації, що склалась, актуальним є розробка рекомендацій по переведенню холодильної машини на альтернативний холодагент R134a, що передбачає заміну холодагента – ретрофіт. Ретрофіт холодильної машини складається з декількох етапів, що мають змістовні операції.

Визначають та записують параметри холодильної системи при роботі на холодильному агенті R12. Данні про тиск, температуру (випарника, конденсатора, ТРВ, на всмоктуванні та нагнітанні компресора та ін.) при різних температурах навколишнього середовища та приміщеннях пасажирського вагона. Вагон встановлюють на спеціалізовану колію. Перевіряють технічний стан обладнання системи кондиціонування повітря, комплектність вузлів та деталей. Проводять візуальний огляд системи циркуляції холодильного агента холодильної машини на відсутність слідів витіку холодильного агента, при необхідності перевірку проводять за допомогою електронного витікошукача. Видаляють холодагент R12 з системи холодильної машини та проводять його утилізацію. Виконують демонтаж компресорного блока, трьох фільтр-осушувачів, всмоктуючого вентиля компресора, нагнітального вентиля компресора, терморегулюючих вентилів, замість двох демонтованих терморегулюючих вентилів встановлюють перехідні вставки для з'єднання системи циркуляції холодильного агента з випарником. Замінюють мембрану запобіжного клапана ресивера на типову нову. Виконують ремонт компресора в відділенні з ремонту компресорів таправляють синтетичною оливою TRITON SEZ-68 в кількості 3 кг.

Для промивки системи циркуляції холодильного агента холодильної машини використовується: промивочна станція і промивочна рідина.

Промивка системи циркуляції холодильного агента виконується в два етапи.

1 етап – промивка блока випарника

2 етап – промивка конденсаторно-ресиверного блока.

Відремонтований компресор заправлений синтетичною оливою встановлюють на вагон, встановлюють фільтр-осушувачі. Випробують систему циркуляції холодильної машини на герметичність азотом з балона. Тиск випробування 2,0 МПа (20 кгс/см<sup>2</sup>). Випробування на герметичність вважається закінченим, коли впродовж 96 годин, але не менш 72 годин не будуть виявлені нещільності або коли в холодильній системі не буде падіння тиску, враховуючи температуру оточуючого середовища.

По закінченню випробування на герметичність видаляють азот з системи циркуляції холодильного агенту і вакуумують систему. Для вакуумування системи холодильної машини використовується вакуумний насос. Процес вакуумування проводиться до тих пір, поки не буде залишатися вакуум 1,5..2,0 мм.рт.ст.

Заправка системи холодильної машини проводиться в рідкій фазі з балону. Приєднується заправочний трубопровід з балону до системи холодильної машини. Поповнення системи холодильним агентом R134a здійснюється при працюючій установці в кількості до 28 кг.

Холодильне обладнання установки кондиціонування повітря перевіряють на працездатність в автоматичному режимі роботи. Під час роботи холодильного обладнання, контролюють показники вимірювальних приладів згідно з таблицею 1.

Таблиця 1

**Показники вимірювальних приладів холодильної машини**

Параметр, який контролюють	Тип установки: МAB-II
Тиск усмоктування, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,18...0,25 (1,8...2,5)
Температура конденсування, °С	30...55
Перевищення температури конденсування над температурою зовнішнього повітря, °С	15
Тиск нагнітання, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	1,2...1,5 (12...15)
Тиск оливи за відрахуванням тиску усмоктування, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,15...0,20 (1,5...2,0)
Температура повітря всередині вагона, °С	23...25

Розроблені рекомендації з ретрофіту холодильної машини системи кондиціонування повітря МAB-II з холодильного агента R12 на R134a, розміщений у пасажирських вагонах, дають можливість прове-

дення заміни холодильного агента на альтернативний в діючому холодильному обладнанні в умовах вагоноремонтного підприємства.

### **Література**

1. Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой. ЮНЕП: Программа ООН по окружающей среде. Монреаль. 1987. – 24с.
2. Бабакин Б.С., Стефанчук В.И., Ковтунов Е.Е. Альтернативные хладагенты и сервис холодильных систем на их основе. – М.: Колос, 2000. – 160 с.: ил.
3. Пигарев В.Е, Архипов П.Е. / Под редакцией В.Е. Пигарева. Холодильные машины и установки кондиционирования воздуха: Учебник для техникумов и колледжей железнодорожного транспорта. – М.: Маршрут, 2003. – 424 с.
4. Техническая документация вагона с установкой кондиционирования воздуха. ФЕБ ВАГОНБАУ АММЕНДОРФ ГАЛЛЕ ГДР ЖА-76-44.
5. Maake-Eckert. Pholmann. Taschenbuch der Kältetechnik, Band 2: Arbeitstabellen und Vorschriften. — Karlsruhe: Muller, 1988, 418 s.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПАНТОГРАФІВ, ЯК ОБ'ЄКТІВ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ**

**Котик В., Тесленко В.**

*Український державний університет науки і технологій*

Розвиток сучасних транспортно-логістичних систем потребує використання сучасного рухомого складу для забезпечення перевізного процесу вантажів та пасажирів. У більшості країн Європейського Союзу використовують сучасні електровози та електропоїзди, які проєктують на швидкості руху 250...350 км/год.

Експлуатаційний парк електричного рухомого складу Укрзалізниці залишається морально застарілим та фізично зношеним. Одним з шляхів покращення безпечного і безаварійного використання рухомого складу є модернізація вузлів і агрегатів, які дозволяють у своїй конструкції заміну окремих складових, ресурсозберігаючими елементами, сучасними провідниковими матеріалами то-

що, що не змінюють загальної конструкції, але її суттєво удосконалюють і підвищують надійність вцілому.

При цьому необхідно розробити нову, або оновити існуючу стратегію технічного обслуговування і ремонту таким чином, щоб модернізація чи удосконалення, або повна заміна певного вузла не погіршувала динаміку всього рухомого складу.

Одним з таких апаратів на електровозах і електропоїздах, що використовуються з 60-х років минулого століття є симетричний струмоприймач пантографного типу (Рис. 1, а) [1, 2], який можливо замінити сучасним асиметричним струмоприймачем (Рис. 1, б), що використовується при високих швидкостях руху [1, 3].

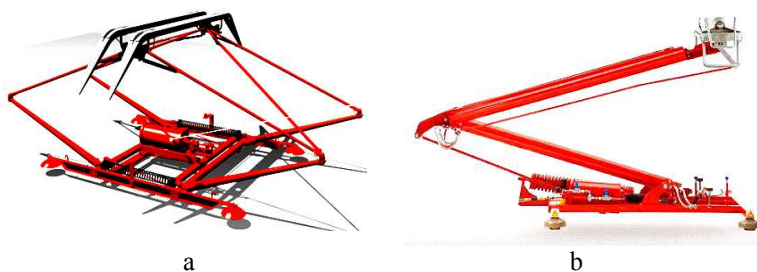


Рис. 1. Струмоприймачі пантографного типу:  
а – симетричний; б – асиметричний

При модернізації, або проектуванні необхідно прогнозувати надійність нового апарату з урахуванням встановлених вимог технічного обслуговування та ремонту для кожного елемента конструкції рухомого складу і виконати порівняльний аналіз надійності з існуючою конструкцією, оцінивши умови експлуатації, причини та механізми відмов.

Оскільки, траєкторія переміщення у просторі елементів струмоприймача не залишається постійним, що пояснюється непостійністю висоти контактного дроту, одним зі способів оцінки надійності є моделювання його роботи, з можливим використанням варіаційного принципу опису пружнодинамічного переміщення елементів механізмів струмоприймача [3].

Для цього вирішуються системи рівнянь для послідовно з'єднаних ланок механізму пантографів (Рис. 1, а, б), які дозволяють врахувати непостійність висоти контактного дроту, викликаной

розбіжностями в еластичності і масі контактної підвіски у прольотах закріплення.

Головним показником, який впливає на характер зміни контактного натиску, від чого залежить ступінь зношування контактних струмоз'ємних елементів та контактного дроту, а, відповідно, і терміну їх ефективної експлуатації є розрахунок приведеної маси струмоприймача [1, 3].

Математичне моделювання взаємодії струмоприймачів, дозволяє очікувати підвищення надійності та безпеки експлуатації рухомого складу і його елементів, зокрема струмоприймачів.

### **Література**

1. Баб'як М.О., Недужа Л.О., Котик В.Я. Дослідження зносу накладок струмоприймачів електрорухомого складу постійного струму. Вісн. Східноукр. нац. ун-т. – 2009. №4 (134) ч.1- С. 179-183
2. Баб'як М.О. Модель роботи механізму пантографа електровоза, як механічної системи з пневматичним приводом.//Вісник ДНУЗТу – Вип.23.- Дніпропетровськ 2008. –с. 16 - 19
3. Баб'як М.О., Куліченко А.Я. Варіаційний принцип опису пружнодинамічного переміщення елементів механізмів на прикладі струмоприймача пантографного типу електротранспорту. //Вісн. Східноукр. нац. ун-т. – 2008. №5 (123) ч.2 - С. 7 - 16.

## **ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СУЧАСНОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ТРАНСПОРТУ**

**Крашенінін О., Шапатіна О.**

*Український державний університет залізничного транспорту*

Процеси глобалізації економіки ставлять перед Україною завдання раціонального використання потенціалу економіко-географічного положення, ефективна реалізація якого сприятиме отриманню економічного ефекту від участі у міжнародних перевезеннях, а також створить нові економічні механізми впливу на світові економічні процеси.

В сучасних умовах спостерігається падіння обсягів перевезення залізничним транспортом, яке пов'язане, перш за все, з воєнним ста-

ном в нашій країні, а також з падінням обсягів промислового виробництва, зниженням обсягів внутрішнього попиту внаслідок зменшення купівельної спроможності.

Навіть за таких умов за даними Державної служби статистики України більшу частку перевезення вантажів як внутрішніх, так і міжнародних становлять перевезення залізничним транспортом [1]. Отже залізничний транспорт лишається провідним транспортом за масовими перевезеннями вантажів завдяки надійності, конкурентоспроможності й ефективності на дальні перевезення.

В умовах нестійкості ринків транспортних послуг виникає необхідність в швидкій модернізації елементів послуг по всій довжині ланцюга постачання. Головним завданням залізничного транспорту в цих умовах стає необхідність збалансувати непередбачуваність ситуацій на ринку транспортних послуг [2].

Як показує практика світового досвіду основними заходами щодо поліпшення функціонування транспорту на основі логістичних принципів є управління ланцюгом постачання в режимі реального часу, забезпечення оптимального маршруту доставки вантажів, використання сучасних транспортних засобів, роботизація складських операцій.

Оскільки технологія управління ланцюгом постачання в режимі реального часу дозволяє отримувати дані про переміщення транспорту, погодні умови в певній місцевості, стан шляхів або під'їзних колій, це сприятиме обранню оптимального маршруту доставки, зменшенню витрат часу, ефективному використанню палива на основі принципу системності.

Також обрання оптимального маршруту доставки важливе для забезпечення якісної доставки вантажів, при цьому вирішення задачі здійснюється на основі методів генетичних алгоритмів [3], математичного програмування, штучного інтелекту тощо, що забезпечує реалізацію принципу «точно в строк».

Перспективним напрямом поліпшення ефективності транспортної галузі є здійснення перевезень на основі автономних транспортних засобів, що забезпечує вантажоперевезення без водія, тим самим знижуючи вплив «людського» фактору.

Також актуальним напрямом є доставка вантажів за допомогою літальних засобів, наприклад, квадрокоптера великої вантажопідйомності, обрання шляху якого буде здійснюватись над існуючими шляхами та іншими елементами інфраструктури, забезпечуючи перевезення як товарів, так і людей [4].

Завершальним етапом перспективного розвитку логістичної інфраструктури транспорту є запровадження роботизації складських операцій, при цьому забезпечується доступ в будь-які важкодоступні місця, володіючи розширеною зоною огляду. Даний захід дає можливість значно підвищити ефективність та швидкість складських процесів, забезпечуючи розвиток сервісу на сучасному рівні за умови гнучкості та надійності.

Таким чином, реалізація запровадження сучасних технологій транспортної інфраструктури на основі логістичних принципів дозволить покращити роботу транспорту в цілому, зменшити впливи кризових ситуацій в економіці, забезпечить ресурсозбереження.

### Література

1. Публікація документів Державної служби статистики України. Держстат України, 1998-2021. URL: <http://ukrstat.org/>.
2. Н. О. Prymachenko, O. O. Shapatina, O. S. Pestremenko-Skrypka, A. V. Shevchenko, M. 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 Agricultural Extension. Special Issue 01/Issues of Legal Regulation in Agrarian and Tourism Space*. 2022. P. 77–89.
3. Бутько Т. В., Костенніков О. М., Прохоров В. М., Шапатіна О. О. Розробка автоматизованої технології планування інтермодальних перевезень на основі векторної оптимізації. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2019. Вип. 188. С. 71-85.
4. У Китаї випробували літаючий дрон-таксі з пілотом усередині. URL: <https://hromadske.ua/posts/u-kytai-vyprobuvaly-litaiuchy-dron-taksi-z-pilotom-useredyni>.



# УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ ЗА РАХУНОК ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНИХ МАРШРУТІВ В УМОВАХ СЕЗОННОГО ПОПИТУ НА ДОСТАВКУ ВАНТАЖІВ У ВОЄННИЙ ЧАС

**Кузєв І.О.**

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

Отримані чисельні характеристики по тижнях розглянутого періоду несуттєво відхиляються від середніх значень. Найбільші відхилення характерні для параметра масштабу випадкової величини обсягу партії вантажу від -13% до +13% відносно середнього значення за досліджений період. Параметр форми для випадкової величини обсягу партії вантажу при цьому відхиляється від -5% до +4% відносно середнього, а параметр масштабу випадкової величини інтервалу надходження замовлення відхиляється від -1% до +2% відносно середнього значення за весь період обстеження. Таким чином, наведені чисельні характеристики, статистично коректно дозволяють описати попит на доставку продукції ПП «Віктор і К» в центральному регіоні та можуть бути використані для генерації попиту в імітаційних моделях процесу транспортного обслуговування.

Ключові слова: товари народного споживання, віртуальні маршрути, вантажопотік, технологія кільцювання заявок.

В даний час доставка вантажів здійснюється на 64% з використанням мережі Інтернет (розміщення заявок на перевезення в транспортних порталах), в 25% – з використанням відомчого транспорту та в 13% – перевезення особистим транспортом (використовуючи в якості перевізника власника вантажного транспортного засобу). Всі ці передумови визначили необхідність в розробці віртуально-логістичної системи доставки товарів народного споживання в умовах сезонного попиту на доставку вантажів.

На сучасному етапі одним з визначальних чинників конкурентоспроможності підприємства стає забезпечення ефективної системи обслуговування споживачів. Сьогодні підприємства, які конкурують виключно на підставі технічних характеристик товару, рано чи пізно виявляються в не вигідній для себе ситуації в порівнянні з фірмами, які зміцнюють свою ринкову позицію, підвищуючи якість обслуговування вантажовласників і перевізників [1].

З огляду на загальний стан проблематики, для побудови ефективної системи доставки товарів народного споживання необхідно, в

першу чергу, звернути увагу на створення віртуальних перевезень, робота яких заснована на зборі інформації про параметри вантажопотоку в БД, моделі прогнозування, моделі розробки альтернативних віртуальних маршрутів. Модель прогнозування пропонується розробляти з використанням сучасного математичного апарату

«нейронні мережі». Даний апарат дозволяє розробляти самоосвітні моделі з мінімальною помилкою прогнозу, які відрізняються від існуючих наочністю і простотою використання, а також можливістю враховувати різні імовірнісні фактори і невизначеність надходження інформації про параметри системи. Первинний аналіз функціональних залежностей [2,3] дозволяє стверджувати, що існують такі значення параметрів попиту на доставку ТНС в умовах сезонного попиту на доставку вантажів, при яких вибір найбільш ефективного варіанту обслуговування потоку заявок з трьох розглянутих альтернативних є неоднозначним, тобто існують області ефективного використання варіантів технологічного процесу обслуговування.

Так, при значеннях параметрів потоку  $mQ = 0,3$  і  $\mu T = 8$  год існують такі значення відношення ризику для випадкової величини інтервалу надходження заявок, при яких найбільш ефективною технологією обслуговування потоку заявок є запропонований алгоритм кільцювання заявок, при цьому також існує область значень відношення ризику, для яких найбільш ефективно використовувати змішаний варіант обслуговування.

Також при значеннях параметрів потоку  $mQ = 0,3$  та  $\lambda I = 0,5$  год<sup>-1</sup> існує інтервал значень математичного очікування для випадкової величини граничного часу очікування виконання заявок, для якого найбільш ефективним варіантом обслуговування є доставка вантажів по розвізним маршрутам, при цьому також існує інтервал значень зазначеного параметра попиту, для яких найбільш ефективним є змішаний варіант обслуговування потоку заявок.

Для значень параметрів потоку заявок  $\mu T = 10$  год і  $\lambda I = 0,2$  год<sup>-1</sup> існують такі значення медіани випадкової величини партії вантажу, при яких найбільш ефективним варіантом є використання запропонованої технології кільцювання заявок, крім того, можна виділити інтервал значень медіани партії вантажу, при яких найбільші значення рівня обслуговування досягаються за рахунок обслуговування потоку заявок по змішаного варіанту; також можна виділити такий діапазон значень партії вантажу, для якого найбільш ефективним є варіант обслуговування з формуванням розвізних маршрутів доставки вантажів. З метою визначення областей найбільш ефективного використання розглянутих альтернативних варіантів обслуговування потоку заявок на до-

ставку ТНС в умовах сезонного попиту на доставку вантажів оцінюються точки перетину відповідних кривих.

Таким чином, при  $mQ = 0,3$  і  $\mu T = 8$  год найбільш ефективним є варіант обслуговування з використанням запропонованої технології кільцювання заявок для значень відношення ризику інтервалу надходження заявок до  $0,26$  год<sup>-1</sup>, а для значень відношення ризику  $\lambda I > 0,26$  год<sup>-1</sup> найбільш ефективним є змішаний варіант обслуговування (рис.1).

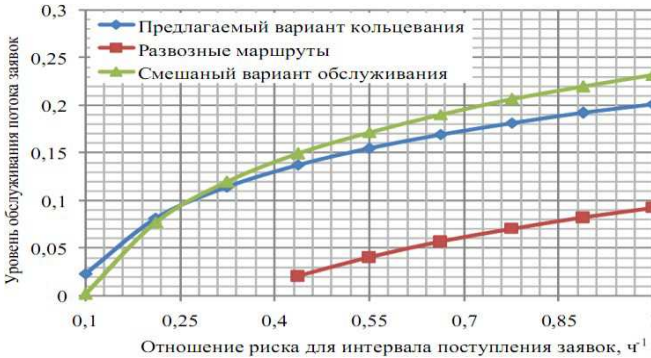


Рис. 1. Залежність рівня обслуговування потоку від відношення ризику для величини інтервалу надходження заявок

Для потоку заявок з параметрами  $mQ = 0,3$  та  $\lambda I = 0,5$  год<sup>-1</sup> найбільш ефективним варіантом обслуговування є доставка ТНС по розвізних маршрутах для середнього значення граничного часу очікування до  $14,55$  год, а для значень математичного очікування  $\mu T > 14,55$  год найбільш ефективним варіантом є обслуговування по змішаного варіанту (рис.2). Для потоку заявок з параметрами  $\mu T = 10$  год і  $\lambda I = 0,2$  год<sup>-1</sup> при значеннях медіани обсягу партії вантажу, менших  $0,35$  т, найбільш ефективним варіантом обслуговування потоку заявок на доставку ТНС є пропонувані варіант кільцювання; для інтервалу значень  $0,35 \text{ т} \leq mQ < 2,32 \text{ т}$  найбільш ефективним є використання змішаного варіанту обслуговування; а для значень медіани партії вантажу, більше  $2,32 \text{ т}$ , найбільш ефективною є доставка по розвізних маршрутах (рис.3).

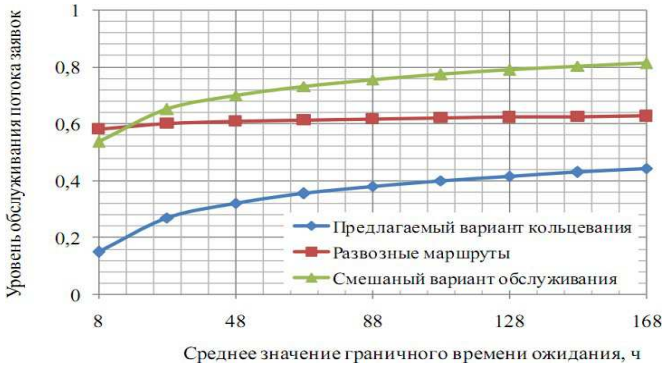


Рис. 2. Залежність рівня обслуговування потоку від середнього значення граничного часу очікування



Рис. 3. Залежність рівня обслуговування потоку від медіани величини обсягу партії вантажу

**Висновки.** Для оцінки ефективності процесу формування маршрутів доставки ТНС доцільно використовувати технологічний показник, що відображає ефективність обслуговування потоку заявок. В якості такого показника в дослідженнях процесу формування маршрутів доставки пропонується використовувати рівень обслуговування – відношення кількості обслужених заявок до загальної кількості заявок, що надійшли. Запропонована методика формування віртуальних маршрутів доставки ТНС в умовах сезонного попиту на доставку вантажів дозволяє вирішити задачу максимізації критерію ефективності в наведеній постановці, який, на відміну від існуючих, дозволяє визна-

чати траси маршрутів в поточному режимі для стохастичних параметрів попиту на доставку з урахуванням описаних обмежень і припущень.

### Література

1. 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.
2. Мороз М.М. Підвищення ефективності технологічного процесу транспортного обслуговування м. Кременчук // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – № 43. – С. 103–109.
3. Кузев І.О., Загорянський В. Г., Мороз М. М., Хорольський В. Л., Король С.О. Визначення оптимальної кількості автомобілів для збирання врожаю зернових на прикладі господарства Полтавської області. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського Вип. 1 С. 6–16.
4. Kuziev I., Maloshtan D., Dragobetskyi V., Shlyk S., Shchetynin V. Material saving reserves in sheet stamping production, Norwegian Journal of development of the International Science No 56/2021.
5. Бурлай О.І. та ін. Організація перевезення вантажів у сільському господарстві. Житомир: Вид-во «Полісся», 1993. 162 с.

## МЕТОДИ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ

**Лазарева Н.М.**

*Харківський національний університет радіоелектроніки*

Для забезпечення інтеграції у європейську транспортну систему, транспортна галузь України має відповідати сучасними світовим тенденціям розвитку та впровадження інтелектуальних методів і систем у технологічні процеси, забезпечуючи малолюдні технології керування із забезпеченням високих показників надійності та якості.

Метою є огляд тенденцій розвитку інтелектуальних технологій та методів побудови систем штучного інтелекту для задач керування складними об'єктами.

У роботі [1] розглядаються методи ідентифікації при нелінійній поведінці, що є актуальним для технологічних процесів на транспорті.

Robert Babuška i Henk Verbruggen для підвищення ефективності керування та забезпечення надійності застосували методи нелінійної ідентифікації на нейро-нечітких моделях. Були розглянуті методи моделювання, що забезпечують відповідну точність інтерпретації стану об'єкта керування.

Для апроксимації нелінійних систем Plamen Angelov застосував еволюціонуючу нечітку систему [2], що має значні переваги. Такі системи широко використовуються завдяки здатності до структурної та параметричної адаптації. База правил нечіткої системи розробляється в on-line режимі на основі критерію корентропії, забезпечуючи високу точність апроксимації з використанням найменшої кількості правил та часу навчання.

Для транспортних систем першорядне значення для забезпечення якості керування має стабільність алгоритмів навчання моделі. Авторами [3] була досліджена стабільність еволюціонуючих нечітких систем (EFS). У цій роботі використовуються хмари даних для уникнення традиційного способу чіткого визначення функцій належності для кожної вхідної змінної, а процес навчання повністю керується даними. Була доведена стійкість EFS типу AnYa за допомогою теорії Ляпунова. Середня похибка ідентифікації сходиться до малої околиці нуля, забезпечуючи точність наближення.

Внаслідок наявності порушень, невизначеності вхідних параметрів моделі надійна поведінка є вкрай важливою для оптимізації керування технологічними процесами на транспорті. Вибір стратегії управління є складним завданням для нелінійних систем. Труднощі при побудові бази правил, яка підходить для керованого процесу є одним з основних недоліків контролерів із нечіткою логікою. Для усунення цього недоліку у роботі [4] запропоновано алгоритм, що дозволяє спочатку вказати можливо неточну базу правил, яка потім стає все більш точною в процесі роботи системи керування. За допомогою комп'ютерного моделювання досліджено ефективність запропонованої процедури самоорганізації моделі.

Abraham A. розглянув інтеграцію нейронних мереж та систем нечіткого висновку, сформулювавши три основні категорії: кооперативні, одночасні та інтегровані нейро-нечіткі моделі [5]. Представлено різні типи кооперативних нейро-нечітких моделей: нечітку асоціативну пам'ять, видобуток нечітких правил з використанням самоорганізуючих карт і системи, здатні до вивчення параметрів нечітких наборів. Автором представлені різні інтегровані нейро-нечіткі системи типу Мамдані та Такагі-Сугено, особливості та переваги різних типів інтегрованих нейро-нечітких моделей.

Для моделювання та ідентифікації нелінійних систем у [6] представлено рекурентну нечітку нейронну мережу (RFNN), що навчається методами оптимізації рою частинок (MPSO). Автори запропонували алгоритми MPSO модифікації формули розрахунку ваг. Розроблені лінійна зменшувана (LDPSO) і адаптивна (APSO) оптимізація рою частинок. Їх використовують для налаштування параметрів функцій належності. Оптимізація параметрів висновку нечіткої системи основана на методі градієнтного спуску. Запропонована RFNN з алгоритмом LDPSO забезпечує більш точну ідентифікацію порівняно за середньоквадратичною помилкою.

#### Література:

1. Babuška R., Verbruggen H. Neuro-fuzzy methods for nonlinear system identification. // Annual Reviews in Control, Volume 27, Issue 1, 2003, Pages 73-85, ISSN 1367-5788, [https://doi.org/10.1016/S1367-5788\(03\)00009-9](https://doi.org/10.1016/S1367-5788(03)00009-9).
2. Angelov P. Evolving fuzzy systems // January 2008 Scholarpedia 3(2):6274.
3. Rong H., Angelov P. P., Gu X., Bai J. Stability of evolving fuzzy systems based on data clouds. // IEEE Transactions on Fuzzy Systems, vol. 26, no. 5, pp. 2774-2784, Oct. 2018, doi: 10.1109/TFUZZ.2018.2793258.
4. Ekemezie P. N., Osuagwu C. C. // A self organising fuzzy logic controller. Nigerian Journal of Technology: Vol. 20, No. 1 March, 2001.
5. Abraham A. Adaptation of fuzzy inference system using neural learning. // Fuzzy Systems Engineering, 2005, Volume 181, ISBN : 978-3-540-25322-8.
6. Hung C. W., Mao W. L, Huang H. Y. Modified PSO algorithm on recurrent fuzzy neural network for system identification. // Intelligent Automation And Soft Computing, 2019, Vol. 25, no. 2, 329–341, <https://doi.org/10.31209/2019.10000093>.

## ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ЛАНЦЮГОВОЇ СТЯЖКИ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ ВАГОНА НА ПАЛУБИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ПОРОМУ

Ловська А.О.<sup>1</sup>, Фомін О.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Український державний університет залізничного транспорту,

<sup>2</sup>Державний університет інфраструктури та технологій

Забезпечення ефективності функціонування транспортної галузі зумовлює необхідність впровадження в експлуатацію комбінованих

систем транспорту. Одними з найбільш успішних серед таких є залізнично-поромні перевезення, які знайшли використання в країнах, що мають виходи у міжнародне сполучення через морські акваторії. Особливістю даних перевезень є можливість слідування вагонів морем на спеціальних судах – залізничних поромах, оснащених відповідною інфраструктурою [1, 2].

Для забезпечення стійкості вагона на палубі залізничного порому здійснюється його закріплення за допомогою ланцюгових стяжок (рис. 1) [3]. При цьому використовується вісім стяжок на один вагон [4, 5].

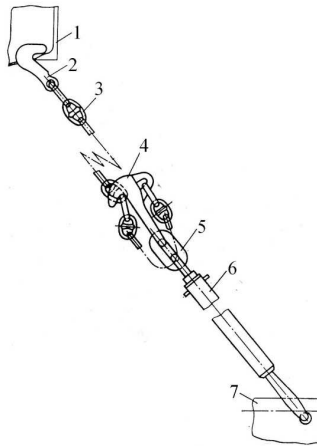


Рис. 1. Ланцюгова стяжка в робочому положенні  
1 – рама вагона; 2 – гак; 3 – ланцюг з розпірками; 4 – гак-карга; 5 – збільшена ланка; 6 – талреп; 7 – рим-смуга, закріплена на палубі

Для забезпечення надійного закріплення вагона на палубі ланцюгові стяжки повинні задовольняти умовам міцності. Одними з найбільш відповідальних складових стяжки є гак для кріплення вагона та ланцюг. В умовах знакозмінних напружень, обумовлених коливаннями залізничного порому при хвилюванні моря виникають пошкодження гака ланцюгової стяжки, зокрема, деформації та тріщини. Стосовно ланцюга, то найбільш частим пошкодженням є його розрив. Така обставина сприяє порушенню стійкості вагона на палубі та загрожує безпеці руху залізничного порому.

У зв'язку з цим важливим є визначення дійсних умов при яких забезпечується міцність ланцюгових стяжок для закріплення вагонів на залізничних поромах.



Для визначення дійсних значень навантажень, які сприймає ланцюгова стяжка в штормових умовах проведено математичне моделювання динамічної навантаженості вагона при бортовій хитавиці залізничного порому, як випадку найбільшої навантаженості його конструкції. Встановлено, що загальна величина прискорення, яке діє на крайній від фальшборта вагон дорівнює  $2,47 \text{ м/с}^2$  ( $0,25g$ ). Отриману величину прискорення враховано при розрахунку на міцність стяжки за методом скінчених елементів в програмному комплексі SolidWorks Simulation.

Просторову модель гака побудовано у відповідності до альбому креслень багатообертових засобів закріплень залізничних поромів. Графічні роботи здійснено в програмному комплексі SolidWorks.

Встановлено, що максимальні еквівалентні напруження в гаку виникають в радіальній частині і складають близько  $973,7 \text{ МПа}$ , що перевищують допустимі на  $23\%$ . Отже виникає необхідність створення заходів щодо зменшення навантаженості стяжки в експлуатації.

На підставі варіаційних розрахунків визначено допустимий з точки зору забезпечення міцності гака кут крену залізничного порому. Цей кут дорівнює близько  $9^\circ$ .

Проведені дослідження сприятимуть забезпеченню безпеки перевезень вагонів морем та підвищенню ефективності залізнично-поромних перевезень.

### Література

1. Alyona Lovska. Dynamic load and strength determination of carrying structure of wagons transported by ferries / Alyona Lovska, Oleksij Fomin, Václav Pištěk, Pavel Kučera // Journal of Marine Science and Engineering, 2020, №8, 902. doi:10.3390/jmse8110902
2. Alyona Lovska. Dynamic load modelling within combined transport trains during transportation on a railway ferry / Lovska Alyona, Fomin Oleksij, Pistek Vaclav, Kucera Pavel // Applied Sciences, 2020, Vol. 10(16), 5710. doi:10.3390/app10165710
3. Шмаков М.Г. Специальные судовые устройства / М.Г. Шмаков. Л.: Судостроение, 1975. 344 с.
4. Наставление по креплению генеральных грузов при морской перевозке для т/х “Герои Шипки”. Cargo securing manual for m/v “Geroi Shipky” № 2512. 02. – Офиц. изд. – Одесса: Мин. транспорта Украины. Гос. департамент морского и речного транспорта. 1997. – 51 с.
5. Наставление по креплению груза для т/х “Петровск” ПР. № 002CNF001 – ЛМПЛ – 805. – Офиц. изд. – Одесса: МИБ, 2005. – 52 с.

## ВИЯВЛЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ НАВАНТАЖЕНОСТІ РАМИ ВАГОНА-ХОПЕРА ДВОХСЕКЦІЙНОГО З ЗАМКНЕНОЮ КОНСТРУКЦІЄЮ ХРЕБТОВОЇ БАЛКИ

Ловська А.О.<sup>1</sup>, Фомін О.В.<sup>2</sup>, Скуріхін Д.І.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Український державний університет залізничного транспорту

<sup>2</sup>Державний університет інфраструктури та технологій

<sup>3</sup>Український державний університет залізничного транспорту

Залізничний транспорт вже тривалий час є провідною галуззю транспортної системи. Для утримання його лідерських позицій важливим є підвищення рентабельності залізничних перевезень. Досягти цього можливо шляхом підвищення ефективності експлуатації рухомого складу, в тому числі спеціалізованого, призначеного для перевезень “вузької” номенклатури вантажів [1, 2].

Одним з найбільш поширених типів спеціалізованих вагонів є вагони-хопери для перевезень окатишів та гарячого агломерату. Конструкція вагона дозволяє перевозити вантаж з температурою не вище 700°C. Для підвищення ефективності експлуатації вагона-хопера запропоновано його удосконалення шляхом розділення несучої конструкції на дві окремі секції (рис. 1) [3].

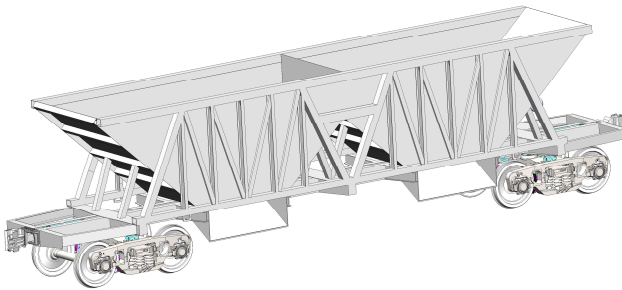


Рис. 1. Вагон-хопер двохсекційний

Таке рішення дозволяє здійснювати одночасне перевезення різнотипних вантажів у одному вагоні. При проектуванні вагона у якості прототипу використано вагон-хопер моделі 20-9749, побудови ДП “Укрспецвагон” (Україна).

Для забезпечення відповідної жорсткості рами в зонах обпирання секцій на її середню частину встановлена балка прямокутного перерізу (рис. 2).

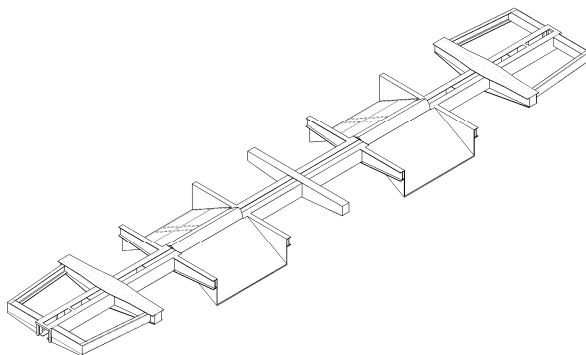


Рис. 2. Рама вагона-хопера двохсекційного

Для зниження собівартості виготовлення та експлуатації вагона-хопера доцільним є зниження його тари. Досягти цього можливо оптимізацією складових конструкції рами. Одним з варіантів такої оптимізації є виконання хребтової балки замкнутої конструкції. Також є можливим використання профілів або листів, які утворюють замкнену конструкцію хребтової балки.

Оптимальні параметри хребтової балки визначені методом оптимізації за резервами міцності, який описано у роботі [4]. З урахуванням проведених розрахунків встановлено, що маса хребтової балки знижується у порівнянні з типовим виконанням на 2,3%.

Для обґрунтування запропонованого рішення щодо використання замкнутого профілю хребтової балки проведено розрахунок на міцність рами вагона-хопера. Результати проведених розрахунків показали, що максимальні еквівалентні напруження в конструкції рами складають 341,5 МПа та не перевищують допустимих значень [5].

Проведені дослідження сприятимуть підвищенню ефективності експлуатації вагонів-хоперів, а також створенню напрацювань щодо проектування їх перспективних конструкцій.

#### Література:

1. Hyun-Ah Lee. Structural-optimization-based design process for the body of a railway vehicle made from extruded aluminum panels / Hyun-Ah Lee, Seong-

- Beom Jung, Hwan-Hak Jang, Dae-Hwan Shin, Jang Uk Lee, Kwang Woo Kim and Gyung-Jin Park // Journal of Rail and rapid transit, 2016, No. 11.
2. Alyona Lovska. Calculation of loads on carrying structures of articulated circular-tube wagons equipped with new draft gear concepts / Alyona Lovska, Oleksij Fomin, Vaclav Pistek, Pavel Kucera // Applied Sciences, 2020, Vol. 10(21), 7441. doi:10.3390/app10217441
  3. Фомін О. В. Дослідження вертикальної навантаженості вагона-хопера дво-хсекційного / О. В. Фомін, А. О. Ловська // Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки, 2022, Том 33 (72), №2, С. 221 – 226. <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2022.2/33>
  4. Фомін О. В. Дослідження доцільності застосування круглих труб в якості елементів несучих систем залізничних вагонів-платформ / О. В. Фомін, А. О. Ловська // Вісник Східноукраїнського національного університету імені В. Даля, 2015, №1(218), С. 38 – 13.
  5. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних): ДСТУ 7598:2014, 2015. – 162 с.

## ДЕЯКІ ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ У СУЧАСНИЙ ПЕРІОД

**Ломотько Д.В., Ковальов Д.Д., Ломотько М.Д.**

*Український державний університет залізничного транспорту*

Нажаль зараз якісні показники використання вагонів та контейнерів вимагають покращення. Показник простою великовагового контейнера на вітчизняних терміналах під 1-й вантажної операцією має середнє значення 74,3 год. (майже 3 доби). Виявлено стійку тенденцію до збільшення простою у наслідок нерівномірності підводу вагонів та контейнерів, а також у зв'язку із коливанням обсягів роботи. Особливе місце – це залізничні міждержавні переходи. Очікування вагонів та контейнерів у черзі по деяких переходах може становити 14-21 діб та більше.

В цілому (за оцінками аналітиків Clarksons тощо) темпи зростання світового ринку контейнерних перевезень складають від 3.3% до 5.4%. Покращення ситуації в транспортній галузі можливо тільки на логістичних засадах. Практичну сторону питання пов'язано із захода-

ми, які дозволяють розвивати і зміцнювати контейнерні перевезення в Україні.

Формальні правила, норми і технічні регламенти між елементами ланцюга постачання вантажів можуть в звичайних та сучасних умовах кардинально відрізнятись. В країнах ЄС створено правила включення всіх видів транспорту в логістичні ланцюги постачання відповідно до директиви про «розумні» транспортні системи (2010/40 / ЄС від 07.07.2010 р.) та на основі стандарту ISO 14813-1. Використання «розумних» та інтелектуальних технологій в логістиці може надати вітчизняній транспортній системі стійкість та гнучкість у особливих умовах, які зараз спостерігаються.

Практично це можливо впровадити шляхом подальшого розвитку системи контейнерних логістичних центрів у великих містах (логістичні кластери великих міст) та на прикордонних переходах із сусідніми державами (прикордонні логістичні центри). Ця інфраструктура може бути ефективно використано під час відбудови інфраструктури держави у після військовий період.

В частині поповнення та оновлення спеціалізованого рухомого складу перспективним є розвиток засобів виконання вантажних операцій та використання нових типів контейнерів: Bulk Powder Container для зернових вантажів, флексі-танків (вкладишів) для наливних, в першу чергу харчових вантажів.

Флексі-танки, на даний момент, є продуктом, що стрімко розвивається, на світовому ринку внаслідок високої вартості та дефіциту класичних танк - контейнерів. За останні декілька років флексі-танки вийшли на принципово новий рівень, важливим фактором стало затверджене у 2010 році відповідних правил та сертифікації COA (Асоціація Власників Контейнерів). Відповідно з'явилися певні норми та стандарти виробництва флексі-танків. Також слід зазначити, що на даному етапі практично всі значимі перевізники контейнерів приймають вантаж у флексі-танках до перевезення.

До того ж, це певні перспективи для розвитку експорту харчових олій. Частка України у світовому експорті олійних щороку зростає і також зростає частина відправок у флексі-танках. З кожним роком відправники сільськогосподарської продукції все більше довіряються цьому виду перевезень та спостерігають суттєві переваги:

- можливість доставки «від дверей до дверей», інтермодального перевезення, доставки «точно в строк» за погодженим адаптивним графіком, скорочення тривалості перетину кордону на стиках;

- флексі-танки здатні використовувати всю корисну внутрішню площу контейнера без втрат, (на відміну, наприклад, від перевезення в бочках та іншій тарі), що дозволяє перевозити набагато більше вантажу і цим економити на вартості перевезення при розрахунку за тону вантажу;

- використання ресурсозберігаючих технологій за рахунок гнучкого управління раціонального рівнем запасу товарної продукції на всіх етапах доставки (малі партії вантажу);

- високий рівень захисту вантажу від пошкодження та зниження витрат на тару та упаковку;

- вартість перевезення у флексі-танках на порядок дешевша, ніж у танк контейнерах, оскільки в останніх у вартість ще включено повернення порожнього танка, а також його промивання.

- економія втрат при розвантаженні вантажу до 10 % за рахунок відсутності витрат на очищення контейнеру.

Недоліки флексі-танків:

- флексі-танки - це додаткове обладнання для перевезення, яке коштує додаткових грошей.

- флексі-танки одноразові та повторного використання не підлягають. Після перевезення флексітанки утилізуються.

- завантаження у флексі-танк здійснюється за допомогою спеціального обладнання.

- поліпшення продуктивності при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт за рахунок їх автоматизації.



Рис. 1. Флексі-танк

Флексі-танк – це герметичний багатощаровий мішок для транспортування наливних вантажів. Обсяг флексі-танку буває від 10000 до 25000 літрів. Використовуються флексі-танки в першу чергу для перевезення наливних та рідких вантажів: це харчові продукти (рослинні та тваринні олії, соки та їх концентрати, вино та патока тощо), це і нехарчові продукти (технічні і мастила, синтетичні смоли, миючі засоби та емульсії, фарби та чорнила, добрива та латекс, алкалоїди та багато інших). Флексі-танки не використовуються для перевезення небезпечних вантажів.

Зазвичай флексі-танки встановлюються в 20 футовий стандартний контейнер і заповнюється продуктом за допомогою насосів. Максимальне завантаження флексі-танку за вагою – до 24-25 тонн.

Можливість нижнього розвантаження гарантує більш безпечно, швидке та ефективно навантаження-розвантаження продукту, мінімальні втрати та зниження залишку після розвантаження. Всі матеріали флексі-танків повністю використовуються з подальшою переробкою та утилізацією. Виготовлений з непрозорого матеріалу, що дозволяє спостерігати продукт у процесі навантаження-розвантаження та дозволяє проводити відбір проб продукту.

Флексі-танки сертифіковані для перевезення певних груп вантажів і підлягають використанню у суворій відповідності до своєї сертифікації. Розрізняють флексі-танки європейського та китайського виробництва, останні приблизно вдвічі дешевші, проте їх також можна успішно використовувати для деяких видів вантажів.

## **МОДЕЛЮВАННЯ ВИБОРУ ОБ'ЄКТІВ МИТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ПРИ ВИКОНАННІ ЗОВНІШНЬОТОРГОВЕЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ**

**Лужанська Н.О., Лебідь І.Г., Лебідь Є.М.**  
*Національний транспортний університет*

Діяльність об'єктів митно-логістичної інфраструктури в Україні набуває досить високого рівня актуальності при виконанні зовнішньо-

торговельних операцій. Попри значну їх кількість на території держави, діяльність кожного з об'єктів характеризується різним попитом на послуги та в зв'язку з тим, що вони знаходяться у приватній власності, тому і вартість послуг також відрізняється.

Чинним митним законодавством суб'єктам зовнішньоекономічної діяльності надається можливість самостійно обирати вантажний митний комплекс, склад тимчасового зберігання або митний склад для співпраці. Кожен з об'єктів інфраструктури має власне технічне, технологічне та організаційне забезпечення, яке дозволяє задовольнити вимоги замовників послуг, виходячи з повного переліку критеріїв, які вони висувають до нього в залежності від специфіки конкретного об'єкту переміщення, митного режиму та виду транспорту, що застосовується при доставці товару.

Зазвичай замовники митно-логістичних послуг керуються наступними критеріями вибору об'єктів, серед яких: територіальне розташування об'єкта інфраструктури; тривалість та вартість обслуговування; спектр послуг, що надаються; тривалість очікування в черзі на обслуговування та ін.

На сьогоднішній день, відсутні будь-які інструменти, здатні сприяти прийняттю рішення про співпрацю з об'єктом митно-логістичної інфраструктури, який максимально задовольнить потреби замовника. Сформулювати технологію прийняття єдиного рішення, що відповідатиме запитам всіх замовників досить складно, проте, забезпечити отримання наближених показників можливо шляхом розробки імітаційної моделі, що відображає роботу об'єкту митно-логістичної інфраструктури як модель масового обслуговування. Запропонована модель розробляється в пакеті автоматизації імітаційного моделювання GPSS World.

Застосування GPSS для створення імітаційної моделі об'єкту митно-логістичної інфраструктури має наступні переваги: GPSS використовує великий інтерфейс користувача, щоб спростити процес створення моделі. Це забезпечується можливостями візуалізації процесу моделювання, а також вбудованими елементами статистичної обробки даних; GPSS має інтерактивну здатність налагодження моделі, яка дозволяє встановлювати контрольні точки в моделі, покрокове налагодження та можливість визначати параметри транзактів в моделі. Кожна реалізація (прогін моделі) має додаткові інноваційні інструменти, щоб зробити налагодження коротшим завданням; GPSS дає можливість оцінювати характеристики системи в певні моменти часу і на різних рівнях її деталізації [1].

В якості критеріїв, що використовуються для визначення опти-



мальної структури об'єкту митно-логістичної інфраструктури, розглядаються: середній час простою транспортних засобів в чергах на обслуговування; максимальні і середні довжини черг на обслуговування; коефіцієнти завантаження обслуговуючих пристроїв; середній час перебування транспортних засобів на території об'єкту інфраструктури; ймовірність відмови в обслуговуванні через відсутність місць для стоянки транспортних засобів; оптимальна кількість персоналу для забезпечення роботи об'єкту інфраструктури; оптимальні розміри приміщень для розміщення вантажу [2].

Таким чином, запропонована імітаційна модель може бути застосована стейкхолдерами за наступних умов: суб'єктами ринку транспортних послуг при плануванні залучення об'єкта митно-логістичної інфраструктури шляхом оцінки ефективності його роботи за критеріями, встановленими замовником послуг; власниками об'єктів митно-логістичної інфраструктури для планування роботи об'єкта інфраструктури з метою організації роботи персоналу та управління ресурсами підприємства; митними органами з метою контролю за діяльністю об'єкта інфраструктури і планування роботи працівників митної служби [3].

### Література

1. Лужанська Н.О. Підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01. Київ, 2021. 205 с.
2. Mazurenko, A., Kudriashov, A., Lebid, I., Luzhanska, N., Kravchenya, I., & Pitsyk, M. (2021). Development of a simulation model of a cargo customs complex operation as a link of a logistic supply chain. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(3 (113)), 19–29. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.242915>.
3. Luzhanska N. Simulation and optimization of freight customs complexes based on queueing systems. *Transport systems and transportation technologies*. 2020. №19. С. 37-42. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2020/208693>

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НАСИПНИХ ВАНТАЖІВ

**Михайлов Є.В., Губарь Н.В.**

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Стан оточуючого середовища у сучасних умовах постійно погіршується завдяки різноманітним видам людської діяльності. У зв'язку з цим актуальною є проблема забруднення навколишнього середовища при здійсненні перевезень насипних вантажів залізничним транспортом. Підприємства та організації, що відправляють та одержують сипкі вантажі, найчастіше не приділяють належної уваги запобіганню їх вивітрювання, просипання та інших втрат. Це, в свою чергу, супроводжується такими наслідками як забруднення навколишньої території та атмосфери, втрати частки вантажу, що перевозиться у відкритому рухомому складі, проникнення частинок пилу у рухомі частини вагонів та залізничних колійних пристроїв, що призводить до їх швидкого зносу та псування.

До основних причин втрат сипкого вантажу можна віднести: течі вантажу в нещільності кузова, видування дрібних фракцій, обсипання великих частинок вантажу, неповне вивантаження вантажу через прилипання його до кузова вагона.

Для підвищення ефективності перевезень, збереження вантажів та запобігання забрудненню навколишнього середовища для залізничних перевезень насипних вантажів використовуються спеціалізовані вагони, які, як правило, мають підвищену вантажопідйомність, що дозволяє забезпечити більшу безпеку вантажів у дорозі, створює додаткові зручності при проведенні вантажно-розвантажувальних робіт. Однак такий спосіб має суттєві недоліки: порожній зворотній пробіг, додаткові витрати на їх утримання, значно капітальні вкладення у будівництво таких вагонів. Окрім того, має місце дефіцит таких вагонів.

Останнім часом все частіше висуваються пропозиції щодо поступової відмови від спеціалізованих вагонів для різних перевезень та найбільш широкого застосування універсального рухомого складу [1,2]. Один з найпростіших і найчастіше застосовуваних способів перевезень є доставка насипних вантажів у мішках. Такий спосіб доставки не вимагає додаткових витрат на засоби пакування, забезпечує щільне навантаження, не потребує додаткових витрат на кріплення. Проте перевезення у традиційних мішках вимагає застосування ручної праці, унаслідок чого має місце її низька продуктивність. Існує декіль-

ка технологічних рішень цієї проблеми. Наприклад, перехід на пакетні перевезення, які дозволяють знизити собівартість вантажно-розвантажувальних робіт та доставки загалом.

Останнім часом достатньо широкого поширення набули технології перевезення насипних вантажів у м'яких контейнерах (МК). Залежно від параметрів вантажу, що перевозиться, МК виробляються з поліпропіленової тканини вантажопідйомністю від 300 кг до 15000 кг, що мають від однієї до чотирьох строп. По частоті використання діляться на одноразові і багаторазові. Вміст м'якого контейнера можна легко висипати, розв'язавши нижній клапан мішка або просто розрізавши його днище [3]. При застосуванні цих технологій здешевлюється перевезення вантажів за рахунок нижчого тарифу при використанні універсальних напіввагонів у порівнянні зі спеціалізованими вагонами; скорочуються порожні пробіги рухомого складу; відбувається економія за рахунок зменшення втрат та псування продукції; забезпечується захист вантажу від намокання та просипання; збільшується термін служби вагонів через відсутність контакту вантажу зі стінками, оскільки вантаж і вагон повністю ізольовані один від одного стінками та вкладишем МК.

Для доставки навалом багатьох сипких матеріалів і продуктів використовуються великотоннажні контейнери. Однак при цьому насипні вантажі можуть негативно впливати безпосередньо на сам контейнер при контакті з його стінками. Ефективно вирішити цю проблему можна шляхом застосування контейнерних вкладишів (КВ) - полімерних вологонепроникних вкладень, якими оснащуються великотоннажні контейнери [3]. Ці вкладиші, розраховані на 20- та 40-футові контейнери, виготовляють з тканого поліетиленового матеріалу високої щільності. Вони поєднують у собі високу міцність та низьку собівартість. Їх конфігурація підбирається з урахуванням типу наявного вантажного устаткування на підприємствах, де здійснюється їх завантаження і розвантаження. Вкладиші застосовуються для перевезень нафтохімічної, сільськогосподарської, харчової продукції. Установка вкладиша в контейнер займає лише 15-20 хв. Після вивантаження продукції вкладиші також легко витягають з контейнера і, будучи тарою одноразового застосування, відправляють на переробку або утилізацію. Вкладиші максимізують корисне навантаження контейнера, знижують витрати та мінімізують вплив на навколишнє середовище. КВ дозволяють здійснювати доставку вантажів від дверей до дверей, скорочуючи витрати на проміжну перевалку [3].

Одним із ефективних способів безтарного перевезення сипких вантажів також є застосування вагонних вкладишів (ВВ). Вони приз-

начені для перевезення сипких та навалювальних вантажів у піввагонах та критих вагонах. Конструктивно ВВ являє собою зшити з поліпропіленової тканини прямокутну ємність, що має бічні і торцеві кришки, які після завантаження накладаються в певному порядку одна на одну і перев'язуються спеціально передбаченими для цієї мети конструкцією вкладиша зав'язками.

Вивантаження продукту проводиться через нижні люки напіввагону за допомогою розрізання тканинного матеріалу вкладиша. Використання даного способу дозволяє значно скоротити час підготовки вагона під навантаження, так як не вимагає зачистки його після вивантаження продукції [3].

На підставі сказаного можна виділити основні переваги використання вагонних вкладишів:

- Для використання ВВ немає необхідності вживання додаткового вантажно-розвантажувального обладнання.

- При використанні ВВ значно знижуються втрати при навантаженні та вивантаженні продукції.

- Скорочується сумарна вартість перевезення в цілому за рахунок відсутності додаткових витрат на очищення вагона, плати за порожній пробіг вагонів, застосування тарифів для перевезення в універсальному рухомому складі.

- Надійний захист вантажу, що перевозиться, від атмосферних опадів, від просипання та вивітрювання; захист стінок вагона від контакту з вантажем, що перевозиться.

- Здешевлення перевезення порівняно з використанням мішків та МК.

Таким чином, використання технологій перевезення сипких вантажів у напіввагонах і контейнерах з використанням м'яких вкладишів допомагає скоротити витрати на перевезення, дозволяє уникнути втрат вантажу, забезпечити захист вантажу та рухомого складу. Використання м'яких вкладишів при завантаженні в контейнери дозволяє переорієнтувати частину перевезень сипких вантажів з парку спеціалізованого рухомого складу на універсальний рухомий склад. Однак, варто враховувати, що такі вкладиші необхідно переробляти, що потребує додаткових витрат.

Для транспортування насипного вантажу можуть застосовуватися також спеціальні контейнери (балк-контейнери), а також контейнери ІВС. Основною відмінністю балк-контейнерів від універсальних є наявність систем люків, які спрямовані на полегшення та прискорення вантажно-розвантажувальних робіт. Кубові контейнери ІВС (Intermediate bulk containers) - це середньотоннажні контейнери, приз-

начені для зберігання та транспортування рідких та сипких вантажів. Контейнери ІВС є ефективною проміжною ланкою між великотоннажними контейнерами та уніфікованою споживчою тарою. Попри переваги цих технологій стосовно збереження вантажу, вони мають ті ж основні недоліки, що й технології використання спеціалізованого рухомого складу - наявність порожнього зворотнього пробігу контейнерів.

На підставі порівняння різних технологій перевезення насипних вантажів, які виключають втрати вантажу, що перевозиться і, як наслідок, що знижують негативний вплив на навколишнє середовище, можна проаналізувати доцільність застосування кожного з варіантів для перевезення окремих категорій вантажів у певних умовах.

Перевезення в спеціалізованому рухомому складі (зерновози, мінераловози і т.д.) є найбільш раціональним при транспортуванні великих партій вантажу при несприятливих метеорологічних умовах.

Використання контейнерів (як спеціалізованих, так і універсальних з вагонними вкладишами) є альтернативою спеціалізованому рухомому складу. Таким способом здійснюється транспортування невеликих партій вантажів та коштовних вантажів. Перевізникам, у свою чергу, вигідніше використовувати для перевезень платформи, ніж спеціалізований рухомий склад, оскільки після пікового попиту влітку востаннє затребуваність спеціалізованого рухомого складу різко скорочується, тоді як платформи можна використовувати цілий рік.

Для транспортування сезонних вантажів великими партіями (наприклад, зернові вантажі) найкращим рішенням є перевезення грузів у напіввагонах із вагонними вкладишами. Оскільки цей рухомий склад є універсальним, можливе його використання для перевезень широкої номенклатури вантажів після закінчення масових сезонних перевезень.

### Література

1. Вантажні перевезення на залізничному транспорті: Підручник / О.В. Лаврухін та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – Ч. 1. – 260 с.
2. Інновативні методи перевезення вантажів добувної галузі. – [Електронний документ]. – Режим доступу: <http://neiau.org/innovatyvni-metody-perevezennya-vantazhiv-dobuvnoyi-galuzi-na-shho-treba-zvernuty-uvagu-ukrayini/>
3. Михайлов Є.В. Технології перевезення вантажів у м'яких контейнерах. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. - 168 с. ISBN: 978-613-9-57815-3.

# ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ М'ЯКИХ КОНТЕЙНЕРІВ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ СИПУЧИХ ВАНТАЖІВ

**Михайлов Є.В., Демченко Т.О.**

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Одним із найбільш значущих нововведень у галузі вантажних перевезень сипких вантажів стало використання м'яких контейнерів. Їхня поява дозволила використовувати для перевезень універсальний автомобільний рухомий склад, повністю механізувати вантажно-розвантажувальні роботи та скоротити час простою автомобілів під вантажними операціями.

В даний час у світі налічується понад 2 тис. патентів на конструкції м'яких контейнерів. Незважаючи на це, основні елементи різних моделей залишаються тими ж: наявність однієї, двох або чотирьох строп, оболонка з вкладишем або без нього, завантажувальний і розвантажувальний вузли (рукав або люк), вантажні елементи, кишеня для документів [1].

Оболонки м'яких контейнерів залежно від призначення та маси вантажу виготовляють із матеріалів різної міцності та властивостей з одного, двох та більше шарів. Після заповнення контейнер набуває форми циліндра або паралелепіпеда. Для виготовлення оболонок застосовують поліпропіленову або поліетиленову тканину з можливістю термо- та світлостабілізації, полімерні матеріали з ламінацією, капронові та лавсанові тканини. Крім оболонки, яка може бути виконана з декількох шарів тканини, ще одним основним елементом м'яких контейнерів є вкладиші. Вони захищають вантаж від вологи і дозволяють робити затарювання при підвищених температурах (до +80°C). Вкладиші для м'яких контейнерів у залежності від виду вантажу, що транспортується, виготовляють із поліетилену, поліпропілену, капрону і можуть бути вільно вкладені в контейнер, вклеєні або вшиті.

У Міжнародному керівництві IRU з безпечного кріплення вантажу на автомобільному транспорті [2] наведено деякі рекомендовані схеми завантаження автомобілів вантажами різної форми. При цьому слід враховувати, що сучасні технології виготовлення МК дозволяють їхнє виробництво практично будь-якої форми з широким спектром параметрів. Аналіз показує, що є перспективним використання МК, форма днища яких є квадрат. Це дозволяє найбільш повно використовувати площу підлоги кузова автомобіля.

При виборі параметрів потрібного МК слід враховувати також транспортні характеристики сипучих вантажів, що перевозяться, так як

від насипної маси вантажу істотно залежить повнота використання вантажопідйомності та місткості автомобілів при тих чи інших параметрах використовуваних м'яких контейнерів.

У загальному випадку, для вибору оптимальних властивостей МК з позицій найефективнішого їх розміщення в кузові автомобіля необхідно вирішити оптимізаційне завдання з цільовою функцією наступного виду

$$Ga_{ijk} = f(N_i, M_i, Z_{ij}, b_i^2, h_j, \gamma_k) \rightarrow G^{\max}, \quad (1)$$

де  $N_i$  и  $M_i$  - число МК  $ij$ -го типорозміру, які можуть бути завантажені за шириною та довжиною кузова;

$Z_{ij}$  - кількість ярусів навантаження МК,

$b_i$  та  $h_j$  – ширина та висота МК;

$\gamma_k$  - насипна маса вантажу;

$Ga_{ijk}$  - завантаження автомобіля вантажем у м'яких контейнерах  $ij$ -го типорозміру;

$G^{\max}$  - вантажопідйомність вибраного автомобіля.

Вирішення завдання необхідно проводити з урахуванням обмежень

$$K_{ij} \rightarrow K_{\min}, \quad b_i^{\min} \leq b_i \leq b_i^{\max}, \quad h_j^{\min} \leq h_j \leq h_j^{\max}, \quad b_i^2 \cdot h_j \cdot \gamma_k < G_M. \quad (2)$$

Тут  $K_{ij}$  - число використовуваних МК  $ij$ -го типорозміру,

$G_M$  - вантажопідйомність машин, що використовуються під час перевантаження МК.

Крім того, повинно дотримуватися обмеження  $Ga_{ijk} \leq G^{\max}$ .

Наприклад на рис.1, 2 показані деякі результати розрахунків з оптимізації представленої цільової функції із зазначеними вище обмеженнями. Вирішення цієї задачі дискретної оптимізації проведено за собою MS Excel [3].

Розрахунки проведені для прикладу перевезення вантажу – пеллет паливних. Ця продукція виробляється з відходів деревини хвойних та листяних порід дерева та призначена для побутових та промислових твердопаливних котлів. Вона являє собою гранули діаметром 6 та 8 мм

завдовжки від 5 до 40 мм. Насипна щільність вантажу -  $\gamma_k = 0,65 \text{ т/м}^3$ ;

Фасування та пакування паливних гранул залежить від того, яку систему зберігання забезпечить їм споживач.

- у вільному вигляді – насипом;
- у м'яких контейнерах – від 500 до 1200 кг;
- у дрібній розфасовці – від 10 до 15 кг.

Переваги постачання паливних пелет у МК:

- зручність при транспортуванні – можливі багаторазові вивантаження та навантаження за допомогою підйомних механізмів;
- компактне зберігання на складі – упаковки оптимально розміщуються на помостах, можуть укладатися одна на одну;
- застосування для автоматизованої подачі – матеріал дозовано висипається у завантажувальні отвори котлів;
- оптові ціни - купівля у великому фасуванні значно вигідніша, ніж роздрібними партіями.

Для перевезення МК з вантажем використовуємо єврофуру вантажопідйомністю  $G^{\max} = 20 \text{ т}$  із внутрішніми розмірами кузова  $B = 2,45 \text{ м}$ ,  $L = 13,6 \text{ м}$ ,  $H = 2,5 \text{ м}$ .

На рис.1 представлений графік  $b^{\text{opt}} = f(h)$  залежності розміру боку дна МК від його висоти для перевезення вантажу з насипною щільністю  $0,65 \text{ т/м}^3$ .

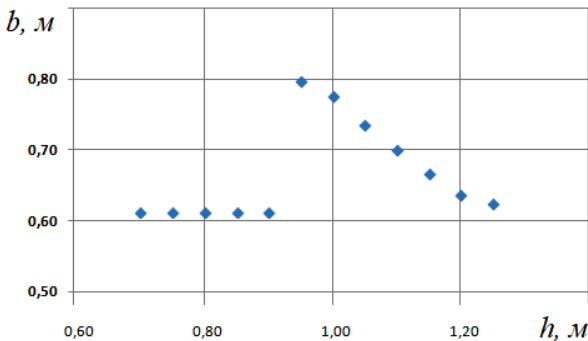


Рис. 1. Графік залежності  $b^{\text{opt}} = f(h)$

На рис.2 показаний графік  $G^a = f(h)$  залежності величини завантаження автомобіля від прийнятих параметрів МК під час перевезення вантажу з насипною щільністю  $0,65 \text{ т/м}^3$ . Розміру боку дна МК



відповідає приведеним на рис.1 для відповідної висоти МК.

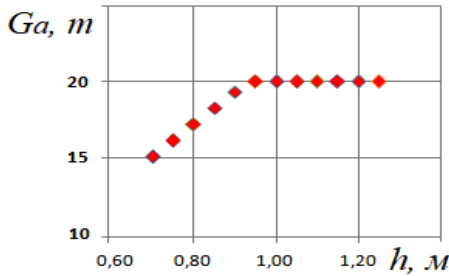


Рис. 2. Графік залежності  $G^a = f(h)$

Використовуючи отримані графіки, можна підбирати раціональне співвідношення параметрів МК, при яких досягається максимальне використання вантажопідйомності вибраного автомобіля для заданих характеристик сипучого вантажу при мінімальному числі м'яких контейнерів, що використовуються для перевезення, з прийнятими параметрами.

Таким чином, раціональний вибір параметрів м'яких контейнерів відповідно до транспортних характеристик вантажу, що перевозиться, дозволить скоротити витрати на контейнеризацію автомобільних перевезень сипких вантажів при отриманні усіх відомих переваг контейнерних перевезень.

#### Література

1. Михайлов Є.В. Технології перевезення вантажів у м'яких контейнерах. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. - 168 с. ISBN: 978-613-9-57815-3.
2. Международное руководство IRU по безопасному креплению груза на автомобильном транспорте. Издание: IRU\_CIT-2014 вариант 01. Генеральный секретариат IRU, 2014 г., Женева/Швейцария.
3. Леоненков А. Решение задач оптимизации в среде MS Excel.- С-Пб.: БХВ-Петербург, 2005. - 701 с.

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИКОНАННЯ ВАНТАЖНИХ РОБОТ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

**Михайлов Є.В., Долбня Д.М.**

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Аналіз факторів, що впливають на продуктивність автомобільного рухомого складу, свідчить про те, що суттєвий вплив на цей показник надає час простою під навантаженням/вивантаженням [1, 2]. Сприятим зниженню часу простою під вантажними роботами може, наприклад, використання інноваційних технологій та техніки. Одним з варіантів таких технологій є системи горизонтального навантаження та розвантаження. Провідним міжнародним постачальником таких систем, що експортуються по всьому світу, є фірма Cargo Floor B.V. [3].

Оптимізація логістичного процесу сьогодні важливіша, ніж будь-коли. Одним із ефективних вирішень для цього процесу може бути система CargoMatic від фірми Cargo Floor B.V., яка дозволяє завантажити або розвантажити 13600 мм напівпричіп протягом 90 секунд. Завдяки цьому ця система особливо підходить для човникових перевезень на короткі відстані з точки А до точки В.

Принцип роботи системи CargoMatic ґрунтується на використанні пластинчастого конвеєра з ланцюговим приводом. Алюмінієві пластини утворюють абсолютно плоску підлогу (рис.1). Ця міцна підлога забезпечує максимальну гнучкість при транспортуванні будь-якого вантажу, такого як: піддони, контейнери, ящики, папір у рулонах, картон у листах тощо.



Рис. 1. Система CargoMatic із використанням пластинчастого конвеєра з ланцюговим приводом

Міцна конструкція алюмінієвого підрамника утворює інтегрований вузол із приводом. Крайній профіль оснащений захисним профілем, який оберігає ланцюг від спадання із пластикової напрямної. Це гарантує безпеку системи та додатково перешкоджає попаданню вантажу між ланцюгами.

Подвійний трирядний ланцюг забезпечує передачу через передню стінку напівпричепа до 8 ланцюгів транспортера. Ланцюг транспортера біжить по пластиковій напрямній, по якій ковзають валики роликів ланцюга. Це забезпечує дуже низький опір тертю і запобігає зношуванню.

Алюмінієві пластини по всій довжині напівпричепа спираються в середній частині на пластикові напрямні, що не потребують обслуговування.

Система CargoMatic доступна як комплект для установки і може бути встановлена як на нових автомобільних напівпричепках, так і на напівпричепках, що вже експлуатуються. Головним чином вона монтується в напівпричепках з коробчастим кузовом та причепках-рефрижераторах, але також може бути встановлена на напівпричепках із брезентовим тентом. Компактний привід встановлений за переборкою і не виходить за межі передньої стінки, дозволяючи використовувати всю довжину напівпричепа для вантажів. Мінімальна висота (140 мм) забезпечує оптимальне використання внутрішнього вантажного простору. Компактний привід встановлюється навіть під рефрижераторною установкою і залишається легкодоступним (рис.2).



Рис. 2. Привід системи, встановлений під рефрижераторною установкою

При постійному транспортуванні піддонів з однаковими розмірами, альтернативою багатофункціональній системі CargoMatic з пластинами може бути версія з ланцюгами. Така система обладнана 6 дворядними ланцюгами, що підтримують кожен опору піддону (рис.3).



Рис. 3. Ланцюгова система рухомої підлоги CargoMatic

Висота зібраної ланцюгової системи CargoMatic така сама, як і у пластинчастої системи CargoMatic, становить 140 мм. Це дає перевагу сумісності систем за розмірами. Ланцюгова система CargoMatic на відміну від пластинчастої системи є системою навантаження/розвантаження, яка може обертатися нескінченно.

У районі передньої стінки розміщені чотири кінцеві вимикачі, які реагують на піддони незалежно один від одного і відключають рухому підлогу в необхідний момент. Ці датчики визначають положення вантажу і тим самим забезпечують безпечну роботу системи.

Тиха робота системи досягнута застосуванням тягового електродвигуна у поєднанні з пластиковими компонентами та високоякісними підшипниками. Система CargoMatic відповідає найсуворішим вимогам до рівня шуму (<60 децибел) і тому може легально використовуватись 24 години на добу.

Система CargoMatic приводиться в дію потужним тяговим електродвигуном, який живиться від джерела електроенергії на вибір:

- мережа електроживлення 400 В змінного струму;
- акумуляторні батареї постійного струму 24 В з можливістю підзарядки під час руху;
- комбінація 400 В змінного та 24 В постійного струму.

Кожна система у стандартному виконанні забезпечується пультом керування. Персональні налаштування або налаштування для конкретного вантажу вільно програмуються в меню дисплея логічного ко-

нтролера.

Найвища логістична ефективність досягається комбінуванням мобільної системи CargoMatic з естакадами для навантаження/розвантаження. При такому застосуванні єдиний автомобільний напівпричіп може швидко та ефективно використовуватись для маятникових перевезень.

Повне навантаження може виконуватись без простою напівпричепа. При установці в автомобільному напівпричіпі система CargoMatic забезпечує його швидке і просте розвантаження. Навантаження та розвантаження вилковими навантажувачами у разі використання цієї системи проводиться набагато ефективніше. Як тільки вантаж поміщається у причіп, система CargoMatic повністю автоматично переміщує вантаж уперед або назад. Більше немає необхідності заїзду навантажувача усередину напівпричепа. Мобільні системи можуть бути легко пов'язані зі стаціонарними системами всіх видів (роликowymi транспортерами, ланцюговими системами тощо).

Вочевидь, що на окупність капіталовкладень критично впливають багато експлуатаційних чинників. Системи CargoMatic відповідають усім основним експлуатаційним вимогам, таким як максимальна вантажомісткість, найменша власна вага транспортного засобу, низькі експлуатаційні витрати (не вимагають технічного обслуговування), ресурс міцності, безпека для персоналу та навколишнього середовища та довговічність.

До переваг системи CargoMatic можна віднести:

- скорочення часу простою транспорту;
- економія витрат на персонал та автопарк;
- відсутність пошкоджень вантажу;
- менша кількість ручних операцій;
- зменшення складських запасів;
- швидкість та безпека роботи.

#### Література

1. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки. - 2-е изд., перераб. и доп. - К.: Вища шк., 1986. - 447с.
2. Коваленко В.М., Щуріхін В.К., Машика Н. Б. Вантажні автомобільні перевезення: Підручник. - К.: Літера ЛТД, 2006. - 304 с.
3. Cargo Floor [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.cargofloor.com/ru/ckachat>

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ, ЩО МАЮТЬ ЦИЛІНДРИЧНУ ФОРМУ

Михайлов Є.В., Кава В.В.

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Вантажі, які мають форму циліндру, (далі - ВФЦ) є досить поширеним видом вантажів, що перевозяться автомобільним транспортом. Це вантажі як упаковані, так і без упаковки: дерев'яні і металеві бочки, цистерни, барабани, рулони, котушки, бухти і так далі.

Для підвищення ефективності перевезень таких вантажів необхідно раціонально використовувати вантажопідйомність і місткість кузовів автомобілів за рахунок оптимізації схем вантаження вантажів. Це може представляти іноді досить складне завдання із-за особливостей масо-габаритних характеристик окремих вантажних місць.

При плануванні вантаження таких вантажів у кузов автомобіля необхідно забезпечити максимальне використання вантажопідйомності автомобіля та площі підлоги його кузова. Розгляд можливості оптимального завантаження кузова автомобіля такими вантажами повинен враховувати, що основні умови і вимоги до розміщення і кріплення їх визначені в [1].

Аналіз можливих варіантів завантаження кузовів автомобілів циліндричними вантажами при установці їх на торець показує, що існує декілька типових схем завантаження (див. рис.1).

Для найбільш ефективного використання можливостей автомобіля при рішенні задачі визначення максимальної кількості вантажних місць  $G$  циліндричної форми, яке можна розмістити у кузові залежно від габаритних розмірів одного вантажного місця ВФЦ та марки автомобіля, для розглянутих схем вантаження отримані наступні розрахункові залежності:

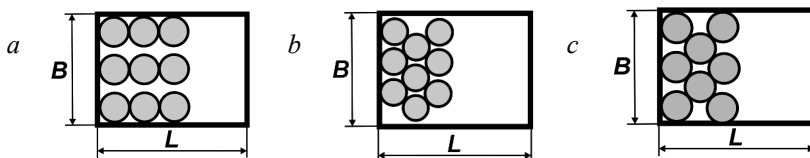


Рис. 1. Варіанти схем завантаження ВФЦ у кузов

- для схеми вантаження (a):

$$G_a = N_a \cdot M_a = \left[ \frac{H}{h} \right] \cdot \left[ \frac{B}{2R} \right] \cdot \left[ \frac{L}{2R} \right],$$

- для схеми вантаження (b):

$$G_b = N_b \cdot M_b = \left[ \frac{H}{h} \right] \cdot \left[ \frac{B}{2R} \right] \cdot \left[ \frac{L}{2R - S} \right],$$

- для схеми (c1) при парній загальній кількості рядів вантажу в подовжньому напрямку:

$$G_{c1} = N_{c1}^n \cdot M_{c1}^n + N_{c1}^{mn} \cdot M_{c1}^{mn} = \left[ \frac{H}{h} \right] \cdot \left( \left[ \frac{B}{2R} \right] \cdot \left[ \frac{L}{2R - S} \right] / 2 + \left[ \left[ \frac{B}{2R} \right] - 1 \right] \cdot \left[ \frac{L}{2R - S} \right] / 2 \right),$$

- для схеми (c2) при непарній загальній кількості рядів вантажу в подовжньому напрямку:

$$G_{c2} = N_{c2}^n \cdot M_{c2}^n + N_{c2}^{mn} \cdot M_{c2}^{mn} = \left[ \frac{H}{h} \right] \cdot \left( \left[ \frac{B}{2R} \right] \cdot \left[ \frac{L}{2R - S} \right] / 2 + 1 \right) + \left[ \left[ \frac{B}{2R} \right] - 1 \right] \cdot \left[ \frac{L}{2R - S} \right] / 2),$$

де  $N_i$  - число одиниць вантажу, розташованих в одному ряду по ширині кузова при вибраній схемі вантаження;

$M_i$  - число поперечних рядів укладання вантажу в кузові при вибраній схемі вантаження;

$H, B, L$  - відповідно висота, ширина і довжина кузова автомобіля;

$2R$  - діаметр одного вантажного місця;

$h$  - висота одного вантажного місця;

$S$  - глибина «сідловини», яка утворюється двома розташованими поруч вантажними місцями ВФЦ при установці в кузові другого і наступних рядів вантажу (див. рис.2 для схем вантаження (b) та (c)).

Квадратними дужками [...] позначені округлені у менший бік значення відповідних виразів.

Величина  $S$  в загальному випадку залежить від діаметру одного вантажного місця  $D = 2R$  циліндричного вантажу і величини наявних проміжків  $Z$  між вантажними місцями в ряду (див. рис.2).

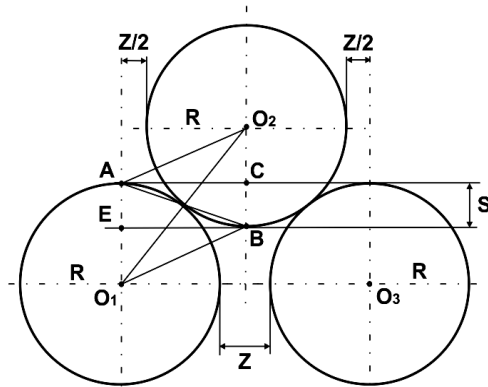


Рис. 2. Розрахункова схема

Аналіз геометричних співвідношень згідно з рис.2 дозволяє визначити [2], що

$$S = 2R - \sqrt{4R^2 - (R + Z/2)^2}.$$

Слід пам'ятати, що схема розміщення та кріплення вантажу в різних вантажних транспортних одиницях залежить від типу вантажу, а також від міцності бічних стінок і переднього та заднього борту кузова автомобіля [1].

Для перевезення вантажів фурами використовується велика кількість різних модифікацій напівпричепів, серед яких можна виділити як невеликі напівпричепи об'ємом 75-80 м<sup>3</sup> (з довжиною кузова від 12 до 13 метрів), так і стандартні напівпричепи об'ємом кузова від 82 до 96 м<sup>3</sup>. Вони мають довжину кузова від 13,6 до 15 метрів, ширину від 2,4 до 2,5 метрів та висоту від 2,5 до 2,7 метрів.



На рис.3. для прикладу приведені деякі результати розрахунків, що ілюструють залежності  $G_i = f(R, Z)$  для схем вантаження  $a$  та  $b$  при завантаженні вантажного приміщення, що має геометричні параметри вантажного приміщення напівпричепу шириною 2,4 м та довжиною 13,6 м.

Висота одного вантажного місця ВФЦ прийнята рівною  $h = 1$  м, вантаження здійснюється в один ярус.

Запропоновані аналітичні залежності дозволяють обґрунтовувати вибір оптимальної схеми вантаження при відомих параметрах кузова автомобіля та заданих масо-габаритних показниках вантажів циліндричної форми.

При цьому слід врахувати, що повинне виконуватися співвідношення

$$G_i \cdot q \leq Q_{\max},$$

де  $q$  - маса одного вантажного місця;

$Q_{\max}$  - вантажопідйомність автомобіля.

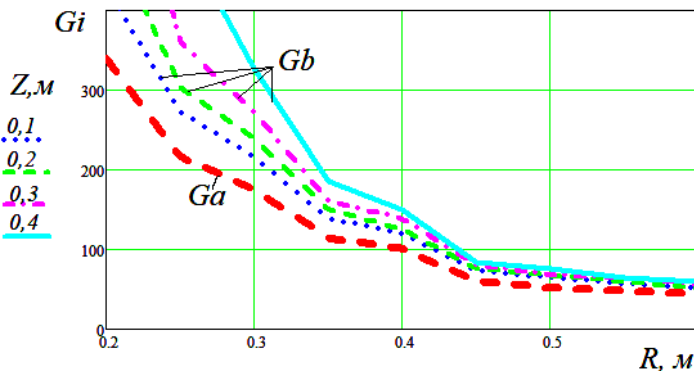


Рис. 3. Залежність  $G_i = f(R, Z)$  для схеми вантаження ( $b$ )

### Література

1. Международное руководство IRU по безопасному креплению груза на автомобильном транспорте. Издание: IRU\_CIT-2014 вариант 01. Генеральный секретариат IRU, 2014 г., Женева/Швейцария.
2. Выгодский М.Я. Справочник по элементарной математике. - М.: АСТ, 2019.- 512 с.

# ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ NFT ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ВИРІШЕННІ ЛОГІСТИЧНИХ ЗАДАЧ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

**Музильов Д.О., Шраменко Н.Ю., Карнаух М.В.**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна*

Останні тенденції глобальної діджиталізації свідчать про необхідність впровадження в логістичні процеси нових підходів. Великий поштовх для цього дає розвиток та успішне використання для вирішення фінансових питань та задач із безпеки таких напрямків, як блокчейн системи [1], нейронно-мережеві моделі [2], та інші підходи, що базуються на смарт принципах [3]. Саме NFT технологія є найсучаснішим видом частини blockchain [4-5]. Унікалізація NFT токєну, тобто наявність неповторних параметрів, дозволяє надійно зберегти інформацію о параметрах функціонування будь-якої логістичної системи.

Окрім цього, наявність використання NFT-токєну із прив'язкою до конкретного об'єкту логістичної системи дозволяє змоделювати певну ситуацію шляхом зміни стану системи, використовуючи ігровий принцип, що закладено первино у NFT. Ці особливості створюють можливість для побудови новітньої моделі взаємодії між учасниками процесу доставки сільськогосподарської продукції.

Приклад побудови структури логістичної моделі при просуванні вантажопотоку зернових вантажів із використанням NFT технології зображено на рисунку 1.

Особливості побудови подібної структури на основі NFT визначаються типом унікальності (рарності) кожного із учасників логістичної системи. Це означає, що згідно з технічними аспектами на основі блокчейну, які використовуються для опису NFT, чим рідше зустрічається в системі елемент, тим більш він значимий. Тобто (рис.1), якщо портовий елеватор використовується при побудові ланцюга постачань, то опис даного елемєнту системи за допомогою NFT токєну передбачає його особливу значимість, тобто легендарність – legendary (термінологією блокчейну), а наявний виробник у системі може бути описаний, як рідкий NFT токєн (rare), тобто не дуже поширений.

При цьому зернові елеватори є проміжною ланкою між пунктами накопичення у виробника зернових культур та портовим терміналом. Вони зустрічаються рідше ніж виробники зернового вантажу, але частіше ніж портовий елеватор. Тому можуть бути класифіковані з точки зору NFT-технології, як супер унікальні – super rare.

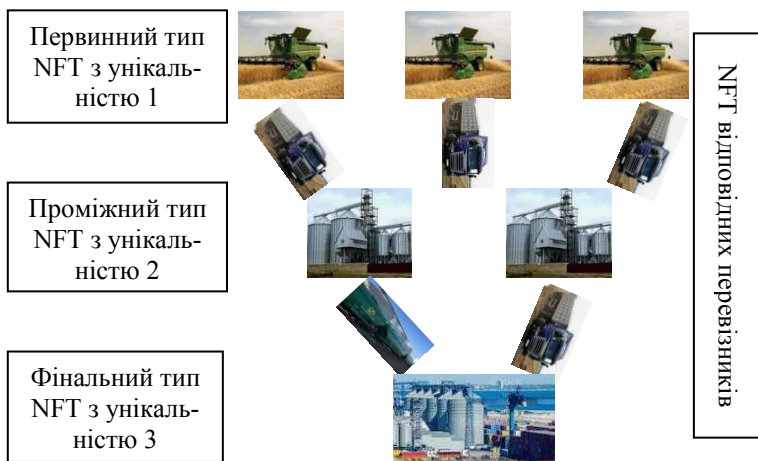


Рис.1. Первина структуризація логістичної системи при доставці зернових вантажів з NFT елементами

Окреме місце в структурі логістичної системи займає зв'язуюча ланка – транспорт. У зв'язку з тим, що даний елемент системи є найбільш поширеним, то його можна описати найпростішим NFT токеном, тобто з позиції blockchain це є common.

Подібна класифікація вже на етапі планування дозволяє визначити основні принципи «гри», тобто поведінки кожного із елементів та перспективи отримання профіту, тобто прибутку. Використовуючи раритність, можливо скласти безліч варіантів ланцюга постачань, де поведінка кожного елемента, безпосередньо обумовлена стратегією, яка обрано власником певного NFT. Подібна стратегія може бути направлена на наступне:

1. Одержання максимального профіту шляхом накопичення ігрового токена без розвитку NFT елемента. При цьому прибуток, отриманий в результаті просування зернового вантажу по вибудованій схемі ланцюга постачань, досягається лише за рахунок продажу utility token на відповідній платформі для торгів та інших операцій із криптовалютними активами. Подібна стратегія представляє собою short hold (короткострокове зберігання).

2. Пропорційний розподіл прибутку, отриманого в результаті взаємодії різних NFT, передбачає направлення частини прибутку на покращення параметрів NFT, а частину на трейдинг. Подібна стратегія є найбільш поширеною.

3. Весь прибуток направлений на скоріший апгрейд NFT для того щоб у подальшому отримувати максимальний профіт від взаємодії елементів логістичної системи, тобто long hold.

При цьому utility token - ігровий фінансовий інструмент потрібний для підтримання відповідного стимулу у власника NFT, гарантуючи певний розмір прибутку. Також потрібно розуміти, що до запуску логістичної системи кожна з NFT має власну цінність, яка виражена у фіксованій сумі через стейблкоин відповідної блокчейн мережі, через яку здійснюються транзакції між учасниками ланцюга постачань. При цьому вартість NFT напряму залежить від рівня рідкості, тобто унікальності. Це означає чим унікальнішим є NFT-токен, тим за більшу ціну можливо продати його на біржі.

Особливості технології NFT дозволяють знайти раціональний варіант побудови ланцюга постачань для просування сільськогосподарських вантажів. Тому взаємозв'язок між елементами логістичної системи є прозорим та безпечним, як з точки зору фінансових транзакцій, так і з урахуванням можливих ризиків.

Все це дозволить провести детальну імітацію функціонування ланцюга постачань, наприклад при доставці зернових вантажів. Це в свою чергу, дає можливість виявити різні проблемні аспекти та оперативно знайти вирішення складних питань, що підвищить ефективність.

#### Література

1. Muzylyov, D., Shramenko, N.: Blockchain Technology in Transportation as a Part of the Efficiency in Industry 4.0 Strategy. In: Tonkonogyi V. et al. (eds) *Advanced Manufacturing Processes*. InterPartner 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, 216-225 (2020). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-40724-7\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-030-40724-7_22)
2. Muzylyov D., Shramenko N., Ivanov V. (2021) Management Decision-Making for Logistics Systems Using a Fuzzy-Neural Simulation. In: Cagaňová D., Horňáková N., Pusca A., Cunha P.F. (eds) *Advances in Industrial Internet of Things, Engineering and Management*. EAI/Springer Innovations in Communication and Computing. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-69705-1\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-69705-1_11)
3. Medvediev Ie., Muzylyov D., Shramenko N., Nosko P., Eliseyev P., Ivanov V.: Design Logical Linguistic Models to Calculate Necessity in Trucks during Agricultural Cargoes Logistics Using Fuzzy Logic. *Acta Logistica -International Scientific Journal about Logistics*, vol.: 7, Issue: 3, pp. 155-166 (2020). <https://doi.org/10.22306/al.v7i3.165>
4. Javaida, M., Haleema, A., Singhb, R.-P., Khanc, S., Suman, R.: Blockchain technology applications for Industry 4.0: A literature-based review. *Blockchain: Research and Applications*, Volume 2, Issue 4, December 2021, 100027, <https://doi.org/10.1016/j.bcra.2021.100027>

5. Benz, D., Hamzah, M., Ghazali, M.F., Asli, M.F. (2022). Bringing Blockchain Technology in Innovating Industries: A Systematic Review. In: Al-Emran, M., Al-Sharaf, M.A., Al-Kabi, M.N., Shaalan, K. (eds) Proceedings of International Conference on Emerging Technologies and Intelligent Systems. ICETIS 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 322. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85990-9\\_33](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85990-9_33)

## **ІДЕНТИФІКАЦІЯ РИЗИКУ ДІЯЛЬНОСТІ МАШИНІСТІВ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ**

**Пузир В.Г., Дацун Ю.М., Козленко В.В.**

*Український державний університет залізничного транспорту*

Залізничний транспорт є складною техногенною системою, функціонування якої супроводжується різного роду ризиками, наслідки яких можуть призводити до випадків пошкодження, часткового або повного знищення рухомого складу, вантажу, майна фізичних і юридичних осіб та інших майнових об'єктів, часткової або повної втрати працездатності, смерті пасажирів, працівників залізниці та третіх осіб, завдання шкоди навколишньому середовищу [1]. При цьому у виконанні основної функції залізничного транспорту – перевезення вантажів та пасажирів – ключову роль відіграє машиніст, який безпосередньо відповідає за управління та безпеку руху поїзда у межах своєї компетенції. У сучасних умовах діяльність машиніста поїзда набуває особливої актуальності, якщо врахувати стрімке старіння парку тягового рухомого складу (ТРС), погіршення його технічного стану, зростання морально-психологічного та професійно-технологічного навантаження на локомотивні бригади [2].

В таких умовах цілком раціонально застосувати методологію ризик-менеджменту, що являє собою систему управління ризиками на основі процесу їх ідентифікації, оцінки та аналізу, а також вибору і використання методів нейтралізації їх наслідків, спрямовану на досягнення необхідного балансу між стратегічними можливостями підприємства та рівнем ризику, знаходження оптимального співвідношення між високим рівнем ризику, що може призвести до банкрутства підприємства, та повною відмовою від нього, що призводить до втрати конкурентоспроможності. В системі управління підприємством система ризик-менеджменту покликана стати складовою частиною підси-

стеми менеджменту організації, тобто має бути інтегрована в її загальну політику, плани роботи та діяльність. Виконання цієї умови застосування системи ризик-менеджменту є дієвим процесом [3].

Згідно вимог міжнародного стандарту ISO 31000:2018 процес менеджменту ризиками передбачає систематичне застосування політик, процедур та дій щодо обміну інформацією та консультування, визначення середовища, а також щодо оцінки, обробки ризику, моніторингу, перегляду, документування ризиків та підготовки звітності. Процес оцінки ризику має охоплювати процедури його ідентифікації, аналізу та порівняльної оцінки.

Мета ідентифікації ризику - знайти, розпізнати та описати ризики, які можуть допомогти чи завадити організації досягти своїх цілей. Для ідентифікації ризиків важливо використовувати доречну, застосовну та актуальну інформацію.

Організація може використовувати низку методів для виявлення невизначеностей, які можуть вплинути на досягнення однієї або кількох цілей. Слід враховувати такі фактори та взаємозв'язки між цими факторами:

- матеріальні та нематеріальні джерела ризику;
- причини та події;
- загрози та можливості;
- вразливості та здібності;
- зміни зовнішнього та внутрішнього середовища;
- індикатори ризиків, що виникають;
- характер та вартість активів та ресурсів;
- наслідки та їх вплив на цілі;
- обмеженість знань та достовірність інформації;
- фактори, пов'язані з часом;
- упередження, припущення та переконання залучених осіб.

В процесі ідентифікації ризику діяльності машиністів визначалось, що до основних видів їх порушень та помилок можна віднести (рис. 1):

- порушення вимог нормативної документації (НД) з безпеки руху;
- порушення режимів експлуатації ТРС;
- помилки у виборі раціональних режимів ведення поїзда.

До основних порушень машиністів вимог НД з безпеки руху відносяться: проїзд заборонного сигналу, перевищення встановленої швидкості руху, порушення порядку випробування автогальм та перевірки їх дії на шляху прямування та інші. З високою ймовірністю ці порушення стають причинами виникнення транспортних подій різного

ступеню тяжкості (згідно [4] на залізниці, через людський фактор відбувається понад 80 % транспортних подій). Як наслідок, може бути спричинена загибель або травмування людей, пошкодження рухомого складу та об'єктів інфраструктури, нанесення шкоди навколишньому середовищу та порушення графіку руху поїздів. За даними [5] матеріальні збитки АТ «Укрзалізниця» від транспортних подій в 2020 р. становили 14,63 млн грн.

В процесі застосування ТРС можуть порушуватись режими його експлуатації. Так по дизелю може допускатись тривала робота в режимі холостого ходу; зупинка дизеля із збільшеною температурою теплоносіїв; робота дизеля під навантаженням із заниженою температурою теплоносіїв; запуск дизеля без прокачування масла. По тяговим електричним машинам: слідування на розрахунковий підйом із швидкістю, що нижча за розрахункову; відключення мотор-вентиляторів в режимі вибігу чи тяги; перевантаження за струмом чи напругою. По колісно-моторному блоку: допущення тривалого боксування колісних пар; застосування крану допоміжного гальмування в режимі тяги; юз колісних пар, тощо. Тривала експлуатація ТРС із відхиленнями від нормативів супроводжується ненормальними режимами роботи обладнання, що в ряді випадків збільшує шкідливий вплив на навколишнє середовище, викликає відмови обладнання та може призводити до порушення графіків руху поїздів.

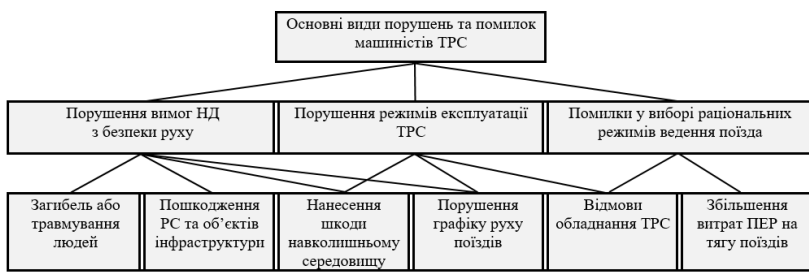


Рис. 1. Взаємозв'язок порушень та помилок машиністів ТРС із можливими наслідками

Робота машиніста ТРС передбачає вибір та реалізацію раціонального режиму ведення поїзда, що відповідає конкретним умовам відповідної поїздки. Помилки у виборі раціональних режимів ведення поїзда погіршують використання потужності ТРС, роботу його обладнання та викликають збільшення витрат паливо-енергетичних ресурсів

на тягу. Залізницями України на тягу поїздів витрачається більше 83,6% електроенергії і близько 83,3% дизельного палива або сумарно в умовному обчисленні майже три чверті від споживання усіх видів паливо-енергетичних ресурсів (ПЕР). Реалізація раціональних режимів ведення поїзда дозволяє скоротити витрати ПЕР на 10-15%.

Проведена ідентифікація ризику діяльності машиністів ТРС показала, що всі можливі ризики мають негативні сценарії розвитку, які в свою чергу можуть призводити до загибелі чи травмування людей, значних матеріальних збитків. Також реалізація кожного розглянутого ризику може призводити до кількох негативних наслідків, що також збільшує рівень матеріальних збитків.

Наступним кроком в цьому напрямку має стати аналіз ризику у тому, щоб зрозуміти його природу та характеристики, а за необхідності і визначення рівня ризику.

#### Література

1. Рачинська А.В. Класифікація ризиків на залізничному транспорті як основа формування системи економічної безпеки його функціонування. Економіка і суспільство. № 6. 2016 р. с. 81-87.
2. Самсонкин В.Н., Петин Я.П. Исследование особенностей деятельности машиниста поезда в современных условиях: взгляд изнутри профессии. Восточно-Европейский журнал передовых технологий № 6/3 (78) 2015. С. 40-45.
3. Сосновська О.О., Деденко Л.В. Ризик-менеджмент як інструмент забезпечення стійкого функціонування підприємства в умовах невизначеності. Європейський науковий журнал Економічних та Фінансових інновацій. 2019. Т. 1. № 3. С. 70-79.
4. Каменев О.Ю. Проблематика підходів до дослідження безпеки використання ергатичних систем керування на залізничному транспорті. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. 2013. Вип. 2. С. 7-16
5. Інтегрований звіт АТ «Укрзалізниця» за 2020 р. 2021. 308 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.uz.gov.ua/files/file/about/investors/UZ%20Integrated%20Report%202020%20Ukr.pdf>.



## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІРНИЧИХ ВИДІВ ТРАНСПОРТ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ОБОРОНОЗДАТНОСТІ УКРАЇНИ

Семененко Є.В., Беляєв М.М.

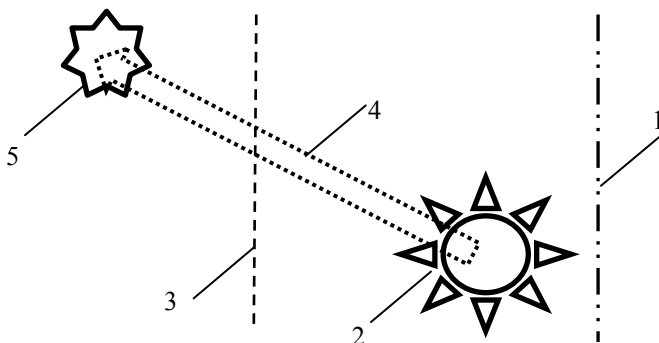
*ІГТМ НАН України, УДУНТ МОН України*

Науково-технічний прогрес зробив бурхливий стрибок у ХХ столітті, яке без перебільшення можна вважати століттям транспортних технологій. В ХХ століття людство увійшло з кіньми, залізничним та річковим транспортом, а по закінченню цього століття впевнено використовувало автомобільний, повітряний, конвеєрний, трубопровідний, контейнерний та навіть космічний види транспорту. Транспорт став поділятися на різні галузі за багатьма признаками та ознакам. Деякі види транспорту, а саме промислового транспорту, виникли, досягли найбільшого свого розвитку та майже занепали протягом саме цього ХХ століття. До цих видів транспорту слід віднести на сам перед контейнерний та конвеєрний види транспорту, а також частково трубопровідний пневмо- та гідротранспорт, електричний, монорельсовий та малогабаритний залізничний транспорт.

Але сумні події лютого 2022 року дали шанс на використання цих видів транспорту в нових умовах та за новим призначення.

Близькість розташуванням багатьох міст країни до кордонів з північним сусідом унеможливує евакуацію їх мешканців у разі повномасштабної агресії або прикордонних конфліктів. Сучасна військова техніка дозволяє ворогу дуже швидко просуватися в глибину території та залишати міста, що обороняються, у себе в тилу. В таких умовах існує висока ймовірність облоги таких міст, що потребує будівництво захисних споруд та фортифікації, але унеможливує забезпечення ліками, набоями провіантом а також рятування мирних мешканців та важкопоранених. Сумний досвід 2022 року свідчить про нездатність світових установ, таких як «Червоний хрест», створити та забезпечити гуманітарні коридори. Тому про можливість евакуації поранених та мирного населення, та про доставку вантажів під час облоги керівництву таких міст треба турбуватися заздалегідь (рис. 1). Вочевидь транспорті магістралі для цього випадку необхідно розташовувати глибоко під землею, що накладає на транспорті технології відповідні обмеження, на сам перед, геометричного плану. Саме тому тут буде доцільним досвід шахто- та метробудівництва, перспективу мають внутрішньо-шахтні види транспорту, а також конвеєрний та контейнерний види транспорту. Всі ці транспортні технології, після відповідного допра-

цювання, зможуть переміщувати як вантажі, так, й людей, в тому числі поранених або хворих. Всі ці транспортні технології дозволяють забезпечити відповідний вантажопотік на досить велику відстань, що дозволить провести евакуаційні заходи після початку облоги та забезпечити гарнізони міст усім необхідним. Більшість цих видів транспорту дозволяють розташування енергетичного або силового обладнання в одному з кінців своїх магістралей, що дозволяє забезпечувати їх працездатність з території, що не попала в облогу.



1 – Державний кордон; 2 – прикордонне місто; 3 – лінія зіткнення військ захисників та окупантів; 4 – транспортна магістраль;  
5 – кінцевий пункт евакуації мешканців.

Рис. 1. Принципова схема розташування транспортних магістралей для евакуації мешканців та постачання захисників прикордонних міст

Підземне розташування таких транспортних комунікацій дозволяє їх органічно поєднувати з укриттями для мирного населення та муніципальних служб від авіаударів, крилатих та балістичних ракет, обстрілів реактивної та ствольної артилерії. Навколо таких об'єктів зручно розташовувати підземні склади, шпитали, евакуаційні та логістичні центри. За межами міст, з яких планується евакуація, такі транспортні магістралі передбачають можливість безпечної акумуляції вантажів та пасажирів та приховану їх пересадку на інші види транспорту: залізничний, автомобільний чи повітряний.

## УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ АВТОВОКЗАЛУ З УРАХУВАННЯМ РОБОТИ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ

**Симонов С.І., Лашініна А.В., Карташова М.О.**

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Згідно ДБН Б.2.2-12:2018 «Планування і забудова територій», формування зовнішнього транспортного вузла населеного пункту та прилеглих до нього територій має базуватися на матеріалах проекту національної транспортної стратегії України, що спрямована на будівництво залізниць і автомобільних доріг, спорудження нових, перш за все, швидкісних магістралей, та створення на їх основі національної мережі транспортних коридорів. Такі коридори повинні проходити поза перспективними межами територій населених пунктів і з'єднуватися дорогами з розв'язками в різних рівнях з магістралями загальноміського значення.

Нові ділянки залізничних магістралей та автомобільних доріг I - III категорій слід передбачати за межами територій, що призначені для перспективного розвитку населених пунктів. У разі неможливості такого прокладання допускається їх проходження через територію населеного пункту в наземному чи естакадному коридорах, обладнаних шумозахисними пристроями та розв'язками руху, з відповідним забезпеченням транспортних і пішохідних зв'язків між окремими частинами населених пунктів роз'єднаних цими коридорами.

У містах з населенням понад 250 тис. осіб слід передбачати розміщення одного центрального автовокзалу (автостанція першої категорії) для дальнього міжміського (кінцевого та транзитного) сполучення та декілька приміських автостанцій, які мають розміщуватися на найбільш завантажених автобусним сполученням виїздах з міста, біля станцій внутрішньоміського транспорту на напрямках найбільшого попиту.

У великих містах автовокзал або автостанції доцільно розміщувати в серединній зоні, а в середніх і малих містах та сільських населених пунктах — в центральній зоні, поблизу громадських і торгових центрів, ринків, залізничних і річкових вокзалів (з останніми допускається кооперування в одній споруді). Відстань від автовокзалів до житлової забудови повинна бути не менше 100 м, а від автостанцій - 50 м відповідно та відокремлюватись від цієї забудови зеленими захисними зонами шириною не менше 20 м.

При цьому зупинки громадського транспорту слід розміщувати мультимодально: якомога ближче одна до одної, за якомога меншої наявності перешкод при пересадці.

У разі відсутності можливості забезпечити мультимодальну пересадку, допускається зміщувати зупинки окремих видів транспорту на відстань не більше, ніж 100 м по пішохідній мережі від автовокзалів.

У межах території автовокзалів доцільно розміщувати перехоплюючі велостоянки. Кількість місць визначається розрахунком: 1% від користувачів автовокзалу + 2% від отриманого числа. Відстань від перехоплюючої велостоянки до автовокзалу не повинна перевищувати 30 м.

Місткість автовокзалів має бути в межах 7-12%, а автостанції – 12-17% від кількості пасажирів, які відправляються за добу, площа території залежно від класу автовокзалу або автостанції визначається відповідно до розрахунку, в межах 0,4 2,0 га.

Для орієнтовного визначення земельної ділянки автовокзалу (автостанції) приймаються показники питомої площі на один пост посадки-висадки пасажирів:

- для пасажирських автостанцій з кількістю постів
- від 3 до 7 – 300-1900 м<sup>2</sup> для автовокзалів з кількістю постів:
- від 6 до 12 – 1301-2200 м<sup>2</sup>
- від 12 до 15 – 1001-1300 м<sup>2</sup>
- більше 15 – 700-100 м<sup>2</sup>

Основою функціонального рішення будівлі, насамперед, є її призначення. Після російсько-української війни виникне потреба адаптації автовокзалів до нових містобудівних умов та функцій, які диктує сучасний ринок. Автовокзали давно перестали виконувати деякі свої громадські функції, наприклад, харчування, оскільки з'явилась конкуренція з боку інших об'єктів. Ще до війни функціональна структура більшості автовокзалів застаріла і не сприяла виконанню функції комфортного транспортного обслуговування в будівлі, тому пасажирів часто вимушені шукати інші місця для проведення часу в очікуванні свого рейсу. На цю проблему також впливала відсутність зон релаксації та розваг в будівлях великих автовокзалів. Окрім цього, бракує умов та організованих зон для комерційної діяльності, наприклад офісів, щоб утримання автовокзалу було рентабельнішим. Тому дослідження особливостей функціональної структури сучасних автовокзалів залишається актуальним, оскільки змінюються потреби пасажирів і з часом ви-

никає необхідність пристосовувати функціональне наповнення будівлі під їхні потреби.

### Література

1. ДБН Б.2.2-12:2018 Планування і забудова територій.
2. Гудима Р. Модернізація транспортної інфраструктури прикордонних регіонів: фінансові та управлінські аспекти / Р. Гудима // Вісник Львівської комерційної академії. Серія економічна. – 2014. – Вип. 46. – С. 72-75.
3. Реалізація потенціалу транспортної інфраструктури України в стратегії посткризового економічного розвитку. Аналітична доповідь [Д. Прейгер. О. Собкевич, О. Ємельянова]. – К.: Національний інститут стратегічних досліджень, 2011. – 37 с.

## ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ АВТОВОКЗАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ

**Симонов С.І., Лашініна А.В., Карташова М.О.**

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Автовокзальні комплекси, ці об'єкти є складними за функціональною організацією, з різним складом та розмірами функціональних зон, оскільки, з одного боку, вони є громадськими будівлями, а з іншого – транспортними спорудами, які можуть поєднувати різні види транспорту. Пасажи́рські будівлі усіх видів магістрального транспорту призначені, здебільшого, для здійснення двох функцій: по-перше, для обслуговування пасажирів, по-друге, для управління режимом роботи транспортних засобів і розміщення експлуатаційного персоналу. Проте соціальний розвиток сучасного суспільства, зростання його потреб змушують постійно розширювати і коригувати функції пасажирських будівель.

Слід розділяти послуги, що забезпечуються автовокзалом – ті, що надаються пасажиром, і ті, що отримують перевізники. Обов'язковими послугами, що надаються населенню та пасажиром, є користування послугами приміщень автовокзалу з метою здійснення функцій чекання поїздки, купівлі квитків, довідки, збереження багажу, вбиральень. До обов'язкових послуг, що надаються перевізникам, також належать послуги посадки пасажирів у автобус, диспетчеризації руху автобусів, надання платформ для посадки та висадки пасажирів і місць

на майданчику відстою автобусів, кімнат короткотермінового відпочинку водіїв, інформування водіїв щодо дорожніх умов і безпеки дорожнього руху, проведення технічного огляду та прибирання автобусів. До додаткових послуг належать послуги з попереднього продажу квитків, бронювання місць, замовлення квитка за телефоном, замовлення таксі, замовлення автобуса, переоформлення квитка, відпочинку в готелі автостанції, харчування, кімнат матері та дитини, довідкового бюро, доставка квитка додому, замовлення квитка для поїздки з іншого міста.

Планування автовокзалу повинне передбачати чіткий функціональний розподіл. Будівля автовокзалу може бути призначена як для пасажирів, вантажу, так і для будь-яких інших конкретних цілей. Забезпеченню кожної зазначеної вище функції в структурі автовокзалу відповідає певна функціональна зона. Зміна умов функціонування автовокзалів може спричинитися, крім підвищення рівня транспортного обслуговування пасажирів, також організацією нових форм громадського обслуговування, пов'язаних з торгівлею, громадським харчуванням, дозвільними видами діяльності.

Вокзали різної класифікації, як правило, мають такий базовий склад груп основних приміщень: пасажирські – де зосереджені приміщення та служби, що забезпечують надання послуг, потрібних пасажирам, і необхідних для управління транспортним процесом. Пасажирські приміщення включають єдиний пасажирський зал із зонами очікування, операційні касові, роздільні – вестибюль, зал очікування, кімната матері й дитини, торговий зал, буфет або кафе, камеру схову, медпункт, торговельні кіоски, довідкові бюро, санвузли тощо; адміністративно-службові – приміщення адміністрації, диспетчерські, кімнати чергових по вокзалу, кімнати персоналу, кімнати водіїв, облаштування зв'язку, підсобні приміщення кас, приміщення для здачі виручки та отримання квитків та ін.; підсобно-технічні – виробничі або підсобні приміщення кафе або буфету, приміщення технічних пристроїв – котельні, бойлерні, трансформаторні й вентиляційні камери, склади, господарські комори та ін.

Важливим функціональним елементом, навколо якого організуються інші функціональні зони, пов'язані з обслуговуванням відвідувачів, є вестибюль. Для пасажирів, що мають намір залишитися в місті на декілька днів, для їхньої зручності й комфорту необхідно організувати, окрім функцій прибуття – очікування – відправлення, також і декілька додаткових функцій. Таким пасажирам потрібні сон і відпочинок, то виникає потреба у забезпеченні проживання й організації торгово-побутового обслуговування, тобто забезпеченні харчування і побутового обслуговування, а також здійснення різних покупок –

від побутових дрібниць до сувенірних товарів. Наповнюваність усіма цими функціями залежить від значущості автовокзалу, а також від містобудівних особливостей. Крім того, автовокзал може виконувати і додаткові функції з організації виставкового простору, дозвілля та розваг, туристичних бюро, а також розміщення офісів. Створення багатофункціональних вокзальних комплексів вимагає розширення площ, відведених для надання додаткових послуг пасажиром і відвідувачам. Відсутність вільних площ комерційного призначення не дозволяє розвивати сферу послуг і за рахунок цього покривати збитки на утримання вокзалів. Тому, завдяки функціональному навантаженню автовокзалу повинні стати центрами не тільки транспортного обслуговування, а й громадськими, інформаційними та культурними об'єктами.

Функціональні блоки формуються з окремих приміщень. Подібне блокування зручне у функціональному відношенні і є досить економічним, оскільки дозволяє замість трьох окремо розташованих споруд звести цільний автовокзальний комплекс. Переваги блокування особливо очевидні в умовах малих і середніх міст. Функціональна зона торгово-побутового обслуговування представлена закладами харчування: ресторан з банкетними і фуршетними залами, барами, кафе, а також торговими підприємствами – магазинами з товарами першої необхідності, одягу, галантереї тощо. До різних функціональних частин автовокзалу є окремі входи з привокзальної території. Зв'язок приміщень на поверххах та між ними відбувається завдяки горизонтальним і вертикальним комунікаціям.

Транспортна мережа є одним із найважливіших елементів кожного виду транспорту, що характеризує рівень потенційної транспортної забезпеченості держави або окремої її території. Густота мережі, її конфігурація, пропускна і провізна спроможність окремих напрямів визначають значною мірою обсяг транспортної роботи. Формування транспортної мережі, її видова структура, густота шляхів сполучення як загалом, так і окремих видів транспорту, проходження основних магістралей визначаються галузевою структурою господарства, його виробничою спеціалізацією, територіальною організацією, густотою населених пунктів, особливостями історичного розвитку, природними умовами, а також економіко-географічним положенням території країни або її регіонів.

У сукупності покращення автовокзалів та транспортних мереж дозволить швидше розвиватися регіонам та країнам, що буде так необхідно нашій країні після руйнівної війни.

## Література

1. Про затвердження типового технологічного процесу надання послуг пасажирських автостанцій та автовокзалів / Міністерство транспорту України. Наказ № 565 від 28.08.2001. – Інформаційний портал України: ua.info.biz.
2. Рижик В.М. Класифікація сучасних автовокзалів // Містобудування та територіальне планування. Науково-технічний збірник. – К., – КНУБА. – №50. – 2013. – с. 592.

## ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ НАВАНТАЖЕНОСТІ ВАГОНА-ХОПЕРА З ДАХОМ ІЗ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ

Фомін О.В.<sup>1</sup>, Ловська А.О.<sup>2</sup>, Литвиненко А.С.<sup>3</sup>, Сова С.С.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Державний університет інфраструктури та технологій*

<sup>2</sup>*Український державний університет залізничного транспорту*

<sup>3</sup>*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Перспективи розвитку залізничної галузі зумовлюють необхідність впровадження в експлуатацію рухомого складу з покращеними техніко-економічними показниками. Одним з провідних напрямків створення сучасного рухомого складу є врахування принципів мультиматеріальності на стадії проектування та виготовлення [1, 2].

В останні роки в машинобудуванні все більшого застосування знаходять композитні матеріали, які добре зарекомендували себе не тільки з точки зору міцністних якостей. Це сприяє зменшенню тари транспортних засобів, покращує їх динамічні та антикорозійні якості, підвищує строк служби тощо.

Тому виникає необхідність проведення відповідних досліджень в цьому напрямку з метою обґрунтування створення інноваційних конкурентоспроможних конструкцій рухомого складу широкої колії.

Для зменшення навантаженості несучої конструкції вагона-хопера пропонується використання даху з композитною обшивкою. Використання композитного матеріалу сприяє зменшенню маси даху майже на 40% у порівнянні з металевою конструкцією. При цьому пропонується використання композиту з титановою матрицею, який має щільність 4180 кг/м<sup>3</sup> та межу міцності вздовж волокон –



1100...1300 МПа в залежності від виду волокон та їх кількості, а в поперечному – 650 МПа.

Дослідження проведені стосовно вагона-хопера для перевезення зерна моделі 19-6869, побудови ДМЗ “Карпати” (рис. 1).

З метою визначення вертикальної навантаженості несучої конструкції вагона-хопера з дахом із композитного матеріалу проведено математичне моделювання. Для цього використано математичну модель, наведену у [3]. В рамках дослідження модель доопрацьовано шляхом урахування додаткового ступеня вільності – у повздовжній площині [4]. Розв’язок математичної моделі проведено за методом Рунге – Кутта. Початкові умови прийняті рівними нулю. При проведенні розрахунків враховувалися параметри ресорного підвищування візка моделі 18-100.



Рис. 1. Вагон-хопер моделі 19-6869

Встановлено, що прискорення несучої конструкції вагона-хопера в центрі мас дорівнює  $5,0 \text{ м/с}^2$ , що на 6% вище ніж у типовій конструкції. Коефіцієнт вертикальної динаміки дорівнює 0,67 та є вищим на 4,5% ніж у конструкції вагона-хопера з металевим дахом. Отримані показники динаміки вище за ті, що виникають в несучій конструкції вагона-прототипу, оскільки його тара зменшилася. Разом з цим це дозволяє підвищити корисний об’єм кузова вагона-хопера, що сприятиме і підвищенню ефективності його експлуатації.

Проведені дослідження сприятимуть створенню напрацювань щодо проектування інноваційних конструкцій рухомого складу, а також підвищенню ефективності його експлуатації.

### Література

1. Alexandru Ionut Patrascu. Structural Analysis of a Freight Wagon with Composite Walls / Alexandru Ionut Patrascu, Anton Hadar, Stefan Dan Pastra-

- ma // *Materiale plastic*, 2019, Vol. 57(2), P. 140 – 151. doi: 10.37358/MP.20.2.5360
2. O. Fomin. Dynamics and strength of circular tube open wagons with aluminum foam filled center sills / Fomin O., Gorbunov M., Lovska A., Gerlici J., Kravchenko K. // *Materials*, 2021, Vol. 14(8), 1915. <https://doi.org/10.3390/ma14081915>
  3. Дьомін Ю. В. Основи динаміки вагонів: навч. посіб. / Ю. В. Дьомін, Г. Ю. Черняк. Київ, КУЕТТ. 2003. 269 с
  4. Oleksij Fomin. Establishing patterns in determining the dynamics and strength of a covered freight car, which exhausted its resource / Fomin Oleksij, Lovska Alyona // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2020, Vol. 6, Issue 7 (108), P. 21 – 29. doi: 10.15587/1729-4061.2020.217162

## ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ДАХУ ІЗ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ ВАГОНА-ХОПЕРА

Фомін О.В.<sup>1</sup>, Ловська А.О.<sup>2</sup>, Литвиненко А.С.<sup>3</sup>, Сова С.С.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Державний університет інфраструктури та технологій*

<sup>2</sup>*Український державний університет залізничного транспорту*

<sup>3</sup>*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Розвиток економічної діяльності України вимагає забезпечення транспортної галузі сучасним рухомим складом з покращеними технічними, економічними та екологічними характеристикам. При проектуванні та створенні такого рухомого складу одним з основних критеріїв є використання новітніх матеріалів з покращеними показниками міцності [1, 2].

Відомо, що одним з найбільш затребуваних типів вагонів, який використовується для перевезень зерна є вагони-хопери. Для підвищення ефективності використання вагонів-хоперів розглянуто можливість виготовлення даху із композитного матеріалу. Це сприяє зменшенню маси даху майже на 40 % у порівнянні з металевою конструкцією при забезпеченні умов експлуатаційної міцності та надійності.

Дослідження проведені на прикладі даху вагона-хопера моделі 19-6869, побудови ДМЗ “Карпати”. Дах вагона, складається з обшивки, виконаної з листового прокату, товщиною 3 мм та каркасу. Матеріал

даху – сталь марки 09Г2С. Дах приварюється до внутрішніх діафрагм кузова, торцевим стінам та через верхні обв'язування до бокових стін.

В середній частині даху вздовж повздовжньої осі вагона розміщені п'ять завантажувальних люків. Дах обладнаний трапами, які призначені для безпечної роботи обслуговуючого персоналу.

В рамках дослідження запропоновано виготовлення обшивки даху із композитного матеріалу, а каркасу – зі сталі. Просторову модель даху створено в програмному комплексі SolidWorks (рис. 1).

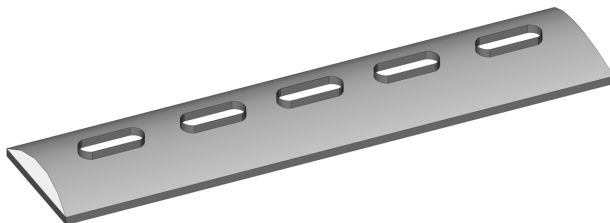


Рис. 1. Просторова модель даху вагона-хопера

Розрахунок на міцність реалізований в SolidWorks Simulation. Оскільки обшивка складається з композиту, який є ортотропним матеріалом, а каркас із сталі, що є ізотропним матеріалом, то розрахунок проведений за двома критеріями – максимальних напружень та Мізеса.

При проведенні розрахунків на міцність обшивки застосовано композит з титановою матрицею, який має щільність  $4180 \text{ кг/м}^3$  та межу міцності вздовж волокон –  $1100 \dots 1300 \text{ МПа}$  в залежності від виду волокон та їх кількості, а в поперечному –  $650 \text{ МПа}$ .

Розрахунок здійснений при основних режимах навантаження даху у відповідності до [3]. Встановлено, що максимальні напруження, які виникають в обшивці складають  $123 \text{ МПа}$ , а в каркасі –  $70 \text{ МПа}$ , що значно менше за допустимі.

Проведені дослідження сприятимуть підвищенню ефективності експлуатації вагонів-хоперів, а також створенню рекомендацій щодо проектування сучасного рухомого складу з покращеними техніко-економічними показниками.

#### Література

1. Marek Płaczek. Modelling and arrangement of composite panels in modernized freight cars / Płaczek Marek, Wróbel Andrzej, Olesiejuk Maciej // MATEC Web of Conferences, 2017, Vol. 112, 06022. doi: 10.1051/mateconf/201711206022

2. O. Fomin O. Dynamics and strength of circular tube open wagons with aluminum foam filled center sills / Fomin O., Gorbunov M., Lovska A., Gerlici J., Kravchenko K. // *Materials*, 2021, Vol. 14(8), 1915. <https://doi.org/10.3390/ma14081915>
3. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних): ДСТУ 7598:2014, 2015. – 162 с.

## ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ВПЛИВУ НА МІЦНІСТЬ НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ КРИТОГО ВАГОНА

Фомін О.В.<sup>1</sup>, Ловська А.О.<sup>2</sup>, Литвиненко А.С.<sup>3</sup>, Сова С.С.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Державний університет інфраструктури та технологій*

<sup>2</sup>*Український державний університет залізничного транспорту*

<sup>3</sup>*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Підвищення ефективності використання та конкурентоспроможності залізничного транспорту викликає необхідність забезпечення його багатофункціональності та можливості до перевезень широкої номенклатури вантажів, в тому числі і високотемпературних [1 – 3]. Одним з найбільш використовуваних вагонів, який застосовується для перевезень високотемпературних вантажів, а саме окатишів та гарячого агломерату з температурою не вище 700°C є вагон-хопер. Однак в експлуатації може мати місце необхідність перевезень вантажів з меншою температурою і для можливості забезпечення їх транспортування пропонується дослідження температурної навантаженості критичних вагонів. З цієї метою у якості прототипу обрано критичний вагон моделі 11-217.

Для визначення допустимої температури перевозимого вантажу у вагоні проведено його термічний розрахунок. При цьому використано метод скінчених елементів, який реалізовано в програмному комплексі SolidWorks Simulation. При складанні розрахункової схеми несучої конструкції критичного вагона температурне навантаження прикладалося до його внутрішніх поверхонь. Також розрахункова схема враховує вертикальне статичне навантаження, зумовлене вагою вантажу розміщеного у кузові з використанням його повної вантажопідйомності. До упорів автозчепу прикладалося повздовжнє навантаження у 1,0

МН для імітації руху вагона у складі поїзда. При побудові скінчено-елементної моделі застосовані просторові тетраедри з чотирма точками Якобіана. У якості матеріалу конструкції використано сталь марки 09Г2С.

Встановлено, що міцність несучої конструкції критого вагона забезпечується при дії температури у  $118^{\circ}\text{C}$ . При цьому максимальні еквівалентні напруження зафіксовані у вертикальних стійках і дорівнюють  $344,8\text{ МПа}$  (рис. 1). У якості допустимих напружень враховано межу плинності матеріалу, яка для сталі 09Г2С дорівнює  $345\text{ МПа}$  [4].

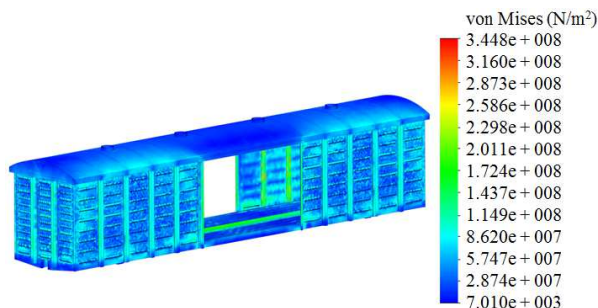


Рис. 1. Напружений стан несучої конструкції критого вагона

При цьому найбільш навантаженими складовими несучої конструкції вагона є бокові стіни (рис. 2).

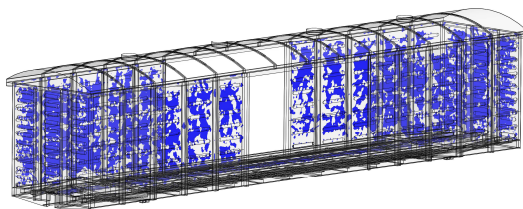


Рис. 2. Найбільш навантажені зони несучої конструкції критого вагона

Проведені дослідження сприятимуть підвищенню ефективності використання залізничного транспорту шляхом можливості залучення критих вагонів до перевезень більш широкої номенклатури вантажів, а також створенню напрацювань щодо проектування мультифункціональних контрукцій вагонів.

## Література

1. Fomin Oleksij. Determining the features of temperature influence on the load-bearing structure of a hopper car with a composite cladding when transporting pellets to metallurgical enterprises / Oleksij Fomin, Alyona Lovska, Vadym Dzhenchako, Olexandr Zhylinkov, Anna Fomina, Andrii Lytvynenko // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022, Vol. 1/7 (115), P. 32 – 41. doi: 10.15587/1729-4061.2022.251300
2. Fomin Oleksij. Determining the features of temperature influence on the load-bearing structure of a hopper car with a composite cladding when transporting pellets to metallurgical enterprises / Oleksij Fomin, Alyona Lovska, Maryna Khara, Iryna Nikolaienko, Andrii Lytvynenko, Sergiy Sova // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022, №2/7 (116), P. 6 – 13. doi: 10.15587/1729-4061.2022.253770
3. Фомін О. В. Дослідження напруженого стану несучої конструкції напіввагона при розморожуванні в ньому вантажу / О. В. Фомін, А. О. Ловська, С. С. Сова, А. С. Литвиненко // *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*, 2022, № 1 (271), С. 53 – 57. doi: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2022-271-1-53-57>
4. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних): ДСТУ 7598:2014, 2015. – 162 с.

## ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ В УМОВАХ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ ЕКОНОМІЧНОГО ПРОСТОРУ

**Чернецька-Білецька Н., Мельников В.**

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

**Мета.** Вивчити логістику як нову галузь економіки з відносно новою та молодого концепцією людської діяльності. Позначити такі види діяльності, як обмін інформацією, транспортна доставка, керування запасами, складом, переробка вантажів та упаковка. З кожним роком логістика сприймається як взаємопов'язаний складний процес, має напрямок зниження загальних витрат. У разі збільшення обсягів виробництва, які призвели до сильне збільшення витрат, підприємства зупиняються на пошуку можливостей зниження витрат у сферах обігу.

Основною проблемою логістики в Україні є сфера постачання. У ній відбувається постійне підвищення закупівельних цін, з різних

причин несвоєчасне виконання замовлень у виробничих підрозділах, складності зі складським господарством, обладнання, що старіє, великі запаси матеріалів та обладнання на складах.

Крім цього, ця сфера пов'язана з транспортом, який займає логістику особливу роль. На багатьох підприємствах транспорту відсутні нові транспортні засоби, які відповідають міжнародним стандартам, у чому простежується відсталість інфраструктури транспортної мережі, дуже низький техніко-технологічний ступінь та рівень організації перевезень.

При цьому слід зазначити, що транспорт є одним із основних об'єктів витрат у логістичній системі підприємства. Проте підприємство не може функціонувати без постачання сировини, готової продукції або матеріалів. Наслідками зупинок функціонування транспорту є прями та непрямі збитки підприємств, і навіть їхнє повне банкрутство, через зупинку подачі сировини, необхідної для виробництва, що призводить до затримок відвантаження готової продукції, відбувається її просте та псування.

Логістика складування в Україні характеризується низьким рівнем виробничо-технічної бази складського господарства, величезним недоліком якісного технологічного обладнання з обробки продукції, низьким рівнем механізації та автоматизації складських робіт.

У логістиці розподілу існують проблеми уповільнення пересування товарів від виробників товарів до їх споживачів, високий рівень незадоволеності попиту, мала надійність та недостатність рівня якості обслуговування споживачів, немає продуманої стратегії розвитку систем розподілу та організованих товарних ринків.

Інформаційна логістика певною мірою має значення для оптимізації роботи підприємства, але ціна на цей вид послуг дуже велика, що не доцільно.

При зіткненні думок слухачів та практиків, які намагаються покращити транспортну логістику на підприємствах, стають одні й ті самі проблеми, і вони стосуються:

- якості транспортного обслуговування;
- зношеності рухомого складу та труднощі, пов'язані з його оновленням;
- поганий інформаційної підтримки;
- зниженій конкурентоспроможності українських перевізників порівняно з іноземними;
- складнощів складання транспортних маршрутів руху;
- Недовантаження транспорту за вантажопідйомністю або корисним внутрішнім обсягом кузова;

- страхування вантажів та транспортних засобів;
- складнощів організації перевезень за участю кількох видів транспорту;
- нестачі інформації про програмні продукти, що дозволяють автоматизувати, спростити та прискорити виконання операцій, що супроводжують перевізний процес.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вчені, які займаються питаннями: створення, вивчення, контролем роботи та отримання високих результатів роботи логістичних ланцюжків сходилися в одній думці, що з розвитком світового ринку зростає попит у логістичних операціях та процесах із запровадженням логістики. Використовуючи первісний зміст, вкладений у поняття «логістика» зарубіжними дослідниками, В. І. Сергєєв дає таке визначення:

Фізичне розподіл - це комплексна логістична активність, що є складовою частиною процесу дистрибуції і включає всі логістичні операції, пов'язані з фізичним переміщенням і зберіганням продукції товаропровідних структурах виробників та (або) логістичних посередників».

Необхідно відзначити появу в аналізованій період перших логістичних організацій та спільнот. Найстарішою організацією у світі є Національна асоціація проблем управління закупівлями (заснована у 1915 р.). Стало очевидним, що не можна більше нехтувати можливостями покращення фізичного розподілу, насамперед із позиції зниження витрат. Відомий американський письменник і консультант з менеджменту П. Друкер називав активності в дистрибуції «найбільш сумно знехтуваної сферою американського бізнесу, що найбільше подає».

Період із середини 1950-х до 1970-х років. Західні спеціалісти називають періодом становлення логістики. Він характеризувався інтенсивним розвитком теорії та практики логістики, насамперед знову в США, де були написані різні праці зі становлення та розвитку логістики такими менеджерами як Stock R. та Lambert M. Douglas. Існує різне трактування терміна «логістика», в значенні логіки, використовувалася в роботах знаменитого німецького математика Г. Лейбніца (1646-1716), а новий зміст за терміном був закріплений пізніше на філософському конгресі в Женеві в 1904 р. Про проблеми та їх вирішення Логістика

- унікальна сфера діяльності, оскільки нею займаються всюди у світі по 24 години на добу, по 7 днів на тиждень протягом 52 тижнів на рік. Лише деякі сфери ділових операцій можуть похвалитися тією ж складністю внутрішніх взаємозв'язків і такою самою широтою географічного охоплення, які притаманні логістики. Сучасна логістика -



явище парадоксальне. Те, що сьогодні називається логістикою, виникло із зародженням цивілізації, тобто це не нововведення. Однак найдосягальніших досягнень логістика досягла, як уже зазначалося, у набагато пізніший період - в економічному середовищі, тобто в середовищі сучасного бізнесу. Вирішивши безліч проблем та завдань із логістикою в Україні, можна буде стверджувати, що Україна досить успішно вирішує проблеми створення міжнародних транспортних коридорів на основі програми «FROM-DOOR-TO-DOOR».

### Література

1. Бажин І. І. Логістика [Текст]: Компакт-підручник. Харків: Кон-сум, 2003.
2. Бауерсокс Д. Дж., Клас Д. Дж. Логістика. Інтегрований ланцюг поставок [Текст]: М: Олімп-бізнес, 2001.
3. Гаджинський А. М. Основи логістики [Текст]: Навч. допомога. М: ІВЦ «Маркетинг», 2003.
4. Корпоративна логістика. 300 відповідей на питання професіоналів [Текст]/За заг. та наук. ред. проф. В. І. Сергєєва. М.: ІНФРА-М, 2004.
5. Макаренко М. В., Канке А. А. Закупівельна та розподільна логістика [Текст]: Навч. допомога. М: ГУУ, 2003.
6. Stock R., Lambert M. Douglas. Strategic Logistics Management McGraw-Hill, Irwin, 2001.
7. Окландер М. А. Маркетинг та логістика у підприємстві. Одеса: АП НТ та ЕЙ, 1996.
8. Омел'ченко В. Я. та ін. Управління матеріальними потоками в мікроекономіці перехідного періоду [Текст]: Монографія / В. Я. Омельченко, О. П. Омельченко, В. Г. Кузнецов; За загальною науковою редакцією доц. Омельченко В. Я. Севастополь: "Вебер", 2003.
9. APICS Dictionary, 8th Edition. American Production and Inventory Control Society, Inc. 1995.
10. Terminology in Logistics. Dictionary. European Logistics Association, 1994. ANNEX 12. attachment:/120/452.htm [Електронний Документ] - назв. з екрану.

## INCREASING SANITARY AND HYGIENE INDICATORS RAIL TRANSPORT

**Nozhenko V., Kovtanets M., Vakulik M., Kovtanets T.**

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

During the operation of passenger rolling stock and locomotives, a certain amount of natural human waste is generated. Such excrement is removed from the respective rooms of the vehicles in two main ways: they are moved to the rail bed through a phage pipe or accumulated on the vehicle itself in a special container with bacteria – coprophages. The first option is very simple, and unfortunately it is still used on the railways of Ukraine and many other countries, however, as is known, pathogenic microorganisms are often found in the natural waste of human life, which complicates the already complex epidemiological situation. The second method mainly eliminates the disadvantages of the first, however, in addition to the complexity of the design and the need for periodic maintenance, there are issues of reliable operation of the installation, especially in the parking lot, without additional energy costs, especially at low ambient air temperatures [1].

Passenger railway transport is public, which indicates the need for the strictest observance of the rules of personal hygiene. In addition to the desire of passengers to adhere to such a position, a fairly complete set of appropriate equipment is required. Firstly, it is the constant cleanliness of all surfaces in the main source of pathogenic microorganisms - the sanitary and hygienic room, then - the availability of cold and hot water. Even this short list of necessary sanitary and hygienic safety requirements is not always met, there are cases of lack of cold water, more often than hot water. And cleaning, treatment and disinfection of premises is carried out mainly at terminal stations or depots.

It's no secret that the evolutionary development of humanity is accompanied by the expansion of the spectrum of diseases of the Earth's population, this is clearly manifested in modern conditions during the spread and worldwide fight against the coronavirus. If today the maximum possible barriers are not put in place to prevent the spread of diseases, then tomorrow will probably be too late. It is impossible to weigh the entire burden of this problem solely on the shoulders of health care, since this problem must be solved comprehensively, including by the creators of railway transport [2].

The solution of the existing problem takes place in three main directions, i.e. protection of the person directly, protection of the environment

and maintenance of the appropriate sanitary and hygienic condition of railway transport [3].

The first direction provides protection to a person by protecting him from the influence of disease-causing organisms in places of their greatest concentration. Such are many surfaces of sanitary and hygienic rooms on railway rolling stock. For the practical implementation of such requirements, in addition to known actions in this direction, it is necessary to treat the premises after each visit by a person, for example, with ultraviolet radiation.

The second direction is based on the protection of the environment from natural human waste. Along with existing designs, for example, a bio-toilet based on coprophagous bacteria, it is proposed to use an alternative closed system for the same purpose. This design is equipped with a number of containers into which processed substances fall, where the latter are transformed into a gaseous state under the action of electrical energy.

The third direction involves the presence of cold and hot water, as well as warm air. It is not economically advisable to have a significant supply of water on the vehicle, it can be obtained by condensation of vapors from the containers, which were mentioned above. Moreover, the condensation is two-stage, the first - hot gaseous substances heat the water, which is used in the future as hot, the second stage - condensation of gaseous substances to obtain cold water. Condensed water is ozonated, the energy for the functioning of the ozonator system is mainly electrodynamic braking. Ozone can be used to ozonate incoming, warm air and be applied as needed [4].

Currently, increasing the comfort of passenger transportation involves improving the sanitary and hygienic components of this problem. The proposed measures will allow not only to qualitatively raise the level of resolution of this issue, but also to raise the competitiveness of both domestic rolling stock and railway transport as a whole.

### References

1. Ishchenko V.M. Power-cooling systems of wagons and their maintenance. Synopsis of lectures / V.M. Ishchenko. – K.: KUETT, 2007. – 112 p.
2. Gabrynets V.A. The concept of an optimal energy-consuming passenger car with the use of non-traditional energy sources / V.A. Gabrynets, I.V. Tytarenko // Science and progress of transport. No. 4 (52). 2014. – P. 111-116.
3. Utility model patent No. 45117 B61D35/00 Sanitary and hygienic room of a vehicle / S. M. Setsko, V. I. Mohyla; the applicant and the owner of SNU named after V. Dalya. – u 2001053437; statement 05/22/2001; published 15.03.2002, Bull. No. 3. – 3 p.

4. Mohyla V.I. Increasing sanitary and hygienic indicators of railway transport / V.I. Mohyla, M.V. Kovtanets, T.M. Kovtanets, M.M. Vakulik // Scientific Collection «InterConf», (94): with the Proceedings of the 5 th International Scientific and Practical Conference «Science, Education, Innovation: Topical Issues and Modern Aspects» (December 25-26, 2021). Tallinn, Estonia: Ühingu Teadus juhatus, 2021. – P. 543-545. ISBN 978-5-7983-4322-5

## **ФОРМУВАННЯ ЛОГІЧНОГО МИСЛЕННЯ СТУДЕНТІВ У ПРОЦЕСІ СКЛАДАННЯ ТА НАЛАГОДЖЕННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИХ ТРАНСПОРНИХ ПРИСТРОЇВ**

**Древецький В.В., Данченко В.О.**

*Національний університет водного господарства  
та природокористування, м. Рівне, Україна*

Робототехніка - прикладна наука, що займається розробкою автоматизованих технічних систем і є найважливішою технічною основою інновацій у транспорті. В педагогічному аспекті - це напрямок, в якому здійснюється сучасний підхід до впровадження елементів технічної творчості в навчальний процес через об'єднання конструювання і програмування в одному курсі.

Розробка та збірка інтелектуальних роботів має широке практичне застосування в сучасному світі. Одночасно роботи починають усе більш широко проникати в галузі автомобільного, залізничного і авіаційного господарства, металургію, будівництво, транспорт, легку й харчову промисловість, а також у медицину, сферу обслуговування, освоєння океану й космосу.

Найважливіші класи роботів широкого призначення – маніпуляційні та мобільні роботи.

Мобільний робот – автоматична машина, в якій є рухоме шасі з автоматично керованими приводами. Такі роботи можуть бути колісними, крокуючими та гусеничними (існують також плаваючі, плаваючі і літаючі мобільні робототехнічні системи).

Під управлінням роботом розуміється рішення комплексу завдань, пов'язаних з адаптацією робота до кола розв'язуваних їм завдань, програмуванням рухів, синтезом системи управління і її програмного забезпечення.

Конструктор Keystudio є ідеальним екземпляром стартової платформи для розвитку навичок збірки роботизованої платформи Ардуїно. Вона являє собою зменшений комп'ютер, який дозволяє програмувати дії для управління будь-якими механізмами, включаючи складні конструктори і роботи [1].

Для написання програмного коду, який керує роботою Arduino систем, використовується мови C / C ++. Відкрита платформа, малі габарити, доступність для широкого кола замовників дозволяють застосовувати Arduino у безлічі інженерних задач.

Головними компонентами інтелектуального роботу є: сервопривод контролер та ультразвуковий давач. Сервопривод – це мотор, положенням вала якого можна управляти, задаючи кут повороту. Сервоприводи використовуються для моделювання різних механічних рухів роботів. Ультразвуковий давач – є приладом безконтактного типу, і забезпечує високоточне вимірювання і стабільність. Діапазон дальності його вимірювання складає від 2 до 400 см. На його роботу не чинять істотного впливу ані електромагнітні випромінювання, ані сонячна енергія.

Існує кілька версій платформ Arduino, в данній роботі розглядаються робототехнічні пристрої на основі виробництва компанії Keystudio, а саме: 4WD BT Robot Car V2,0 Kit for Arduino, Mini Tank Robot.

Недоліками усіх цих конструкторів є дуже стислі інструкції зі збірки [2]. Наприклад більшість деталей, що наведені в інструкціях, подібні за виглядом, і для жодної не визначено прив'язку до конкретного вузла. І таких проблем дуже багато. Тому складання усіх таких пристроїв потребує від 8 до 10 годин часу.

В процесі виконання цієї роботи ми запропонували здійснювати покроковий відеозапис із поясненням кожної дії. Тому вже отримавши деякий досвід рекомендуємо цю методику реалізовувати.

Спочатку вибираються всі необхідні деталі та прилади для збірки сервоприводу та маніпулятора. Перш за все, треба взяти сервомотор – це поворотний привід управління положенням. Можна досягти 180 градусів, відрегулювавши в коді кут повороту двигуна. В основному він складається з корпусу, друкованої плати, безсердечного двигуна, редуктора, та датчика положення. У комплекті з сервомотором ви знайдете безліч кріплень для двигуна, які з'єднуються з валом сервоприводу. За допомогою пластикових деталей та болтів можна отримати найпростіший маніпулятор, який може повертатися на кути від 0 до 180 градусів по горизонталі і від 0 до 180 градусів по вертикалі.

У подальшому процесі збірки мобільного робота, коли буде готове кріплення до нашого маніпулятора з сервоприводом – підключиться ультразвуковий давач, який буде відстежувати відстань і тим самим сервопривід буде ініціювати рух роботизованого транспорту.

Наразі вже зібрані зразки кількох пристроїв (рис.1) , це дає можливість, детально розглянувши їх, спростити збірку інших екземплярів цих моделей користуючись запропонованою нами методикою.

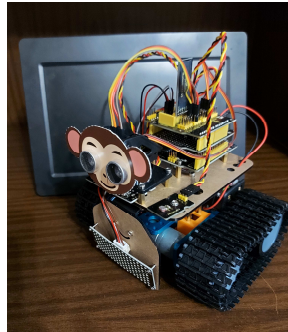
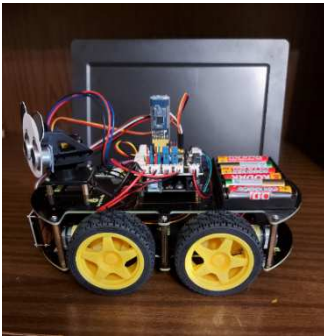


Рис. 1. Роботизований автомобіль і танк у зібраному вигляді

Тобто, бачимо, що мобільний робот – автоматична машина, у складі якої є рухоме шасі з автоматично керованими приводами. Під управлінням роботом розуміється рішення комплексу завдань, пов'язаних з адаптацією робота до кола розв'язуваних їм завдань, програмуванням рухів, синтезом системи управління і її програмного забезпечення.

**Висновки:** виконано аналіз проблем, що виникають при збірці інтелектуальних роботів з набору Keyestudio. Розглянута можлива методика складання та налагодження таких пристроїв. Проведено дослідження можливостей даного набору та окремих частин роботомашини для подальшого використання та створення нових робото технічних транспортних пристроїв.

#### Література

1. Навчальний набір Super Arduino Starter Kit від Keyestudio [Електронний ресурс]- [https://arduino.ua/prod2656-super-arduino-starter-kit-ot-keyestudio\\_](https://arduino.ua/prod2656-super-arduino-starter-kit-ot-keyestudio_)
2. [Електронний ресурс]- <https://www.keyestudio.com/collections/main-products-409>

**Збірник наукових праць  
XIV Міжнародної науково-практичної конференції  
«Глобалізація наукового і освітнього простору.  
Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи»**

Відповідальний за випуск

Чернецька-Білецька Н.Б.

Оригінал-макет

Шворнікова Г.М.

**Статті надруковано в авторській редакції  
Автори несуть відповідальність  
за зміст та якість наданих матеріалів**

**Дніпро 2022**