

**Міністерство освіти і науки України**  
**Харківський національний автомобільно-дорожній університет**



**«СИНЕРГЕТИКА, МЕХАТРОНІКА, ТЕЛЕМАТИКА  
ДОРОЖНІХ МАШИН І СИСТЕМ У НАВЧАЛЬНОМУ  
ПРОЦЕСІ ТА НАУЦІ»**

**(16 березня 2017 р.)**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ  
ЗА МАТЕРІАЛАМИ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ**

Харків,  
2017

**Синергетика, мехатроніка, телематика дорожніх машин і систем у навчальному процесі та науці.** Збірник наукових праць за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції. – Харків, ХНАДУ, 2017. – 209 с.

Збірник містить результати теоретичних та практичних наукових досліджень та розробок, які були виконані науково-педагогічними працівниками вищої школи, науковими співробітниками, докторантами, аспірантами, магістрантами, студентами та фахівцями різних організацій і підприємств.

Для викладачів, наукових працівників, докторантів, аспірантів, магістрантів, студентів, фахівців.

Матеріали доповідей конференції відтворено з авторських оригіналів

Конференцію проведено згідно з планом проведення міжнародних, всеукраїнських науково-практичних і науково-методичних конференцій і семінарів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету у 2017 р. (посвідчення УкрІНТЕІ № 781 від 22 грудня 2016 р.)

UDC 629.36:621.31

**DEVELOPMENT OF INTEGRATED MOBILE INSTALLATIONS  
FOR THE GENERATION OF ELECTRICITY USING SOLAR ENERGY**

**Yesmagambetov B.-B.S., Doctor of Engineering, professor, M. Auezov South  
Kazakhstan State University, Kazakhstan**

**Jörg P., Professor at Technical University of Applied Science, Wildau,  
Germany**

**Nikonov O.J., Doctor of Engineering, professor, Kharkiv National  
Automobile and Highway University, Ukraine**

**Formulation of the problem.** Many companies in Europe, Asia and the United States have developed a variety of photovoltaic and thermoelectric generators and facilities for obtaining water from atmospheric air. These settings are created individually and in a composite manner. Unfortunately, these developments did not receive widespread use among the peoples and tribes of nomadic, among remote farms cattle among remote small villages and settlements located in mountainous terrain. The reason for this is the unavailability of the cost, as well as a great payback, which prevents buying listed installation in credit or credit payment form of any product. The above described problem is the main reason deterring wider application of complete installations running on alternative and renewable energy sources.

**The aim of the research.** Development of mobile and integrated installation generating electricity, heat, clean, cool and hot water, which, with minor production costs must be available to a wide range of consumers (nomads, shepherds, small tribes people living in mountainous areas, water supply and electricity one or two houses in small villages, farmers, small rural enterprises, etc.).

**Concept and methodology.** Cost reduction proposed on the development of the installation is a complex and comprehensive research task. Only the engineering and design methods to solve this task impossible. Requires the use of mathematical models and 3D modeling to optimize constructive dimensional and weight parameters. The development of photovoltaic and thermoelectric batteries of various constructions that require individually study their technical, operational parameters and characteristics. Development of special design heat transfer and thermal units also require mathematical modeling and special study to achieve optimum and stable parameters of the heat sink. There is a need to develop microprocessor control systems, which must minimally consume electricity at the expense of the schematic, software solutions and the creation of specialized chips.

Proposed to develop mobile integrated installation of alternative and renewable sources of energy (solar radiation, heat) is intended to generate electricity, cool, hot water and heat, farmers, home odnosemejnomu and so on.

Mobile complete installation run together in the trailer using the vehicle (e.g. Jeep). Assembly deployment, commissioning and maintenance of this installation must comply with some people.

It should be noted that the installation is not required must be in the trailer, it can be located directly on a vehicle.

Electricity, heat and hot water produces hybrid electric generator consisting of photovoltaic and thermoelectric modules. Warm, cold air and cool water generator produces water from atmospheric air. Water generator of atmospheric air is equipped with filters and disinfection system.

Consider the composition and structure of the entire installation, which is presented in Figure 1. As you can see in Figure 1 shows the basic blocks, modules, equipment and linkages between them. Also figure in this installation opportunities creation of flexible closed-loop systems reuse heat and cold both inside the installation for external sources.

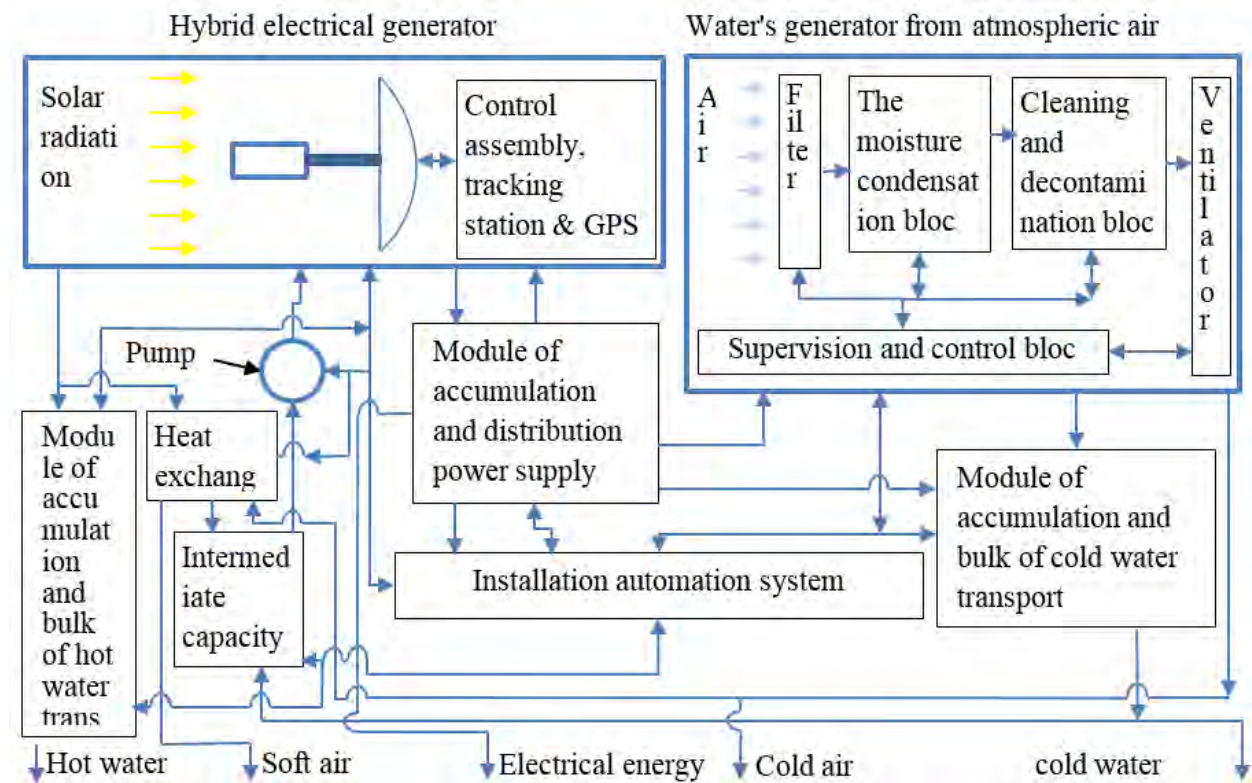


Figure 1 – Structure and composition of integrated mobile installations

It has already been described, mobility is achieved through disassembly-Assembly and block design, small dimensions of modules, blocks, equipment, weight and ability to install all the equipment on a small platform trailer, see Figure 2.

**Conclusions.** Social impact of the project is: in the creation of innovative, integrated and mobile installation, competitiveness, which in the foreign market is provided by the decline in the cost of electricity, water and utilization of thermal energy for the needs of the user; the improvement of electricity supply in remote and mountainous regions; the creation of autonomous power sources, water and heat for cases of emergency.

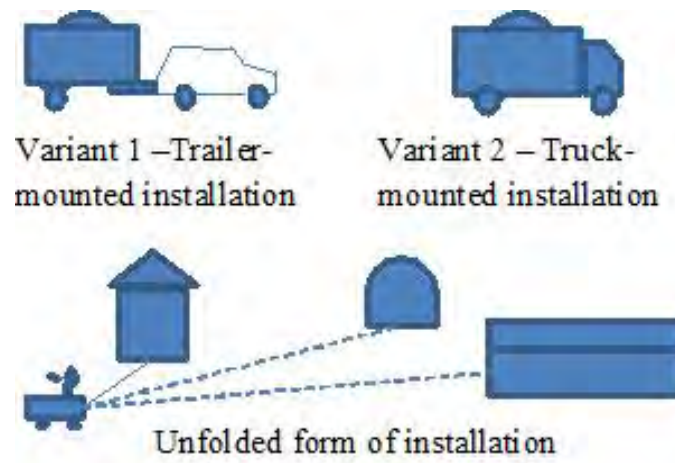


Figure 2 – Variants of mobile installations

**Literature:** 1. Yesmagambetov B.-B.S., Aimenov Zh., Inkov A.M. Analysis of priority flows of compressed messages with exponential service time. Industrial technology end engineering. – Shymkent, 2013. – P. 55-62. 2. Yesmagambetov B.-B.S., Aimenov Zh., Inkov A.M., Ismailov S., Saribaev A. Statistical data processing in rocket-space technology. Modern Applied Science, Vol.9, №8. Canadian Center of Science and Education, 2015. – P. 317-334. 3. Yesmagambetov B.-B.S., Inkov A.M. Handling of fast changing processes in radiotelemetry systems of space vehicles. Journal of Systems Engineering and Electronics. Vol.26, №5. Beijing, October 2015. – P. 941-945 4. Yesmagambetov B.-B.S. Statistical data processing in radio telemetric systems. Herald of the Bauman Moscow State Technical University, series Instrument Engineering, №1. – Moscow, 2015. – P. 13-21. 5. Nikonov O. Application of Adaptive Neuro-Fuzzy Regulators in the Controlled System by the Vehicle Suspension / O. Nikonov, V. Shuliakov, V. Fastovec // International Journal of Automation, Control and Intelligent Systems. – Vol.1, №3. – American Institute of Science. – September 2015, Pub. Date: Aug. 3, 2015. – P. 66-72. 6. Nikonov O. Development of intelligent internet technologies for efficiency upgrading of vehicle application / O. Nikonov, V. Shuliakov // Industrial technology and engineering, M.Auezov south Kazakhstan state university. – 2016. – № 1 (18). – P. 47-52. 7. Nikonov O. The development of intellectual technology of stabilization of the main light of the vehicle / O. Nikonov, V. Baranova, M. Satayev // Industrial technology and engineering, M.Auezov south Kazakhstan state university, 2016, 3(20). – P. 39-46.

УДК 629.017

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАНЕВРНОСТІ КОЛІСНИХ МАШИН ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НОВИХ ПРИНЦИПІВ ДІЇ ТА ЕЛЕМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

**Кириченко І.Г., д.т.н., декан механічного факультету, ХНАДУ**  
**Клец Д.М., д.т.н., зав. каф. комп'ютерних технологій і мехатроніки, ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** Розвиток економіки нашої держави призводить до зростання швидкостей руху колісних машин, а також насиченості транспортних потоків [1]. У зв'язку з цим стають актуальними питання підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту, у тому числі будівельних і дорожніх машин, а також забезпечення безпеки дорожнього руху. Підвищення ефективності експлуатації автомобілів можливо за рахунок застосування технологій поліпшення їх окремих властивостей, майстерності

водіїв або впровадження елементів штучного інтелекту (ШІ) [2]. Оскільки поліпшення окремих властивостей може призвести до погіршення інших, а фізіологічні здібності людини обмежені, найбільш перспективним напрямком є розвиток елементів ШІ на транспорті з метою забезпечення функціональної стабільності експлуатаційних властивостей колісних машин [2, 3].

На сьогоднішній день широкого поширення набули системи закордонного виробництва, що підвищують стійкість при заносі, а також забезпечують керованість і динамічні властивості [4, 5]. Актуальним є питання розробки систем підвищення стійкості проти заносу, а також інших показників маневреності колісних машин із застосуванням нових принципів дії і елементів штучного інтелекту.

**Мета дослідження** – Метою даного дослідження є розробка концепції інтелектуальної платформи для підвищення маневреності транспортних засобів. Для досягнення зазначеної мети необхідно побудувати блокуючі області показників маневреності автомобіля, а також виконати оптимізаційний синтез елементів штучного інтелекту.

**Основний матеріал.** Як об'єкти оптимізації виберемо, відповідно, новітні системи управління автомобілем, що враховують світової поріг знань [6], для реалізації трьох видів функцій автомобіля - основних, допоміжних і управлінських:

- Vehicle Dynamic Control (VDC), що встановлюється на автомобілях Nissan, Subaru, Alfa Romeo та ін.;
- Active Passive Integration Approach (APIA);
- Combined Active and Passive Safety (CAPS)

Визначимо атрибути інновацій (основні компоненти; функції; рівень технізації і реалізованої стратегії, а також швидкодію). Блокуючі області показників стійкості, керованості та динамічності автомобіля враховують фактори, що мають найбільший вплив на забезпечення його маневреності.

На основі проведеного аналізу запропоновано інтелектуальну платформу Vehicle Maneuverability Improvement System (VMIS). Реалізація розробленої платформи можлива за допомогою нечіткої логіки управління та об'єктно-орієнтованого програмування. VMIS пропонується в двох варіантах - версія CM (Control & Measurement) - контрольно-вимірювальна і версія PM (Proactive Management) - випереджаюче управління.

**Висновки.** Оптимізаційний синтез елементів штучного інтелекту для поліпшення маневреності автомобілів дозволив виявити перспективи розвитку вітчизняних інтелектуальних платформ, які не мають аналогів за кордоном. Запропонований метод побудови блокуючих областей показників маневреності може бути теоретичним обґрунтуванням системи забезпечення керованості та стійкості проти заносу інтелектуального автомобіля з урахуванням його динамічності. Концепція автомобільної інтелектуальної платформи для підвищення маневреності передбачає оцінку технічного стану, а також дорожніх, кліматичних і техногенних умов за допомогою різних датчиків і обробку отриманої інформації в центральному блоці

автоматичного управління з метою вироблення керуючих сигналів для різних функціональних колісних машин.

**Література:** 1. Подригало М.А. Динамика автомобиля / Подригало М.А., Волков В.П., Бобошко А.А., Павленко В.А., Файст В.Л., Клец Д.М., Редько В.В. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2008. – 426 с. 2. Клец Д.М. Концепція забезпечення стабільності показників стійкості та керованості автомобілів [Текст] : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.20 / Клец Дмитро Михайлович ; Харків. нац. автомоб.-дорож. ун-т. - Харків, 2015. - 40 с. 3. Соснин Д. А. Новейшие автомобильные электронные системы / Д. А. Соснин, В. Ф. Яковлев // Учебное пособие для специалистов по ремонту автомобилей, студентов и преподавателей вузов и колледжей – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. — 240 с. 4. Автомобильный справочник Bosch / [пер. с англ. Г.С. Дугин].– Москва: За рулем, 1999. – 895 с. – (Первое издание на русском языке). 5. Electronic Stability Control Systems : Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 126. - Office of Regulatory Analysis and Evaluation, National Center for Statistics and Analysis, 2006. – 142 p. 6. Тернюк Н.Э. Прогнозирование структурных характеристик и исследование закономерностей развития транспортных систем / Н.Э. Тернюк, В.В. Федченко, Н.Н. Гладкая, А.М. Красноштан // Вісник Хмельницького національного університету. – 2011. – Вип. 6 (183). – С. 151–155.

УДК 681.518, 533.9.15

## **PROBLEM OF CREATION NOISE IMMUNITY SYSTEMS TELEMATIC BY INTEGRATING MOVING OBJECTS AND THE ENVIRONMENT PROPERTIES**

**Oleksandr Shefer, Ph.D., associate professor  
Poltava National technical Yuri Kondratyuk University**

**Problem.** In the purpose of integration scientific researches in the field of info telecommunications, marks an analysis of the plasma environment, which is formed around the object during its movement with the hyper speed.

Plasma environment creates a frequency-selective zone, which is impermeable for the radio signals. As a result, there is no feedback from the control object and the impossibility of transmitting control commands to the object, reduces the traffic safety of the object.

**The purpose of the study.** Determination of the main regularities of radio signals interaction with the ionized gases plasma, to create further noise-immune radio communication

**The creation of noise immune telematic systems by integrating the properties of a moving object and the environment.**

In recent years, the progress in the study of unbalanced plasma states has noticed. Quasi-neutral gas – is a plasma, which contains both charged and neutral particles. Whereas these parts are moving, the plasma has the property to conduct electric current. For plasma studying the researches of the physical processes are required. These operations lead to the plasma environment creation, which contains some new properties. [1].

Under the influence of positive ions, which are fall to the object with a high energy and fast neutral atoms, that are created during the process of recharging the ions, a large secondary electron emission is made on the surface of the plasma. The effect of plasma discharge is explained by oscillatory movements of electrons,

which penetrate the plasma between two opposite dark spaces. The flow of fast electrons from one dark space through the plasma double emission reaches to the similar opposite space. Then stops, turns back to his field and returns to the first dark space.

The consequence of such repeated reciprocating movements of the electrons is a diminution of their ionizing and exciting capacity, which leads to increase current density and to growth the intensity in the electric field. Consequently, the new conditions for the secondary gain power are created [2].

To prevent the loss of communication and telemetry with a moving object, the several approaches were suggested to the scientists [3]. For example, antennas with thermal protection, the construction of which owns a reduced sensitivity to their radio transparency to the interaction with ionized gas aerodynamic heating. Or using long heat-resistant antennas, which is submitted by plasma casing.

These approaches directed to the improvement of noise immunity signal passing, but they significantly impair aerodynamics moving object.

Scientists of China, with the purpose of creating noise-immune radio communication, offer a stronger signal, which can be created by resonance or concerted by electromagnetic oscillations between plasma casing especially created by matching layer and moving objects. Researchers propose to add this layer for the creation of necessary conditions for a resonance, during the movement on a hyper speed. It is believed that the matching layer will carry out the functions of a capacitor like in a normal electrical circuit. On the other hand, plasma casing, will act as an inductor, which prevents the changes of electrical current that passes through it. When the capacitor and the inductor are connected, they can form a resonance circuit.

As soon as resonance will be achieved, the energy starts its steadily circulation between plasma and artificially created matching layer, similar to the capacitor and inductor in the electrical circuit. As a result, the radio signal which comes from the radar device can be freely distributed through the matching coat and plasma casing.

But for the effectiveness of this approach the thickness of the matching layer and the plasma casing must be less than the length of electromagnetic waves, which are used for the communication with the moving object. For this reason, the proposed method doesn't work if the frequency range of the antenna will be too high, like it is now.

The department researchers of Poltava National technical Yuri Kondratyuk University have proposed a radio communication device, which signal freely passes through the plasma environment. The principle of operation is to create a pulsing artificial low-temperature plasma of negative radiation around the radio antenna. This artificial plasma owns the properties of stationary, quasi-neutrality, but for the creation of necessary minor power installment. The telemetry signal is not distorted by the special form of such plasma.

The construction of the system increased noise immunity of the signals during the passage of the frequency-selective environment by the hyper speed moving object with the use of artificially created low-temperature plasma, thereby



increasing the security of radio communication with the object without deterioration of the aerodynamic properties and additional costs for the conversion of telemetry signals.

**Literature:** 1. **Smirnov Boris M.** Theory of Gas Discharge Plasma. Springer Series on Atomic, Optical, and Plasma Physics, Switzerland. – 2015. – P 423. 2. **Macheret S.,** Ionikh Y., Martinelli. and et. al. External Control of Plasmas for High -Speed Aerodynamics. Paper AIAA 99- 4853. 3rd WIG Workshop. Norfolk. VA. Nov. 1999, P. 16. 3. **Wolverton M.** Piercing the Plasma: Ideas to Beat the Communications Blackout of Reentry. Scientific American. New York: Scientific American. 2009. no. 12. pp. 28–29.

УДК 629.36:681.51

## **КОНЦЕПЦІЯ РОЗРОБЛЕННЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ ІНТЕГРОВАНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНО- УПРАВЛЯЮЧИХ СИСТЕМ ДЛЯ БАГАТОЦІЛЬОВИХ ГУСЕНИЧНИХ ТА КОЛІСНИХ МАШИН**

**Ніконов О.Я., д.т.н., проф., каф. комп'ютерних технологій і мехатроніки,  
ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** Пошукові роботи та результати фундаментальних досліджень зі створення інтелектуальних транспортних систем та технологій, прикладні розробки систем моніторингу транспортних комунікацій та інформаційно-комунікаційних технологій для мехатронних і навігаційних систем наземних транспортних засобів, які виконані науковцями Харківського національного автомобільно-дорожнього університету доводять необхідність розроблення інформаційно-комунікаційної технології інтелектуального управління наземними багатоцільовими транспортними засобами на основі телематики, мехатроніки та синергетичного підходу [1-4].

Вирішення проблем інтелектуалізації електронних систем багатоцільових транспортних машин та інструментальних засобів моніторингу стану та умов руху транспортних машин виведе вітчизняні наземні транспортні засоби на новий якісний рівень і значно підвищить їх технічні характеристики. Розроблена технологія для багатоцільових транспортних засобів має прикладні результати подвійного використання і дозволить, крім збільшення робочих місць та обсягів виробництва продукції, значно підвищити обороноздатність та національну безпеку України.

В теперішній час вирішення задач ефективного і безпечного управління наземними багатоцільовими транспортними засобами неможливо як без інформації про параметри власного руху транспортних засобів, технічного стану двигуна, трансмісії, запасу палива (енергії), так і без інформації про зовнішнє середовище руху. Вирішення у режимі реального часу задачі збору і оперативної обробки значного об'єму параметрів, які використовуються в процесах управління, неможливо шляхом простого дублювання датчиків і шляхів їх трансляції, так як це суттєво збільшує габарити і вагу апаратури і залишає при цьому менше місця для інших важливих функцій. Для суттєвого покращення характеристик багатоцільових транспортних засобів та

підвищення ефективності функціонування транспортних систем виникає необхідність в створенні інформаційно-комунікаційної технології інтелектуального управління наземними багатоцільовими транспортними засобами.

**Мета дослідження** – розроблення інформаційно-комунікаційної технології інтелектуального управління наземними багатоцільовими транспортними засобами, наприклад, будівельних і дорожніх машин, багатовантажних тягачів, трубоукладачів для нафтогазопроводів, мобільних бурових установок, спеціальних машин для надзвичайних ситуацій, які працюють в умовах інтенсивних навантажень, складних умов експлуатації, підвищеної відповідальності механізмів, внаслідок чого буде досягнуто високий рівень технологічних процесів, що виконуються такими машинами, а саме, суттєво зменшаться людські втрати, енерговитрати; підвищиться надійність машин і точність управління.

**Концепція розроблення високоефективних інтегрованих інтелектуальних інформаційно-управляючих систем.** Основна ідея полягає у можливості використання штучного інтелекту для розроблення інформаційно-комунікаційної технології інтелектуального управління багатомірними нелінійними динамічними системами, що знаходяться під впливом випадкових збурень із заздалегідь невідомими параметрами. Робоча гіпотеза ґрунтується на твердженні про можливість підвищення ефективності функціонування наземного багатоцільового транспортного засобу за рахунок об'єднання синергетичного підходу і еволюційних методів навчання гібридних багатошарових нечітких штучних нейронних мереж інтелектуальних інформаційно-управляючих систем транспортних засобів.

Методологія виконання завдань проекту базується на використанні синергетичного підходу до створення інформаційно-комунікаційної технології інтелектуального управління наземними багатоцільовими транспортними засобами, як розвитку системного підходу з урахуванням адаптації та інтеграції транспортного засобу до транспортної інфраструктури та зовнішнього середовища. Принципи синергетики лежать в основі побудови мехатронних систем – поєднання в одному агрегаті компонент різної технічної природи (механічних, електротехнічних, комп'ютерних), які адаптивно взаємодіють із зовнішнім середовищем як єдиний функціональний і конструктивний організм. Синергетичний підхід має справу з явищами та процесами, в результаті яких в системі – в цілому – можуть з'явитися властивості, якими не володіє жодна з частин.

Новизна синергетичної інтеграції полягає у тому, що вона виконується тільки на основі паралельного проектування, методологією якого (на відміну від традиційного послідовного) є одночасний і взаємопов'язаний синтез всіх компонент (традиційних і інтелектуального характеру) технічної системи мехатронного класу.

В рамках виконаної прикладної науково-технічної роботи проведені дослідження щодо підвищення інформативності та технологічності збору даних про рух транспортних засобів та розроблена відповідна інформаційно-

комунікаційна технологія інтелектуального управління наземними багатоцільовими транспортними засобами.

**Висновки.** В результаті виконання проекту запропоновано, обґрунтовано і реалізовано концепцію інтелектуального управління наземними багатоцільовими транспортними засобами на основі штучних гібридних нейро-фаззі регуляторів, що дозволяє якісно підвищити ефективність як одного транспортного засобу, так і транспортної системи в цілому за рахунок об'єднання синергетичного підходу і еволюційних методів навчання багатопарових штучних нейронних мереж шляхом об'єктивного формування архітектури цих мереж на основі функціоналів навчання і відповідних цілей управління. Дістало подальший розвиток використання концепції побудови єдиного інформаційного простору на основі об'єднання синергетичного підходу і методів штучного інтелекту для автоматизації управління рухом багатоцільовими транспортними засобами, що дозволяє підвищити ефективність взаємодії цих машин. Отримано методи синтезу гібридних багатопарових нечітких штучних нейронних мереж інтелектуальних інформаційно-управляючих систем та методи генерації 3D моделей місцевості, заснованих на дійсному нормальному марківському полі.

**Література:** 1. Реализация интеллектуальных функций в электронно-пневматическом тормозном управлении транспортных средств / А.Н. Туренко, В.А. Богомолов, В.И. Клименко, Л.А. Рыжих, Д.Н. Леонтьев, А.Н. Красюк, Н.Г. Михалевич. – Харьков: ХНАДУ, 2015. – 448 с. 2. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика / О.В. Бажинов, О.П. Смирнов, С.А. Серіков, В.Я. Двадненко. – Харків: ХНАДУ, 2011. – 236 с. 3. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем / В.П. Волков, Ю.В. Волков, В.П. Матейчик, О.Я. Никонов. – Донецк: Издательство Ноулидж, 2013. – 398 с. 4. **Алексієв В.О.** Мехатроніка, телематика, синергетика у транспортних додатках / В.О. Алексієв, О.П. Алексієв, О.Я. Ніконов. – Харків: ХНАДУ, 2012. – 212 с.

УДК 629.113+656.3.44.083

## **РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОБМІНУ МІЖ ЕЛЕМЕНТАМИ ITS ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ І ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В ПРОЦЕСАХ МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ**

**Волков В.П., д.т.н., проф., завідувач кафедри технічної експлуатації і  
сервісу автомобілів (ТЕСА), ХНАДУ**

**Грицук І.В., д.т.н., доц., каф. ТЕСА, ХНАДУ**

**Грицук Ю.В., к.т.н., доц., каф. загальної інженерної підготовки,  
ДонНАБА (м. Краматорськ)**

**Волков Ю.В., аспірант каф. ТЕСА, ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** Для здійснення дистанційного моніторингу і визначення умов експлуатації транспортних засобів у складі бортового інформаційного комплексу, доцільно адаптувати методику застосування класифікації умов експлуатації транспортного засобу (ТЗ) до інфраструктури автомобільних доріг і інформаційних умов ITS. Для цього необхідно визначити, узагальнити наявні відомості, обґрунтувати особливості, функції і

зв'язки основних елементів для здійснення дистанційного інформаційного обміну при виконанні моніторингу і визначення умов експлуатації ТЗ у відповідності до розроблених структур і систем, що працюють в умовах ITS. У зв'язку з цим, виникає задача створення інформаційної системи моніторингу параметрів стану ТЗ для керування класифікацією умов експлуатації ТЗ в інформаційних умовах ITS.

**Мета дослідження** – формулювання підходів та побудова системи інформаційного обміну для керування класифікацією умов експлуатації ТЗ в інформаційних умовах ITS.

**Основний матеріал.** В ХНАДУ на кафедрі ТЕСА проводяться роботи щодо дослідження можливості дистанційного отримання інформації про умови експлуатації ТЗ в умовах ITS. Однією із складових цієї роботи є формування і дослідження методики застосування класифікації умов експлуатації ТЗ. Розглянемо основні питання створення методики застосування класифікації умов експлуатації в інформаційних умовах ITS на прикладі руху окремого ТЗ при взаємодії з інфраструктурою автомобільних доріг в реальних умовах експлуатації.

Моніторинг параметрів технічного стану транспортних засобів автомобільного транспорту - це постійне і синхронізоване спостереження за їх технічним станом за множиною фіксованих технічних параметрів. Сучасні бортові системи моніторингу параметрів технічного стану в умовах ITS дозволяють здійснювати ідентифікацію ТЗ, безперервне автоматичне вимірювання параметрів, що характеризують технічний стан ТЗ, діагностування, а саме контроль справності ТЗ і його складових елементів, розпізнавання і запобігання розвитку відмов у його роботі і в кінцевому рахунку – забезпечення функціонування системи ТО і ремонту ТЗ за технічним станом.

Система моніторингу умов експлуатації в частині дорожніх і транспортних умов повинна відстежувати кожну несправність шляху з прив'язкою до місця розташування і в її розвитку, включаючи аналіз всіх можливих причин її виникнення, періодичність виникнення, повторюваність тощо, а також особливості розташування об'єктів інфраструктури автомобільних доріг.

Моніторинг і аналіз умов експлуатації ТЗ неможливо повноцінно забезпечити без формування системної взаємодії із інфраструктурою автомобільних доріг. Функціонування системи моніторингу умов експлуатації ТЗ неможливо без використання існуючих і розробки спеціального програмного забезпечення сучасних інформаційно-програмних комплексів. Для вирішення поставленої задачі потрібно забезпечення системного поєднання: інформаційної структури моніторингу технічного стану ТЗ, дослідження умов експлуатації ТЗ і розробка предметної області інформаційної системи оцінювання параметрів технічного стану і умов експлуатації ТЗ **в процесах дистанційного моніторингу в умовах ITS.** Означені системи являють собою складний комплекс бортових і стаціонарних технічних та програмних засобів. Створена система

моніторингу з використанням інформаційних технологій дозволяє здійснювати дистанційний збір, обробку та надання оперативної інформації в реальному часі, відображати стан шляху на карті, використовувати статистичні дані всіх проїздів, автоматично виявляти і відзначати критичні місця, що дозволяє швидко приймати рішення і оперативно реагувати на нештатні ситуації тощо.

Інформаційна система моніторингу (ICM) стану і умов експлуатації ТЗ включає в себе сукупність стаціонарних і мобільних (бортових щодо ТЗ) систем збору і передачі інформації. Схема інформаційного обміну між елементами ITS, а саме ТЗ і транспортної інфраструктури в процесах моніторингу параметрів технічного стану в умовах експлуатації показана на рис. 1.

Система збору є телекомунікаційною мережею обміну даними, яка може використовувати всі способи передачі даних. Стаціонарні пости виконують комунікаційні функції і найпростіші функції контролю. Ці функції забезпечують отримання контрольно-вимірювальної і технологічної інформації від бортових систем, контроль часу руху ТЗ в заданих пунктах, збір інформації про комунікації і споруди, передачу даних в інформаційний програмний комплекс (ІПК).

Ядром розподіленої ICM є робоче місце мережі моніторингу ТС, яке будується на базі інформаційно-обчислювальної системи з використанням розробленого інформаційного програмного комплексу з використанням базового і розробленого програмного забезпечення.

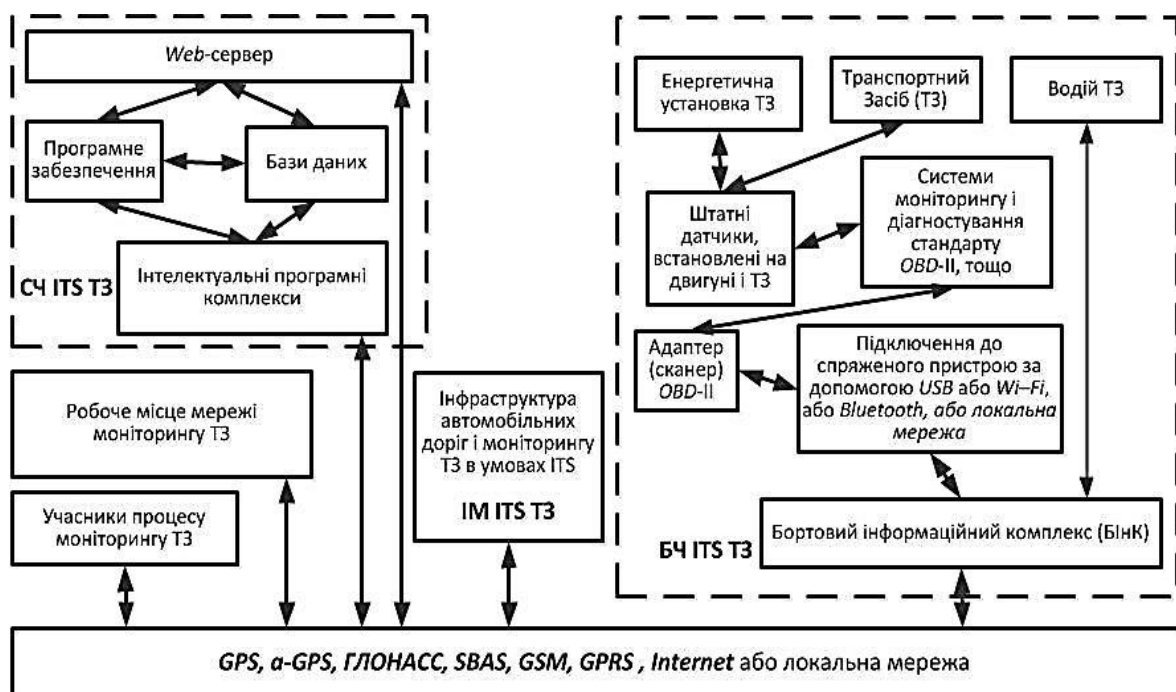


Рисунок 1 - Схема інформаційного обміну між елементами ITS транспортного засобу і транспортної інфраструктури в процесах моніторингу параметрів технічного стану в умовах експлуатації, де СЧ ITS ТЗ – серверна

частина ITS ТЗ; ІМ ITS ТЗ – інфраструктура моніторингу ITS ТЗ; БЧ ITS ТЗ – бортова частина ITS у складі бортового інформаційного комплексу (БІНК) ТЗ

Основний принцип інформаційного обміну між елементами ITS, а саме ТЗ і транспортної інфраструктури в процесах моніторингу параметрів технічного стану в умовах експлуатації та побудови ІСМ полягає в тому, що в ній ТЗ є не тільки об'єктом контролю і управління, але також джерелом постійно поновлюваної інформації про стан умов його експлуатації. Тобто вона є сучасною контрольно-вимірювальною системою, яка накопичує і зберігає інформацію про технічний стан ТЗ, умови його експлуатації в межах ділянки руху, а також приймає рішення при виявленні небезпечної, аварійної ситуації або несправності ТЗ.

**Висновки.** Система загального інформаційного забезпечення процесів моніторингу параметрів технічного стану транспортних засобів забезпечує повноцінний збір і обробку інформації в реальному часі від бортової інформаційної системи моніторингу, розміщеної на транспортному засобі, і від системи збору інформації, що працює у взаємодії із водієм та інфраструктурою транспорту на основі поточного стану дорожніх, транспортних, кліматичних умов експлуатації і технічних споруд, в процесах порівняння з нормативними даними і даними попереднього контролю; відображення обстановки на ділянці руху автомобіля і результатів аналізу в реальному часі і за відповідними запитами; ідентифікацію предаварійного і аварійного станів шляху; архівування результатів моніторингу; розроблення рекомендацій щодо швидкісного режиму на ділянках руху транспортних засобів за результатами аналізу.

УДК 621.396.6

## **МЕХАТРОНИКА И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА**

**Невлюдов И.Ш. д.т.н., проф., каф. компьютерно-интегрированных технологий, автоматизации и мехатроники (КИТАМ), ХНУРЭ**

**Палагин В.А. д.т.н., проф., каф. КИТАМ, ХНУРЭ**

**Синотин А.М. д.т.н., проф., каф. КИТАМ, ХНУРЭ**

**Аллахверанов Р.Ю. к.т.н., доц., каф. КИТАМ, ХНУРЭ**

**Чалая Е.А. ас., каф. КИТАМ, ХНУРЭ**

Главной целью мехатроники является значительное повышения надежности технических систем. Принципы проектирования мехатронных устройств обеспечивают увеличение надежности на несколько порядков.

Основными методами или принципами проектирования в мехатронике являются:

- децентрализация управления отдельными компонентами (узлами, подсистемами), что обеспечивает их более высокую автономность;
- концентрация трех подсистем (механической исполнительной, локальной электронной системы управления (СУ), информационной,

включающей встроенное программное обеспечение (ПО) и сенсоры собственного состояния) в пределах узла, устройства;

- сокращение общего числа линий связи с СУ более высокого уровня, уменьшение длины линий связи, что снижает уровень внешних воздействий (помех, наводок и др.);

- передача ряда функций от механики – электронике и ПО, от электронной СУ – ПО, которые в общем более надежны;

- возможность выбора элементной базы для отдельных компонентов системы с учетом требуемых условий эксплуатации;

- миниатюризация и микроминиатюризация механических устройств, в том числе за счет создания гибких и гибко-жестких конструкций;

- конвергенция особенностей различных физико-химических явлений в пределах отдельных приборов, позволяющих обеспечить чрезвычайные электрофизические свойства устройств.

Наиболее общим техническим и технологическим направлением способствующим решению задач создания мехатронных устройств в приборных производствах является микросистемная техника (МСТ), которая обеспечивает интеграцию микроэлектронных, микромеханических устройств (МЭМС), а так же других видов устройств функциональной электроники (МАЭМС – микро-акустоэлектро-механические системы, МОЭМС – микрооптоэлектро-механические системы, МЖЭМС – микрожидкостные электро-механические системы и газо-ЭМС (флюидика), МХЭМС – микрохемозлектро-механические и биологические объекты.

При этом в основе развития и практического использования МСТ лежат технико-экономические показатели. Стоимость изделий МСТ при значительных объемах производства за счет групповых методов изготовления на 2 – 3 порядка ниже аналогичных макро прототипов.

На рисунке 1 приведено деление МСТ по использованным физико-химическим эффектам, а также их интеграция в производственную среду.

Из особенностей МСТ необходимо отметить свойства управляемости, интеллектуализации, малые габаритно-массовые характеристики, материалоемкость, энергопотребление, выдающиеся электрофизические параметры, надежность.

При проектировании устройств МСТ необходимо учитывать эффекты изменения соотношения действующих в них сил различной природы. Сравнение прочности, механических движений, электрических и тепловых режимов производится по теории подобия на основе характеристических чисел подобия (Коши, Фурье, Вебера, Рейнольдса, Фруда, Зоммерфельда, Хаген-Пашена и др.)

В. Триммер ввел понятие «вектора» сил – скорости изменения различных видов сил при пропорциональном изменении линейных размеров элементов:  $F = F(l^1, l^2, l^3, l^4)^T$ . Так, силы поверхностного натяжения изменяются пропорционально первой степени линейного размера, силы электростатического взаимодействия, давления газов и жидкости по

квадратической зависимости; вес тел и электромагнитное взаимодействие тока магнитным полем пропорционально кубу; электромагнитное взаимодействие двух контуров с током пропорционально четвертой степени линейного размера элементов.

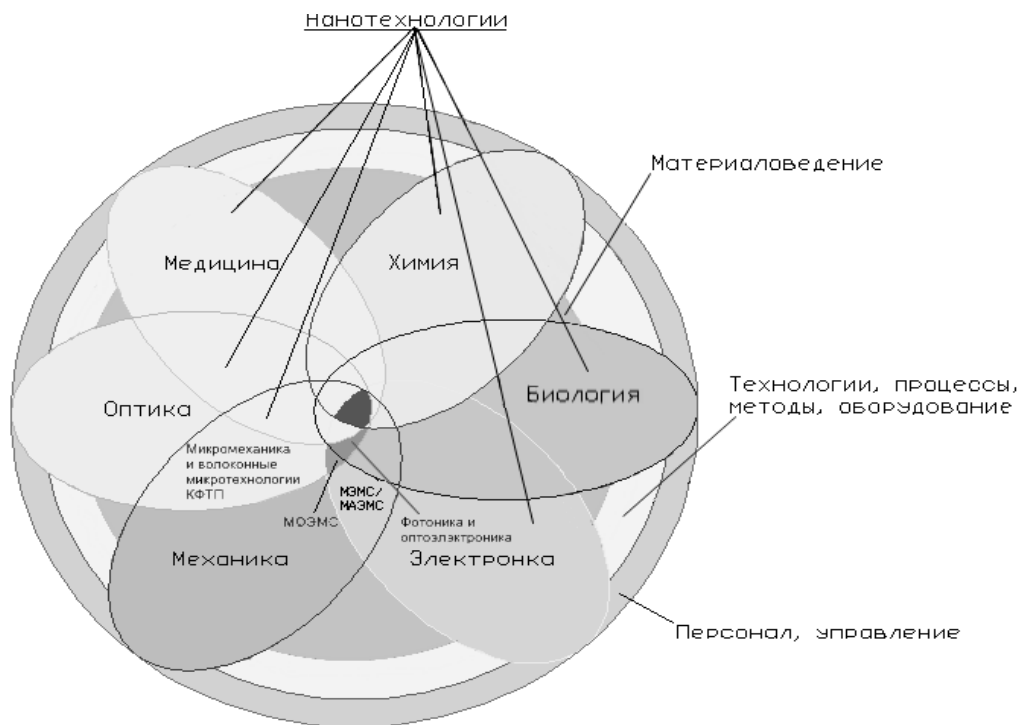


Рисунок 1 – Направления МСТ и НТ

Следствием являются: повышение быстродействия малых механических устройств, уменьшение тепловой инерции микроактюаторов. Быстродействие консольных балок с размерами порядка единиц мкм позволяет использовать их в качестве чувствительных элементов ИК датчиков (тепловидение). В диапазоне размеров элементов МСТ (1 мкм – 1 мм) электромагнитные двигатели становятся менее эффективными, чем электростатические.

При уменьшении размеров частиц материала до 0,1 – 1 мкм все большее значение начинают играть квантово-механические эффекты:

- возрастает роль поверхностных сил по сравнению с объемными;
- проявляется размерное, зарядное и энергетическое квантование;
- синергетические эффекты, заключающиеся в нелинейности изменения свойств частиц в зависимости от размеров;
- неравномерность распределения примесей в объеме основного материала (например, полупроводника: концентрация кремния  $10^{23}$  атом/см<sup>3</sup>, а примесей  $10^{17} - 10^{19}$  атом/см<sup>3</sup>);
- повышение взаимодействия соседних элементов вследствие уменьшения расстояний между ними;
- волновая связь и передача;
- туннельный эффект;



- синергичное действие нескольких факторов;
- изменение механических, оптических, магнитных и других свойств материалов.

Принимая во внимание возможности МСТ по улучшению электрофизических характеристик устройств, технико-экономических преимуществ этого направления техники, понятно то огромное внимание которое уделяется ему во всем мире.

МСТ позволила создать тысячи интеллектуальных сенсоров (ИС), информационно-управляющих систем (ИУС), включая такие как глобальные системы навигации (GPS, ГлоНав), системы медицинского назначения изучения мозга человека, мини- и микрокосмических объектов. МСТ устойчиво завоевывает все новые области использования и обеспечивает новые возможности современной техники.

Творческим методом создания МСТ является конвергенция различных физических явлений в микроминиатюрных изделиях с учетом уменьшения линейных размеров компонентов и изменения соотношений действующих различных видов сил, что дает возможность получения принципиально новых технических решений для улучшения электрофизических характеристик микроустройств и технико-экономических показателей их производства. Возможности этого метода будут многократно воплощаться в новых мехатронных устройствах различных областей техники, медицины, социально-гуманитарных направлениях.

Перечислим кратко ряд особенностей сред и явлений, полезных для использования в устройствах МЭМС:

- воздушные (аэро-, газовые) среды характеризуются статическим давлением, возможностью создавать подъемную силу, способны заполнять микро- и мезопоры, зазоры, передавать звуковые, электромагнитные и световые волны;

- акустические среды изменяют свои свойства под действием механических сил и электрического напряжения (прямой и обратный пьезоэффект, электрострикция, интроскопия УЗ и мегазвуковыми волнами, преобразование энергии механической, электрической, звуковой, взаимодействие акустических и электромагнитных волн);

- гидравлические (жидкостные) – поверхностное натяжение, давление, капиллярные силы, кавитация, гидроудар, гидроакустические волны, малая сжимаемость, различные фазовые состояния, гидростатические силы;

- механические явления (вес (масса), инерция), жесткость, упругость при различных видах деформации (растяжение, изгиб, сдвиг, кручение, срез), обобщенные силы, зависящие от конфигурации деформируемых (движущихся) элементов, сосредоточенная и распределенные упругости, управляемая конфигурация деталей, увеличение быстродействия, бессборочные структуры, кристаллическое и аморфное состояние;

- оптические явления – прозрачность, поглощение, преломление, отражение, излучение, фотовозбуждение, управление характеристиками при помощи механических, электрических, магнитных, химических воздействий;

преобразование солнечной энергии, ВОЛС, активные и пассивные компоненты телекоммуникаций, миниатюрные оптокамьи, развязка электрических цепей;

- фотонные явления – оптопары, возбуждение, инициализация, ионизация, полимеризация, фотосинтез, люминесценция, когерентное излучение;

- электрические явления, электрические силы, электромагнитные воздействия;

- электромагнитные силы убывают в разных случаях пропорционально третьей или четвертой степени уменьшения размеров;

- магнитные явления: особое поведение ферромагнитных жидкостей, различные виды магнитосопротивления (БМС, ГМС, КМС, ТМС, ЭМС);

- термоэффекты: (тепло) Джоуля-Ленца, Зеебека, Пельтье, тепловая запись информации, ИКВ, датчики высоких температур, перегретая жидкость, горение, взрыв, (крио) сверхпроводимость, конденсат Бозе-Энштейна, материалы с запоминанием формы, нулевые колебания, радиационная защита;

- хемоэффекты – микро- и нано- источники питания, датчики химических веществ, катализ;

- микроэлектроника, основные технологические операции: наноимпринтинг, термокомпрессия, фотонно-корпускулярные методы обработки, самосборочная и другие методы литографии;

- атомно-молекулярные – саморепликация, самоорганизация, катализ, самовосстановление, целенаправленный физико-химический синтез;

- новые материалы- материалы с интеллектуальными свойствами, новые состояния вещества («квантовые точки»), графен, графан, фуллерены, УНТ, пористые керамики, органические малодфектные полимеры, ДНК, фотонные кристаллы, микроструктурированные волокна;

- плазма – ионные реактивные двигатели;

- радиация – защита бездефектными органическими полимерами и др.

**Выводы.** Микросистемная техника тесно связана с нанотехнологиями (НТ) и зачастую трудно их отличить. НТ реализуются в МСТ изделиях, а МСТ служат инструментом для производства и изучения НТ-структур. Взаимное дополнение и проникновение обеспечивает развитие и этих направлений, и т мехатроники.

Принцип создания МСТ устройств путем совместного использования феноменов различных сред и физических явлений дает возможность получения уникальных электрофизических характеристик мехатронных приборов, а также уменьшения затрат на их изготовление благодаря групповым методам производства.

В заключение необходимо заметить, что конвергенция различных областей знаний касается не только технических наук, но включает и социально-гуманитарные науки. В Курчатовском научном центре для этих целей создана лаборатория НБИКС (нано-биолоргические, информационные, когнитивные и социально-гуманитарные) исследования с высокой целью создания гармоничного техно-природного единства.

**Литература: 1. Палагин В.А.** Методологические основы проектирования технологий производства компонентов микроэлектромеханических систем [Текст]: дис. док. тех. наук: 05.27.06: Палагин Виктор Андреевич. – Харьков.ХНУРЕ, 2016. – 304 с. **2. Невлюдов І.Ш.** Мікросистемна техніка та нанотехнології. Монографія., [Текст]/ І.Ш. Невлюдов, В.А. Палагін В.А. // Київ, НАУ.2017. – 528 с. **3.** Микросистемная техника – продукт конвергенции [Текст]: тезисы доклада 5-тая Международная научно-техническая конференция «Информационные системы и технологии»,.(сентябрь 2016) Коблево, Украина/ И.Ш. Невлюдов, В.А. Палагин, Р.Ю. Аллахверанов, Е.А. Чалая// ИСТ -2016, сборник научных трудов Коблево , 2016. – с. 157 – 158. **4. И.Д. Войтович** Интеллектуальные сенсоры, [Текст]/ И.Д. Войтович, В.М. Корсунский «Интернет-университет информационных технологий», Бином, Лаборатория знаний, 2015. – 624 с.

УДК 621.869

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ІОННО-ПЛАЗМОВОГО ПОКРИТТЯ ПОВЕРХНІ НОЖІВ АВТОГРЕЙДЕРА**

**Венцель Є.С., д.т.н., проф., каф. будівельних і дорожніх машин, ХНАДУ**  
**Щукін О.В., к.т.н., доц., каф. будівельних і дорожніх машин, ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** Іонно-плазмове покриття в даний час не отримало широкого застосування взагалі і для різальних елементів робочих органів землерийно-транспортних машин, зокрема, в силу малої вивченості питання впливу на знос різних матеріалів ножів робочих органів.

Для визначення оптимальних параметрів іонно-плазмове покриття, що наноситься на поверхню робочого органу землерийно-транспортної машини і забезпечує мінімальний їх знос, нами була використана теорія планування експерименту [1].

**Мета дослідження** – встановлення оптимальних параметрів покриття, що наноситься на поверхню ножів автогрейдера, яке забезпечує мінімізацію їх зносу.

**Основний матеріал.** Як приклад оптимізації було обрано автогрейдер, робочий орган якого (ніж) виготовляється із сталі 65Г.

Виходячи з суті теорії математичного планування експерименту [2, 3], як варійований чинник приймали товщину покриття і шорсткість, яку позначили, відповідно,  $X_1$  і  $X_2$ . При цьому функцією відгуку був знос, який був нами позначений, як  $Y$ . Важливо відмітити, що проводилося два лабораторних дослідів, в результаті яких визначали знос ножів автогрейдера заздалегідь зважених на аналітичних вагах. При цьому кожному рядку планів враховувалося як значення  $Y$  середні значення. Таким чином, спираючись на вищевикладені міркування, приймали, що межами існування (зміни) чинників буде  $X_{1\min}=3$ ;  $X_{2\max}=7$ ;  $X_{2\min}=0,16$ ;  $X_{2\max}=0,48$ . В першу чергу, було проведено факторний експеримент першого порядку. Метою цього експерименту було дослідження математичної моделі залежності  $Y$  від  $X_1$ ,  $X_2$ , яка була б представлена у вигляді лінійного полінома.

Далі розраховувалося рівняння регресії першого порядку :

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2. \quad (1)$$

Результати розрахунку його коефіцієнтів представлено в табл. 1.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнтів регресії

Значення твердості	$b_0$	$b_1$	$b_2$
40	0,230	0,045	0,468
45	0,107	0,052	0,531
50	0,170	0,041	0,455
55	0,114	0,048	0,543

В результаті перевірки адекватності отриманих рівнянь за критерієм Фишера було прийнято рішення продовжити експерименти. При цьому отримані плани  $2n$  були доповнені до центральних композиційних планів другого порядку.

Далі було розраховано рівняння регресії другого порядку :

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{12}X_1X_2 + b_{22}X_2^2. \quad (2)$$

Результати розрахунку коефіцієнтів регресії наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Значення коефіцієнтів лінійного рівняння регресії

Значення твердості	Значення коефіцієнтів регресії					
	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$b_{11}$	$b_{12}$	$b_{22}$
40	0,806	-0,169	-1,493	0,032	-0,264	4,917
45	0,108	-0,155	2,715	-0,033	-0,333	-0,779
50	0,868	-0,202	-2,068	0,037	-0,320	6,137
55	0,172	-0,170	2,239	0,035	-0,352	0,116

Далі визначали найменше значення функції  $Y$  в області

$$\begin{cases} 3 \leq X_1 \leq 7 \\ 0,16 \leq X_2 \leq 0,48 \end{cases} \quad (3)$$

Як відомо з [3], цього значення можна досягти або на межі області, або в стаціонарній точці. Координати  $(X_1^0, X_2^0)$  стаціонарної точки визначали в результаті рішення системи рівнянь

$$\begin{cases} \frac{\partial Y}{\partial X_1} = 0 \\ \frac{\partial Y}{\partial X_2} = 0 \end{cases}, \quad (4)$$

яка в даному випадку має вигляд:

$$\begin{cases} b_1 + b_{12}X_2 + 2b_{11}X_1 = 0 \\ b_2 + b_{12}X_1 + 2b_{22}X_2 = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Далі, вирішуючи систему рівнянь (5) відносно  $X_1$  і  $X_2$ , отримуємо:

$$X_1^0 = \frac{-2b_{22}b_1 + b_2b_{12}}{4b_{11}b_{22} - b_{12}^2}, \quad (6)$$

$$X_2^0 = \frac{-2b_{11}b_{22} + b_{12}b_{21}}{4b_{11}b_{22} - b_{12}^2}. \quad (7)$$

В результаті рішення рівнянь (5) було отримано, що тільки в двох випадках (при твердості  $T=40$  і  $T=45$ ) стаціонарні точки ( $X_1^0=3,69$ ;  $X_2^0=0,25$  и  $X_1^0=3,95$ ;  $X_2^0=0,27$ ) належать області визначення чинників. У інших же випадках найменше значення функції  $Y$  спостерігається на межі (3). Вирішивши рівняння регресії (2), визначили найменше значення функції в кожному випадку. При цьому найменше значення зносу прогнозується при твердості, рівній 50 HRC, товщині покриття 4 мкм і шорсткості 0,27 мкм. Проте, оскільки найближчі значення шорсткості можливі лише 0,16 і 0,32 мкм, проводилися два додаткові експерименти. В результаті яких, найменшого значення зносу було набуто при твердості рівною 50 HRC, товщині покриття 4 мкм і шорсткості 0,32 мкм.

**Висновки.** Найменшого значення зносу ножів автогрейдера можна досягти при твердості рівної 50 HRC, товщині покриття 4 мкм і шорсткості 0,32 мкм.

**Література:** 1. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента / Ч. Хикс. – М.: Мир, 1997. – 406 с. 2. Роик Т.А. Повышение износо- и коррозионной стойкости деталей объемного гидропривода нанесением ионно-плазменных покрытий: монография / Т.А. Роик, Д.Б. Глушкова, Ю.В. Рыжков. – Харьков: 2012. – 112 с. 3. Евдокимов Ю.А. Планирование и анализ экспериментов при решении задач трения и износа / Ю.А. Евдокимов, В.И. Колесников, А.И. Тетерин. – М.: Наука, 1999. – 225 с.

УДК 656.225

## РОЗВИТОК ЛОГІСТИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЦЬ ШЛЯХОМ ЇХ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ

Ломотько Д.В., д.т.н., проф., зав. каф. Транспортні системи та логістика, УкрДУЗТ

**Постановка проблеми.** Складна система вітчизняних залізниць є важливим елементом, що органічно інтегровано до транспортної системи країни. Провідне положення залізниць визначається їх можливістю здійснювати регулярні перевезення, здійснювати переміщення основної частини потоків масових та контейнерних вантажів, забезпечувати мобільність ресурсів та реалізовувати синхронізацію виробництва з пунктами зародження матеріальних потоків, місцями споживання продукції, великими підприємствами і морськими портами [1]. Але повноцінно свої функції залізниці виконують у взаємодії з іншими видами транспорту.

**Мета дослідження.** Визначення основних закономірностей розвитку логістичних транспортних систем залізниць шляхом інтелектуалізації їх функціонування.

**Розвиток логістичних транспортних систем залізниць шляхом їх інтелектуалізації.** Сучасні економічні процеси, зміни у світових господарських зв'язках ставлять перед економікою країни завдання раціонального використання наявного потенціалу транспортної інфраструктури та всебічного врахування унікального економіко-

географічного положення. Цілеспрямована реалізація транзитного потенціалу транспортної системи країни дозволить не тільки отримати синергетичний ефект від участі в міжнародних перевезеннях в мережі транспортних коридорів, а також створить нові інструменти впливу на економічні процеси в інших державах шляхом формування нових зон економічного тяжіння та встановлення довгострокових економічних зв'язків [2].

В умовах реформування та корпоратизації перед залізничним транспортом постає завдання в стислі терміни створити ефективні інноваційні джерела розвитку, що дозволяють забезпечити масштабне залучення коштів у розвиток галузі та її модернізацію, сформувати умови для стійкого зростання показників роботи та підвищення конкурентоспроможності залізниць шляхом впровадження логістичних методів та технологій.

Сьогодні інтелектуалізація транспортної логістики є досить новим напрямком і стикається з низкою проблем. Одна з основних виявляється в підміні поняття «інтелектуалізація транспортної логістики» близькими категоріями - комп'ютеризація, автоматизація логістики, комплексне управління транспортними потоками та ін. Головна причина цього полягає в близькому до інтелектуальної логістики понятті «інтелектуальна транспортна система», яке часто трактується як автоматизована система управління транспортом [3]. Це призводить до звуження проблеми інтелектуалізації транспорту до його автоматизації або автоматизації управління.

Методологія побудови ієрархічної системи логістичних центрів Укрзалізниці повинна базуватися на вимогах вантажовласників в рамках впровадження логістичних технологій в перевізний процес. В умовах України головним завданням логістики стає сприяння підвищенню гнучкості системи комплексного транспортного обслуговування, її орієнтації на збільшення частки транспортного ринку та на отримання переваг перед конкурентами, а також формування єдиного ринково-орієнтованого інформаційного середовища.

Таким чином, основою інтелектуалізації транспортної логістики є система на основі інформаційних ресурсів залізничного транспорту, яка повинна охоплювати всі сфери виробництва та споживання. Реалізація в логістичній системі принципу синергії сприятиме самоорганізації кожної з стадій виробничого процесу. Аналіз завдань та проблем, що виникли в сфері інтелектуалізації залізничного транспорту та потребують глибоких наукових досліджень, дозволили виявити їх наступні основні напрямки:

- формування складної логістичної структури для створення інтелектуальної транспортної системи країни;
- необхідність істотного оновлення основних фондів залізничної галузі;
- подолання технічного і технологічного відставання залізниць від рівня передових країн світу, створення вітчизняної системи ефективного використання залізничної техніки та технологій;

- прискорення підвищення рівня ресурсозбереження у розвитку інфраструктури залізничного транспорту, поліпшення якості взаємодії елементів логістичної транспортної системи;
- необхідність підвищення безпеки та екологічності функціонування залізничного транспорту;
- необхідність перегляду та подолання функціональних та нормативно-правових обмежень для зростання обсягів транзитних вантажних перевезень.

Таким чином, основні напрямки інноваційної стратегії в області розвитку інтелектуальних транспортних систем повинні стати основою і одночасно інструментом об'єднання зусиль держави, інвесторів та галузі для вирішення перспективних економічних завдань. Це дозволить досягти загальносистемних соціально значущих результатів, оптимізувати рух матеріальних потоків, зміцнити економічний суверенітет та екологічну безпеку та за рахунок отримання синергетичного ефекту взагалі знизити сукупні логістичні витрати.

**Література:** 1. Бутько Т.В., Ломотько Д.В. Методологічний підхід до формалізації процесу функціонування великих динамічних систем залізничного транспорту // 36. Наукових праць УкрДАЗТ. - Випуск 85. Харків, 2007.- с.25-34. 2. Lomotko D. V., Alyoshinsky E. S., Zambrybor G. G. Methodological Aspect of the Logistics Technologies Formation in Reforming Processes on the Railways //Transportation Research Procedia. – 2016. – Т. 14. – С. 2762-2766. 3 Ломотько, Д. В. Formation of fuzzy support system for decision-making on merchantability of rolling stock in its allocation [Електронний ресурс] / Д. В. Ломотько, А. О. Ковальов, О. В. Ковальова //Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2015. – Т. 6. – №. 3 (78). – С. 11-17.

УДК 629.341

## **ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ – НОВІТНЯ СПЕЦІАЛЬНІСТЬ ДЛЯ ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ МАГІСТР**

**Гнатов А.В., д.т.н., проф., каф. автомобільної електроніки, ХНАДУ**  
**Аргун Щ.В., к.т.н., доц., каф. автомобільної електроніки, ХНАДУ**  
**Ул'янець О. А., менеджер з персоналу, Program-Ace, Харків**

**Постановка проблеми.** Бурхливий розвиток транспорту призвів до низки серйозних проблем, таких як: погіршенню екології ситуації, дефіциту енергоресурсів, збільшення аварійності, потреба в нових кваліфікованих фахівцях в енергоефективних та енергосберігаючих технологіях на транспорті, тощо. Отже, впровадження в навчальний процес магістерської спеціальності «Енергозберігаючі технології на транспорті» є нагальною потребою не лише тільки для України а й для всього цивілізованого Світу. Особливо актуальним це питання постає в умовах концепції сталого розвитку [1,2].

Під сталим розвитком розуміється загальна концепція необхідності встановлення балансу між задоволенням сучасних потреб людства і захистом інтересів майбутніх поколінь, включаючи їх потребу в безпечному і

здоровому довкіллі [3]. Саме визначення вказує на актуальність спеціальності «Енергозберігаючі технології на транспорті» для автотранспортної галузі.

Останнім часом стрімко зростає кількість гібридних та електромобілів, які потребують абсолютно нової концепції в розвитку інфраструктури для їх обслуговування та ремонту. Успішний розвиток і популяризація екологічно чистого автомобільного транспорту неможливі без побудови широкої міської та заміської мережі зарядних станцій для електромобілів і автомобілів plug-in hybrid. Такі зарядні станції повинні бути обладнані відповідно до чинних норм екологічної безпеки, з максимальним застосуванням поновлюваних і альтернативних джерел електроенергії, як то сонячні батареї, вітрогенератори тощо [4-6].

Розвиток інфраструктури сучасної транспортної мережі має на меті і впровадження комплексів засобів під загальною назвою «Розумні дороги», до яких відносяться: інтерактивне освітлення дороги, індикація стану поверхні дороги в залежності від погодних умов, бездротова підзарядка електромобілів під час руху, активна розмітка дороги, з можливістю швидкого перерозподілу режимів і смуг руху в залежності від завантаженості доріг і т.п. Такий тип доріг являє собою складну електротехнічну інформаційну систему, здатну самостійно та повністю автономно працювати і забезпечувати електричною енергією не тільки свої потреби, а й потреби інших електроспоживачів. Зокрема мова йде про розширення і інтеграції в сучасну транспортну інфраструктуру енергозберігаючих технологій згідно вимог сучасних видів енергоефективного транспорту [7-11].

**Мета дослідження** – обґрунтування доцільності впровадження в навчальний процес нової спеціальності для освітньо-кваліфікаційного рівня магістр «Енергозберігаючі технології на транспорті».

**Спеціальність «Енергозберігаючі технології на транспорті».** Для планування та реалізації сталого розвитку енергоефективної автотранспортної інфраструктури потрібні відповідні кадри – фахівці, здатні проводити розробку і проектування таких систем, а також технічне обслуговування та ремонт, як самих гібридних та електромобілів, так і електричних, електронних та інформаційних систем інфраструктури.

Впровадження в навчальний процес такої спільної (не тільки для ВУЗів України, а й для університетів інших держав Європи та Світу) освітньої програми призведе до отримання загальних (подвійних, багатосторонніх) дипломів магістра за спеціальністю «Енергозберігаючі технології на транспорті». Що, в свою чергу, є одним з пріоритетів співробітництва в сфері освіти не тільки в Європі, але і у всьому Світі. Наслідком цих нововведень буде модернізація освіти і поліпшення її якості та ефективності.

Магістри за фахом «Енергозберігаючі технології на транспорті» вже на даний момент є потрібними на ринку праці, оскільки сучасні виробничі та проектні компанії зацікавлені в зростанні своєї продуктивності і, в кінцевому рахунку, конкурентоспроможності, одним із шляхів досягнення якого, в



нинішніх умовах, є використання енергозберігаючих технологій та енергоефективного транспорту.

Загальною метою роботи є удосконалення вищої освіти відповідно до змінних потреб економічної і соціальної сфери в транспортній галузі, що обумовлюються зростанням сектора інноваційних енергоефективних та енергозберігаючих технологій. Реалізація запропонованої магістерської спеціальності призведе до підвищення конкурентності випускників університетів в працевлаштуванні і розширення співробітництва між ВНЗ.

Отже, запропонована магістерська програма сприятиме зменшенню енергоспоживання і заміщення традиційних джерел «зеленими» видами енергії в транспортній галузі.

Показники прогресу, що очікуються від втілення запропонованої спеціальності.

1. Поліпшення якості вищої освіти.
2. Модернізація вищої освіти для електротехнічних спеціальностей.
3. Поліпшені компетенції та навички ВНЗ.
4. Використання можливостей сучасних ІТ-технологій у вищій освіті.
5. Розширення міжвузівського співробітництва та обмін передовим досвідом між різними регіонами країни (Європи, Світу) в області енергозберігаючих та енергоефективних технологій, електромобілів і транспортної інфраструктури.
6. Підвищення обізнаності громадськості в питанні модернізації системи вищої освіти по електротехнічним спеціальностям.
7. Збільшення числа висококваліфікованих фахівців в області енергоефективних та енергозберігаючих технологій.

Доцільність такої нової спеціальності для вищої освіти в Україні складно переоцінити. Найбільш вагомим аргументам тут виступає сама державна політика щодо відновлюваної енергетики.

На думку експертів Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України, одним з головних елементів зваженої державної політики щодо розвитку сфери відновлюваної енергетики, є прийняття законодавчих актів, які стимулюють її розвиток. Для виконання зобов'язань перед Енергетичним співтовариством уряд затвердив Національний план дій з відновлюваної енергетики до 2020 р., який розроблено відповідно до вимог Директиви №2009/28/ЄС про сприяння використанню енергії з відновлюваних джерел [12-14]. Метою документа є досягнення в 2020 р. частки енергії, отриманої з поновлюваних джерел в кінцевому енергоспоживанні країни, на рівні 11%. Виконання плану в повному обсязі дозволить до цього терміну скоротити використання традиційних паливно-енергетичних ресурсів в обсязі 8,6 млн. тон нафтового еквівалента/рік (10,1 млрд. м<sup>3</sup> газу).

Для більшої наочності представлені діаграми структури виробництва електричної енергії в Україні на 2009 р. та на 2016 р., рис. 1.

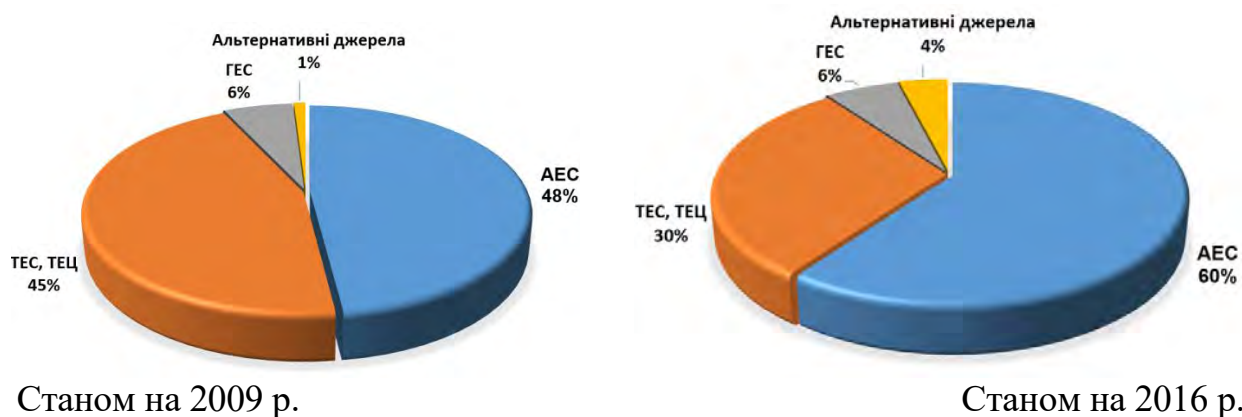


Рисунок 1 – Структури виробництва електричної енергії в Україні

Для реалізації таких амбіційних, але критично важливих планів потрібні висококваліфіковані фахівці в царині енергозбереження та енергоефективності. Саме цю проблему й покликана вирішити ініціатива, щодо втілення в навчальний процес новітньої магістерської спеціальності «Енергозберігаючі технології на транспорті».

Ще одним вагомим аргументом на користь запропонованої програми є те, що уряд України планує ввести податкові преференції для виробництва електромобілів, а також ініціювати державну програму підтримки покупців електрокарів, рис. 2 [15].

Зазначені наступні пропозиції щодо підтримки продажів електромобілів:

1. Зниження вартості на 21,6%:

- скасування ПДВ при ввезенні електромобіля до 1.01.2021 р (-16,8% від вартості автомобіля);

- звільнення від сплати збору в пенсійний фонд при першій реєстрації електромобіля до 1.01.2021 р. (-4,8% від вартості автомобіля);

- Звільнення від сплати акцизного збору до 1.01.2021 р. (-109 євро).

2. Додатковий стимул купувати електромобіль, а не автомобіль з ДВЗ:

- податкова знижка для податку на прибуток до 1.01.2021 р. (-20÷30% від вартості автомобіля);

- державний грант на покупку електромобіля до 1.01.2021 р. (повинен бути визначений окремим рішенням).

Стає очевидним, що електротранспорт – це майбутнє, яке вже настало, і Україна повинна рухатися в цьому загальноєвропейському і загальносвітовому напрямку. Незаперечною складовою успіху в цьому напрямку є наявність висококваліфікованих фахівців, які знають як реалізувати та втілити в життя сучасні енергозберігаючі технології на транспорті.



Рисунок 2 – Пояснення Мінінфраструктури Україна, чому саме електромобілі

**Висновки.** Проведені дослідження дозволяють сформулювати наступний загальний план дій, щодо реалізації та впровадження в навчальний процес новітньої спеціальності для магістрів.

1. Розробка освітньої програми магістрів за спеціальністю «Енергозберігаючі технології на транспорті» можливістю отримання багатосторонніх дипломів.
2. Розробка ОКХ, ОПП, навчального плану, для навчання магістрів за спеціальністю «Енергозберігаючі технології на транспорті».
3. Акредитація та ліцензування спеціальності.
4. Створення системи підготовки НПП для міжнародного співробітництва в сфері інноваційного технічної освіти, шляхом підвищення кваліфікації викладачів ВНЗ України.

**Література:** 1. **Транспортна інфраструктура** / Матеріали сайту 2016. – Режим доступу: <http://bagrationovsk.gov39.ru/about/transportnaya-infrastruktura>. 2. **Гнатов А.В.** Энергосберегающие технологии на транспорте / А. В. Гнатов, Щ.В. Аргун, О.А. Ульянец // – Луцьк : Наукові нотатки, В.55. – 2016. – С. 80–86. 3. **Постанова КМУ** від 1 березня 2010 р. № 243. Про затвердження Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2016 роки. 4. **Сталий розвиток** // Матеріали сайту – 2016. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Сталий\\_розвиток](https://uk.wikipedia.org/wiki/Сталий_розвиток). 5. **Сучасні технології на автобусному транспорті.** Матеріали IV-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції [“Сучасні технології та перспективи розвиткуавтомобільного транспорту”] (14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця) / А.В. Гнатов, Щ.В. Аргун, О.В. Підгора. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 139 с. С. 93 – 97. 6. **Біла книга з міжкультурного діалогу «Жити разом у рівності й гідності»** Рада Європи [Затверджена міністрами закордонних справ країн-членів Ради Європи на 118-й сесії Комітету міністрів Страсбург, 7 травня 2008 року], 2008. – 72 с. 7. **Закон України про автомобільний транспорт №3492-IV(3492-15)** від 23.02.2006р. 8. **Електробус на суперконденсаторах для наземної аеродромної техніки.** [Международная научно-техническая конференция «Проблемы создания и обеспечения жизненного цикла авиационной техники»] (20-21 квітня 2016 р., м. Харків) / А.В. Гнатов, Щ.В. Аргун. – Х.: Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», 2016. – 162 с. – С. 145 – 147. 9. **Міський електробус з надшвидкою**

**зарядкою.** [Друга всеукраїнська науково-практична конференція “Автобусобудування та пасажирські перевезення в Україні”: тези доповідей] (17-18 березня 2016 р.). / А.В. Гнатов, О.А. Ульянець Щ.В. Аргун. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. – 112 с. – С. 43 – 44. **10. Гнатов А. В.** Електробус на суперконденсаторах для міських перевезень / А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун, О.В. Бикова, О.В. Підгора // Вісник ХНАДУ. – 2016. – № 27. – С. 72–34. **11. «Енергозберігаючі технології на транспорті»** - нова спеціальність для підготовки магістрів в умовах сталого розвитку. [Збірка наукових праць всеукраїнської науково-методичної конференції «Проблеми і перспективи розвитку вищої освіти в Україні»] (22 листопада 2016 р., м. Харків). / А. В. Гнатов, А.В. Букетов, В.В. Мамрай, А.В. Ільченко, В.В. Біліченко, О.А. Ульянець. – Харків : ХНАДУ, 2016. – 92 с. – С. 24 – 26. **12. Перспективы развития зеленой энергетики в Украине** // Матеріали сайту – 2016. – Режим доступу: <http://www.biowatt.com.ua/analitika/perspektivy-razvitiya-zelenoj-energetiki-v-ukraine/>. **13. Розпорядження КМУ** від 1 жовтня 2014 р. № 902-р. Про Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року. **14. Директива 2009/28/ЄС** // Матеріали сайту – 2016. – Режим доступу: <http://esco.agency/ru/library/library.html>. **15. Мининфраструктуры планирует удешевить импортные и выпущенные в Украине электромобили на 21,6%** // Матеріали сайту – 2016. – Режим доступу: <http://autonews.autoua.net/novosti/15044-mininfrastruktury-planiruet-udeshevit-importnye-i-vypushennye-v-ukraine-elektromobili-na-216.html>.

УДК 625.078.1

## **МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**Балака Є. І., к.е.н., доц., каф. транспортних систем та логістики,  
УкрДУЗТ**

**Резуненко М. Є., к.т.н., доц., каф. вищої математики, УкрДУЗТ**

**Постановка проблеми.** Залізничний транспорт України, маючи розгалужену мережу залізничних шляхів, щільність якої складає 0,36 км. на квадратний кілометр площі країни, займає монопольне положення в міжрегіональних пасажирських перевезеннях. Враховуючи, що витрати на пасажирські залізничні перевезення в прямому сполученні вдвічі перевищують доходи від них, а ці збитки компенсуються за рахунок вантажних перевезень, актуальною залишається проблема прогнозування роботи пасажирського залізничного комплексу в місцевому та дальньому сполученні (оскільки такі поїздки суттєво залежать від соціально-економічного стану в країні). Це надасть можливість заздалегідь визначати потребу залізниці в необхідних матеріальних, трудових та фінансових ресурсах задля забезпечення стабільної роботи пасажирського комплексу в майбутньому. Пошуку шляхів вирішення проблеми поліпшення фінансово – економічного стану залізничного транспорту присвячено чисельні дослідження українських науковців [1,2,3].

**Метою дослідження** є обґрунтування можливості комплексного використання економіко – математичного моделювання та формалізованих методів прогнозування для отримання достовірних прогнозних оцінок обсягів пасажирських перевезень залізничним транспортом у дальньому сполученні в короткострокових періодах випередження.

**Основний матеріал.** Для прогнозування обсягів пасажирських перевезень залізничним транспортом доцільно використовувати екстраполяційний метод на основі змінної середньої. Проте, застосування виключно цього методу є необхідною, але недостатньою умовою для отримання якісного прогнозу обсягів пасажирських перевезень, оскільки зазначений метод не враховує вплив різноманітних факторів на цей процес.

Для кількісної оцінки ступеня впливу найсуттєвіших факторів на обсяг пасажирських перевезень залізничним транспортом в дальньому сполученні доцільно використовувати метод кореляційно-регресійного аналізу. Даний метод дозволяє побудувати багатофакторну модель обсягів пасажирських перевезень, яка поєднує в собі дві складові: кореляційний аналіз, що визначає кількісну оцінку тісноти та характеру (спрямованості) взаємозв'язку між обсягом пасажирських перевезень та факторами, що впливають на нього; регресійний аналіз, що являє собою метод вибору лінійної функції, яка застосовується для розрахунку обсягів пасажирських перевезень з урахуванням ступеня впливу визначених факторів. Таким чином, для отримання якісного прогнозу обсягів пасажирських перевезень в дальньому сполученні доцільно застосовувати поєднання кореляційно-регресійного аналізу (для побудови багатофакторної економіко-математичної моделі обсягів пасажирських перевезень) та методу екстраполяції на основі змінної середньої (для прогнозування величини факторів, що впливають на обсягів пасажирських перевезень).

На обсяг пасажирських перевезень залізничним транспортом впливають різноманітні фактори, які за ознакою їхнього прояву можна розподілити на такі основні групи: фактори економічного характеру, фактори соціального характеру, фактори організаційного характеру, фактори географічного характеру, фактори політичного характеру.

Найбільш суттєвими факторами, на наш погляд, можна вважати чисельність населення країни ( $Y_H$ ), реальні доходи населення ( $Y_D$ ) та рівень тарифів ( $Y_C$ ) на пасажирські перевезення залізничним транспортом в дальньому сполученні. Зазначимо, що зміни доходів населення впливають на обсяг пасажирських перевезень в наступному році. Тому при побудові моделі слід враховувати доходи за попередній рік.

Врахування впливу інших факторів потребує більш ґрунтовного дослідження та використання широкої і різноманітної бази статистичних даних.

Прогнозування обсягів пасажирських перевезень залізничним транспортом в дальньому сполученні здійснюється в три етапи:

- на першому етапі визначається кореляційно-регресійна модель обсягів пасажирських перевезень залізничним транспортом в дальньому сполученні;
- на другому етапі визначаються прогнозні значення величини факторів регресійної моделі на відповідний період випередження;
- на третьому етапі розраховується прогноз обсягу пасажирських перевезень залізничним транспортом в дальньому сполученні на основі використання багатофакторної моделі та прогнозних значень її факторів.

Використовуючи статистичні дані [4] для визначених вище факторів, авторами було отримано рівняння лінійної регресії:

$$\hat{Y}_n = -269,337 + 7,036Y_H + 0,0003 Y_D - 0,011Y_C.$$

Для визначення прогнозу обсягів пасажирських перевезень на основі наведеної економіко – математичної моделі отримано прогноз величини вищенаведених факторів, використовуючи метод змінної середньої. Прогнозування на основі сумісного використання кореляційно – регресійної моделі та методу екстраполяції дозволяє виявити умови беззбиткового перевезення пасажирів в дальньому сполученні. Так, якщо доходну ставку за дальні перевезення збільшити в два рази, що забезпечить їхню беззбитковість, то в 2017 році очікується зменшення кількості перевезених пасажирів на 3,919 млн. пас., а пасажирообороту - на 1965,379 млн.пас.км., тобто на 13,71%, проте, доходи української залізниці в 2017 р. зростуть на 74,29%. Враховуючи, що знос рухомого складу досягає 86-90%, додаткові доходи є суттєвим джерелом поліпшення фінансового стану та інвестиційних можливостей залізниці.

**Висновки.** Таким чином, залізниця потребує вирішення альтернативного питання: або зберегти статус соціально – значущого перевізника пасажирів за збитковими тарифами, або поліпшити фінансовий стан і отримати додаткові ресурси для оновлення основних фондів пасажирського залізничного комплексу.

**Література.** 1. Балака Е.И. Концепция формирования тарифной политики как фактор конкурентоспособности железнодорожного транспорта / Е.И. Балака, А. Ю. Чередниченко // Вісник Харківського національного університету ім. В.Н.Каразіна.- Харків, 2001.-Економічна серія 512.- С.57-59. 2. Аксёнов И.М. Предпринимательство и бизнес в сфере пассажирских перевозок/ И.М. Аксёнов // Залізничний транспорт України.- 2000.- №1.- С.28-31 3. Балака Є.І. Прогнозування основних показників функціонування малодіяльних ділянок залізниць / Балака Є.І., А.В. Зорін // Проблеми економіки транспорту: тези доповідей ІХ Міжнародної наукової конференції, м. Дніпропетровськ – Д.: [б.в.], 2010. – С.19. 4. Довідник основних показників роботи залізниць України (2004-2014 р.р.). Київ, 2015.- 59 с.

УДК 629.33:681.51

## МЕХАТРОННІ ТА ТЕЛЕМАТИЧНІ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЯ

Мигаль В. Д., д.т.н., проф. , каф. технічної експлуатації і сервісу автомобілів, ХНАДУ

**Постановка проблеми.** Питання мехатроніки і телематики є багатогранними, оскільки мехатронні системи інтегрують механічні, електромеханічні, електронні та комп'ютерні компоненти в єдину систему автоматизованого управління. Створення таких систем потребує знань в області багатьох галузей: механіки, електротехніки, електропривода, електронної техніки комп'ютерів і мікропроцесорів, їх програмування, теорії систем управління і т.п. [1–3].

**Мета дослідження** – визначення мехатронних і телематичних систем автомобілів, які забезпечують заданий рівень розширеної інформатизації

внутрішніх і зовнішніх зв'язків систем автомобіля, автоматизації та інтелектуалізації автомобіля. Методи досліджень: аналіз, розвиток, порівняння і узагальнення.

**Основний матеріал.** Поняття «мехатроніка» і «телематика» тривалий часом не були розкриті. Це пояснюється тим, що в науковому змісті цих понять не було особливої потреби, оскільки техніка (включаючи автомобільну) була порівняно нескладною. Розвиток засобів автоматизації на ранній стадії відбувався через застосування механічних, пневматичних, гідравлічних та електромеханічних систем з аналоговим управлінням.

Вимоги наукового обґрунтування поняття «мехатроніка» стали висуватися на стадії розробки методів створення автоматичних систем управління складними машинами і комплексами; коли науковою базою стала кібернетика [4] та інформаційні технології, а розробка систем автоматизації управління робочими процесами, рухом і діагностуванням автомобілів проводилася із застосуванням мікропроцесорних пристроїв, силових перетворювачів, обчислювальної комп'ютерної техніки із складним програмним забезпеченням [1, 5–7]. Поєднання механіки (гідравліки і пневматики), електромеханічних і електронних систем з комп'ютерним управлінням потребувало введення нового, більш ємного поняття – «мехатроніка».

Мехатронізація автомобіля відбувалася по кільком основним напрямкам. Перший – це розробка численних різноманітних датчиків. Другий напрям – введення одного, а в більшості кількох зворотних зв'язків за вхідними показниками сигналів від датчиків. Такі системи дають можливість застосовувати комплексне управління з урахуванням постійних змін умов експлуатації та руху автомобіля. Третій напрям – розширення функціональних синергетичних зв'язків між технічними системами автомобіля за рахунок використання широкого набору різноманітних алгоритмів управління та програмного забезпечення, що реалізує ці алгоритми (функціонування та діагностування систем). Розвиток мехатронних засобів управління рухом дає можливість створювати алгоритми управління з адаптацією до зовнішніх впливів [8].

Зміст роботи [8] дає можливість уявити прийняті в мехатроніці, телематичі і транспортній інформатизації поняття і визначення, дати уявлення про структуру і види мехатронних систем автомобіля. Також описані сигнали і датчики об'єктів управління автомобіля, обробка і перетворення сигналів, модулі та складові мехатронних систем – приводи, виконавчі механізми, мікропроцесорні системи і пристрої, мікроконтролери, електронні блоки управління мехатронних систем. Крім того, описані сучасні мехатронні системи: рульового управління, двигуна, трансмісії, підвіски, гальмівної системи, освітлення та сигналізації, бортові та дистанційні системи діагностики, системи інформаційних і телекомунікаційних послуг в технічній експлуатації автомобілів.

Основним технічним забезпеченням розвитку мехатроніки і телематики систем автомобіля є швидкий розвиток мікропроцесорів, мікроконтролерів та

мікро-ЕОМ, що зумовило нове осмислення процесів передачі і перетворення інформації в електромеханічних системах. Мікропроцесорні системи управління автомобілем дають можливість істотно розширити інформаційні зв'язки між технічними системами, враховувати більшу кількість факторів, які впливають на оптимізацію робочих процесів та технічний стан автомобіля, на швидкість і рівень зв'язків між компонентами систем; реалізувати оптимальні закони управління і коригування у залежності від внутрішніх і зовнішніх умов експлуатації та забезпечення їздових якостей автомобіля; збільшення чутливості та швидкодії виконавчих органів. Вирішення цих завдань дало можливість значно розширити управління робочими процесами, удосконалити алгоритми управління паливною системою двигуна, підвіскою, трансмісією.

Сучасні тенденції розвитку інформатизації, створені навігаційні системи і пристрої автомобіля дають можливість дистанційного проведення контролю технічного стану управління автомобілем, надавати необхідні інформаційні телекомунікаційні послуги. Комплексне визначення зв'язків комп'ютерних засобів, інформатики та телекомунікацій (усередині автомобіля та зовні) отримали назву «телематика». Телематика є основою для створення інтелектуальних транспортних машин. Завдяки їй сучасний транспортний засіб стає невід'ємною ланкою транспортної інфраструктури.

Створення автоматичних систем управління рухом та дистанційного діагностування автомобіля потребує подальшого збільшення швидкодії управління в системах «автомобіль-дорога», «автомобіль-навігаційні системи-споживач» за рахунок інтелектуалізації та синергетичного об'єднання цих систем.

При постійному зростанні потреби автоматизації автотransпортних систем доцільним є розширення автомобільної мехатроніки, інформатизації та інтелектуалізації транспортних засобів, розробка нових методів і засобів управління не тільки самого автомобіля, але й зовнішніх засобів комунікації та інформатизації транспортних систем. Науково-технічною основою для створення інтелектуальних транспортних засобів є мехатроніка і телематика. Актуальним є також подальша розробка, удосконалення та підвищення ефективності бортових засобів і систем дистанційного діагностування й інформаційних технологій технічного обслуговування транспортних засобів.

**Висновки.** У результаті дослідження визначено, що науково-технічною основою для створення інтелектуальних транспортних засобів є мехатроніка і телематика. Розширення автомобільної мехатроніки, інформатизації та інтелектуалізації транспортних засобів потребує розробки нових методів і засобів управління не тільки самого автомобіля, але й зовнішніх засобів комунікації та навігаційних систем.

**Література:** 1. Алексієв В.О. Мехатроніка, телематика, синергетика 4 транспортних додатках: навчально-методичний посібник / В.О. Алексієв, О.П. Алексієв, О.Я. Ніконов. – Х.: ХНАДУ, 2011. – 212 с. 2. Голобородько О.О. Мехатронні системи автомобільного транспорту: навчальний посібник / О.О. Голобородько, В.В. Редчиль, О.О. Коробочка. – Х.: ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. – 300 с. 3. Мигаль В.Д. Средства информационных систем автомобиля: справ. пособие / В.Д. Мигаль. – Х.:Изд-во Майдан, 2012. – 444 с. 4.



**Мигаль В.Д.** Технічна кібернетика транспорту: навч. посібник / В.Д.Мигаль. – Х.: Видання «ІНЖЕК», 2007. – 328 с. **5. Иссии Т.** Мехатроника / Т. Иссии, Н. Симояма, Х. Иноуэ. – М.: Мир, 1988. – 318 с. **6. Сига Х.** Введение в автомобильную электронику / Х.Сига, С.Мидзутани. – М.: Мир, 1989. – 232 с. **7. Власов В.М.** Телематика на автомобильном транспорте / В.М. Власов, С.В. Жанказиев, В.Б. Николаев, В.М. Приходько. – М.: МАДИ (ГТУ), 2003. – 175 с. **8. Мигаль В.Д.** Автомобіль. Мехатронні та телематичні системи: Монографія / В.Д. Мигаль. – Х.: Вид-во Майдан, 2017. – 307 с.

УДК 629.113+656.3.44.083

**ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ  
СИСТЕМИ ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ  
ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

**Волков В.П., д.т.н., проф., зав. каф. технічної експлуатації і сервісу  
автомобілів (ТЕСА), ХНАДУ**

**Грицук І.В., д.т.н., доц., каф. ТЕСА, ХНАДУ**

**Грицук Ю.В., к.т.н., доц., каф загальної інженерної підготовки,  
ДонНАБА (м. Краматорськ)**

**Волков Ю.В., аспірант каф. ТЕСА, ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** Для забезпечення формування предметної області інформаційної системи оцінювання параметрів технічного стану транспортного засобу (ТЗ) в умовах експлуатації при здійсненні дистанційного моніторингу і визначенні умов експлуатації ТЗ у складі бортового інформаційного комплексу, доцільно використовувати діаграми потоків даних.

**Мета дослідження** – формулювання підходів та побудова діаграми потоків даних системи інформаційного обміну для керування класифікацією умов експлуатації ТЗ в інформаційних умовах ITS.

**Основний матеріал.** Моніторинг параметрів технічного стану транспортних засобів автомобільного транспорту - це постійне і синхронізоване спостереження за їх технічним станом за множиною фіксованих технічних параметрів.

Для визначення предметної області інформаційної системи оцінювання параметрів технічного стану ТЗ в умовах експлуатації при проведенні його моніторингу будемо використовувати діаграми потоків даних (DFD - Data Flow Diagramm). Розроблена діаграма (рис. 1) потоків даних (DFD) являє собою самий верхній описовий рівень системи моніторингу ТЗ. Подальше уточнення моделі потоків даних проводимо шляхом декомпозиції об'єктів, які складають її.

Джерелами первинної інформації про технічний стан ТЗ в системі моніторингу технічного стану (рис. 1) виступають «Учасники процесу моніторингу ТЗ (користувачі), засоби моніторингу», «Процес експлуатації ТЗ в умовах експлуатації», «Умови експлуатації ТЗ в процесах моніторингу» тощо, що вважаємо «зовнішніми сутностями». До функціональних завдань інформаційної системи моніторингу ТЗ відносимо ідентифікацію, моніторинг параметрів і діагностування технічного стану ТЗ та оцінка умов експлуатації

ТЗ засобами ITS.

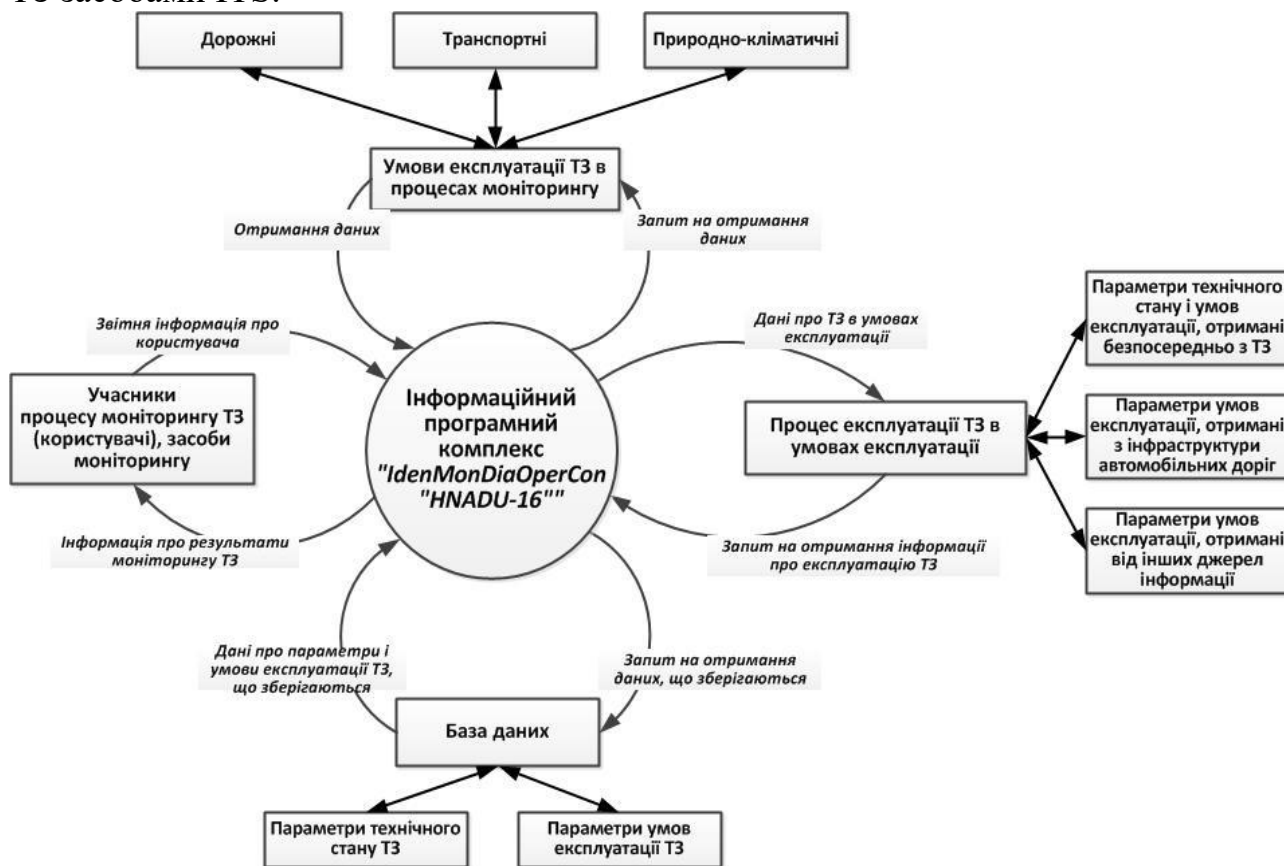


Рис. 1. DFD-діаграма функціонування інформаційної системи моніторингу ТЗ

Потоками даних в системі моніторингу ТЗ, що розглядається, будуть дані, які одержуються від учасників процесу моніторингу ТЗ, від відповідних засобів моніторингу, від учасників експлуатації ТЗ про умови експлуатації ТЗ і процеси експлуатації ТЗ під час моніторингу, які в подальшому обробляються, передаються і зберігаються, а також команди і запити, що циркулюють між комунікаційним обладнанням учасників процесу моніторингу. У загальному випадку згідно нотації «Йордона - Де Марко» схема функціонування інформаційної системи моніторингу ТЗ представлена на рис. 1. Згідно вимог і завдань до інформаційної системи в частині програмного забезпечення (ПЗ), вона реалізує вирішення наступних задач моніторингу ТЗ: збирання даних з ТЗ; зберігання даних; ідентифікація ТЗ у просторі і в системі моніторингу; побудова функціональних залежностей у часі; моніторинг параметрів технічного стану ТЗ з можливостями їх прогнозування; ідентифікація умов експлуатації; діагностування стану ТЗ і перевірка відповідності стану ТЗ отриманим параметрам моніторингу за визначеними параметрами.

**Висновки.** Сформульований підхід дозволяє визначити вплив основних етапів обробки отриманої інформації про технічний стан ТЗ в ПК, а саме ідентифікацію ТЗ в просторі, систему моніторингу і нестационарних умов експлуатації; збирання вихідних даних про параметри технічного стану і положення у просторі ТЗ, в умовах експлуатації; прогнозування параметрів стану ТЗ; ідентифікацію умов експлуатації; діагностування стану, збирання

повідомлень і даних діагностування ТЗ; перевірку відповідності дійсного стану ТЗ отриманим параметрам і умовам експлуатації, в процесі моніторингу.

УДК 631.39

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ DSRC В СИСТЕМЕ КОММУНИКАЦИИ МЕЖДУ АВТОМОБИЛЯМИ**

**Карпишен Б.С., студент, ХНАДУ**

**Тимонин В.А., к.т.н., с.н.с., доц. каф. компьютерных технологий и  
мехатроники, ХНАДУ**

**Постановка проблемы.** Одним из перспективных направлений повышения безопасности движения является разработка и внедрение системы коммуникации между автомобилями. Система представляет собой разновидность беспроводной сети (WLAN, Wireless Local Area Network), в которой выделяются два типа узлов – транспортное средство (автомобиль, мотоцикл) и объекты инфраструктуры (светофор, центр регулирования движения). Система коммуникации между автомобилями является составной частью интеллектуальной транспортной системы. Для налаживания взаимодействия систем коммуникации между собой необходимо использовать унификацию.

**Цель исследования** – анализ DSRC – технологии в телематических системах автомобилей.

**Основной материал.** Семьдесят лет назад общение между находящимися в движении транспортными средствами целиком возлагалось на управляющих ими людей. Но уже в середине 50-х годов машины сходили с конвейера с указателями поворота, а в середине 70-х годов поставить на учёт автомобиль без подфарников-сигналов стало невозможным. Этого требовал резко возросший трафик. Сегодня поток уличного движения несопоставимо более напряжён. И общение водителей между собой чрезвычайно важно. Также всё больше и больше функций управления автомобилем год от года передаётся автоматическим системам самого транспортного средства. Становятся привычными контроль скорости и дистанции, автопарковка.

Через некоторое время вождением автомобилей будут заниматься автоматизированные системы. Сейчас сигнал торможения включается при нажатии на педаль тормоза, какое-то время после этого проходит до того, как водитель следующей далее машины сигнал увидел, распознал и принял решение, рассчитал интенсивность торможения. Автоматические системы, взаимодействуя по цепочке, смогут более точно рассчитать графики торможения для каждой из машин, как обеспечивая сохранение жизни и здоровья пешеходов, так и исключая, по возможности столкновения машин между собой. Эксперты General Motors видят следующие этапы на пути к автоматическому управлению автомобилем, многие из которых уже стали реальностью: информирование водителя без перехвата управления; перехват

управления в экстренных случаях; возможность ограниченной передачи управления (автоматизированный режим); возможность полной передачи управления по инициативе водителя; полностью автоматический автомобиль.

В настоящее время над созданием и совершенствованием системы коммуникации между автомобилями работают различные организации, среди которых государственные транспортные учреждения, учебные заведения США и Европы, автопроизводители (Audi, BMW, Daimler, General Motors, Ford, Honda, Mercedes-Benz, Nissan, Opel, PSA, Toyota, Volkswagen, Volvo), производители электронных компонентов (Bosch, Continental, Siemens) и другие компании.

Современные коммуникации V2V (автомобиль — автомобиль) базируются на стандартной технологии DSRC (Dedicated short-range communications) также известный как IEEE 802.11p. Основные аппаратные компоненты V2V — это микропроцессор, беспроводной модуль передачи информации и приемник сигналов GPS. Автомобили определяют собственное местонахождение по сигналам спутников GPS и обмениваются с другими автомобилями этими данными, а также прочей полезной информацией: например, о скорости движения, ускорении или дорожных условиях. Инновационная технология функционирует в реальном времени и передает сообщения в течение одной-двух секунд.

Система получает данные от источников автомобильной телематики, которые могут содержать позицию автомобиля на основании GPS, данные одометра, акселерометра, признаки торможения, данные от других датчиков, а также данные, принятые по цепочке от других автомобилей.

Для реализации беспроводного соединения на автомобиль устанавливается ряд конструктивных элементов — антенна, приемник, передатчик, блок управления, которые могут быть объединены в единый WLAN-модуль. В качестве модуля может использоваться обычный смартфон с соответствующим программным обеспечением и синхронизированный с автомобилем.

Основную работу выполняет блок управления. Он обрабатывает входящие внутренние (от автомобиля) и внешние (из сети) сигналы и преобразует их в управляющие выходные сигналы, которые, в свою очередь, транслируются на автомобильную аудиосистему и информационный дисплей. В экстренном случае система коммуникации может воздействовать на органы управления автомобилем, предупреждая аварию. Основные характеристики системы: частота - 5,9 ГГц, радиус действия — до 1000 м, скорость транспортного средства — до 100 км/ч. Антенны подключаются к бортовому оборудованию, к которому также могут быть подключены датчики автомобиля через стандартную шину (CAN и т.п.).

Данная технология имеет свои недостатки: отсутствие стандартов V2V прикладного уровня; вопросы приватности и защиты системы от преднамеренных манипуляций; при большом скоплении связанных автомобилей имеет место лавинообразное нарастание количества исходных данных для анализа, что приводит к ошибкам и замедлению работы бортовых

устройств; до конца не проработаны способы эффективной фильтрации данных без ущерба базовым сценариям управления.

DSRC также имеет и свои преимущества. На текущий момент отлажена технологическая основа, модель OSI проработана вплоть до уровня приложений. Разработаны протоколы, включая высокоуровневые. Устройства DSRC используют лицензированный спектр частот, специально выделенный для нужд безопасности дорожного движения. Протокол ориентирован на работу на больших скоростях (устройство быстро просыпается и устанавливает соединение), отвечает всем требованиям по информационной безопасности и хорошо работает в условиях множественных источников сигнала, что является обычным делом в потоке машин.

Система комплектуется программным обеспечением расширяющее ее возможности. Особое значение имеет безопасность и сервисы предполагают значительное (или подавляющее) превосходство связанных автомобилей на дороге.

Сервисы безопасности V2V (автомобиль — автомобиль):

- избежание столкновения с впереди следующим автомобилем;
- электронные стоп-сигналы. Резко тормозящий автомобиль сигнализирует о применении экстренного торможения, у всех приближающихся сзади включается сигнал или даже перехват управления автоматикой;
- предупреждение об автомобиле в слепой зоне;
- помощь при смене полосы;
- предупреждение об опасности обгона (рис.1);
- предупреждение о возможных столкновениях на перекрестках;
- предупреждение о движении по встречной полосе;
- кооперативный адаптивный круиз-контроль.

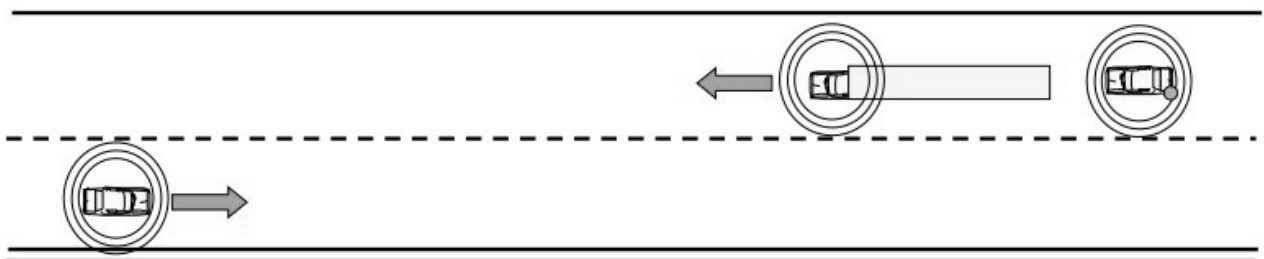


Рисунок 1 - Предупреждение об опасности обгона

Наряду с управлением движением система коммуникации между автомобилями позволяет еще и контролировать это движение, что обязательно будет востребовано надзорными органами (полицией, службой безопасности). Система коммуникации может быть использована для получения различного рода контента, не связанного непосредственно с движением. Беспроводная связь с сетью Интернет позволяет проводить поиск

информации, загрузку файлов, отправлять (получать) почтовые сообщения, использовать электронные игры.

Уже в 2017 году выйдут автомобили Mercedes E-class, которые будут оснащены этой системой штатно. На сегодняшний день не существует автопроизводителей, которые выпускали бы авто с системой V2V в серийном производстве. Мерседес Е-класса – это первое транспортное средство, которое сможет общаться с другими автомобилями.

Представитель компании Mercedes рассказывает о системе V2V следующее: “Система связи между автомобилями Мерседес это не концептуальная технология или будущие разработки. Это реально серийная система, которая прошла все отладки и настройки и будет устанавливаться на новые автомобили Е-класса 2017 года. То есть, система связи между машинами полностью готова”.

Согласно исследованиям, которые провел ученый из Массачусетского технологического института, современные дороги могли бы принять в два раза больше трафика при условии, если светофоров не будет. Убрать светофоры возможно только после того, как роботизировать все транспортные средства, а именно подключиться к системе V2V.

**Литература.** 1. Системы современного автомобиля. Система коммуникации между автомобилями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://systemsauto.ru/active/car-to-car.html>. 2. V2V, V2I, технологии и возможное будущее автомобильного транспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/237447> 3. Автомобили станут общаться между собой на шоссе по стандарту C-ITS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.computerra.ru/94958/avtomobili-stanut-obshhatsya-mezhdu-soboy-na-shosse-po-standartu-c-its>

УДК .001.57:51:656.025.2

## **РОЗРОБКА МОДЕЛІ ЕФЕКТИВНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОБУСНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**Костікова М.В., к. т. н, доц., каф. інформатики і прикладної математики, ХНАДУ**

**Скрипіна І.В., ст. викл., каф. інформатики і прикладної математики, ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** Ефективна й надійна робота міського пасажирського транспорту безпосередньо впливає на ефективність функціонування системи господарства міста, його підприємств, організацій та установ. На підвищення ефективності функціонування маршрутного пасажирського транспорту в містах, зокрема пасажирських автобусних перевезень, впливає багато факторів, зокрема технічна готовності рухомого складу, на вибір якого, в свою чергу, впливає ряд показників, що потрібно враховувати. Тому досі є актуальною проблема рішення задачі вибору типу рухомого складу.

**Мета дослідження** – конструювання математичної моделі організації пасажирських автобусних перевезень.

**Два походи до рішення задачі вибору типу рухомого складу.**

Основним видом транспорту в містах є пасажирський автомобільний транспорт, який здійснює перевезення пасажирів автобусами та легковими автомобілями. Незважаючи на багато недоліків автомобільного транспорту порівняно з іншими видами транспорту, він одержав великий розвиток не лише в міських перевезеннях, але і в приміських, міжміських та міжнародних. Основна його перевага – це маневреність, автономність та можливість доставки пасажирів із заданим ступенем комфорту від дверей до дверей.

Значна кількість робіт присвячена пошуку дійових методів планування роботи систем масового пасажирського транспорту в містах. В [1] наданий докладний аналіз цих праць. В джерелі [2] викладено теоретичні підходи і практичні результати досліджень у сфері підвищення ефективності функціонування маршрутного пасажирського транспорту в містах, наведено методику визначення мети та формалізації критерію ефективності міського пасажирського транспорту.

Ефективність пасажирських перевезень є комплексним показником і характеризується якістю обслуговування пасажирів, виробітком рухомого складу, мінімальними витратами, рівнем потреби у водіях і рухомому складі, соціальною ефективністю перевезень, що включає умови труда і відпочинку водіїв, заробітну плату, безпеку рушення і т. п.

З всіх факторів, тих, що впливають на ефективну організацію пасажирських перевезень розглянемо питання вибору типу рухомого складу, працюючого на маршрутах.

При збереженні свободи вибору транспортного засобу перевізником є сфера прийняття компромісних рішень.

Розглянемо задачу вибору типу рухомого складу, рішення якої дозволить мінімізувати експлуатаційні витрати і отримати максимальний прибуток при використанні на маршрутах нових автобусів різного типу.

Задача зводиться до рішення наступної задачі цілочисельного лінійного програмування (з двозначними змінними  $x_{ij}$ ):

$$\begin{aligned} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} C_{ij} x_{ij} &\rightarrow \min, \\ \sum_{j \in J} a_{ij} x_{ij} &\leq b_{ij}, \\ \sum_{i \in I} x_{ij} &= 1, \\ x_{ij} &= \begin{cases} 1, & \text{якщо автобус } i \text{ призначений на маршрут } j. \\ 0 & \text{в іншому випадку} \end{cases} \end{aligned}$$

Якщо  $|I|=|J|$  і всі коефіцієнти  $a_{ij}$ , як і всі праві частини  $b_i$ , рівні 1, то дану задачу можна розглядати як класичну задачу про призначення

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} C_{ij} x_{ij} \rightarrow \min,$$

$$\begin{aligned} \sum_{i \in I} x_{ij} &= 1, \\ \sum_{j \in J} x_{ij} &= 1, \\ x_{ij} &= \begin{cases} 1, & \text{якщо автобус } i \text{ призначений на маршрут } j, \\ 0 & \text{в іншому випадку} \end{cases} \end{aligned}$$

Задача в такому вигляді ефективно вирішується за допомогою відомих алгоритмів. Рішення задачі, без прийнятих зауважень, входить в клас  $NP$ -повних задач. Для її рішення можуть бути використані різні підходи, що використовують ослаблення Лагранжа. Так пропонується ослаблювати обмеження  $\sum_{j \in J} a_{ij} x_{ij} \leq b_{ij}$  зв'язуючи з ними вектор множників  $\lambda = (\lambda_i)$ ,  $i \in I$  з невід'ємними елементами. Значення подвійної функції легко виходить за допомогою рішення задачі

$$\begin{aligned} \omega(\lambda) &= \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} C'_{ij} x_{ij} - \sum_{i \in I} \lambda_i b_i, \\ \sum_{i \in I} x_{ij} &= 1, \quad j \in J, \\ x_{ij} &= \begin{cases} 1, & \text{якщо автобус } i \text{ призначений на маршрут } j, \\ 0 & \text{в іншому випадку} \end{cases} \end{aligned}$$

де  $C'_{ij} = c_{ij} + \lambda_i a_{ij}$  для усіх  $i, j$ .

Для цього досить визначити  $C'_{ij} = \{\min C'_{ij}\}$ , для кожного  $j \in J$  привласнити відповідній змінній значення 1 (інші змінні покладаються рівними 0).

Можливий і інший підхід до рішення даної задачі. Він складається в перевазі ослаблення обмеження  $\sum_{i \in I} x_{ij} = 1$  і обмежень  $\sum_{j \in J} a_{ij} x_{ij} \leq b_{ij}$ .

**Висновки.** В результаті дослідження надано два рівноправних підхода побудови математичної моделі організації пасажирських автобусних перевезень.

Реалізація цих моделей дозволить знизити експлуатаційні витрати на здійснення автобусних перевезень і отримати максимальний прибуток від перевезень при мінімальних капітальних витратах на придбання рухомого складу. В той час як кожний з отриманих показників істотно впливає на ефективність пасажирських перевезень загалом.

**Література:** 1. Доля В. К. Теоретические основы и методы организации маршрутных автобусных перевозок пассажиров в крупных городах: дис. д-ра техн. наук: 05.22.10. – М., 1993. – 301 с. 2. Горбачов П. Ф. Сучасні наукові підходи до організації роботи маршрутного пасажирського транспорту в містах: монографія / П. Ф. Горбачов. – Харків: ХНАДУ, 2009. – 196 с.



УДК 621.391

## **ВИБІР ІНТЕРФЕЙСУ ТА ПРОТОКОЛУ ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ**

**Дзюбенко О.А., к.т.н., доц. каф. автомобільної електроніки, ХНАДУ**

**Мета дослідження** – визначення інтерфейсу та протоколу зв'язку для побудови елементів інформаційно-телекомунікаційних систем ТЗ.

**Постановка проблеми.** Прогресивний розвиток в галузі електроніки і інформаційних технологій призводить до постійного здешевлення мікропроцесорних пристроїв і інших електронних компонентів, а отже й до збільшення їх кількості в різноманітних сферах застосування і особливо транспортній інфраструктурі.

На сьогодні принцип побудови електронних систем моніторингу та управління носить децентралізований мережевий характер, за принципом «розподіляй і володарюй», однак, на відміну від соціального менеджменту в інформаційно-телекомунікаційних системах цей принцип носить позитивний характер і має істотні переваги порівняно з централізованим управлінням. Так об'єкт управління розподіляється на підгрупи, кожна з яких має свою локальну мікропроцесорну систему моніторингу і управління, а всі системи, в свою чергу, об'єднуються в одну інформаційно-телекомунікаційну мережу. Проблема вибору інтерфейсу та протоколу зв'язку є актуальною задачею для побудови як інформаційно-телекомунікаційних систем транспортної інфраструктури в цілому, так і для окремих локальних підсистем управління.

**Аналіз інтерфейсів зв'язку.** Враховуючи умови роботи інформаційно-телекомунікаційних систем на транспортних засобах слід відмітити наступні особливості та вимоги до інтерфейсу зв'язку:

- мінімальна кількість ліній для підключення;
- висока завадозахищеність;
- висока швидкість передачі;
- можливість прийому і передачі інформації кожним підключеним пристроєм (напівдуплексний режим);
- підтримка складної топології мережі;
- низька вартість реалізації мережі;
- апаратна підтримка інтерфейсу сучасними мікроконтролерами;
- можливість розширення діючої мережі без внесення змін до наявних в ній вузлів.

На сьогодні найбільш високою стійкістю до перешкод, при передачі сигналів по проводам, володіє диференційний спосіб передачі сигналів, коли напруга, що відповідає рівню логічної одиниці або нуля визначається не відносно «землі», а як різниця між двома передаючими лініями. Серед найбільш поширених інтерфейсів зв'язку, що використовують диференційний спосіб передачі даних можна виділити RS-422, RS-485, USB, CAN.

RS-422 являється послідовним асинхронним інтерфейсом передачі даних на відстань понад 1000 м зі швидкістю до 10 Мбіт/с. Однак він забезпечує лише топологію точка-точка і не може бути використаний для побудови розгалужених мереж.

Інтерфейс RS-485 подібний до RS-422 однак забезпечує з'єднання точка-багатоточка, являється промисловим стандартом автоматизації ANSI TIA/EIA-485-A:1998 Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems. До переваг RS-485 відносяться:

- двосторонній обмін даними лише по одній парі проводів;
- робота з декількома трансиверами, підключеними до однієї і тієї ж лінії, тобто можливість організації мережі;
- велика довжина лінії зв'язку;
- досить висока швидкість передачі;
- широкий вибір трансиверів і повторювачів інтерфейсу.

RS-485 має можливість об'єднання 32 точок прийому/передачі, що може стати обмеженням для деяких, більш розгалужених, мереж.

Інтерфейс CAN являється стандартом ISO 11898 в області послідовної передачі даних, забезпечує об'єднання в мережу "інтелектуальних" пристроїв вводу/виводу, датчиків і виконавчих пристроїв автоматизованих систем. Призначений для організації високонадійних недорогих каналів зв'язку в розподілених системах управління. Інтерфейс широко застосовується в промисловості, енергетиці та на транспорті. Дозволяє будувати як дешеві мультиплексні канали, так і високошвидкісні мережі. До особливостей та переваг CAN інтерфейсу відносяться:

- двосторонній обмін даними лише по одній парі проводів;
- досить висока швидкість передачі;
- максимальне число абонентів, підключених до даного інтерфейсу фактично визначається навантажувальною здатністю застосованих приймачів і може становити більше сотні пристроїв;
- можливість знаходження на магістралі декількох ведучих пристроїв, система арбітражу протоколу CAN виключає втрату інформації і часу при "зіткненнях" на шині;
- протокол CAN використовує оригінальну систему адресації повідомлень. Кожне повідомлення забезпечується ідентифікатором, який визначає призначення переданих даних (процес), але не адресу приймача. Будь-приймач може реагувати як на один ідентифікатор, так і на кілька. На один ідентифікатор можуть реагувати кілька приймачів;
- протокол CAN має розвинену систему виявлення і сигналізації помилок. Для цих цілей використовується порозрядний контроль, пряме заповнення бітового потоку, перевірка пакету повідомлення CRC-поліномом, контроль форми пакета повідомлень, підтвердження правильного прийому пакета даних;
- широка лінійка елементної бази, що підтримує CAN, випускається в індустріальному виконанні.

На сьогодні CAN присутній в двох версіях: версія А (BasicCAN) задає 11-бітну ідентифікацію повідомлень (в системі може бути 2048 повідомлень), версія В (FullCAN) – 29-бітну (536 млн. повідомлень).

Ринок електроніки сьогодні пропонує окрему лінійку CAN контролерів, яка присутня у кожного виробника мікроконтролерів. Їх об'єднує загальна структура – кожен контролер має обробник протоколу (CAN protocol handler), пам'ять для повідомлень, інтерфейс з центральним процесором. У багатьох популярних однокристальних мікропроцесорах є вбудований контролер CAN шини, що робить CAN інтерфейс основою для побудови мереж для децентралізованих систем транспортної інфраструктури в цілому, так і для окремих локальних підсистем управління.

**Аналіз протоколів зв'язку.** При розгляді безпосередньо самого CAN протоколу розуміються функціональні можливості, які стандартизовані в ISO 11898. Цей стандарт об'єднує фізичний рівень (Physical Layer) і рівень каналу даних (Data Link Layer) відповідно до 7-ми рівневої OSI моделі. Рівень каналу даних забезпечує адресацію (ідентифікацію) повідомлень, передачу до 8 байт даних, перевірку контрольної суми і біту розпізнання повідомлення. Такий протокол дозволяє створювати простий якісний мультиплексний канал зв'язку між датчиками, контролером та виконавчими пристроями.

Однак, практична реалізація навіть дуже простих розподілених систем на базі CAN показує, що крім сервісів рівня каналу даних потрібні більш широкі функціональні можливості: передача блоків даних довжиною більше ніж 8 байтів, підтвердження пересилки даних, розподіл ідентифікаторів, запуск мережі і функції супервізора вузлів. Так як ці додаткові функціональні можливості безпосередньо використовуються прикладним процесом, вводиться поняття рівня додатків (Application Layer) і протоколів високого рівня, та званих "CAN протоколів".

Насьогодні найбільш широко використовуються такі протоколи високого рівня: CAL (CAN Application Layer), OSEK / VDX, SAE J1939, CANopen, DeviceNet, SDS (Smart Distribution Systems), CAN-Kingdom. На основі цих протоколів можна вирішувати проблеми, що виникають в real-time системах, які неможливо вирішити за допомогою інших відомих протоколів, як, наприклад, TCP / IP. Протоколи високого рівня надають такі основні можливості, як:

- система призначення ідентифікатора для повідомлення;
- метод обміну даних процесу;
- прямий (peer-to-peer) зв'язок;
- метод встановлення зв'язків для обміну даних процесу;
- мережеве управління;
- моделі і профайли пристроїв.

**Висновки.** Для побудови якісних надійних розподілених децентралізованих мереж інформаційно-телекомунікаційних систем на транспортних засобах найбільш повно відповідає CAN інтерфейс, як універсальна платформа для майже любого типу зв'язку, однак вибір

протоколу зв'язку потребує конкретної постановки завдання для конкретної реалізації мережі.

**Література:** 1. Энциклопедия АСУ ТП: 2 Промышленные сети и интерфейсы / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.bookasutp.ru/Chapter2\\_1.aspx](http://www.bookasutp.ru/Chapter2_1.aspx) 2. CAN specification. Version 2.0 / BOSCH. – Stuttgart: Robert Bosch GmbH, 1991. – 72p. 3. Пройдаков Э. Шины для бортовых автомобильных систем / Э. Пройдаков // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/publ/interface/can2.htm>

УДК 378.14;355.235

## **ВИКОРИСТАННЯ СЕРЕДОВИЩА EXCEL ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ПРО ПРИЗНАЧЕННЯ**

**Лабенко Д.П., к.т.н., доц., каф. Інформатики та прикладної математики,  
ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** У минулому, при ухваленні рішень управлінці звикли покладатися головним чином на свою інтуїцію. Хоча інтуїція, особливо досвідчених управлінців, має велике значення, вона за визначенням позбавлена раціонального аналітичного начала. Керуючись при ухваленні рішень виключно інтуїцією, управлінець може робити висновки тільки із кінцевих результатів раніше ухвалених рішень, а таке навчання дуже дорого обходиться.

Вживання моделей лінійного програмування і доступних засобів їх реалізації дозволяє автоматизувати процес ухвалення рішень для вибору найкращого варіанту.

**Аналіз публікацій.** На сьогоднішній день існує досить багато публікацій щодо розв'язання задач лінійного програмування з використанням методів лінійного програмування різними програмними засобами та пакетами прикладних програм [1,2]. Але майже усі приклади побудови моделей та розв'язання поставлених задач мають абстрактний підхід, не прив'язаний до конкретної галузі.

Усі моделі лінійного програмування мають дві загальні основні особливості. Перша – наявність обмежень. Друга – у кожній моделі лінійного програмування існує єдиний показник ефективності, який необхідно мінімізувати, або максимізувати.

Електронна таблиця Microsoft Excel дозволяє створювати такі моделі лінійного програмування та розв'язувати задачі для транспортних систем.

**Постановка задачі.** Нехай чотири автомобілі можуть перевезти чотири типи вантажів. Вартість  $C_{ij}$  перевезення  $i$ -м автомобілем  $j$ -го вантажу задані.

Необхідно скласти план виконання робіт так, щоб:

- всі вантажі були перевезені;
- кожний автомобіль перевозив тільки один тип вантажу і кожен вантаж перевозився б тільки одним автомобілем;
- сумарна вартість виконання усіх робіт була мінімальною.

**Математична модель задачі та її розв'язання у Excel.**

Хай змінна  $X_{ij}=1$ , якщо  $i$ -м автомобілем перевозиться  $j$ -й вантаж, і  $X_{ij}=0$ , якщо  $i$ -м автомобілем не перевозиться  $j$ -й вантаж.

Тоді модель матиме наступний вигляд:

мінімізувати цільову функцію

$$Z = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 C_{ij} X_{ij} \quad (1)$$

при обмеженнях:

$$\sum_{j=1}^4 X_{ij} = 1, i \in [1,4] \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^4 X_{ij} = 1, j \in [1,4]; X_{ij} \in \{0,1\}, i \in [1,4], j \in [1,4] \quad (3)$$

Для розв'язання цієї задачі необхідно створити матрицю вартості перевезень кожного вантажу кожним автомобілем і матрицю плану перевезень (рис.1):

G1		fx = СУММПРОИЗВ(B5:E8;H5:K8)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Результуюча вартість робіт						95					
2												
3	Матриця вартості перевезень					План перевезення						
		Вантаж_1	Вантаж_2	Вантаж_3	Вантаж_4			Вантаж_1	Вантаж_2	Вантаж_3	Вантаж_4	
4												
5	Авто_1	2	1	3	5		Авто_1	1	1	1	1	4
6	Авто_2	4	3	2	9		Авто_2	1	1	1	1	4
7	Авто_3	8	9	7	4		Авто_3	1	1	1	1	4
8	Авто_4	11	13	6	8		Авто_4	1	1	1	1	4
9								4	4	4	4	

Рисунок 1 - Вихідні дані задачі.

В таблиці рядки відповідають автомобілям, а стовпці – вантажам, які перевозяться.

Цільова функція (1) за правилами запису Excel вводиться у відповідну комірку (G1):

$$=СУММПРОИЗВ(B5:E8; H5:H8) .$$

Для визначення того, що кожний автомобіль повинен перевозити тільки один тип вантажу і кожен вантаж перевозиться тільки одним автомобілем, необхідно у комірки H9:K9 та L5:L8 указати (наприклад для L5):

$$=СУММ(L5:L8) .$$

Після цього можна розв'язувати задачу про призначення, використовуючи одну із надбудов Excel **Поиск решения...** .

Для цього на цільову функцію накладаються обмеження (2,3) записані за правилами табличного редактора:

➡ виконати команду **Сервис → Поиск решения...** і заповнити діалогове вікно засобу **Поиск решения** (набір обмежень приведений на рис.2);

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До: ☐ Максимум ☒ Минимум ☐ Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

☒ Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Метод решения

Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Справка Найти решение Закрыть

Рисунок 2 - Вікно Поиск решения для введения обмежень

➡ у вікні **Выберите метод решения** встановити **Поиск решения линейных задач симплекс методом**. Після натиснення кнопки **найти решения** засіб **Поиск решения** знайде оптимальне рішення (рис.3):

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		Результующая стоимость работ					15					
2												
3		Матрица стоимости перевозень					План перевозень					
4		Авто_1	Авто_2	Авто_3	Авто_4			Авто_1	Авто_2	Авто_3	Авто_4	
5	Вантаж_1	2	1	3	5		Вантаж_1	1	0	0	0	1
6	Вантаж_2	4	3	2	9		Вантаж_2	0	1	0	0	1
7	Вантаж_3	8	9	7	4		Вантаж_3	0	0	0	1	1
8	Вантаж_4	11	13	6	8		Вантаж_4	0	0	1	0	1
9								1	1	1	1	

Рисунок 3 - Результаты розв'язання задачі про призначення

**Висновки.** Таким чином, використовуючи методи лінійного програмування за допомогою електронної таблиці Microsoft Excel можна досить просто і швидко створювати лінійні моделі і одержувати результати для розв'язання задач про призначення для транспортних систем при прийнятті відповідних рішень.

**Література:** 1. Мур, Джеффри, Уэдерфорд, Лари и др. Экономическое моделирование в Microsoft Excel, 6-е изд.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом "Вильямс", 2004. — 1024 с. : ил. — перевод с англ. 2. Лабенко Д.П. Пакет прикладних програм Microsoft Office. Навчальний посібник. Навчальний портал ХНАДУ (українською та російською мовами).- 2010.

УДК 004.932

## **ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ДОРОЖНЬОЇ ОБСТАНОВКИ**

**Мізяк І.О., студент, ХНАДУ**

**Тімонін В.О., к.т.н., с.н.с., доц. каф. комп'ютерних технологій і  
мехатроніки, ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** Відеоспостереження використовується для візуального контролю за допомогою сучасних оптичних пристроїв. Сьогодні зовнішні камери відеоспостереження встановлюються повсюдно там, де це необхідно, наприклад на дорогах для спостереження за дорожньою обстановкою в місцях, де спостерігається великий потік автомобілів, і дозволяють фіксувати порушення правил дорожнього руху.

**Мета дослідження** – огляд функціональних можливостей існуючих систем відеоспостереження.

**Основний матеріал.** Системи спостереження за дорожньою обстановкою призначені для контролю подій з протоколюванням і передачею інформації в режимі реального часу, контролю дорожньої інфраструктури, контролю за дотриманням громадського порядку і ПДР. Одними з таких систем є «Vocord Traffic», РЕС «Рапира», інтелектуальне відеоспостереження «Kipod», «Orwell 2k-TraVio», а також система «Mobileye AWS-4000».

Для обробітку зображення в даних системах використовують відеоаналітику. Відеоаналітика є апаратно-програмним забезпеченням або технологією, використовуючи методи комп'ютерного зору для автоматизованого збору даних на основі аналізу потокового відео (відеоаналізу). Відеоаналітика спирається на алгоритми обробітку зображення і розпізнавання образів, дозволяючи аналізувати відео без прямої участі людини. Відеоаналітика використовується в складі інтелектуальних систем відеоспостереження.

Система «VOCORD Traffic» – це повністю автоматизована система контролю дорожнього руху, яка включає в себе функції: розпізнавання номерів транспортних засобів, фото- та відеофіксації більше 15 типів порушень ПДР, а також збір статистики дорожнього руху [1]. Система автоматично може розпізнавати всі типи номерних знаків більш чим 10 країн світу, вимірювати місцезположення, траєкторію руху і швидкість транспортних засобів, в тому числі середню швидкість на ділянці дороги. Певну складність представляє використання системи відеоспостереження в нічний час. В традиційних системах ця проблема вирішується установкою прожекторів, працюючих в видимому діапазоні. У такого підходу є два істотних недоліки: зустрічне світло осліплює водіїв, і система контролю стає потенційним джерелом нових ДТП, і, крім того, прожектора споживають більшу потужність (близько 500 Вт), що створює складності при підключенні системи і збільшує вартість її експлуатації. Для забезпечення цілодобового контролю дорожнім рухом компанія «Вокорд» випускає інфрачервоні моделі

камер «VOCORD NetCam». Для забезпечення роботи в темний час доби встановлюється спеціалізовані стробируючі ІЧ-прожектори, синхронізовані з камерами.

РЕС «РАПИРА» представляє собою сучасне обладнання бездротової передачі даних (радіомодем) української розробки, котре дозволяє оперативно та економічно ефективно створювати захищені канали передачі даних, відео, голосу і телеметрії з протяжністю одного прольоту до 50км (при наявності прямої видимості) [2]. Система застосовується в різноманітних галузях, а також в галузі дорожніх служб.

Система «Kipod» – перша в світі відкрита система відеоспостереження на Linux [3]. Це інтелектуальна система відеоспостереження на основі комп'ютерного зору компанії «Синезис». Система «Kipod» створена спеціально для додатків відеоаналітики для автоматичного розпізнавання об'єктів та ситуацій в потоковому відео. «Kipod» є готовим рішенням для віддаленого моніторингу розподілених об'єктів з мінімальним навантаженням на канали зв'язку. Інтелектуальна система відеоспостереження (ICBC) автоматично призначає пріоритет розпізнаної події та передає повідомлення на пульт охорони та мобільні пристрої. При цьому не потребується постійна передача відео по каналам зв'язку. В цій системі існує технологія push-повідомлень, котра дозволяє доставляти оперативні повідомлення про тривожну подію на мобільний пристрій, включаючи смартфони і планшетні комп'ютери. Мобільний додаток «Kipod Mobile» дозволяє проаналізувати кадри та відео, та при необхідності зробити виклик на тривожний номер. Крім того, продукти сімейства «Kipod» підтримують широкий набір модулів відеоаналітики для розпізнавання об'єктів та ситуацій без оператора. Наприклад, модуль KP-CLASS реалізує алгоритми для автоматичної класифікації об'єктів (людина, автомобіль та ін.) та розпізнавання ситуацій на основі правил (сигнальна лінія, зупинка).

Спеціалісти компанії «ЭЛВИС» представляють новинку – систему відеоспостережень правопорушень правил дорожнього руху «Orwell 2k-TraVio». Дана система розроблена з використанням комплекту розробника програмного забезпечення для розпізнавання автомобільних номерів на відеозображенні SDK «Авто-Контроль», на основі якого уже функціонують такі рішення як, система розпізнавання державних реєстраційних номерів транспортних засобів «Авто-Номер», система контролю проїзду автотранспорту з розпізнаванням номерів і зовнішнього виду автомобілів «Senesys-Avto». Система «Orwell 2k-TraVio» призначена для автоматичного цілодобового відеоспостереження, яка здатна розпізнавати ситуації на дорогах і передавати в режимі реального часу інформацію про нештатні (тривожні) ситуації на дорогах, перехрестях, пішохідних переходах і т.п. в зовнішні інформаційні системи.

Всі системи за функціональними можливостями схожі між собою. Майже всі системи під час розпізнавання номерного знаку автомобіля здійснюють пошук автомобіля по базам даних і фіксують дані про проїжджаючий автомобіль в базу даних. За допомогою систем відеоспостереження можна дистанційно керувати елементами транспортної обстановки (світлофорами, шлагбаумами та ін.), в тому числі, в



автоматичному режимі. За допомогою керування світлофорами можна регулювати потоки на завантажених транспортних вузлах відповідно до інформації про завантаженість різних напрямків, отримуваної з відеокамер.

До основних видів фіксованих порушень відносяться: перевищення швидкості, порушення на перехрестях, порушення на з/д переїздах, перетин суцільної лінії, виїзд на зустрічну смугу руху, стоянка та зупинка в забороненому місці, виїзд на смугу для громадського транспорту, пішохідну або велосипедну доріжку, трамвайні колії зустрічного напрямку, не пропуск пішохода на регульованому і нерегульованому пішохідному переході, перевищення максимально дозвolenої ваги, навантаження на вісь.

Системи можуть бути встановлені на відстані десятків кілометрів від стаціонарного посту (на важкоконтрольованих, віддалених ділянках трас, ділянках з високою аварійністю та ін.) в заміну та додатково до виїзних постів поліції. Такі системи за лічені секунди можуть виявити, зафіксувати й ідентифікувати необхідний транспортний засіб з спільного транспортного потоку, а також прийняти встановлені міри та процедури в автоматичному чи напівавтоматичному режимі.

Особливої уваги заслуговує система відеоспостереження «Mobileye AWS-4000», винайдена ізраїльськими спеціалістами, яка встановлюється безпосередньо в сам автомобіль, і її можуть використовувати всі власники автомобілів. Це передова система попередження – інтелектуальний помічник для водія, призначений сповіщати про потенційно аварійні ситуації. На відміну від водія, який періодично відволікається на зовнішні впливи, «Mobileye» ніколи не спить і постійно знаходиться на варті безпеки. При роботі «Mobileye AWS-4000» не використовує лазерне, оптичне чи любе інше випромінювання – всю інформацію вона отримує тільки шляхом аналізу зображення з мікрокамери. Цифрова камера встановлюється під лобове скло, система аналізує положення автомобіля на дорозі відносно розмітки та інших учасників руху: водій негайно буде сповіщений звуковим сигналом і візуальним зображенням на компактному дисплеї на випадок перетину лінії розмітки без увімкнених показників повороту або стрімкого зближення з розташованим попереду об'єктом. Використання даної системи, як в світлий час доби, так і вночі не тільки попереджує про ДТП і пов'язані з цим витрати, але і виробляє у водія більш безпечний і грамотний стиль водіння, спонукаючи його більш уважно стежити за дорогою і використовувати показники повороту при будь-якому перестроюванні. Пристрій унікальний тим, що вимірює час до зіткнення між автомобілями та в залежності від швидкості зближення своєчасно подає попереджувальний сигнал, а також попереджує про з'їзд зі смуги руху без увімкненого показника повороту. Є спеціальні варіанти цієї системи для комерційного використання.

Використання даних систем відеоспостереження приведе до суттєвого підвищення ефективності праці дорожніх служб, економічному ефекту за рахунок економії людино-годин, палива та ресурсу ТЗ дорожніх служб, збільшення ефективності оперативно – пошукових заходів та розкриваність

злочинів, виявлення великої кількості порушень ПДР, зниженню корупції на дорогах та підвищенню безпеки руху на дорогах.

**Література:** 1. Система «VOCORD Traffic» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.vocord.ru> 2. РЕС «РАПИРА» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rapira.ua> 3. Система «Kipod» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://synesis.ru>

УДК 004.77

## **ХМАРНІ СЕРВІСИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ВИКЛАДАЧА ТА НАУКОВЦЯ** **Мнушка О. В., асистент, каф. комп'ютерних технологій та мехатроніки,** **ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** Швидкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій надає сучасному викладачу та науковцю широкий спектр можливостей вдосконалення педагогічних технологій та швидкого рішення наукових проблем. Хмарні технології (Cloud Computing) є основним трендом на ринку ІТ-послуг, а їх кількість та наповнення забезпечують потреби майже всіх сфер використання комп'ютерів. Є достатньо багато безкоштовних варіантів використання таких технологій (сервісів), якщо не враховувати вартість надання послуг доступу до мережі Інтернет.

**Мета дослідження** – аналіз хмарних сервісів, що можуть бути використаними викладачами та науковцями для розв'язання повсякденних професійних задач.

**Хмарні сервіси як інструмент викладача та науковця.** Хмарні сервіси є наступним етапом розвитку технології віртуалізації ресурсів обчислювальних систем. Технологія віртуалізації відома з середини 20-го сторіччя, але піку свого розвитку вона дістала в останні десять років. Спалах інтересу до технологій віртуалізації був зумовлений стрімким розвитком елементної бази комп'ютерів, її значним здешевленням, а також підтримкою режиму віртуалізації у процесорах, орієнтованих на масовий ринок.

Хмарні сервіси (рис. 1) з'явилися як відповідь на вільні ресурси у центрах обробки даних. Існує три основних види надання хмарних послуг:

- інфраструктура як сервіс (IaaS) – для розробників, надається віртуальний комп'ютер із заданими характеристиками;
- платформа як сервіс (PaaS) – для розробників, надається налаштоване ПЗ – ОС, інтегроване середовище й т. п.;
- програмне забезпечення як сервіс (SaaS) – для кінцевого користувача. Надається налаштоване ПЗ (Google Docs, Microsoft Office 365, Zoho й т. п.)

Викладачі та науковці за бажанням знайдуть інструмент для розв'язання своїх задач у будь-яких хмарних сервісах. Сучасний бізнес, що не входить у сферу ІТ-технологій, орієнтується в першу чергу на використання сервісів SaaS. Основна мета – економія коштів на розвиток мережної інфраструктури та утримання ІТ-спеціалістів.

Розглянемо хмарні сервіси з огляду на типові задачі, серед яких:

- 1) обробка текстової інформації;

- 2) робота з даними, обчислення середньої складності;
- 3) презентація результатів роботи;
- 4) спільна робота із колегами, студентами тощо;
- 5) складні обчислення, моделювання, обробка результатів експерименту;
- 6) розробка програмного забезпечення.



Рисунок 1 – Хмарні сервіси

Перші чотири задачі умовно віднесемо до першої групи. Вони характерні як для викладача, так і для науковця. Останні дві задачі – друга група, ці задачі є більш характерними для роботи науковця.

Інструментами для розв’язання задач першої групи є інтегровані сервіси SaaS, які надають Google, Microsoft, Zoho, Apple та ін. Ці сервіси надають доступ до електронної пошти та он-лайнного офісного пакета, що містить, як мінімум, редактор (процесор) тексту, електронні таблиці та презентації [1]. Використання цих сервісів в базовому варіанті надається на безоплатній основі, але функціональні можливості онлайнних офісних пакетів дещо обмежені у порівнянні із їх аналогами – Microsoft Office та LibreOffice.

Інструментами спільної роботи є електронна пошта, календар, нотатки та програми для обміну повідомленнями. Google надає можливість створення закритих або відкритих спільнот (Google Групи), які можна використовувати для спілкування та організації спільної роботи. Аналогічний сервіс є й у Zoho.

Переваги SaaS: інтеграція із мобільними пристроями та додатками; можливість спільного редагування документів у онлайн режимі; автоматичне збереження версій документа; спільні папки; служби спілкування. Недолік – необхідність швидкого надійного підключення до мережі Інтернет.

Спеціальне програмне забезпечення у вигляді хмарних сервісів SaaS, що надається на безоплатній основі:

- 1) аналоги Matlab: Scilab on Cloud (<http://cloud.scilab.in>); Octave Online (<https://octave-online.net/>); SageMathCloud (<https://cloud.sagemath.com>) та ін;
- 2) аналоги Mathcad, Maple, Mathematica: Online Algebra Calculator (<http://maxima-online.org/>); Wolfram Alpha (<https://www.wolframalpha.com>); SMATHStudioCloud (<http://smath.info/cloud/>) та ін.;
- 3) системи дистанційного навчання: MoodleCloud (<https://moodle.com/cloud>), Google Classroom (<https://classroom.google.com/>);
- 4) системи автоматичного проектування (САПР): Onshape (<https://www.onshape.com>); Tinkercad (<https://www.tinkercad.com>). Виробники

комерційних САПР також розвивають хмарні сервіси, наприклад продукти Dassault Systems ([www.3ds.com](http://www.3ds.com)) мають хмарні аналоги.

Для науковців створено інтегровані сервіси у хмарі, наприклад сервіс Fly Elephant (<https://flyelephant.net>) надає доступ до обчислювальних ресурсів, GRID, HPC та GPU кластерів. Таких рішень багато, але вони, як правило, надаються на комерційній основі.

Інструментом розробника є також он-лайнні компілятори, що дозволяють вивчати мову програмування та спільно працювати над кодом без встановлення середовища розробника: <https://ideone.com>, <http://coliru.stacked-crooked.com>, <http://rextester.com/>, <http://codepad.org>. До цієї групи віднесемо й багатофункціональні сервіси такі як Tutorialspoint (<https://www.tutorialspoint.com/>), де можна швидко використати (випробувати) велику кількість інструментів розробника, орієнтованого на Linux.

У разі, коли можливостей публічних хмарних сервісів SaaS недостатньо або потрібно навчати хмарним технологіям профільних спеціалістів, розгортають приватні хмари та налаштовують їх для потреб організації [2].

**Висновки.** Хмарне програмне забезпечення надає інструменти викладачам та науковцям для швидкого розв'язання поставлених задач, в т. ч. на безоплатній основі. Використання сервісів SaaS дозволяє оцінити переваги та недоліки хмарних технологій. Якщо можливостей публічних хмарних сервісів можна здійснити перехід на приватні сервіси (IaaS, PaaS, SaaS), але такий перехід вимагає вкладення коштів в інфраструктуру та кваліфікований персонал для її розгортання та підтримки.

**Література:** 1. Савченко В.Н. Использование виртуализации и облачных технологий при обучении информационным технологиям / В. Н. Савченко, О. В. Мнушка, И. А. Сасимова // Нові технології навчання : наук-метод. зб. – Київ : Інститут інноваційних технологій і змісту освіти МОН України, 2016. – Вип. 88, частина 1. – С. 97-101. 2. Облачные технологии и образование [Текст] / [З. С. Сейдаметова, Э. И. Абляимова, Л. М. Меджитова и др.] : под общ. ред. З. С. Сейдаметовой. – Симферополь : «ДИАЙПИ», 2012. – 204 с.

УДК 656.223

## **ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ З НЕВЕЛИКИМ ОБСЯГОМ РОБОТИ ШЛЯХОМ ЗАЛУЧЕННЯ ДОДАТКОВИХ ВАНТАЖІВ**

**Ломотько Д.В. д.т.н., проф., каф. транспортні системи та логістика, УкрДУЗТ**

**Носко Н.А., аспірант, каф. транспортні системи та логістика, УкрДУЗТ**

**Постановка проблеми.** Проблеми експлуатації малодіяльних ділянок залізниць України. Експлуатація малодіяльних ділянок залізниць України приносить Укрзалізницю достатньо відчутні збитки, що - значно підвищує собівартість залізничних перевезень та впливає на конкурентоспроможність залізничного транспорту

**Мета дослідження.** Визначити шляхи підвищення ефективності функціонування малодіяльних ділянок і станцій.

**Основний матеріал.** В Україні близько 60 % ВВП реалізується малим і середнім бізнесом з переважним застосуванням для вирішення транспортних питань автомобільного транспорту[1]. Це створює умови для зменшення обсягів перевезення на окремих залізничних ділянках, що дозволяє їх віднести до малодіяльних. За існуючими Правилами технічної експлуатації залізниць України до малодіяльних ділянок віднесено ділянки, що за розмірами руху пасажирських і вантажних поїздів ( у сумі) за графіком не перебільшують 8 пар на добу [2]. Це дає тільки уявлення про інтенсивність руху потягів і не містить економічної оцінки вигідності експлуатації ділянки. Варто зауважити, що навіть за умови однакового розміру руху на різних ділянках, економічна ефективність їх використання буде визначатися сукупністю таких факторів, як співвідношення вантажного і пасажирського руху, характером та номенклатурою вантажів, що перевозяться, обсягами перевезень, складом інфраструктурних елементів залізниць тощо.

В залежності від об'єму і характеру роботи вантажні станції, як і інші залізничні станції крім пасажирських, розподіляються на шість класів : позакласні, 1, 2, 3, 4, 5 класу. На мережі залізниць, поряд з крупними і середніми, є малодіяльні станції, відкриті для виконання вантажної та комерційних операцій на місцях загального користування. Виконання вантажної та комерційної роботи на цих станціях не дозволяє ефективно використовувати комплекс технічних засобів залізничного транспорту, перешкоджає виконання механізації вантажно-розвантажувальних робіт, призводить до збиткового утримання експлуатаційного штату, ускладнює управління вантажною і поїзною роботою. Тим не менше, для вирішення питання щодо характеру подальшої експлуатації таких станцій необхідно виконати комплексне техніко – економічне обґрунтування. Наприклад, величезні втрати приносить розвіз та прибирання вагонів на малодіяльні станції під навантаження чи вивантаження.

Тому в нинішніх умовах на залізничному транспорті все більшої гостроти набуває проблема визначення доцільності експлуатації малодіяльних ділянок залізниць. Адже експлуатація малодіяльних ділянок залізниць України приносить Укрзалізниці достатньо відчутні збитки, що - значно підвищує собівартість залізничних перевезень та впливає на конкурентоспроможність залізничного транспорту.

На сьогодні не існує чіткої програми щодо шляхів підвищення ефективності роботи малодіяльних ділянок і станцій. Серед них більше всього уваги приділяється їх закриттю. Проте, з одного боку, їх експлуатація в економічному сенсі в багатьох випадках є нерентабельною, через високу собівартість та низький рівень приведенного вантажообігу. Та з іншого, відмовитись від їх експлуатації не можливо, оскільки часто вони являються єдиним засобом сполучення на деяких напрямках. Їх закриття призведе до втрати соціального та виробничого зв'язку з певним пасажиро- та вантажоутворюючим пунктом.

Вирішення питання щодо характеру подальшої експлуатації таких станцій передбачається у наступних основних напрямках:

- концентрації вантажів на опорних залізничних станціях;
- використання мобільних вантажно – розвантажувальних комплексів;
- створення логістичних центрів.

Зважаючи на необхідність формування в Україні ефективної та конкурентоспроможної системи залізничного транспорту, виявляється вкрай необхідним стратегічне позиціонування та досягнення економічної рівноваги у галузі. Вважається, що саме ці запропоновані напрямки удосконалення роботи залізничних станцій найбільш повно відповідають ринковим вимогам та враховують світові тенденції розвитку транспорту. Запропоновані напрямки підвищення ефективності функціонування малодіяльних ділянок і станцій неодмінно збільшать ефективність, рентабельність даних ділянок, зацікавить нових клієнтів, що свою чергу позитивно вплине на соціально – економічний розвиток залізниці та її конкурентоспроможність.

**Висновки.** Незважаючи на те, що експлуатація малодіяльних ділянок приносить Укрзалізниці відчутні збитки та чималими труднощами організаційно – управлінського характеру, слід перш ніж закривати малодіяльні ділянки та станції як можна більше зусиль направити на збільшення обсягів роботи на них. Ефективне функціонування малодіяльних ділянок залізниць впливає не тільки на стійке соціально – економічний розвиток промисловості, але має загальнодержавні та загальнонаціональні значення, оскільки ці ділянки розташовані в так названих депресивних регіонах. У цих регіонах обмежено кількість робочих місць, високий рівень безробіття, невелика підприємницька активність, тому забезпечення транспортним обслуговуванням являється одним із головних умов економічного росту таких районів.

**Література :** 1. Зоріна О. І. Прогнозування основних показників функціонування малодіяльних ділянок залізниць [Текст] // О. І. Зоріна, А. В. Зорін / Матеріали 3-ей Международной научно-практической конференции «Проблемы экономики и управления на ж. д. транспорте», г. Судак, 2008. 2. Правила технічної експлуатації залізниць України. – Харків : Індустрія , 2007 – 120с.

УДК 519.161

## **ПОЛІНОМІАЛЬНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ НАБЛИЖЕНИХ АЛГОРИТМІВ В РІШЕННІ ЗАДАЧ ТИПУ КОМІВОЯЖЕРА**

**Маций О. Б., асистент каф. комп'ютерних технологій та мехатроніки,  
ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** Метою даної статті є розробка алгоритму симетричної задачі класу комівояжера з матрицею вартості, яка характеризується великим числом однакових значень.

**Мета дослідження** – підвищення точності наближених в рішеннях для класу задач типу комівояжера.

**Основний матеріал.** Кожну задачу типу комівояжера можна представити як комбінаторну оптимізаційну задачу про перестановки, визначувану трійкою, елементи якої позначають наступні об'єкти:

1.  $P$  – область рішень: безліч всіх циклічних перестановок  $\tau = ([1], \tau[2], \dots, \tau[n])$  множини  $\{1, 2, \dots, n\}$ . Обходу відповідає маршрут комівояжера у вигляді послідовності різних номерів елементів  $1, 2, \dots, n$ .

2.  $X$  – простір параметрів, кожний елемент якого  $x$  є квадратною матрицею вартостей  $[d_{ij}]_n$  порядку  $n$ , – безліч ненегативних дійсних чисел.

3.  $f$  – функціонал вартості:  $f$ , де  $f = (x, \tau)$  – вартість рішення при значенні параметра  $x$ .

Оптимальним рішенням для значення параметра  $x$  є рішення, таке, що для всіх  $\tau \in P$  у разі мінімізації функціонала  $f$  і у разі його максимізації [1, 2].

Наявність додаткових обмежень в умовах задачі звужує простір рішень  $P$ , а показник ефективності  $f$  і значення параметра  $x$  індукують її властивості.

Назвемо симетричною задачею класу комівояжера (СЗКК) задачу  $(P, X, f)$  з матрицею вартостей, в якій  $i, j = \overline{1, n}$ . Їй відповідає повний зважений граф  $G = (V, E)$  з безліччю вершин  $V$   $|V| = n$ , і множиною ребер  $E$ , де ребру  $\{i, j\}$  приписана вага  $d_{ij} = d_{ji}$ . Допустимим рішенням СЗКК є обхід, вартість якого визначається з матриці  $[d_{ij}]_n$  і виразу для функціонала вартості  $f$ . В СЗКК з матрицею вартостей порядку  $n$   $|P| = (n - 1)!$ .

Основний результат в даній роботі одержаний для симетричної задачі комівояжера (СЗК), в якій, як відомо, мінімізується функціонал

$$D(\tau) = \sum_{i=1}^n d_{i\tau[i]}$$

Будуватимемо наближені СЗК з матрицею вартостей, що містить велике число рівних або близьких один одному значень  $d_{ij}$ . Під  $i$ -деревом розумітимемо підграф повного графа, який містить дерево, що стягує безліч вершин, і два ребра, інцидентні вершині  $i$   $|V| = n$ . Розглянемо особливості  $i$ -дерева  $T_i$ , що відкривають можливість зменшення погрішності наближених алгоритмів СЗКК.

**Лема.** Для будь-якого  $i$ -дерева графа  $|V| = n$ , справедлива рівність

$$|V_1| = \sum_{k=1}^n \max \{ \delta_k - 2, 0 \}$$

Позначимо  $T_i$   $i$ -дерево мінімальної вартості в повному зваженому графі. Для його побудови знайдемо в повному зваженому графі з безліччю вершин, мінімальне остовне дерево (МОД) і додамо до нього пару ребер з якнайменшими терезами, інцидентних вершині  $i$ . Вартість дерева рівна сумі вхідних в нього ребер, є оцінкою знизу вартості оптимального рішення СЗК:

$$d(T_i) \leq D(\tau^*)$$

Трудомісткість знаходження дерева  $T_i$  оцінюється часом роботи градієнтного алгоритму побудови МОД, наприклад, алгоритму Прима [3]. Відомо, що МОД графа можна одержати за час.

Позначимо  $n(v)$  число висячих вершин в дереві. Якщо в результаті знаходження дерева побудований маршрут комівояжера, то він є рішенням СЗК, тобто у випадку, одержимо.

Матриця вартостей, в якій не всі елементи, приймають різні значення, в загальному випадку породжує дещо  $v$ -дереzew мінімальній вартості, відмінних числом висячих вершин. Очевидно серед них переважно то  $v$ -дереzew, біля якого  $n(v)$  мінімально. Побудову такого дерева можна виконати за допомогою модифікації процедури знаходження МОД, що включає спосіб заборони зростання ступенів його вершин.

Алгоритм побудови наближеного рішення  $\tau_v$  СЗК складається з двох стадій.

На першій стадії будується дерево  $T_v$ . Його вартість становить

$$d(T_v) = \sum_{\{i,j\} \in T_v} d_{ij}$$

На другій стадії виконується процедура перетворення  $v$ -дереzew, відповідного  $\tau_v$  в гамільтонов цикл повного графа, відповідного повному зваженому графу  $G$ . Вартість одержаного рішення рівна сумі терезів ребер графа  $G$ , що входить в гамільтонов цикл графа:

$$D(\tau_v) = d(T_v) - \sum_{\{i,j\} \in E_v^-} d_{ij} + \sum_{\{k,l\} \in E_v^+} d_{kl},$$

де  $-$ множество ребер, безліч ребер графа, доданих до  $|E_v^-| = |E_v^+| = n(v)$ . Оскільки в будь-якому градієнтному алгоритмі побудови МОД ребро з якнайменшою вагою графа  $G$  включається в, а в результаті виконання другої стадії воно може бути замінено на ребро з найбільшою вагою в  $G$ , то у гіршому разі

$$D(\tau_v) = d(T_v) + n(v)(d_{\max} - d_{\min})$$

З чого виходить, що запропонований алгоритм забезпечує невисоку погрішність СЗК у разі незначної розбіжності між елементами матриці вартостей, тобто тоді, коли вживання методу гілок і меж пов'язано з граничними об'ємами обчислювальних ресурсів.

Можна спробувати поліпшити наближене рішення СЗК, одержане висловленим способом, шляхом побудови і перетворення кожного дерева  $\tau_i$  в обхід. Шуканим результатом є рішення вартістю

$$D(\tau_\mu) = \min_{i \in n} D(\tau_i)$$

**Висновки.** Наукова новизна і практична значущість результатів даної роботи полягає в тому, що завдяки розглянутому підходу відкривається можливість за поліноміальний час істотно підвищити точність СЗКК великої розмірності для тих випадків, коли вживання точних методів перебору виявляється проблематичним.

**Література:** 1. Теория расписаний и вычислительные машины / Под редакцией Э. Г. Кофмана. – М.: Наука, 1984. – 334 с. 2. Панишев А.В. Модели и методы оптимизации в проблеме коммивояжера / А. В. Панишев, Плечистый Д. Д. – Житомир:



ЖДТУ, 2006. – 306с. 3. Кормен Т. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест. – МЦНМО, 200. – 960 с.

УДК 656.223

## **РОЗРОБКА НОВИХ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ПРОПУСКНОЮ СПРОМОЖНІСТЮ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ**

**Прохорченко А.В., д.т.н. доц., каф. Управління експлуатаційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту**  
**Ломотько М. Д., студент, каф. Управління експлуатаційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту**

**Постановка проблеми.** В умовах економічної глобалізації для залізничної галузі кожної країни світу, зокрема України, головною умовою комерційної успішності є необхідність відповідати сформованим вимогам якості транспортної послуги у глобальних торгівельних мережах і виробничо-збутових системах. На даний час світовий ринок торгівлі зростає все більше, формуючи нові мережі ланцюгів постачання від виробників до споживачів через використання всіх видів транспорту. Причому майже 80% перевезень вантажів здійснюється морським транспортом. В умовах інтеграційних процесів в сфері вантажних перевезень швидко розвивається транспортно-логістичний ринок, в якому величина тарифу на перевезення і надійність часу прибуття в пункт призначення в цілому є найбільш важливими факторами, які визначають якість транспортної послуги.

**Мета дослідження.** Розробка нових методів управління пропускнуою спроможністю залізничної інфраструктури в умовах реформування залізничного транспорту України.

Аналіз світових тенденцій розвитку ринку вантажних перевезень та існуючого стану залізничного транспорту України показав невідповідність рівня якості транспортної послуги встановленим вимогам на глобальному ринку перевезень. Одним із напрямків підвищення якості транспортних послуг для залізничного транспорту є лібералізація ринку вантажних залізничних перевезень.

Практичний досвід еволюції моделей функціонування залізниць світу свідчить, що комерційне виживання вантажних залізничних перевезень в усьому світі засноване на процесі переходу від монопольного до конкурентного ринків за рахунок дерегуляції транспортної галузі. В основі дерегуляції залізничної галузі є створення умов для започаткування конкурентного середовища в сфері залізничних перевезень. Розвиток конкуренції реалізується за рахунок розділення функцій управління інфраструктурою та здійснення експлуатаційної діяльності. Це, в свою чергу, сприяє створенню незалежних компаній-перевізників, головною умовою функціонування яких є принцип недискримінаційного доступу до інфраструктури. Такий підхід дозволяє реалізувати модель з розділеними стадіями виробництва та сітьового обслуговування, тобто коли існує інфраструктурна компанія (англ., infrastructure manager, IM), яка монопольно

управляє використанням залізничної інфраструктури та надає доступ до залізничної мережі великій кількості конкуруючих компаній-перевізників (англ., railway undertakings, RU), які існують в сфері перевезень.

Така модель передбачає створення первинного (англ., primary market) та вторинного (англ., secondary market) ринку залізничних перевезень. На первинному ринку залізничні компанії-перевізники торгують залізничними транспортними послугами, виступають як організатори та виконавці перевезень вантажів і пасажирів на комерційній основі. На вторинному ринку компанії-менеджери залізничної інфраструктури, що монопольно володіють мережею залізниць, торгують пропускною спроможністю залізничної інфраструктури. Вони продають доступ до своєї мережі шляхом виділення оператору перевезень нитки графіка або частини пропускної спроможності залізничної мережі, яка необхідна для проходження поїзда між двома пунктами протягом певного часу. Схема взаємодії між первинним і вторинним ринками представлена на рис. 1.



Рисинок 1 – Інтерференція між первинним і вторинним залізничним ринками

За таких умов окрім найбільш поширеної моделі плати за перевезення на основі вартості за 1 т-км, яка включає всі витрати вертикально інтегрованої компанії, виникла нова система плати - за доступ до об'єктів інфраструктури. В цьому випадку плата за доступ до інфраструктури станцій відокремлена від плати за використання залізничних ліній, що створює новий сектор ринку транспортних перевезень, в якому плата за використання інфраструктури залізничних ліній ґрунтується на вартості одного поїздо-кілометру. Як наслідок очевидна необхідність розвитку методів управління пропускною спроможністю інфраструктури, що дозволить підвищити прибутковість від операційної діяльності інфраструктурної компанії.

Для ефективного управління пропускною спроможністю залізничної мережі необхідним є використання її властивостей системності, що базується на самоорганізації конкурентного ринку перевезень. Залізнична мережа з відповідними пропускними спроможностями ліній і станцій є транспортною системою великої розмірності. В цьому випадку централізоване управління схемою перевезень вантажів є принципово неефективним з причин неповноти інформації, що є неминучим при описі складної системи. Це підтверджується діючими механізмами організації вагонопотоків, що засновані на моделі

перевезень за найкоротшими (тарифними) відстанями. За таких умов існуюча залізнична мережа використовується нерівномірно, для залізниць є економічно не доцільним використання паралельних напрямків направлення поїздопотоків, що призводить до збільшення пробігу поїздів. На мережі виникає ситуація, коли інтенсивно використовується тільки незначна кількість дільниць та напрямків, що співпадають з найкоротшими шляхами.

Відмова від моделі перевезень за найкоротшими відстанями, і, як наслідок, від застосування плану формування поїздів для маршрутних перевезень, дозволить перерозподілити використання пропускної спроможності на мережі за рахунок самоорганізації учасників ринку. Компанії-перевізники при відсутності нав'язаного зовнішньою дією порядку будуть формувати схеми направлення своїх поїздопотоків відповідно до власних економічних потреб.

Вимоги перевізників до маршрутів слідування поїздів характеризуються різними швидкостями руху та розрізняються за видами перевезень, що вимагає спеціалізації інфраструктури дільниць та напрямків в цілому. Для пошуку нових форм управління мережею, що дозволять краще враховувати інтереси перевізників, необхідним є впровадження Системи класифікації залізничних дільниць і напрямків для експлуатаційної діяльності, яка повинна відповідати стратегії розвитку залізничної мережі України на основі концепції спеціалізації залізничної інфраструктури за її призначенням. Такий підхід надає можливість створити умови для розвитку мережі на основі поділу руху за видами перевезень та гармонізації швидкостей руху (зменшення коефіцієнтів знімання пропускної спроможності поїздів різних категорій) для поетапного створення наскрізних спеціалізованих підмереж з виділеними транспортними коридорами, що відповідають встановленим умовам режиму руху і доступу до них.

Віднесення залізничних дільниць до відповідних класів до початку процедури розробки плану формування та графіка руху поїздів дозволить більш точно формувати вимоги до режиму експлуатації дільниць, на чисельність персоналу та на нормативи, які впливають на експлуатаційні витрати на основі техніко-експлуатаційних показників за звітний рік.

В умовах вільного ринку пропускної спроможності для компанії-оператора інфраструктури важливим є уникнення збитків від експлуатаційної діяльності при перевантаженні залізничних дільниць на мережі. Це вимагає визначення Переліку критеріїв технічних і технологічних можливостей інфраструктури, відсутність яких для компанії, що управляє інфраструктурою є підставою відмови від узгодження заявки на перевезення. Такий підхід дозволить у випадку нестачі пропускної спроможності визначати дільницю “перевантаженою” – коли в межах дільниці, попит на пропускну спроможність інфраструктури не може бути цілком задоволений на протязі певних періодів часу навіть після узгодження різних заявок на виділення пропускної спроможності.

Для прозорості ринку та уникнення непорозумінь важливим є створення публічного документу Повідомлення залізничної мережі (англ.,

Network Statement), в якому повинні бути вказані технічні та технологічні можливості інфраструктури та правила недискримінаційного розподілу пропускної спроможності. Даний документ має містити інформацію про умови доступу та можливості залізничної інфраструктури в період дії графіку руху (фрахтовий рік). Це вимагає створення спеціальної електронної бази-регістра інфраструктури. На рис. 2 наведено інтерактивну карту - графічна частина реєстра інфраструктури, яка доступна у режимі онлайн на офіційному сайті компанії компанії DB Netz AG та використовується з метою надання інформації про можливі маршрути на мережі залізниць загального користування.

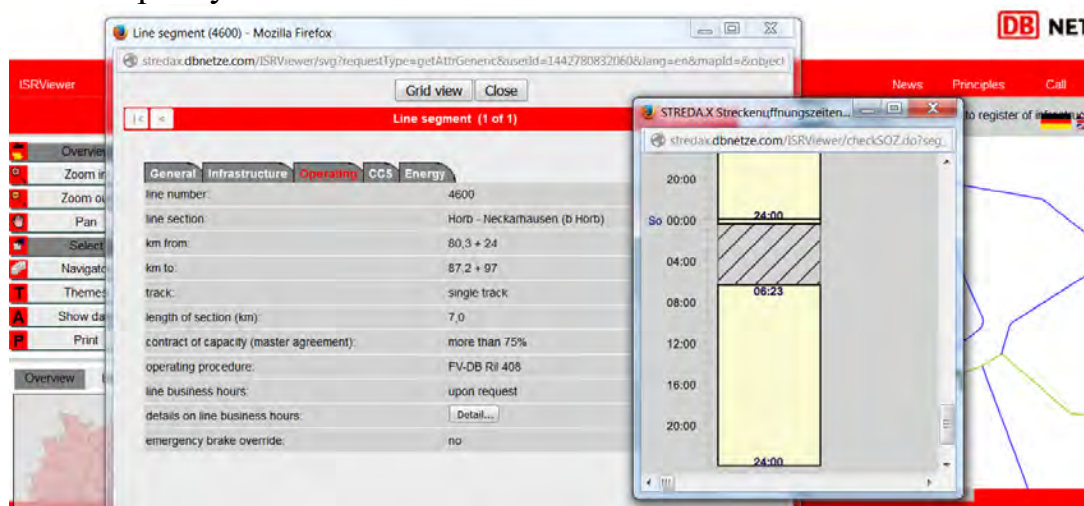


Рисунок 2 – Інтерактивна карта - графічна частина реєстра залізничної інфраструктури компанії DB Netz AG

Перехід залізниць до ринку перевезень вимагає вирішення комплексу задач інформатизації галузі, до яких відносяться: автоматична ідентифікація поїздів для можливості створення поїзної моделі, що дозволить вести облік та аналіз використання пропускної спроможності залізничної інфраструктури; автоматизація розробки графіку руху поїздів та розрахунку пропускної спроможності; створення інтегрованої технології управління пропускнуою спроможністю полігону мережі в умовах єдиного сітьового середовища графіків руху поїздів, що дозволить в інтерактивному режимі корегувати розклади руху поїздів відповідно до заявок перевізників та узгоджувати рух поїздів на мережі в цілому.

**Література:** 1. Хусаинов, Ф. И. Экономические реформы на железнодорожном транспорте: монография [текст]. – М.: Издательский Дом «Наука», 2012. – 192 с. 2. Прохорченко, А.В. Проблеми розрахунку пропускної спроможності залізничної інфраструктури в умовах ринкових відносин / А.В. Прохорченко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2014. – Вип. 4. – С. 36-41. 3. Прохорченко А.В. Формування системи маршрутизації перевезень на основі концепції спеціалізації залізничної інфраструктури [текст]/ А.В. Прохорченко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2013. – Вип. 1/3(61). – С. 20-24. 4. Інструкція з розрахунку наявної пропускної спроможності залізниць України ЦД-0036 затвердженої наказом

Укрзалізниці від 14 березня 2001 р. № 143/Ц: навч.-метод. посіб./ О.Ф. Вергун, Н.В. Липовець, В.М. Боголій. –К.: Транспорт України, 2002. – 376 с.

УДК 004.896: 681.51

## **РЕЖИМ ПОКРОКОВОГО СТЕЖЕННЯ АНТЕННОЇ УСТАНОВКИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ СПЕЦПРИЗНАЧЕННЯ**

**Мнушка О. В., асистент каф. комп'ютерних технологій та мехатроніки,  
ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** Мехатронні системи знаходять широке застосування при розробці антенних установок транспортних засобів спеціального призначення (ТЗ СП). На ТЗ СП використовують різні види зв'язку, в т. ч. основані на використанні штучних супутників Землі (ШСЗ), розташованих на геостаціонарній та інших орбітах (низькій та середній). На відміну від мобільних (GSM, CDMA, GPRS, 3G/4G тощо) мереж, супутникові телекомунікаційні мережі забезпечують глобальне покриття, реалізацію специфічного функціонала, незалежність від оператора, що надає послуги зв'язку. Останнє особливо актуальне в сучасних умовах України, коли всі оператори мобільних телекомунікаційних мереж належать закордонним компаніям.

**Мета дослідження** – розробка імітаційної моделі режиму покрокового стеження для антенних установок (АУ) рухомих ТЗ СП, що використовують супутникові цифрові телекомунікації.

**Режим покрокового стеження антенної установки транспортного засобу спецпризначення.** Для АУ ТЗ СП напрямом на ШСЗ визначається двома кутовими величинами – азимутом ( $Az$ ) і кутом місця ( $El$ ) [1]

$$\begin{aligned} Az &= \arctg(\tg \phi / \sin \psi), \\ El &= \arctg \frac{\cos \psi \sin \phi - r/R}{\sqrt{1 - (\cos \psi \cos \phi)^2}}, \end{aligned} \quad (1)$$

де кут  $\phi$  – різниця між довготою ШСЗ і ТЗ СП, град.; кут  $\psi$  – широта ТЗ СП, град.;  $r$  – радіус Землі, км;  $R$  – відстань до ШСЗ, км.

Під час руху кути (1) змінюються, що призводить: до зміни рівня прийнятого сигналу; зростання коефіцієнту бітових помилок (BER); втраті сигналу (напрямку на супутник). Як видно із рис.1 невеликі кутові переміщення антени за азимутом призводять до суттєвого, на 4 дБ за потужністю (8 дБ за напругою), зменшення рівня прийнятого сигналу [2]. Такі невеликі коливання АУ є типовими для рівномірного режиму переміщення ТЗ СП. Підтримка необхідного рівня сигналу забезпечується системою керування (СК) переміщенням антени для рефлекторних антен або формуванням пелюстки діаграми спрямованості антени електронним та просторовим способами [3].

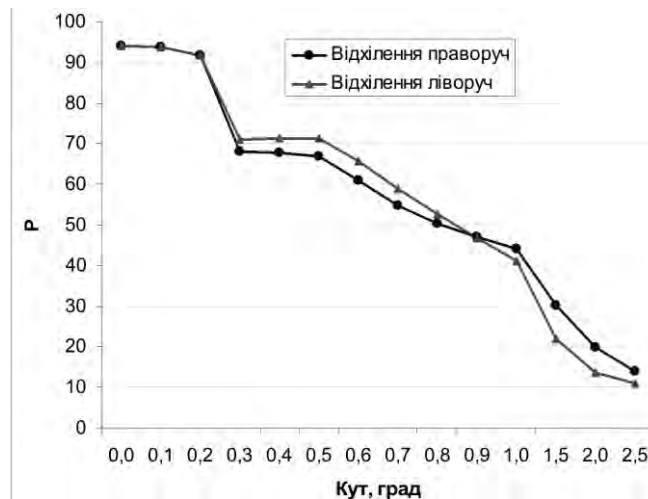


Рисунок 1 – Похибки позиціонування АУ за азимутом

Механізм покрокового стеження (step tracking) забезпечує підтримку заданого рівня сигналу на основі даних про зміну його рівня із плином часу [4]. Основна ідея методу в наступному: 1) фіксується поточний стан об'єкту керування; 2) через фіксований проміжок часу визначається його новий стан та розраховуються кути (сигнал помилки), на які потрібно повернути антену; 3) здійснюється керування кутовим положенням антени та фіксується поточний стан. Цей режим є відносно простим за реалізацією та забезпечує високу швидкість. Режим керування – за одним або обома кутами – визначається типом ТЗ СП та режимом його використання (на стоянці, в русі).

Основною проблемою для реалізації такого режиму є інерційність системи керування переміщенням антени, обумовлена її масо-габаритними показниками.

Аналіз режиму роботи СК в режимі покрокового стеження показав, що її реалізація ускладнена, а відносно швидкі зміни напрямку руху ТЗ СП не можуть бути відпрацьовані традиційними СК.

Розроблено імітаційну модель адаптивної системи керування АУ. Адаптивний режим забезпечується додаванням контролера на основі нечіткої логіки, а СК побудовано за схемою ПД+І регулятора [5] з метою зменшення бази правил та підвищення продуктивності. Функція регулювання у дискретній паралельній формі

$$u_k = u_k + K_1 e_k + K_2 e_{k-1} + K_3 e_{k-2}, k = 1, 2, \dots, N, \quad (2)$$

де  $N$  – число відліків часу;  $K_1, K_2, K_3$  – параметри регулятора, що налаштовуються та визначають параметри його пропорційної, диференційної та інтегральної ланок;  $e_k$  – значення функції помилки в дискретний момент часу.

Для визначення коефіцієнтів  $K_i$  в (2) знаходять максимальне значення відповідної функції  $e_k$ .

Проведено моделювання параметрів СК (рис. 2 а). Аналіз результатів моделювання показує, що розроблена СК забезпечує задані параметри, має менше перерегулювання у порівнянні із традиційними СК при реалізації

обернення антени на  $180^0$  у обидві сторони, а також має невелику чутливість до випадкових завад у каналі регулювання (рис. 2 б).

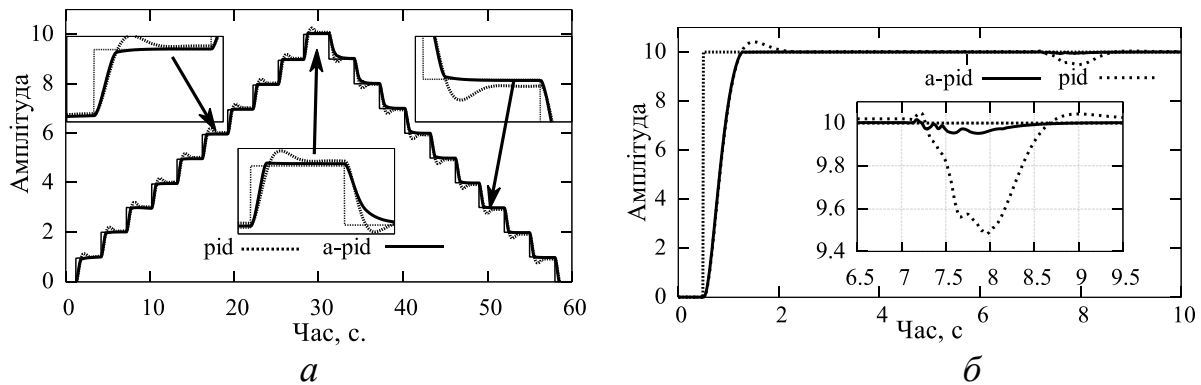


Рисунок 2 – Моделювання покрокового режиму роботи: *а* – перехідна характеристика; *б* – компенсація дії завади у каналі керування

**Висновки.** Розроблено імітаційну модель для аналізу покрокового режиму керування переміщенням антени. Проведено моделювання параметрів СК. Показано, що розроблена адаптивна система керування на основі ПД+І регулятора може бути використаною в АУ ТЗ СП.

**Література:** 1. Riling D. The Evolution of U.S. Naval Satellite Systems Antenna Control Technology [Текст] / D. Riling // Naval Engineer. J. – 1994. – Vol. 106. – P.P. 94-107. 2. Мнушка О.В. Аналіз впливу помилок позиціонування антенних пристроїв земних станцій на ймовірність помилки в каналах супутникових систем цифрового зв'язку [Текст] / О.В. Мнушка // Системи управління, навігації та зв'язку. – К., 2012. – Вип. 3(23). – С. 247-250. 3. Measurement on simple vehicle antenna system using a geostationary satellite in Japan [Текст] / [Basari, Saito K., Takahashi M., Ito K.] // Proc. of the 7th International Symposium on Communication Systems Networks and Digital Signal Processing (CSNDSP 2010). – 2010. – P.P. 81-85. 4. Hao L. A novel acquisition tracking algorithm for SATCOM on-the-move [Текст] / Hao L., Zhang O. // 29th Chin. Contr. Conf. – 2010. – P.P. 3234-3237. 5. Xu J. X. Parallel Structure and Tuning of a Fuzzy PID Controller / Xu J.X., Hang C.C., Liu C. // Automatica. – 2000. – Vol. 36. – P.P. 673-684.

УДК 658.072.025.2

## СТРАТЕГІЧНЕ ЛОГІСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ У СФЕРІ ПАСАЖИРСЬКИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Примаченко Г. О., к.т.н., ст. викладач, каф. Транспортні системи та логістика, УкрДУЗТ

**Постановка проблеми.** Проблема збитковості пасажирських залізничних перевезень потребує застосування нових підходів до системи управління. Впровадження сучасних технологій та підходів до управління спроможне вивести галузь на новий рівень на ринку транспортних послуг в Україні та у світі.

**Мета дослідження** – визначення основних принципів управління пасажирськими залізничними перевезеннями на основі синергії перевізників та структурних підрозділів галузі.

**Дослідження логістичних методів в управлінні пасажирськими залізничними перевезеннями.** Особливості використання логістичних методів в управлінні пасажирським залізничним транспортом базуються на багатоманітні характеру послуг і форм організації інфраструктури. Транспортна логістика дозволяє згладити протиріччя між метою операторів і пасажирів, та між операторами. Усі транспортні процеси необхідно розглядати як на макро- (транспортна система регіональної філії, ПАТ «Українська залізниця»), так і на мікрологістичному рівні (окремі станції, дирекції, маршрути руху поїздів). Загальна мета – задовольнити потреби населення у перевезеннях.

У сучасних умовах одним із можливих підходів до інтеграції управління залізничним пасажирським транспортом може стати «стратегічне логістичне управління» [1]. Дана філософія управління базується на концепції синергії. Тобто транспортні оператори (перевізники) створюють умови до розширення сфери своєї діяльності лише тоді, коли це вигідно транспортній галузі у цілому. Однак при цьому такий підхід не стосується особової долі прибутку кожного перевізника, незалежності прийняття власних управлінських рішень, але окремі дії учасників не повинні погіршувати стан сумісної справи.

Здійснення наведеного управлінського підходу охоплює усі ланцюги транспортного процесу, починаючи з технічного обслуговування парку пасажирських вагонів та локомотивів і закінчуючи забезпеченням високого рівня обслуговування пасажирів. При цьому інтереси пасажирів та перевізників потрібно враховувати на стільки повно, наскільки це є можливим. На сьогодні у данному підході слід враховувати і питання безпеки переміщення пасажирів та забруднення навколишнього середовища (зменшення кількості неелектрифікованих ділянок).

У сучасних умовах перевізний процес слід розглядати як основу забезпечення безпечного, ефективного та доступного способу переміщення населення у межах країни та у міжнародному сполученні, а не просто як один із способів транспортування [1]. При цьому управління пасажирськими залізничними перевезеннями стає важливим процесом та напрямком розвитку суспільства.

Стратегічне логістичне управління пасажирськими залізничними перевезеннями – це процес здійснення ефективного, рентабельного планування управління потоками пасажирів і супутньою інформацією від станції відправлення до станції призначення з метою максимального задоволення потреб пасажирів і суспільства в цілому [1].

Звісно у стратегічному логістичному управлінні пасажирськими залізничними перевезеннями присутня як логістична складова, так і маркетингова. Маркетингова складова спрямована на досягнення бажаної частки перевезень пасажирів залізничним транспортом на ринку транспортних послуг. При цьому маркетингові ресурси необхідно розподіляти так, щоб забезпечити стійкість транспортної системи на максимально можливий строк. Або забезпечення наявності послуги транспортування пасажирів у потрібному місці, у заданий час, за бажаною



вартістю. Логістична складова звісно спрямована на мінімізацію загальних витрат на організацію маршрутів руху пасажирських поїздів з урахуванням цілей обслуговування населення.

Реалізація стратегічних принципів логістичного управління пасажирським залізничним транспортом потребує виконання двох аспектів:

- необхідна центральна координуюча структура, спроможна управляти як залізничним транспортом, так і транспортною системою у цілому в певному регіоні країни, наприклад;

- потребується механізм для оцінки взаємодії різних компонентів системи залізничного пасажирського транспорту; при здійсненні перевезень задіяно значну кількість програмних продуктів, що використовуються для планування та управління різноманітними аспектами транспортної системи, але кожний з цих програмних пакетів має тенденцію до використання у вузькому спеціальному полі і не пов'язаний з іншими.

**Висновки.** Кінцевим результатом процесу використання стратегічного логістичного управління пасажирськими залізничними перевезеннями є конкретний набір маршрутів, у якому міститься інформація щодо типу вагонів та локомотивів, частоти обслуговування певних напрямків руху пасажирських поїздів, експлуатаційних витрат та інше. Усе це дозволяє створити таку транспортну систему, яка спроможна задовольнити як більшість наявних пасажирів, так і потенційних пасажирів у майбутньому. Наведений підхід підвищує доходність транспортної системи пасажирських залізничних перевезень та скорочує витрати на її утримання, що особливо актуально в умовах збитковості даного виду діяльності.

**Література:** 1. Миротин, Л. Б. Моделирование логистических систем управления городским пассажирским транспортом [Текст] / Л. Б. Миротин // Международный научно-практический журнал «Логистика: проблемы и решения». – К., 2016. – №4(65). – С. 16-24.

УДК 004

## **СИСТЕМА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ РОБОЧИМИ ПРОЦЕСАМИ АВТОМОБІЛЯ**

**Рогозін І.В., к.т.н., с.н.с., Харківський національний університет  
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба**

**Клец Д.М., д.т.н., проф., Харківський національний автомобільно-  
дорожній університет**

Передові світові автовиробники широко застосовують у сучасних автомобілях гібридні та електричні силові агрегати. З метою підвищення ефективності експлуатації та виконання завдань за призначенням, ведуться роботи з модернізації існуючих засобів рухомості (автомобільних шасі) під монтаж озброєння та військової техніки (ОВТ). У сучасній автомобільній техніці широко застосовуються різноманітні системи активної безпеки, системи діагностики, інші електричні та електронні прилади. У сукупності, усе це призводить до необхідності створення універсальної системи інтелектуального керування, основним складовим якої є блок керування

робочими процесами (БКРП) автомобіля. БКРП повинен мати функції керування системами, які забезпечують безпеку руху, безперервну роботу двигуна та інших агрегатів, а також управління системою діагностування.

У роботі проаналізовано конструктивні характеристики силових агрегатів сучасних зразків засобів рухомості, габаритно-вагові характеристики обладнання ОВТ та їхнє енергетичне забезпечення. Розглянуто вимоги до БКРП за швидкістю обробки і передачі даних, діапазонами вимірювання, мінімальної кількістю контрольних точок вимірювання та інтервалом між сусідніми вимірами. Наведено методику та способи калібрування БКРП з урахуванням впливу навколишнього середовища.

Запропоновано варіант послідовності технічної реалізації БКРП на ватажному автомобілі з різними варіантами дизельного та гібридного силового агрегату. Надано варіант технічних заходів для доопрацювання та обладнання вітчизняних зразків автомобільних шасі вказаним блоком.

Цілеспрямоване функціонування БКРП забезпечується синтезованим алгоритмом керування та коректується з урахуванням показників датчиків системи у режимі реального часу.

УДК 004.9:629.33

## **ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ**

**Савчук Р. В., студент, група М-12, ХНАДУ**

**Тиричева О.А., к.т.н., доц., каф. комп'ютерних технологій та  
мехатроніки, ХНАДУ,**

**Мнушка О.В., асистент, каф. комп'ютерних технологій та мехатроніки,  
ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** Використання комп'ютерного моделювання у виробництві нових автомобілів дозволяє істотно скоротити час їх випуску, відмовитися від натурного моделювання, розглянути автомобіль в деталях до його виготовлення, провести моделювання поведінки автомобіля в реальних умовах.

**Метою роботи** є огляд та аналіз можливостей існуючих систем автоматизованої розробки автомобілів на різних етапах його проектування.

**Інформаційно-комп'ютерні технології проектування автомобілів.** Комп'ютерне моделювання в цілому і комп'ютерна графіка зокрема дозволяють зробити процес розробки автомобіля відносно швидким і наочним. Комп'ютерна графіка дозволяє візуалізувати не лише конструкцію нового автомобіля, але і його форму, колір і повне наповнення. Конструктору надається можливість орієнтувати модель майбутнього автомобіля в найбільш зручному ракурсі. Інженерам надається можливість дізнатися наскільки автомобіль буде стійкий на дорозі в процесі руху, а дизайнерам - як він виглядатиме на тлі своїх конкурентів.

Найбільш відповідальним етапом в процесі проектування є моделювання поведінки автомобіля в різних умовах, оскільки від цього залежить життя майбутніх пасажирів і інших учасників дорожнього руху. Сучасні комп'ютерні технології дозволяють значно полегшити та прискорити (до вісімнадцяти місяців) процес проектування, який вимагає рішення комплексу взаємопов'язаних завдань [1-3]:

*1. Розробка дизайну та наскрізне проектування автомобіля.* На цьому етапі використовують програми які дозволяють: виконати компоновання автомобіля, дослідити огляд видимості, моделювати основні геометричні параметри манекена людини, аналізувати безпеку пасажирів та пішоходів, перевірку на відповідність нормам і стандартам та інші.

Найбільш відомою програмою проектування автомобілів в галузі автомобілебудування є програмний комплекс CATIA [4]

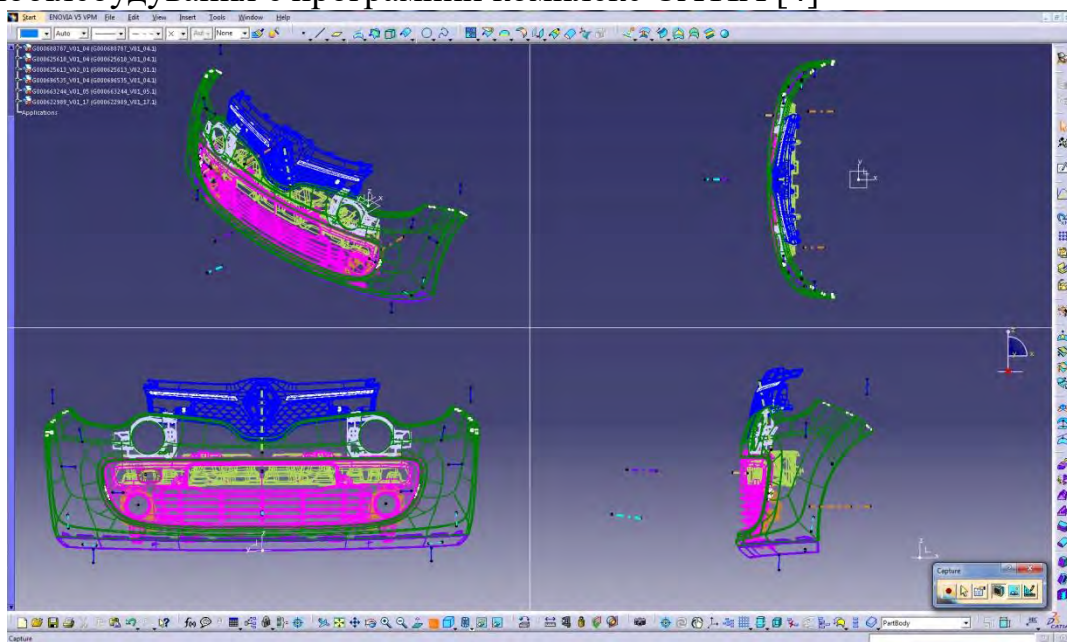


Рисунок 1 – Моделювання автомобіля у програмі CATIA

*2. Розв'язання задач забезпечення безпеки автомобіля.* Розроблені прототипи майбутнього автомобіля проходять тести на руйнування – з використанням потужних суперкомп'ютерів.

Завдяки новим високопродуктивним комп'ютерам моделювання ДТП стало ще точнішим і реалістичнішим. Продуктивність блоку з 320 комп'ютерів складає понад 15 терафлоп або 15 трильйонів обчислювальних операцій в секунду. Іншими словами, це самий високошвидкісний комп'ютер, який використовується в автомобільній промисловості, і один з 150 самих високошвидкісних обчислювальних комплексів у світі.

Моделювання різних аспектів поведінки автомобіля на дорозі найчастіше виконують за допомогою програмного комплексу CarSim (рис. 2) та системи Matlab/Simulink [3, 5].

Впродовж всієї фази інженерної розробки модель автомобіля проходить багаторазові віртуальні тести. Зазначимо, що процес симуляції може займати як декілька десятків хвилин, так і декілька тижнів. Завдяки віртуальним

тестам до моменту проходження першого реального краш-теста забезпечується дуже високий рівень безпеки автомобіля.

3. *Випробування аеродинаміки автомобіля* дозволяє оцінити втрати потужності автомобіля на спротив атмосфері. Зазвичай для рішення цієї використовують аеродинамічні сурми, що потребує досить великих матеріальних витрат, або використовують програми на кшталт Computational Fluid Dynamic, Open FOAM та ін.

4. *Моделювання пересування автомобіля* забезпечує можливість моделювати не лише механізм руху ізольованого транспортного засобу, але і зчеплення з декількох МС з урахуванням їх технічного стану, завантаження, особливостей конструкції. Моделювання можливе в різних дорожніх умовах: за наявності ділянок з різними коефіцієнтами зчеплення покриття, з різними ухилами поверхні, з урахуванням опору повітря.

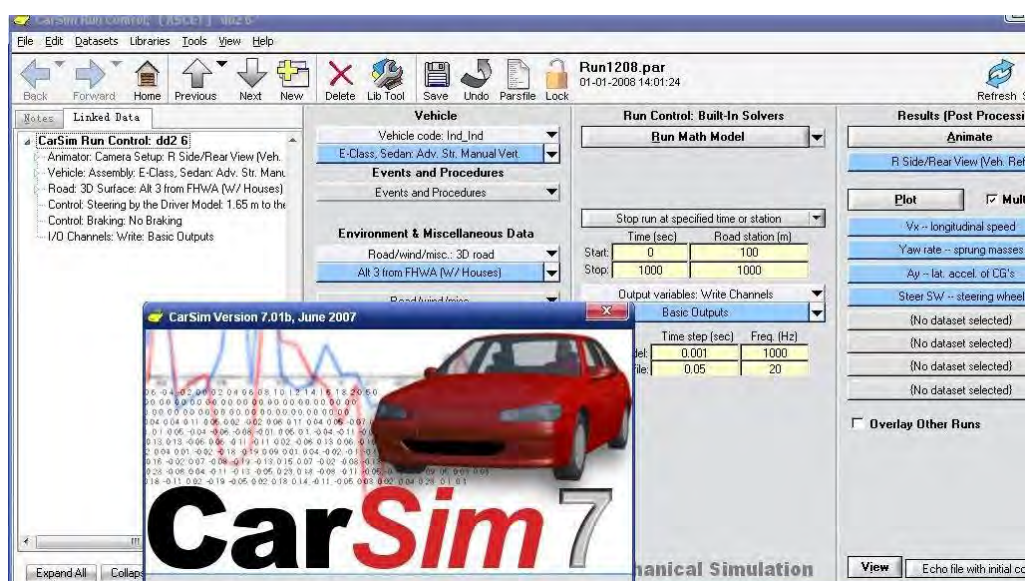


Рисунок 2 – Вікно системи моделювання пересування автомобіля CarSim [5]

**Висновки.** Процес моделювання автомобіля є складним та багатоетапним. Використання комп'ютеру дозволяє прискорити цей процес. Автомобіль є складною механічною системою із великою кількістю ступенів свободи, тому обчислення під час проектування вимагають великих ресурсів, а спрощення моделі може значно вплинути на похибки моделі. Моделювання не замінює випробування автомобілів, але значно скорочує час від першої задумки дизайнерів до реалізації не тільки концепту, але й серійного зразка.

**Література.** Молибошко Л.А. Компьютерное моделирование автомобилей [Текст] / Л.А. Молибошко. – ИВЦ Минфина, 2007. – 280 с. 2. Котельников В. Что нового в САТИА V5 R13 [Текст] / В. Котельников // САПР и графика. – 2004. – № 5-6. 3. Писаренко А.В. Компьютерное моделирование поведения транспортного средства с антиблокировочной системой [Текст] / А.В. Писаренко, А.В. Белоус, Д.В. Кононенко // 36. наук праць ХУПС. – 2013. – №3. – С. 162-166. 4. САТИА [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.3ds.com/ru/produkty-i-uslugi/catia/> 5. Mechanical Simulation [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.carsim.com/products/carsim/>.

УДК 004

## ФОРМУВАЛЬНИЙ КОМПОНЕНТ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНИМ ТЕХНОЛОГІЯМ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Сильченко В.О., асистент, каф. комп'ютерних технологій та  
мехатроніки, ХНАДУ

Сильченко М.М., асистент, каф. автомобілі ім. А.Б. Гредескула, ХНАДУ

**Постановка проблеми.** Інформаційно-комунікаційні технології у сучасному суспільстві та у автомобільній техніці з постійним оновленням фактичного матеріалу стає все більше технологічною складовою частиною. На етапі викладання дисциплін пов'язаних з інформаційно-комунікаційними технологіями виникає багато методичних проблем, для вирішення яких, використання традиційних методів навчання не досить ефективне.

**Мета дослідження** – визначення формувального компоненту (змісту навчання) моделі методичної системи навчання студентів інформаційним технологіям на автомобільному транспорті.

**Основний матеріал.** Структура моделі методичної системи технологічного навчання студентів інформаційним технологіям на автомобільному транспорті включає в себе три складові: дидактико-цілепокладальну, формувальну та діагностико-коригувальну. Більш детально розглянемо формовану частину, яка включає в себе зміст навчання, методичні прийоми, форми організації та засоби навчання.

На даному етапі більш уваги приділимо змісту навчання студентів інформаційним технологіям на автомобільному транспорті (рисунок 1).

Інформаційно-технологічні знання включають знання про особливості та режими роботи конкретних програмних засобів, основні прості кроки (операції) у середовищі програмних засобів та на виході створення особистих програмних продуктів з застосуванням різних програмних засобів.

Інформаційно-технологічні навички розглядають прості (базові) дії у середовищі програмного засобу, які студенту необхідно виконувати, так би мовити «на автоматі». Ці базові навички включають в себе найголовніше: копіювання, відкриття, згортання та закриття програмного середовища, роботу з програмним меню (панеллю задач) програмного середовища та інше.

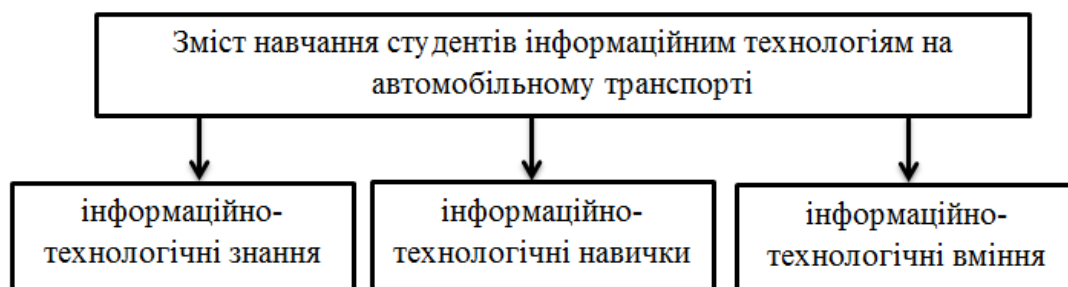


Рисунок 1 – Структурна схема змісту навчання студентів інформаційним технологіям на автомобільному транспорті



А вже інформаційно-технологічні вміння відноситься до комплексних дій. Тобто сукупність направлених дій, що спрямовані на отримання знань, умінь та досвіду при виконі спочатку простіших задач, далі їх ускладнення для вдосконалення знань.

**Висновки.** У результаті дослідження визначено, що при навчанні студентів дисциплін пов'язаних з інформаційними технологіями на автомобільному транспорті необхідно вміти: формулювати ціль створення інформаційного продукту загалом та ціль створення окремих його компонентів; написати та реалізувати алгоритм для створення інформаційного продукту; розробити інформаційний продукт з реалізацією поставлених задач з використанням необхідних інформаційно-комунікаційних технологій та самостійно аналогічно створити інформаційний продукт за новими поставленими задачами. Якщо все вище перераховане буде реалізовано, то можливо зробити висновок, що формовану частину (зміст навчання) реалізовано.

**Література:** 1. Дорошенко Ю.О. Технічне навчання інформатики: навчально-методичний посібник / Ю.О. Дорошенко, Т.В. Тихонова, Г.С. Луцьова. – Х.: Вид-во «Ранок», 2011. – 304 с. 2. Бондар В. Дидактика: підручник / В. Бондар. – К.: Либідь, 2005. – 174 с. 3. Бондаренко В.В. Педагогіка та технологія дистанційного навчання: навч. посіб. / В.В. Бондаренко, В.М. Кухаренко. – Харків: ХНАДУ, 2013. – 376 с. 4. Зязюн І.А. Педагогічна майстерність: підручник / І.А. Зязюн, Л.В. Крамущенко, І.Ф. Кривонос. – К.: Вища школа, 2004. – 238 с. 5. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: навч. посіб. для студ. Вузів / О.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Ліра-К, 2011. – 412 с. 6. Сухомлинська О.В. Українська педагогіка в персоналіях: у 2-х кн.: навч. посіб. для студентів вузів / О.В. Сухомлинська, Н.Б. Антонєць, Л.Д. Березівська. – К.: Либідь, 2005. – 182 с.

УДК 625.76.08 : 517.938

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ ДЛЯ АНАЛИЗА НАГРУЗКИ ДОРОЖНЫХ МАШИН**

**Пашенко Р.Э., д.т.н., профессор, старший научный сотрудник,  
ИРЭ НАН Украины**

**Полярус А.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой МБЖД, ХНАДУ  
Поляков Е.А., к.т.н., доцент кафедры МБЖД, ХНАДУ**

**Постановка проблемы.** При выполнении различных рабочих операций землеройно-транспортные машины находятся под воздействием динамических знакопеременных нагрузок, обусловленных главным образом структурой почвы. В результате таких нагрузок в металлоконструкциях могут возникать трещины, которые в свою очередь приводят к отказам в работе машины. Данные процессы могут быть обнаружены на ранних стадиях с использованием различных методов диагностики. Для получения диагностической информации об исправности машины необходимо иметь сведения о величине нагрузки на элементы машин, полученные в различных режимах их работы.

На испытательном полигоне ХНАДУ были проведены полевые эксперименты по определению нагрузок на автогрейдер. В качестве объекта исследований использовался автогрейдер ДЗК-251 Крюковского вагоностроительного завода. При выполнении рабочих операций одним из основных элементов автогрейдера, через который передается все тяговое усилие от ведущих колес к отвалу, является шаровой шкворень. Поэтому проводилась оценка нагрузки, которые воздействовали на этот элемент автогрейдера. Измерение напряжений на шкворне автогрейдера осуществлялось с помощью тензодатчиков. При проведении эксперимента оценивалось влияние различных положений грейдерного отвала на напряжения, возникающие на шкворне автогрейдера. При этом изменялись: вынос грейдерного отвала в сторону ( $R$ ) на 0 м, 0,7 м и 1,4 м; угол поворота отвала ( $\alpha$ ) на  $40^\circ$ ,  $60^\circ$  и  $80^\circ$ ; частота вращения двигателя ( $f$ ) (900 об/мин, 1100 об/мин, 1300 об/мин). С использованием измерительной системы показания датчиков в виде цифровых данных записывались в постоянную память компьютера.

Проведенный анализ временных реализаций напряжений на шкворне показал, что с помощью этих данных хорошо определяется момент возникновения нагрузки на автогрейдер (по скачкообразному увеличению амплитуды напряжений), однако, определить как зависят режимы нагрузки автогрейдера от его параметров при выполнении рабочих операций по временным реализациям напряжений сложно. Для анализа формы сигналов, которые описывают нагрузку на шкворень автогрейдера, целесообразно использовать методы нелинейной динамики.

**Цель исследований** – оценка возможности использования формы фазовых портретов и величины фрактальной размерности для определения изменений режимов нагрузки автогрейдера.

**Анализ режимов нагрузки автогрейдера с использованием фазовых портретов.** Некоторые особенности структуры (формы) временных реализаций сигналов, которые невозможно или затруднительно исследовать аналитически, поддаются наглядному представлению и качественному исследованию с помощью преобразования (построения) исходного сигнала в другую плоскость анализа. В последнее время для анализа поведения сложных (нелинейных) динамических систем, в которых известен только один параметр (система с одной степенью свободы), используют метод построения псевдофазовой плоскости (ПФП) с временной задержкой. Для системы, в которой измерена только одна величина, строится зависимость сигнала от этой же величины в другой момент времени, отстающий или опережающий данный момент времени на постоянную величину  $[x(t), x(t + T)]$ . Результат построения имеет те же свойства, что и при использовании действительной фазовой плоскости. Построение фазовых портретов в ПФП не требует большого времени.

На рис. 1 показаны фазовые портреты (ФП) напряжений на шкворне автогрейдера при выносе грейдерного отвала в сторону:  $R = 0$  м (а),  $R = 0,7$  м

(б),  $R = 1,4$  м (в). На рисунке ось абсцисс  $Y$  соответствует напряжению на шкворне ( $\sigma$ , МПа), а ось ординат  $Z$  – тому же напряжению на шкворне, но при временной задержке  $T = 500$  элементов выборки (выборке сдвинутой на 500 элементов).

Из рис. 1 следует, что на фазовых портретах можно выделить несколько характерных областей. Кроме того, ФП изменяются в зависимости от выноса грейдерного отвала в сторону. На всех трех ФП можно выделить область 1, которая соответствует работе автогрейдера без нагрузки. На рисунке она представляет собой набор точек, вытянутых параллельно оси  $Z$ .

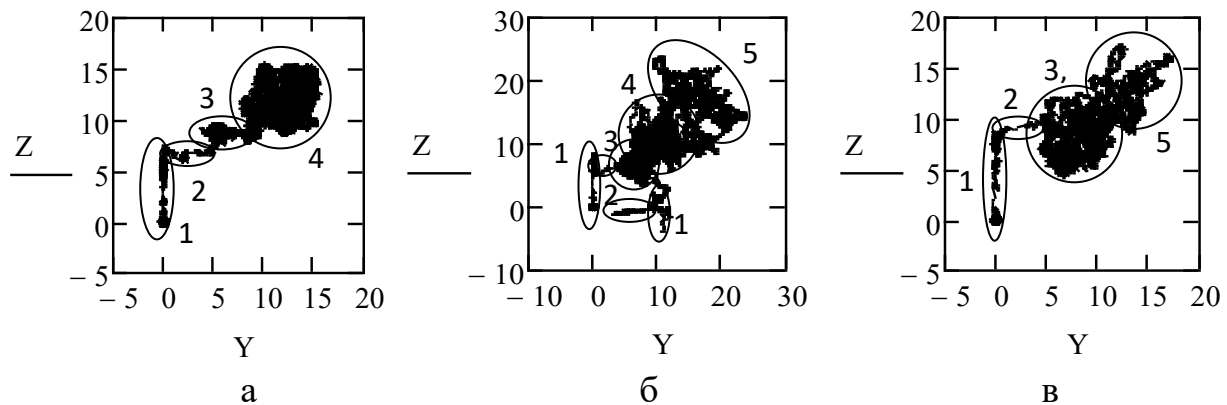


Рисунок 1 – Фазовые портреты напряжений на шкворне при  $R = 0$  м (а),  $R = 0,7$  м (б),  $R = 1,4$  м (в)

Вторая характерная область (2), присутствующая на всех ФП в виде набора точек вытянутых параллельно оси  $Y$ , соответствует переходному режиму от работы без нагрузки к нагруженному режиму. Третья область (3) характеризует средние нагрузки работы автогрейдера, при этом амплитуды напряжений на шкворне ( $\sigma \approx 7$  МПа) и их разброс ( $\Delta\sigma \approx \pm 2$  МПа) не большие. При больших нагрузках работы автогрейдера амплитуды напряжений на шкворне ( $\sigma \approx 11$  МПа) и их разброс ( $\Delta\sigma \approx \pm 4$  МПа) возрастают, что приводит к усложнению формы ФП (четвертая область – 4). Кроме того, на рис. 1 видно, что при выносе грейдерного отвала в сторону  $R = 1,4$  м на ФП области 3 и 4 практически не разделяются и можно говорить, что автогрейдер сразу после переходного режима работал при больших нагрузках. Также необходимо отметить, что при выносе грейдерного отвала в сторону  $R = 0,7$  м и  $R = 1,4$  м на ФП выделяется пятая область (5). Данная область характеризует пиковые нагрузки работы автогрейдера, при этом амплитуды напряжений на шкворне возрастают ( $\sigma \approx 15$  МПа), а их разброс остается такой же, как при больших нагрузках ( $\Delta\sigma \approx \pm 4$  МПа). В то же время, при выносе грейдерного отвала в сторону ( $R = 0$  м) резких изменений амплитуды напряжений на шкворне не наблюдается, и пятой области на ФП нет, т. е. можно сказать, что при таких параметрах автогрейдера он работал при больших нагрузках, но без пиковых.



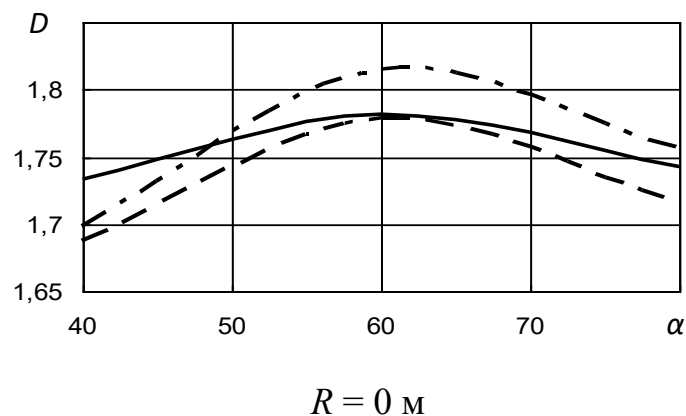
Таким образом, анализ форм фазовых портретов позволил выделить пять режимов работы автогрейдера при выполнении рабочих операций: не нагруженный, переходной, средних, больших и пиковых нагрузок.

Аналогичные исследования формы ФП были проведены при других параметрах автогрейдера: при угле поворота отвала ( $\alpha = 40^\circ, 60^\circ, 80^\circ$ ) и при частоте вращения двигателя ( $f = 900$  об/мин,  $1100$  об/мин,  $1300$  об/мин). Проведенный анализ показал, что наибольшие нагрузки (более тяжелые режимы работы) наблюдаются при угле поворота отвала  $\alpha = 60^\circ$ . Также установлено, что при увеличении частоты вращения двигателя нагруженные режимы работы автогрейдера на ФП портретах проявляются по-разному.

**Анализ нагрузок автогрейдера с использованием фрактальной размерности.** Выше отмечалось, что различные нагрузки (режимы нагрузки) на шкворень автогрейдера приводят к различным формам зафиксированных сигналов. Численной характеристикой формы сигналов может служить величина фрактальной размерности (ФР). Различные формы сигналов имеют различные величины ФР. При этом рассчитываются величины ФР временных реализаций напряжений на шкворне при различных параметрах автогрейдера (выносе отвала в сторону, угле поворота отвала и частоте вращения двигателя). Фрактальная размерность рассчитывалась с использованием метода покрытия.

На рис. 2 для примера показаны зависимости ФР ( $D$ ) от угла поворота грейдерного отвала при выносе отвала в сторону  $R = 0$  м и частотах вращения двигателя:  $f = 900$  об/мин (сплошная линия),  $f = 1100$  об/мин (пунктирная линия) и  $f = 1300$  об/мин (штрихпунктирная линия).

Рисунок 2 – Зависимость ФР от угла поворота грейдерного отвала при



Как видно из хода кривых на рис. 2, максимальные значения ФР, а следовательно наибольшая изрезанность временных реализаций напряжений, наблюдается при угле поворота отвала равном  $\alpha = 60^\circ$ . Кроме того, наибольшее значение ФР зафиксировано при частоте вращения двигателя  $f = 1300$  об/мин. Минимальные значения ФР на всех трех кривых наблюдаются при  $\alpha = 40^\circ$ . Однако в отличие от наибольшего среди максимальных ФР, наибольшее среди минимальных ФР зафиксировано при

$f = 900$  об/мин. Также из рис. 2 следует, что при увеличении угла поворота отвала больше  $60^\circ$  ФР уменьшается.

Аналогичные исследования формы ФП были проведены при других параметрах автогрейдера. Анализ зависимости величин ФР от угла поворота грейдерного отвала показал, что наибольшие нагрузки (изрезанность исходного сигнала) наблюдаются при  $\alpha = 60^\circ$ ,  $f = 1300$  об/мин и  $R = 1,4$  м, а наименьшие – при  $f = 1100$  об/мин и  $R = 0,7$  м. Анализ зависимости величин ФР от выноса грейдерного отвала показал, что наибольшие значения ФР наблюдаются при  $f = 900$  об/мин для всех углов поворота отвала, а наименьшие – при  $\alpha = 60^\circ$ ,  $f = 1100$  об/мин и  $R = 0,7$  м. Анализ зависимости величин ФР от частоты вращения двигателя показал, что наименьшие значения ФР наблюдаются при  $f = 1100$  об/мин,  $\alpha = 60^\circ$  и  $R = 0,7$  м, а наибольшие – при  $f = 900$  об/мин,  $\alpha = 40^\circ$  и  $R = 1,4$  м, а также при  $f = 1300$  об/мин,  $\alpha = 60^\circ$  и  $R = 1,4$  м.

**Выводы.** В результате исследований установлено, что построение фазовых портретов и фрактальный метод анализа временных реализаций сигналов (методы нелинейной динамики) можно использовать для качественной и количественной оценки напряжений на шкворне автогрейдера. Анализ форм фазовых портретов позволил выделить пять режимов работы автогрейдера при выполнении рабочих операций: не нагруженный, переходной, средних, больших и пиковых нагрузок. Анализ фрактальных размерностей экспериментальных сигналов напряжений на шкворне показал, что их величина зависит от параметров работы автогрейдера при выполнении рабочих операций.

УДК 629.113+656.3.44.083

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ**

**Волков В.П., д.т.н., проф., зав. каф. технической эксплуатации и сервиса  
автомобилей (ТЕСА), ХНАДУ**

**Волков Ю.В., аспирант, каф. ТЕСА, ХНАДУ**

**Бохан А.В., аспирант, каф. ТЕСА, ХНАДУ**

**Резниченко В.А., аспирант каф. ТЕСА, ХНАДУ**

Ранее в технической эксплуатации автомобилей (ТЭА) информационные системы и технологии использовались в основном для совершенствования документооборота. Так например, на предприятии автомобильного транспорта (ПАТ) с парком 100 автомобилей ежемесячно обрабатывалось до 3 тысяч путевых листов, 700-800 заявок на запчасти, 250-300 листов учета ТО и Р и других документов, а документооборот только технической службы ПАТ включал более 120 документов.

Следует отметить, что процессы управления на ПАТ осуществляются циклически и носят относительно замкнутый характер [1]. Цикл управления начинается со сбора информации о состоянии управляемого объекта (ПАТ, ПС,

цех, участок и т.д.), затем полученная информация анализируется и используется для принятия решений.

В работе [1] подробно рассмотрены информационные технологии в виде системы автоматической идентификации маршрутного транспорта, системы контроля автобусного движения и простой спутниковой навигационной системы.

Задачи внедрения информационных технологий в ТЭА рассматривались в работах [2, 3].

В настоящее время сложился целый спектр информационных систем управления (ИСУ) на автомобильном транспорте (АТ), которые образуют:

- диспетчерские системы управления;
- автоматизированные системы управления технологическими процессами;
- автоматизированные системы управления производством.

ИСУ на АТ информируют о техническом состоянии и обеспечивают управление:

- подвижного состава;
- технологического оборудования и производственного процесса ПАТ;
- потоками транспортных средств при воздействии на них окружающей среды.

Инновационными информационными технологиями для автомобильного транспорта общего пользования (АТОП) являются, прежде всего, *CASE*-технологии, а также стратегия *CALS*.

Термин *CASE* (*Computer Aided Software Engineering*) используется в настоящее время в весьма широком смысле. Первоначальное значение термина *CASE* было ограничено лишь вопросами автоматизации разработки ПО. В настоящее время термин приобрел новый смысл, охватывающий процесс разработки сложных ИС в целом. Теперь понятие *CASE*-средства включает: программные средства, поддерживающие процессы создания и сопровождения ИС, включая анализ и формулировку требований, проектирование прикладного ПО (приложений) и базы данных, генерацию кода, тестирование, документирование, обеспечение качества, конфигурационное управление и управление проектом, а также другие процессы.

Новым приёмом для АТОП в сфере технического контроля состояния подвижного состава (ПС) является создание информационных системы организационно-функциональной поддержки процессов технической эксплуатации ПС, посредством информационной интеграции: во-первых, стадий ЖЦ подвижного состава, во-вторых, систем его технического контроля (контроля и диагностики состояния ПС). Однако, в ходе практического применения таких решений, встречаются существенные информационно-технологические проблемы. Проблема первая - это закрытость для специалистов ТЭА большинства информационных процессов, совершаемых бортовыми компьютерами ПС, что обусловлено частичной либо полной «недоступностью» специалистов ТЭА и, прежде всего, свободных механиков к данной информации. Причина «недоступности» - интересы, как разработчиков, так и производителей ПС. Проблема вторая - это современные системы

автоматического управления (САУ) рабочими процессами узлов и агрегатов ПС, имеющие встроенные системы контроля и диагностики, и современные системы организационно-функциональной поддержки процессов эксплуатации ПС со своими индивидуальными системами технического контроля состояния ПС, которые разрабатываются автономно.

В тоже время, появление на транспорте, например, в авиации «систем с полной ответственностью», типа *FADEC* (*Full Authority Digital Electronic Control system*) [4], позволяет нейтрализовать проблемы. Сегодня это электронные САУ, которые достаточно распространены в авиации, где электроника осуществляет управление двигателем на всех этапах и режимах полета. Концепция *FADEC* направлена на создание единой структуры из бортовых систем управления рабочими процессами узлов и агрегатов, систем контроля и диагностики, систем организационно-функциональной поддержки процессов эксплуатации ПС, что позволяет формировать информационные системы организационно-функциональной поддержки (сбора, анализа и управления потоками информации) процессов эксплуатации, т.е. позволяет реализовать на практике ИПИ/*CALS/PLM*-технологии.

ИПИ/*CALS/PLM*-технологии, т.е. информационная поддержка поставок и ЖЦ продукции (или изделий) - это современный подход к проектированию, производству и эксплуатации высокотехнологичной и наукоёмкой продукции, заключающийся в использовании современных информационных технологий на всех стадиях жизненного цикла (ЖЦ) изделия. Примером может являться программа *Torque*, как основа «автомобильной» концепция *FADEC*, представляющая собой первый шаг к системе *FRACAS* и, соответственно ИПИ/*CALS/PLM*-технологиям, которая предназначена для получения и отображения диагностической информации бортовой системы самодиагностики транспортного средства. Сегодня она уже «умеет» отображать текущие параметры работы двигателя, других систем, узлов и агрегатов, отображать и расшифровывать «коды ошибок», «стирать ошибки» из электронного блока управления, автоматически отправлять значения величин параметров, контролируемых датчиком, в интегрированное электронное информационное метaprостранство, где в течение полугода можно посмотреть не только значения контролируемых величин в разное время, но и увидеть на карте весь маршрут ПС за этот период.

Не менее значимыми для ИПИ/*CALS/PLM*-технологий на АТОП являются такие простейшие (с точки зрения решаемых на АТ задач) электронные информационные системы, как:

- *GPS-Trace Orange*, оказывающая на базе коммерческой системы мониторинга транспорта «*Wialon*» услуги спутникового наблюдения и контроля через *Web*-интерфейс за ПС, оснащённым трекерами или любыми другими коммуникаторами с модулем *GSM*;

- *M2M* (машинно-машинное взаимодействие или англ. *Machine-to-Machine*, *Mobile-to-Machine*, *Machine-to-Mobile*), создающая технологии, которые позволяют достаточно просто, надёжно и выгодно обеспечить передачу данных

между «умными» устройствами (*smart devices*), способными взаимодействовать между собой;

- СКРТ (Система Контроля Расхода Топлива), представляющая набор современных «инструментов» управления ПС, основанный на базе спутниковой навигации мониторинга транспорта, обеспечивающая контроль расхода топлива, нагрузки на оси, времени работы ПС и др. параметров эксплуатации.

- *Teletrack*, представляющая специализированный программно-аппаратный комплекс для спутникового мониторинга, который состоит из бортового сканера коммуникатора (контролер коммуникатор, различные датчики, обеспечивающие открытую архитектуру, масштабируемость, гибкость системы мониторинга), ПО (серверного, диспетчерского «*Track Control*») и позволяющая интегрировать данное решение для мониторинга транспорта в любую управляющую систему предприятия, решая сложные и нестандартные задачи.

- *Dynafleet®*, являющаяся шведской транспортно-информационной системой или единым телематическим продуктом для автомобилей-тягачей, которая работает на всей территории ЕС.

Совокупность на АТОП традиционных предприятий и абсолютно новых образований (например, *GPS-Trace Orange*, *M2M*, СКРТ и др.), представляющих информационные системы и технологии, формирует на АТОП и АТ в целом абсолютно новые принципы технической эксплуатации ПС. Под одним из таких принципов понимается адаптивная система поддержки технического состояния ПС, ключевым моментом которой является разработка информационно-коммуникационной системы и базы прогнозных моделей, обеспечивающих путем мониторинга дистанционное получение необходимой информации от ПС и ее обработку, а также выработку корректирующих воздействий.

**Литература:** 1. Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей / Н.Я. Говорущенко. – Х.: Вища школа, 1984. – 312 с. 2. Волков В.П., Матейчик В.П., Никонов О.Я., Комов П.Б. и др. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем. / Под редакцией Волкова В.П. – Донецк: Изд-во “Ноулидж”, 2013. – 398 с. 3. Интеллектуальные системы управления работоспособностью автомобилей / Волков В.П., Матейчик В.П., Грицук И.В. и др. – Харьков: Майдан, 2016.-503 с. 4. В ЗАО «Гражданские самолёты Сухого» начата эксплуатация системы «Оповещения об отказах, анализе и корректирующих действиях» (*FRACAS*) самолёта *SUKHOI SUPERJET* 100. – Режим доступа: <http://www.aviaport.ru/digest/2011/06/14/217102.html>.

УДК 629.7.615.3

## РОЗРОБКА МОДЕЛІ РОБОТА-НАВАНТАЖУВАЧА

Ащепкова Н.С., к.т.н., доц., каф. механотроніки, ДНУ ім. О. Гончара  
Сафаєв Ф.В., студент, каф. механотроніки, ДНУ ім. О. Гончара  
Петраш С.В., студент, каф. механотроніки, ДНУ ім. О. Гончара

**Постановка проблеми.** Робот-навантажувач – керований візок з маніпулятором та вантажним відсіком. Маса та розподіл вантажу змінює інерційні характеристики об'єкту керування під час руху і обумовлює

виникнення збурюючі моментів на криволінійних ділянках траєкторії.

**Мета дослідження** – визначення закономірностей для забезпечення усталеного руху на криволінійних ділянках траєкторії. Досягнення цієї мети передбачає:

- складання математичної моделі динаміки робота-навантажувача,
- моделювання та експериментальні дослідження динаміки робота-навантажувача,
- розробка конструкції шасі, маніпулятора та вантажного відсіку.

**Математична модель динаміки робота-навантажувача** складена на основі рівнянь Лагранжа II роду. Моделювання динаміки робота-навантажувача здійснено за допомогою Mathcad.

**Розробка моделі робота-навантажувача.** Для навчання студентів спеціальності «Роботомеханічні системи й комплекси» пропонується використовувати конструктор LEGO Mindstorms, який дозволяє здійснити імітаційне моделювання різноманітних роботів.

Завдання робота-навантажувача - з предметної області, у якій розташовані деталі з різними групами ознак (форма, колір, штрих код) відповідно до програми необхідно:

- обрати комплект деталей із заданими ознаками,
- підхопити неорієнтовану деталь із заданими ознаками,
- розмістити деталь без пошкоджень у вантажному відсіку,
- доставити деталі у задану крапку предметної області
- розвантажити їх на обрану площину базування.

В залежності від траєкторії, необхідної швидкодії та системи керування приводами розглянуто моделі візка створені на базі Lego Mindstorms NXT з три – та чотирьохколійною компоновкою шасі.

Триколійсна компоновка шасі - найпоширеніший різновид шасі транспортних роботів. Конструктивно – це візок із трьома точками опори (рис. 1, а) дві з яких ведучі колеса, а третя - волокуша або вільне обертове колесо, такі моделі є базовими для наборів Lego Mindstorms.

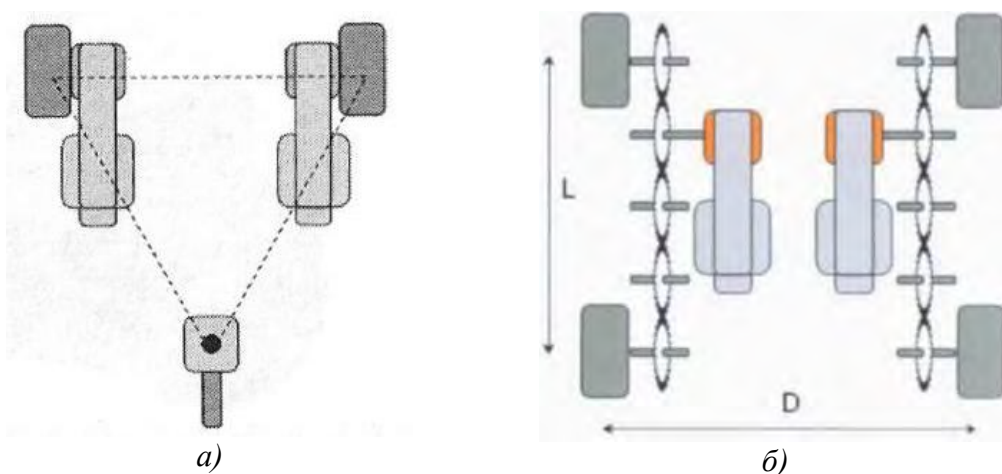


Рисунок 1 – Модель шасі: а) з триколійною компоновкою, б) з чотирьохколійною компоновкою

Чотирьохколісна компоновка шасі застосовується для автомобілів-навантажувачів або електрокар. Розглянуто конструкцію двомоторного візка, що опирається на чотири колеса попарно з'єднаних з моторами (рис. 1, б)

Розробка конструкції маніпулятора проводиться шляхом аналізу існуючих аналогів і синтезу нового маніпуляційного механізму. Для перевірки якості розробленої конструкції доцільно створити модель, яка у ході експериментального дослідження буде вдосконалена.



Рисунок 2 – Модель маніпулятора робота навантажувача

**Висновки.** В результаті дослідження складено математичну модель, отримано результати чисельного моделювання які дозволяють визначити закономірності для забезпечення усталеного руху моделі робота-навантажувача на криволінійних ділянках траєкторії.

Наведено приклади, які підтверджують ефективність використання для моделі робота-навантажувача візок з чотирьохколісною компоновкою шасі та двохланковий маніпулятор.

**Література:** 1. Каталог електронщик. Раздел робототехника <http://www.electronshtik.ru/class/robototekhnika-1817> 2. Перспективы развития робототехнических учебных стендов для высшего специального образования в области робототехники, автоматики и мехатроники / В. А. Жмудь, А. Л. Печников, В. Г. Трубин, А. Б. Колкер // Труды конференции Scientific World - Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте. <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/technical-sciences-212/informatics-computer-science-and-automation-212/13341-212-831> 3. Сайт конструктора Lego Mindstorms NXT <http://www.mindstorms.com> 4. Кудрявцев Е. М. Mathcad 2000 Pro – М. : ДМК Пресс. – 2001. – С. 530–540. 5. Бурдаков С. Ф. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов / С. Ф. Бурдаков, В. А. Дьяченко, А. Н. Тимофеев // М. : Высшая школа, 1986. – 264 с.



УДК 004.942:519.876.5

**ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ТЕХНІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ  
МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ****Тітов М.Ю., студент, група М-12, ХНАДУ****Мнушка О.В., асистент, каф. комп'ютерних технологій та мехатроніки,  
ХНАДУ****Тиричева О.А., к.т.н., доц., каф. комп'ютерних технологій та  
мехатроніки, ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** Сучасні мехатронні системи є комплексом складних технічних рішень, оснований на розв'язанні задач оптимізації з різних галузей науки та техніки та верифікації результатів моделювання за допомогою експериментальних досліджень.

**Мета дослідження** – визначення границь застосування методів імітаційного моделювання та експериментальних досліджень під час розробки мехатронних систем.

**Імітаційне моделювання та технічний експеримент** В силу багатозначності поняття «модель» в науці і техніці не існує єдиної класифікації видів моделювання, тому класифікацію можна проводити за характером моделей, за характером об'єктів, за сферами застосування моделювання (у техніці, фізичних науках, кібернетиці й т. п.), за умовами, при яких контролюються, керуються та досліджуються явища дійсності.

За Р. Шеноном *імітаційне моделювання* (ІМ) є процесом проектування моделі реальної системи і проведення експериментів з метою розуміння поведінки системи або оцінки різних стратегій (в рамках обмежень за відповідним критерієм або групою критеріїв) [1]. Розробка моделі є складним процесом та вимагає великих інтелектуальних, емоційних та часових затрат. Модель є абстрактним описом системи, при цьому використовують деякий набір початкових відомостей про об'єкт чи систему, такі як: фізичні закони; взаємозв'язки між елементами систем; вплив випадкових процесів на поведінку системи; реакцію системи на вхідні збудження; вплив людини на прийняття рішень у системі та ін.

Метою ІМ є відтворення стану (та його змін) системи на основі результатів аналізу найсуттєвіших взаємозв'язків між її елементами.

Інструментом ІМ є симуляція (*simulation modeling*) предметної галузі, що досліджується.

ІМ дозволяє досліджувати розвиток процесів (станів системи) у часі, при цьому є можливість сповільнювати швидкоплинні або прискорювати повільні процеси.

ІМ дозволяє здійснити дослідження аналізованої або проекрованої системи за схемою операційного дослідження, що містить взаємозалежні етапи: змістовна постановка задачі; розробка концептуальної моделі; розробка програмної реалізації імітаційної моделі; перевірка правильності та вірогідності моделі й оцінка точності результатів моделювання; планування і проведення експериментів; прийняття рішень.



Такий підхід дозволяє використовувати ІМ як універсальний підхід для прийняття рішень в умовах невизначеності з урахуванням у моделях факторів, які важко формалізуються, а також застосовувати основні принципи системного підходу для рішення практичних задач.

В Україні історично проблематикою ІМ займалися у Інституті кібернетики під керівництвом академіка В.М. Глушкова, помітними розробками колективу інституту є АЛСИМ-2 (під кер. д.т.н. Літвінова В.В.), ТАИС (під кер. д.ф.-м.н. Летічевського О.А.), НЕДИС-90 (Гусєв В.В.) та ін. В теперішній час у Інституті кібернетики проводяться роботи з розробки засобів та систем розподіленого імітаційного моделювання.

На сьогоднішній день популярними методами ІМ є:

- агентне моделювання, що використовують для дослідження децентралізованих систем, динаміка функціонування яких визначається індивідуальною активністю окремих компонентів або членів системи;
- дискретно-подієве моделювання, в якому розглядають тільки основні події, що відбуваються у системі, що моделюється, наприклад: «чекання», «обробка черги», «завантаження», «рух із вантажем» тощо. Цей метод застосовують для моделювання складних систем із різних галузей – логістики, виробництва, масове обслуговування;
- системна динаміка – це метод, за яким будують діаграми причинних зв'язків та глобальних впливів параметрів один на одного з плином часу.

На ринку програмного забезпечення існує багато пакетів імітаційного моделювання, таких як AnyLogic, Arena, Extend, Gpss/H-Prof, iThink, Matlab, Modelica, Simpple++, VisSim та ін.

*Експеримент* (от лат. experimentium – проба, дослід) метод пізнання, за допомогою якого і умовах, що контролюються та керуються, досліджуються явища дійсності. Метою проведення експерименту найчастіше є перевірка достовірності деякої гіпотези. Розрізняють якісний, вимірювальний, розумовий та різні види соціальних експериментів [2]. З точки зору техніки експеримент розуміють як систему операцій, впливів і (або) спостережень спрямованих на отримання інформації про об'єкт дослідження.

При проведенні технічного експерименту (ТЕ) створюються спеціальні умови його проведення. Такий підхід дозволяє дослідити вплив різних факторів на об'єкт, що досліджується, та виробити рекомендації розробникам з удосконалення розробки, або усунення недоліків. ТЕ вимагає від дослідника або інженера ретельної підготовки та планування, тому що серйозні ТЕ вимагають великих затрат коштів та часу для відтворення умов використання об'єкту, що розроблюється, а повторення ТЕ є неможливим або утруднено, наприклад зварювання в умовах космосу, що можливо повторити лише в умовах мікрогравітації [3].

Імітаційне моделювання та технічний експеримент дають можливість досліднику отримати нові знання про об'єкт чи явище (рис. 1)

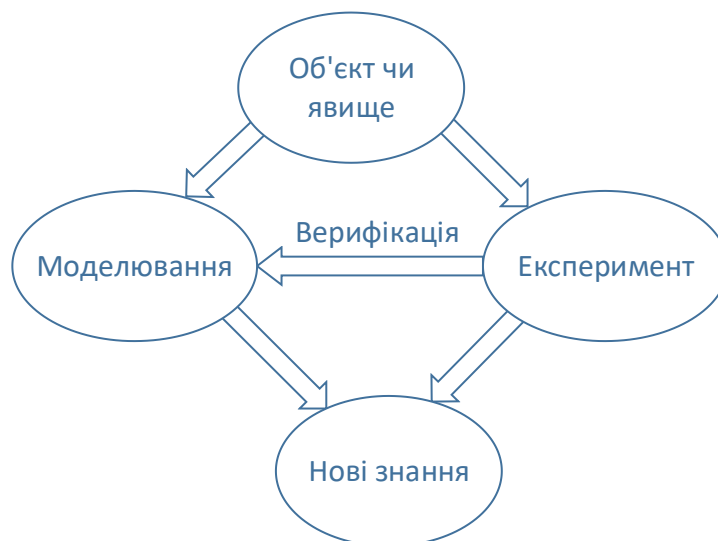


Рисунок 1 – Моделювання та експеримент

**Висновки.** Застосування ІМ та ТЕ має свої чітко визначені границі, з огляду на специфіку задачі, що вирішується. Коли проведення ТЕ є неможливим, або небажаним, тоді на допомогу приходять методи моделювання. Застосовуючи ІМ дослідник повинен чітко розуміти рамки застосування моделі і правильно інтерпретувати результати.

**Література. 1. Шеннон Р.** Имитационное моделирование систем – искусство и наука [Текст] / Р.Шеннон. – пер. с англ. – М.: Мир. – 1978. – 418 с. **2.** Encyclopedia of Physical Science and Technology [Електронний ресурс] – <http://www.sciencedirect.com/science/referenceworks/9780122274107#ancpt0280>. **3.**

**Зацерковний В.І.** Аерокосмічні дослідження Землі : історія становлення [Текст] / В.І. Зацерковний, Н.П. Каревіна. – К.: НАН України, 2015 р. – Т.2. – 406 с.

УДК 004.942

## ПРИМЕНЕНИЕ Е-СЕТЕЙ ПРИ ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

**В.А.Тимонин, к.т.н., с.н.с., доц. каф. компьютерных технологий и мехатроники, ХНАДУ**

**Постановка проблемы.** Обычный процедурный подход к формализованному заданию имитационной модели сложной системы, при котором модель представляется в виде некоторого алгоритма, отражающего процесс функционирования системы, обладает рядом недостатков, среди которых большая трудоемкость процесса описания модели, отсутствие наглядного соответствия между структурой и программой, имитирующей ее работу, сложность изменения модели при переходе к анализу альтернативной структуры.

Применение аппарата Е-сетей позволяет осуществить структурный подход к построению имитационной модели транспортной сети, при котором обеспечиваются наглядность модели, модульный принцип ее разработки (сборки), возможность перехода к автоматизированной интерактивной процедуре проектирования.

**Цель исследования** – анализ элементов оценочных сетей для моделирования транспортных потоков.

**Основной материал.** Представим переходы  $d_i = (S, t(d_i), g)$  Е-сети как элементарные блоки модели транспортной сети и покажем, какие процедуры могут отображаться  $d_i$  в зависимости от значений элементов  $S$ ,  $t(d_i)$  и  $g$ .

Переход типа  $T_E$  (рис. 1) позволяет отразить в модели занятость некоторого элемента или подсистемы транспортной сети на время, определяемое параметром  $t(T_E)$ . Процедура перехода  $g(d_i)$  задает набор операций для описателей меток, проходящих через переход, и условия их выполнения. К числу операций могут относиться изменение скорости движения, его приоритетности и т. д.

Переход типа  $F_E$  (рис. 2) кроме функций перехода  $T_E$  отражает также разветвление одного потока на два направления. Это может, например, моделировать процедуру распределения потока транспортных средств на два и более и т. д.

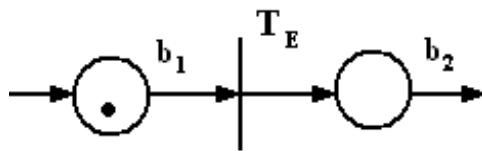


Рисунок 1 - Е-сетевой переход типа  $T_E$

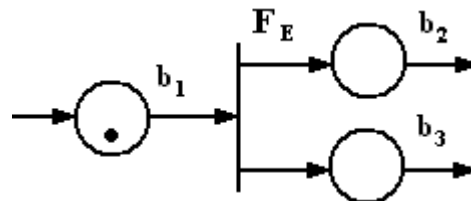


Рисунок 2 - Е-сетевой переход типа  $F_E$

Переход типа  $J_E$  (рис. 3) моделирует ситуацию объединения двух потоков. С его помощью может быть отражена процедура, выполняемая только при наличии управляющей команды, необходимых исходных данных или ресурсов.

Переход типа  $X_E$  (рис. 4) позволяет отразить внешнее или внутреннее управление потоком, ее передачу после обработки на одно из двух направлений. Решающая позиция  $b_i \in B_R$  может быть как периферийной ( $b_i \in B_p$ ), так и внутренней  $b_i \in B/B_p$ . Возможно задание двух элементов  $t(X_E)$  — для каждого из направлений передачи. В модели транспортной сети переход  $X_E$  позволяет моделировать процедуры обработки, зависящие от внутренних признаков задания (сообщения), изменение направления потока информации в зависимости от некоторой функции  $\xi_i \in \xi$ , которая может быть произвольной, в том числе и вероятностной.

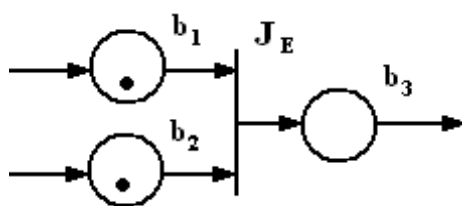


Рисунок 3 - Е-сетевой переход типа  $J_E$

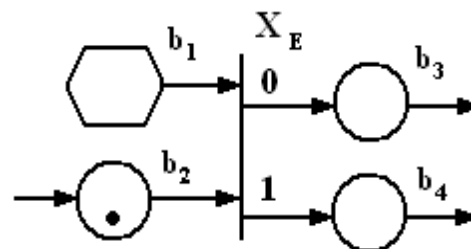


Рисунок 4 - Е-сетевой переход типа  $X_E$

Для разделения потока транспортных средств более чем на два направления удобно использовать макропереход  $X_{En}$  (рис. 5)

Переход типа  $Y_E$  (рис. 6) моделирует приоритетность обслуживания двух потоков.

В связи с тем, что в транспортной сети в общем случае  $|a_i| > 2$ , при моделировании часто требуется макропереход  $Y_{En}$ , имеющий произвольное число входов. На рис. 7 показано одно из возможных макрорасширений — переход  $Y_{En}$ .

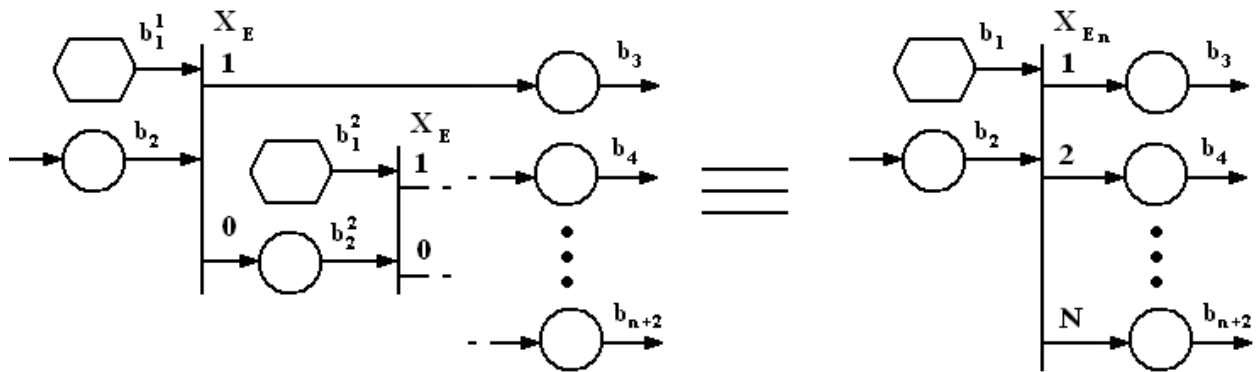


Рисунок 5 - Макропереход  $X_{En}$

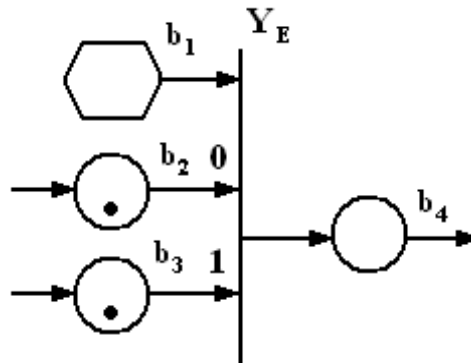


Рисунок 6 - E-сетевой переход типа  $Y_E$

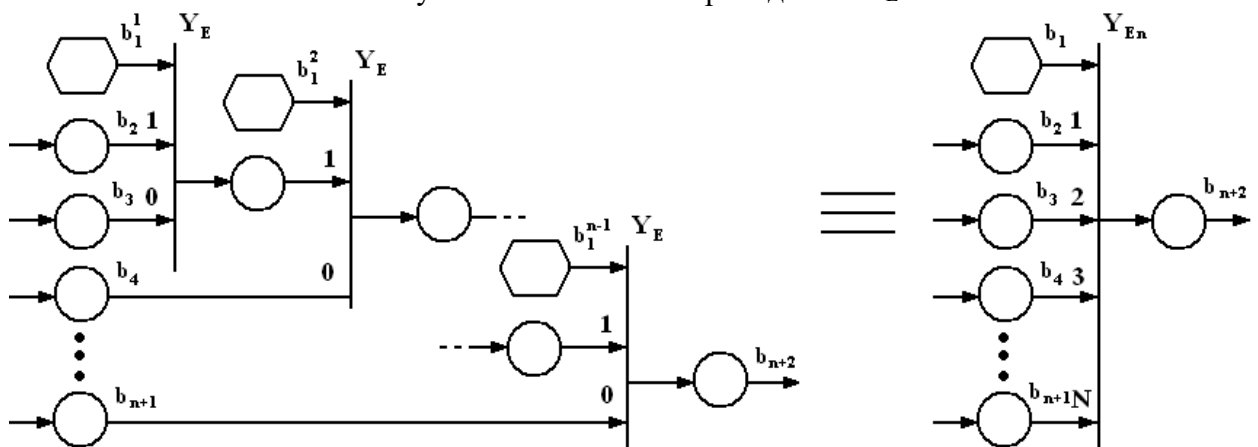


Рисунок 7 - Макропереход  $Y_{En}$

К наиболее часто используемым объектам моделей транспортной сети относятся очереди типа FIFO, которые позволяют отразить макропозиция  $Q_E$  (рис.8), представляющая собой последовательность переходов  $T_E$ . В форме макропозиций могут быть заданы и очереди с другой дисциплиной обслуживания.

В моделях транспортной сети часто используется динамическая система распределения транспортных потоков. Для моделирования такой системы применима макропозиция распределения ресурсов  $R_E$  (рис. 9).

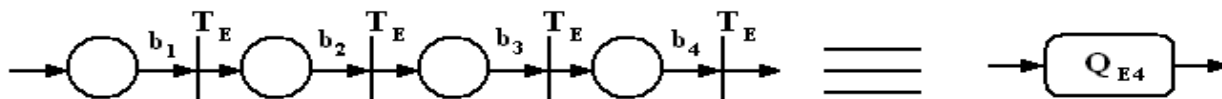


Рисунок 8 - Макропозиция  $Q_E$

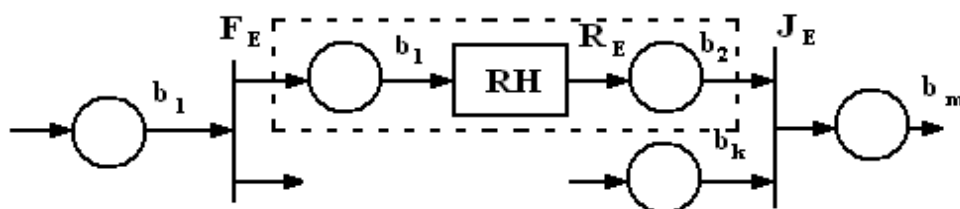


Рисунок 9 - Макропозиция  $R_E$

В состав  $R_E$  входит элемент RH, моделирующий состояние некоторого ресурса, ограниченного объема. При  $M(b_k) = 1$  производится проверка соотношения  $M(b_k(r)) \leq |R_E|$ , где  $r$  — номер описателя метки, в котором хранится число, интерпретируемое как требуемое количество ресурса;

$|R_E|$  — текущий объем ресурса в  $R_E$ . Если приведенное выше соотношение выполняется, то производится операция  $M(b_r) = 1; |R_E| = |R_E| - M(b_k(r))$ . Возврат ресурса в макропозицию  $R_E$  осуществляется при срабатывании перехода  $F_E$ . Метка поступает в позицию  $b_1$ . Далее при условии  $M(b_1(r)) > 0$  выполняется  $|R_E| = |R_E| + M(b_1(r))$ .

Взаимодействие нескольких процессов при обращении к ограниченному ресурсу удобно отражать в модели с помощью семафоров Дийкстры ( $S_D$ ) (рис.10).

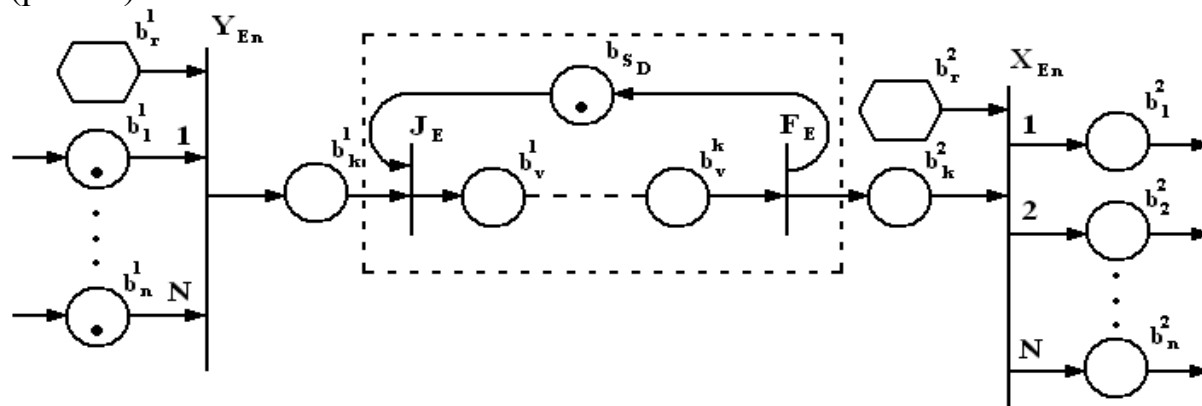


Рисунок 10 - Ограничение доступа к ресурсу в E-сети с помощью семафора Дийкстры

УДК 378.147.227:378.147.88

**ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З  
КОМП'ЮТЕРНИХ ДИСЦИПЛІН СТУДЕНТІВ ВИЩОГО  
ТЕХНІЧНОГО УЧБОВОГО ЗАКЛАДУ****Тиричева О.А., к.т.н., доц. каф. комп'ютерних технологій та  
мехатроніки, ХНАДУ,****Табулович В.П., асистент каф. комп'ютерних технологій та мехатроніки,  
ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** Самостійна робота студентів (СРС) буде ефективною лише тоді, коли її організація буде цілеспрямованою, систематичною і планомірною. Тенденція, коли в учбовому плані неухильно зменшується доля аудиторних годин в порівнянні з годинами, відведеним на СРС, а також вимога безперервної комп'ютеризації освітнього процесу у виші викликають необхідність створення нових форм і методів наукової організації і управління СРС, адже ідея безперервної комп'ютерної освіти потребує постійного вдосконалення власних знань як від студентів, так і від викладачів.

**Мета дослідження** – розробка спеціального навчально-методичного забезпечення СРС по комп'ютерним дисциплінам навчання для підвищення мотивації, контролю і ефективності самостійної роботи студентів вищих технічних навчальних закладів.

**Розробка мультимедійних уроків для СРС з комп'ютерних дисциплін.**

СРС можна розбити на 2 етапи:

1) самостійна робота студентів над матеріалом аудиторних занять, у тому числі пропущених (але обов'язкових для відвідування) з подальшим звітом про виконану роботу викладачеві;

2) самостійна робота студентів по поліпшенню якості отриманих знань по дисципліні перед плановими контролями знань впродовж семестру (атестація, залік, іспит).

Ефективність самостійної роботи для студентів буде тим вище, чим більше будуть наближені умови її проведення до реального аудиторного зайняття. І якщо пропущену практичну роботу студент майже завжди може виконати на комп'ютері самостійно (за методичною вказівкою або за допомогою однокурсників), то освоїти матеріали пропущеної лекції з книг або чужого конспекту для студента середньої успішності може виявитися скрутним. В цьому випадку на допомогу прийдуть навчальні відео-лекції з дисципліни, що розроблені і записані викладачем-лектором [1 - 3].

*Інтерактивні методи поліпшення знань студентів шляхом тренінгу.* Для підготовки до контролю знань викладач видає студентам список питань по темі. Самостійна робота студента на цьому етапі навчання полягає в повторенні матеріалу, вже пройденого під час аудиторних занять.

Підготовка може вестися як з використанням відео-лекцій [2, 3], так і з використанням мультимедійних тренажерів на DVD-дисках або flash - накопичувачах, але для роботи з цими матеріалами потрібна обов'язкова наявність комп'ютера або телевізора (з DVD - плеєром для DVD - диска або USB - портом для flash - накопичувача).

Самостійна перевірка власних знань - важлива частина процесу навчання. Кінцевою метою проходження тесту не завжди може бути отримання студентом конкретної оцінки. У багатьох випадках необхідно перевірити глибину засвоєння їм пройденого матеріалу і підготувати себе до подальших тестів на якість знань, супроводжуваним оцінюванням.

Наприклад, студент виконав лабораторну роботу і під час її захисту повинен відповісти на питання викладача (чи комп'ютерного тесту) з подальшим оцінюванням його знань у балах. Проміжною ланкою в цьому випадку може стати тест самоперевірки і поліпшення студентом своїх знань, отриманих при виконанні лабораторної роботи.

У [2, 4] описаний досвід створення авторами в середовищі програми MS PowerPoint презентації з елементами тесту для самостійної перевірки і вдосконалення знань студентами по темі лабораторної роботи "Створення електронних презентацій в середовищі програми MS PowerPoint".

Для перевірки і поліпшення знань при вивченні теми "Основні правила роботи в середовищі програми MS Excel" був розроблений мультимедійний тренажер, який дозволяє студентові вже в процесі роботи побачити, яку оцінку він заробив.

Для вдосконалення знань студентів при вивченні теми "Основи програмування на мові html" був розроблений мультимедійний тренажер, який дозволяє студентові перевірити свої знання по темі, відповідаючи на питання у вікні програми Internet Explorer.

Робота з тестами самоперевірки закінчується, коли студент вважає, що ефект поліпшення якості знань по темі досягнутий, і він готовий до захисту лабораторної роботи на оцінку.

*Використання аудіо-файлів в самостійній роботі.* При підготовці до контролю знань за допомогою відеоуроків і тренажерів студент повинен самостійно шукати конкретну відповідь на конкретне питання, оскільки кожна відео-лекція або присвячена цілій темі або відповідь на це питання розглядалася в декількох лекціях. Це може викликати певні труднощі у студента.

Тому автори пропонують своїм студентам при підготовці до залікового модуля на додаток до літературних і Internet - джерел, конспекту, записам відео-лекцій і мультимедійним тренажерам використовувати аудіо-відповіді на усі питання модульного контролю, записані лектором [2, 3].

Аудіо-файл збережений у форматі mp3, і прослухати його можна на будь-якому mp3 - плеєрі. Студент має можливість зупинити відтворення, повернутися назад або в початок, а також пропустити питання, вивчені раніше. При першому прослуховуванні запису студентові треба повторити

усі описувані викладачем дії у вікні програми, що вивчається, на комп'ютері, проте надалі прослуховування може вестися і автономно.

Автори рекомендують не записувати звуковий файл "живим" голосом, а створити текстовий файл із структурою тексту "питання-відповідь" і потім перетворити його в звуковий файл формату mp3 за допомогою будь-якої відомої програми-синтезатора мови, наприклад, Text To Speech (TTS).

Можливості таких програм дозволяють перетворити в звуковий файл текст на будь-якій мові. Таким чином, аудіо-файл можна буде використати і для навчання іноземних студентів.

**Висновки.** Різноманіття програм для створення в їх середовищі повчальних і контролюючих знання тестів надає розробникові практично необмежені можливості по вдосконаленню якості навчання.

**Література:** 1. **Тыричева Е.А.** Использование новых информационных технологий при организации учебного процесса в вузе. Материалы международной научно-практической конференции "Наука и социальные проблемы общества: человек, техника, технология, окружающая среда", Харьков, 14-16 мая 2001 г. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2001. – С.189-192. 2. Теория и методика педагогической работы. В 2 книгах. К. 1.: Монография / Тыричева Е.А и др. / под общ. ред. С.В. Куприенко; SWorld. - Одесса: Куприенко С.В., 2012 - 156 с.: ил., табл. 3. **Тыричева Е.А.** Использование новых информационных технологий на разных этапах обучения дисциплине информатика. // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции "Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании '2011". - Выпуск 4. Том 12. – Одесса: Черноморье, 2011. – ЦИТ: 411-0221. – С. 42-45. 4. **Тыричева Е.А.** MS PowerPoint как инструмент для создания обучающей презентации с элементами теста. – Сборник научных трудов по материалам МНПК "Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании '2010". Том 23. Педагогика, психология и социология. – Одесса: Черноморье, 2010. – С. 64-66.

УДК 629.33:681.51

## **ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЙРОКОНТРОЛЕРА НАВЧЕНОГО НА ФІЗИЧНІЙ МОДЕЛІ ГОЛОВНОГО СВІТЛА АВТОМОБІЛЯ**

**Сильченко В.О., асистент, каф. комп'ютерних технологій та  
мехатроніки, ХНАДУ**

**Верещака В.Д., студент групи МКН-21, ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** Налаштування параметрів нейрорегулятора по математичній моделі і нейроемулятора об'єкта повороту і стабілізації головного світла автомобіля дає достатні результати з точки зору якості отримання нейромережевої системи керування. Однак під час переходу від комп'ютерного моделювання нейромережевої системи керування до реальної системи, виникає проблема доопрацювання і налаштування контролера у нових умовах.

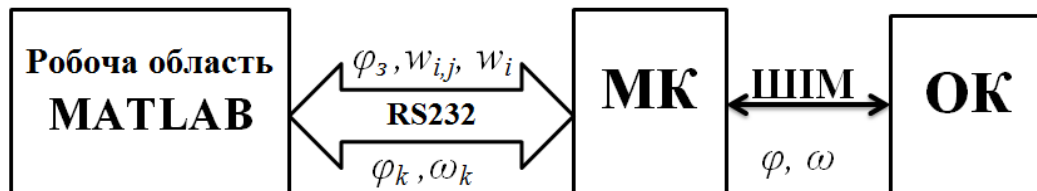
**Мета дослідження** – синтез нейромережевої системи керування з дискретним нейроконтролером, який навчається по фізичній моделі об'єкта.

**Основний матеріал.** Нейромережеві технології надають змогу здолати недоліки властиві традиційним методам налаштування мікроконтролерів по



моделі об'єкта керування і дають змогу робити налаштування (навчання) нейроконтролера безпосередньо по фізичній моделі об'єкта. Така постановка є найбільш привабливою тому вона виключає перехід від моделі до реального об'єкту. Нейромережеві алгоритми керування успішно реалізуються на персональному комп'ютері. Наприклад, пакет Matlab містить засоби, що дозволяють моделювати і навчати нейроні мережі по методу глобальної оптимізації – методу генетичного алгоритму. Який містить спеціальний модуль Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox, що дозволяє використовувати генетичний алгоритм для оптимізаційних задач (для налаштування параметрів нейроконтролера) [1-2]. Дослідний стенд представляє собою електромеханічну слідкуючу систему з мікроконтролером і персональним комп'ютером. Мікроконтролер з'єднаний з персональним комп'ютером за допомогою двох інтерфейсів ISP і послідовного порту RS-232. Каналом ISP у мікроконтролер записується робоча програма, а через послідовний порт RS-232 відбувається обмін інформацією.

Процедура налаштування нейрорегулятора, представлена на рис. 1, складається з двох кроків.



МК – мікроконтролер; ШИМ – широтно-імпульсний модулюючий сигнал керування виконавчим приводом; ОК – об'єкт керування;  $\varphi_z$  – сигнал кута завдання;  $W_{i,j}, W_i$  – матриці вагових коефіцієнтів нейроконтролера;  $\varphi_k, \omega_k$  – масиви значень кута і швидкості об'єкта;  $\varphi, \omega$  – сигнали з датчиків кута і швидкості

Рисунок 1 – Функціональна схема роботи дослідного стенда

На першому кроці походить запис у мікроконтролер робочої програми з нейрорегулятора і формування у робочій області Matlab змінних параметрів системи – матриць вагових коефіцієнтів нейромережі. На другому кроці відбувається налаштування параметрів нейроконтролера за програмою розробленою у пакеті Matlab. Після того, як програма запущена, походить формування набору вхідних сигналів завдання, матриць вагових коефіцієнтів і масивів сигналів зворотного зв'язку по куту і швидкості об'єкта керування. Формування набору вхідних сигналів завдання походить програмно, так як, у ручному режимі (за допомогою потенціометра задатчика) його відтворити практично неможливо [2].

**Висновки.** У результаті дослідження визначено, що процедура навчання нейроконтролера являє собою наступний процес. Після того як сформовані всі масиви даних походить обчислення функціоналу і налаштування вагових коефіцієнтів нейромережі генетичним алгоритмом. Детальніше нові вагові коефіцієнти записуються у нейроконтролер. Тоді знову походить подача на об'єкт вхідних сигналів, формування масивів зворотних зв'язків, обчислення функціоналу та налаштування параметрів нейрорегуляторів. Навчання

нейромережі повторюється до тих пір, поки не будуть знайдені такі параметри нейроконтролера, які забезпечують необхідні показники якості.

**Література:** 1. Дьяков В. Математические пакети расширения MATLAB. Специальный справочник / В. Дьяков, В. Круглов. – СПб.: Питер, 2001. – 480 с. 2. Никонов О.Я. Объектно-ориентированное моделирование в задачах синтеза сложных динамических систем / О.Я. Никонов, А.Е. Истомин // Механіка та машинобудування. – 2006. – №1. – С. 264-268.

УДК 378.147.227:378.147.88

## **МУЛЬТИМЕДІЙНІ УЧБОВІ ВІДЕОКУРСИ ЯК ФОРМА ОРГАНІЗАЦІЇ АКТИВНОЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ**

**Тиричева О.А., к.т.н., доц., каф. комп'ютерних технологій та мехатроніки, ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** Найбільша частка навчальних відеокурсів на комп'ютерну тематику, що створюються в світі, призначені для самостійного вивчення матеріалів учнями, а тому повинні розроблятися у формі, що забезпечує їх швидке, легке і, головне, ефективне використання. Також розробникам навчального відео необхідно використовувати сучасні програмні засоби і грамотно оформлювати матеріали відповідно до набору стандартів і специфікацій Sharable Content Object Reference Model (SCORM), що розроблений міжнародним консорціумом IMS Global Learning Consortium Inc. [1] в області електронного навчання.

**Мета дослідження** – вибір сучасного програмного продукту і створення в його середовищі відеокурсу, що відповідає усім необхідним стандартам по вивченню баз даних MySQL у web-додатках на мові PHP.

**Розробка мультимедійних уроків з комп'ютерних дисциплін.** Багаторічний досвід автора [2-6 та ін.] дав можливість зробити досконалий вибір програми для розробки потрібної навчальної відеопродукції.

Для цього був проведений огляд сучасних програмних продуктів для розробки відеокурсів і детальніше розглянуті три з найвідоміших програмних продуктів (з їх достоїнствами і недоліками) для створення мультимедійних курсів відповідно до міжнародних стандартів і специфікацій в області електронного навчання [2, 3]: 1) ProForm Rapid eLearning Studio компанії Rapid Intake; 2) Raptivity; 3) TechSmith Camtasia Studio.

В результаті проведеного обзору, оцінивши перераховані програмні продукти по наступних критеріях – зручність користувацького інтерфейсу, спрощене навчання роботі із програмою, незалежність від інших програмних продуктів, - можна зробити висновок, що найкориснішою для розробника мультимедійних учбових курсів є програма TechSmith Camtasia Studio. На сайті компанії TechSmith кожний бажаючий зможе ознайомитись з можливостями повнофункціональної trial - версії програми, яка буде робочою на протязі 30 діб [7], а на сайті [8] користувачеві пропонується безкоштовний відеокурс по вивченню програми TechSmith Camtasia Studio 8.0.

Вказана програма була застосована для створення курсу по навчанню роботі з базами даних MySQL у web-додатках на мові PHP.

В уроках відеокурсу розглядаються наступні теми:

- 1) за допомогою комплексу програм Денвер [9] автоматизована установка і настроювання повноцінного web-сервера Apache на вашому персональному комп'ютері з підтримкою PHP, Perl і сервера MySQL;
- 2) запуск і ознайомлення з інтерфейсом панелі управління базою даних MySQL - phpMyAdmin;
- 3) побудова нової бази даних MySQL і додання до неї таблиць;
- 4) заповнення таблиць бази даних MySQL;
- 5) написання PHP-скриптів у редакторі Adobe Dreamweaver CS3 [10] і з'єднання з базою даних MySQL із PHP-файлу;
- 6) вивчення основ мови структурованих запитів SQL і вибір інформації із таблиць бази даних за допомогою запитів.

При відтворенні зображення та звукового супроводження відеоуроку у середовищі Adobe Flash Player або іншої програми-програвача відеофайлів інтерфейс вікна уроку стандартно оснащується горизонтальною лінійкою прокрутки з повзунком для переміщення по шкалі часу уроку и трьома кнопками на ньому, що дозволяють розпочати чи призупинити показ та повернутись до початку уроку.

Після кожного уроку автор пропонує учням пройти перевірку отриманих знань. Можливості програми дозволяють розробникові у кінці кожного відео-уроку розмістити "вікторину" - невеликий тест по темі уроку. Студент, відповідаючи на запропоновані йому питання, перевіряє свої знання. І, якщо дає неправильну відповідь, програма повертає його саме на той фрагмент відео-уроку, де обговорювалося це питання, з метою повторного вивчення незасвоєного матеріалу [3-6].

**Висновки.** На думку автора, програма TechSmith Camtasia Studio найбільше ефективна і зручна для використання при створенні відеокурсу по вивченню якого-небудь програмного продукту. Але незважаючи на те, що програмних рішень для авторського виробництва мультимедійних курсів з кожним днем стає все більше, автор впевнений, що розробник має використовувати ту програму, можливостями якої він володіє повною мірою і може удосконалювати свої знання і навички з кожною появою її нової версії.

**Література:** 1. [www.imsglobal.org/learningdesign/index.html](http://www.imsglobal.org/learningdesign/index.html) - IMS Learning Design Specification. 2. **Тиричева О.А.** Використання програмних інструментальних засобів для створення мультимедійного курсу. - Збірник матеріалів міжвузівської науково-методичної конференції з міжнародною участю "Принципи інтеграції кредитно-модульної та мультимедійних технологій навчання в умовах входження вищої школи України до європейського освітнього простору". - Харків: ХНАДУ, 2009. - С. 44-46. 3. **Тиричева Е.А.** Опыт создания видеокурса по информатике для самостоятельной подготовки студентов. - Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте '2010». Том 9. Педагогика, психология и социология. - Одесса: Черноморье, 2010. - С. 54-57. 4. **Тиричева Е.А.** Использование новых информационных технологий на разных этапах обучения дисциплине информатика. // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции "Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и

образовании '2011". - Выпуск 4. Том 12. – Одесса: Черноморье, 2011. – ЦИТ: 411-0221. – С. 42-45. 5. Теория и методика педагогической работы. В 2 книгах. К. 1.: Монография / Тыричева Е.А и др. / под общ. ред. С.В. Куприенко; SWorld. - Одесса: Куприенко С.В., 2012 - 156 с.: ил., табл. 6. Tyrycheva O.A. Application of interactive methods of educating to discipline of informatics in high school based on new information technologies [Electronic resource] / O.A. Tyrycheva // Modern scientific research and their practical application. – Vol. J11204. – 2012. – CID: J11204-087. – P. 97-106. 7. <http://www.techsmith.com> . 8. <http://yadi.sk/d/MWinXwWtGFckZ> - безкоштовний відеокурс по вивченню програми TechSmith Camtasia Studio 8.0. 9. [http://denik.od.ua/portable\\_apache\\_server](http://denik.od.ua/portable_apache_server). 10. <http://vsofte.biz/597-adobe-dreamweaver.html> .

УДК 658.51.011.56 + 621.396.6.017.7001.24:681.3

## **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НАГРЕТЫХ ЗОН МНОГОПЛАТНЫХ ОДНОБЛОЧНЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ АППАРАТОВ**

**Синотин А.М. д.т.н., проф., каф. компьютерно – интегрированных  
технологий, автоматизации и мехатроники (КИТАМ), ХНУРЭ**

**Палагин В.А. д.т.н., проф., каф. КИТАМ, ХНУРЭ**

**Цымбал А.М., д.т.н., проф., каф. КИТАМ, ХНУРЭ**

**Сотник С.В. к.т.н., доц., каф. КИТАМ, ХНУРЭ**

**Постановка проблемы.** Отсутствие в справочной литературе значений эффективной теплопроводности нагретых зон радиоэлектронных аппаратов не позволяет производить расчёты температурных полей на стадии их проектирования. На выпускаемые промышленностью радиоэлементы отсутствуют данные по теплоёмкости и эффективной теплопроводности без знания, которых невозможен расчёт, а таких элементов в одном аппарате может достигать нескольких сотен.

**Цель исследования** – определение значений эффективной теплопроводности нагретых зон радиоэлектронных аппаратов при различной плотности монтажа, различной теплоёмкости и теплопроводности устанавливаемых радиоэлементов. Знание эффективной теплопроводности  $\lambda$  нагретой зоны радиоэлектронного аппарата (РЭА) позволяет осуществлять расчет температурных полей РЭА [1]. В общем случае  $\lambda$  зависит от теплопроводности плат и элементов монтажа, а также от наличия связей (плотности монтажа и вида заполнителя) между ними. Знание характера влияния этих факторов на значения  $\lambda$  позволяет упростить расчетные зависимости для конкретных типов конструкций РЭА.

Для оценки влияния эффективной теплопроводности плат и элементов при различной плотности их размещения на  $\lambda$  были проведены экспериментальные исследования по методу регулярного режима "многих точек" [1]. Опыты проводились с тепловыми макетами (нагретые зоны РЭА), собранными из многослойных печатных плат с элементами и без элементов при различной плотности монтажа. Теплопроводность плат и элементов изменялась в пределах 0,3 – 380 Вт/м. град; плотность размещения плат:  $\Delta_{\Pi}$

= 6 – 50 мм., а элементов монтажа  $\Delta_m = 0,5 - 10$  мм. при среднем размере элементов  $\tau = 10$  мм. Заполнитель между платами – воздух. Опыты проводились в условиях естественной конвекции. Результаты обработки экспериментальных данных и компоновка плат представлены на рис. 1а.

Опыты показали, что на точность определения  $\lambda$  по методу "многих точек" существенное влияние оказывают линейные размеры тепловых макетов. Проведенные аналитические исследования точности по методу полного дифференциала позволили установить оптимальные условия проведения экспериментов рис. 1б.

Исходя, из этого условия выбирались размеры плат и тепловых макетов. Для контроля за полученными значениями использовался метод "пластины" основанный на стационарном режиме (точки 12, рис.1а). Расчетные значения  $\lambda_{расчет.}$  на рис.1а (кривые 2,4,11) получены по формулам параллельного и последовательного соединений без учета конвективного теплообмена [1] и теплопроводности элементов монтажа.

**Выводы. 1** .Установлено наличие оптимального условия проведения экспериментов по методу "многих точек", выражающегося значением критерия Био близким к трем единицам (рис. 1б). 2.Показано, что в РЭА со средней плотностью монтажа ( $1/\Delta \geq 1$ )

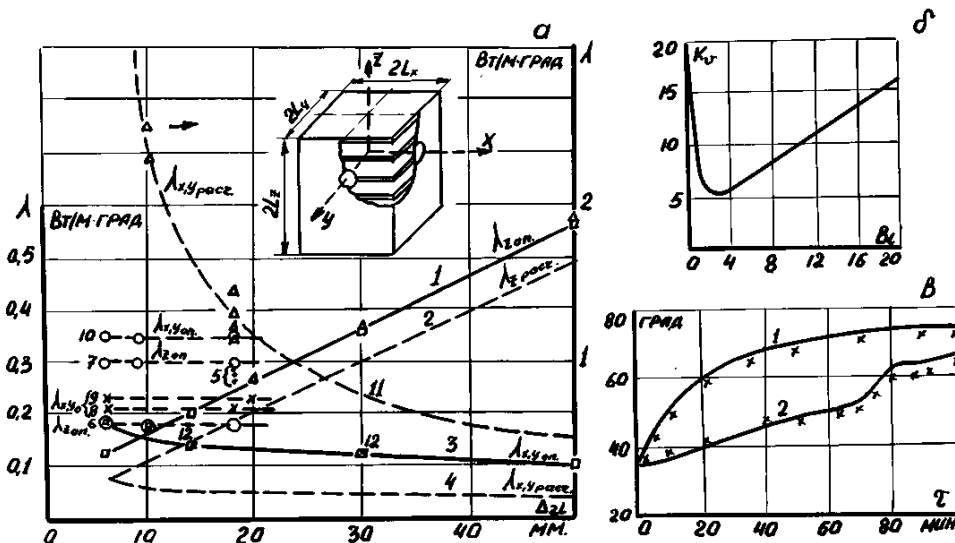


Рис.1 а - зависимость  $\lambda$  от теплопроводности и плотности размещения плат и элементов; б- зависимость  $K_q = f(Bi)$ ; в – нестационарное температурное поле РЭА ----- расчет; х-х-х – опыт. влияние самих элементов (кривые 1, 3, 11 точки 5) на общую эффективную теплопроводность пренебрежимо мало. Поэтому для определения  $\lambda$  таких аппаратов можно использовать формулы параллельного и последовательного соединений с умножением на поправочный коэффициент на конвективный теплообмен. В направлении Z независимо от теплопроводности плат можно принять  $K = 1,2$  (кривые 1и 2). Для нетеплопроводных плат вдоль монтажных плат  $K = 2$  (кривые 3, 4) для теплопроводных –  $K=1$  (кривая 11).

3. В РЭА с высокой плотностью монтажа  $\lambda$  для теплопроводных и нетеплопроводных плат в направлении Z (кривые 6,7) и нетеплопроводных плат в направлении X,Y (кривые 8, 9, 10) теплопроводность практически может быть принята постоянным значением 0,2 – 0,35 Вт/м. град. при изменении теплопроводности самих элементов от 0,3 (кривые 6,8) до 170 Вт/м.град. (кривые 7, 9, 10).

4. Монтаж нагретых зон РЭА из теплопроводных плат способствует повышению эффективной теплопроводности. В случае многослойных нетеплопроводных плат повышение  $\lambda$  может быть конструктивно легко получено за счет введения дополнительного фольгированного слоя. Эффект действия при этом аналогичен применению поверхностных теплостоков, рассмотренных в работе [1]

5. Согласно п.п. 2, 3 формулы параллельного и последовательного соединений можно распространить на неупорядоченные системы с близкими размерами монтажа. Это положение подтверждается результатами расчета нестационарных температурных полей [2] различных типов РЭА (рис.1а).

**Литература:** 1.Дульнев Г.Н., Тарновский Н.Н. Тепловые режимы электронной аппаратуры. Л.: Энергия. 1971. 248 с. 2. Роткоп Л.Л., Спокойный Ю.Е, Кравченко И.П. Анализ влияния тепловых характеристик на габариты и надёжность радиоэлектронных аппаратов. «Вопросы радиоэлектроники», ТРТО,.1969. 1.С. 18-23.

УДК 681.518

## **CALS – ОРИЕНТИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛА В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ**

**Володарец Н.В., к.т.н., каф. эксплуатации и ремонта подвижного состава, УкрГУЖТ**

**Постановка проблемы.** Технологии развиваются настолько быстрыми темпами, что высшие учебные заведения не успевают за ними. В связи с этим можно выделить следующие проблемы технического ВУЗа:

- 1) Большинство ВУЗов не вводят новые дисциплины и курсы.
- 2) Слишком медленное изменение учебных планов.
- 3) Редко привлекаются передовые специалисты-практики, в том числе иностранцы.
- 4) Уровень учебных лабораторий и специализированных классов не соответствует современному.

5) Используется устаревшее программное обеспечение.

В связи с этим ВУЗы должны давать студентам опережающую подготовку по различным областям техники, технологии, науки и промышленности.

**Цель исследований** – определение возможности CALS - ориентированного обучения персонала в системе подготовки специалистов транспортной отрасли.

**Основной материал.** В технических университетах специальные дисциплины затрагивают все этапы жизненного цикла изделий вне зависимости от направления подготовки. Но так как все эти дисциплины используют свои собственные определения основных понятий, собственные программные средства, свои базы данных и банки данных, то создается информационный хаос и барьеры коммуникации для создания единой информационной среды. А назначение последней заключается в предоставлении из единой базы данных необходимой информации об изделии в зависимости от того, на каком этапе жизненного цикла оно находится.

Сегодня работа многих крупных корпораций базируется на стандартах STEP (Standard for the Exchange of Product data), которые в международной практике имеют обозначение ISO 1030 [1-3]. Это необходимо использовать и в учебном процессе, так как применение этого стандарта дает возможность создания единой информационной среды. Необходимым является представление данных об объектах и процессах в соответствии с этим стандартом. Таким образом, на протяжении жизненного цикла изделия создается его полная информационная модель. А обмен данными, которые представляются согласно этой модели, организует стандарт STEP, в соответствии с которым должны быть оттестированы все программные средства, используемые в дисциплинах.

Предлагается в процессе обучения использовать CALS-ориентированный подход (Continuous Acquisition and Life-Cycle Support поддержка жизненного цикла изделий) [3]. Это позволит систематизировать и активизировать восприятие студентами разных областей знаний. CALS-технологии можно использовать в научной деятельности, проектировании, а также в эксплуатации объектов техники.

Сегодня CALS-технологии широко используются в транспортной отрасли. Рассмотрим на примере механического факультета Украинской государственной академии железнодорожного транспорта как дисциплины, изучаемые студентами охватывают все этапы жизненного цикла изделий (рис. 1).

Для того, чтобы перейти на CALS-ориентированное обучение, необходимо существенно изменить учебный процесс, в котором необходимо предусмотреть изучение STEP стандартов и в который включить:

- CAD – ComputerAided Design – системы автоматизированного проектирования;
- CAM – Computer-Aided Manufacturing – системы автоматизированной подготовки производства;
- CAE – Computer-Aided Engineering – системы автоматизированного инженерного анализа;
- PDM – Product Data Management – системы управления данными об изделии;
- ERP – Enterprise Resource Planning – системы управления ресурсами предприятия;



- другие STEP- совместимые системы и приложения;
- освоение языка EXPRESS для отражения интегрированной логистической поддержки в дисциплинах, связанных с эксплуатацией и ремонтом техники.

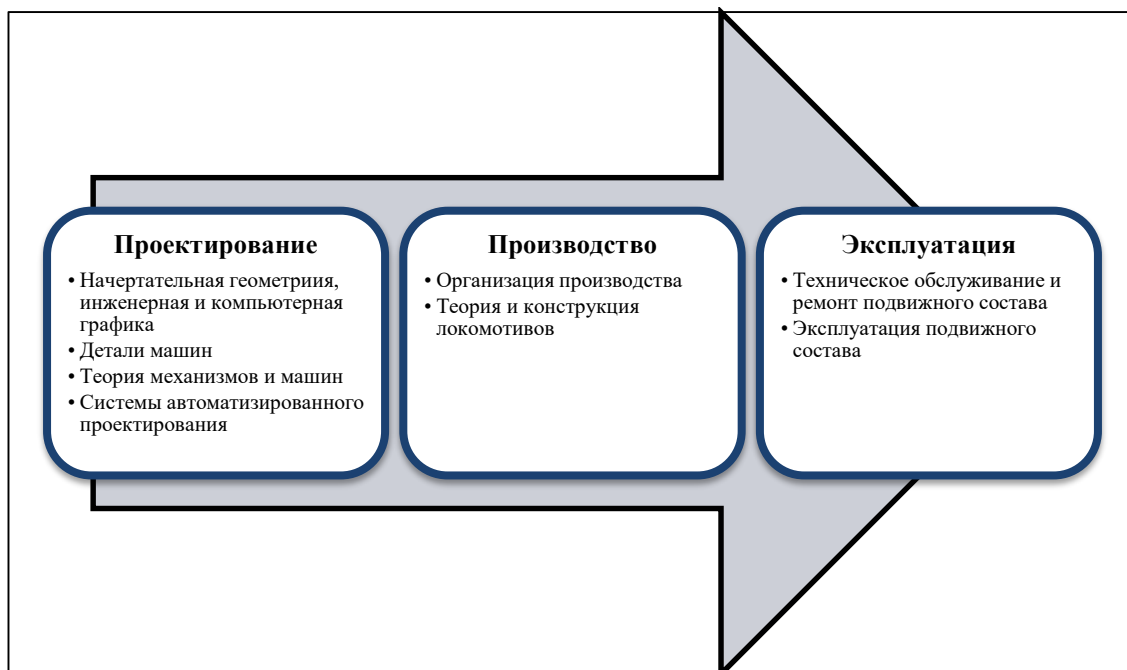


Рисунок 1 – Этапы жизненного цикла изделий в дисциплинах учебного процесса транспортного ВУЗа

**Висновки.** Имея опыт работы с CALS-технологиями и соответствующие знания, выпускник технических специальностей легко адаптируется на любом предприятии, которое использует системы поддержки жизненного цикла изделий и будет востребован на рынке труда.

**Література:** 1. Волков В. П. Особенности формирования жизненного цикла на основе CALS-технологии / В. П. Волков, И. В. Грицук, В. Н. Павленко, Н. В. Володарец // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. - 2016. - Вып. 75. - С. 151-157. 2. Терентьев А.В., Беляев А.И. К вопросу развития системы управления жизненным циклом автомобиля // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2015. №5 (60) С.57-59. 3. Быков В. П., Овчинников М. В. CALS-технологии в учебном процессе // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2009. №2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/cals-tehnologii-v-uchebnom-protseste> (дата обращения: 03.03.2017).

УДК 378.147.227:378.147.88

## РОЗРОБНИК БАЗ ДАНИХ В ДОМАШНІХ УМОВАХ

Тиричева О.А., к.т.н., доц., каф. комп'ютерних технологій та мехатроніки, ХНАДУ

**Постановка проблеми.** Велика кількість населення виявилася без роботи з різних причин. Треба знайти собі заняття для подальшого працевлаштування. Для цього і існують різні курси для самоосвіти, у тому числі і інтерактивні. Для проходження таких курсів не треба кудись ходити і



вибирати спеціальний час. Досить узяти пакет дисків і у вільний час удома їх проглянути (прослухати) на комп'ютері. Доступ в Інтернет при цьому не потрібен.

**Мета дослідження** – залучити до роботи в домашніх умовах (на домашніх комп'ютерах) пенсіонерів і домогосподарок, які хочуть опанувати знання в області нових комп'ютерних технологій для використання цих знань надалі (у побуті, на роботі, у бізнесі, для допомоги іншим членам сім'ї).

**Робота з базою даних користувача-непрограміста.** Розглянутий досвід створення автором серії відео-уроків [1], що призначені допомогти користувачеві: 1) спроектувати нову і (при необхідності) модифікувати існуючу структуру бази даних; 2) провести операції над записами таблиці (додавання, перегляд, видалення); 3) обробити інформацію у базі даних шляхом створення запитів користувача в інтерактивному режимі і/або в режимі програмування на мові SQL (Структурована мова запитів - Structured Query Language).

Як середовище навчання використовується операційне середовище системи управління базами даних Visual FoxPro. Пакет уроків створений у середовищі програми TechSmith Camtasia Studio 8.0 [2].

**Висновки.** Бази даних використовуються скрізь – в побуті, на виробництві, в освіті, на транспорті. Знати основні поняття цієї теми треба кожній освіченій людині.

**Література:** 1. Тиричева О.А. Пакет дисків (5 уроків) «Як спроектувати та ефективно використовувати власну базу даних» + настановний пакет Visual FoxPro. 2. <http://yadi.sk/d/MWinXwWtGFckZ> - безкоштовний відеокурс по вивченню програми.

УДК 656.073:004.91

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ В УМОВАХ РЕСТРУКТУРИЗАЦІЇ ГАЛУЗІ**

**Ломотько Д.В., д.т.н., проф., каф. Транспортні системи та логістика,  
Арсененко Д.В., аспірант, каф. Транспортні системи та логістика,  
Коханевич М.Г. магістр, УкрДУЗТ**

**Постановка проблеми.** З урахуванням останніх негативних тенденцій які стосуються змін пріоритетних напрямків залізничних перевезень та позитивною динамікою розвитку аграрного сектору, питання щодо глибшого та максимально ефективного підходу до організації зернової логістики набуває особливої чинності.

**Мета дослідження.** Основним завданням на сьогоднішній день є створення ефективної моделі розподілення всіх засобів перевезення зернових вантажів на залізниці з урахуванням вимог ринку аграрного сектору.

**Основний матеріал.** Територіально Україна знаходиться в центральній частині Східної Європи на перетині транспортних шляхів Європи, Азії, країн скандинавського та середземноморського регіону. Існуючі більш ніж сприятливі умови для розвитку сільського господарства (так за оцінками міжнародних спеціалістів, на території держави зосереджено четверту частину

світових запасів чорнозему) вимагають створення відповідних управлінських інститутів.

Останні данні в галузі світової аграрної промисловості чітко вимальовують роль провідного експортера зернових та масляничних вантажів у світі, поступаючи лише США та Аргентині. Незважаючи на існуючі не галузеві проблеми, обсяги виробництва зерна невпинно ростуть з року в рік, створюючи умови для подальшої позитивної динаміки.

На сьогоднішній день серед всіх затребуваних видів рухомого складу лише зерновози залишаються складовою інвентарного парку вагонів ПАТ Укрзалізниця, що дає змогу керівному складу галузі мати вирішальне значення в розвитку перевізного процесу в цьому секторі. Зважаючи на тенденцію щодо глобальної приватизації інфраструктури, недостатню кількість та якість рухомого складу, фактор сезонного попиту на засоби перевізного процесу передача зерновозів в руки приватних перевізників може спровокувати ситуацію в якій новоспечені учасники перевізного процесу матимуть змогу демпінгувати товари аграрного виробництва на рахунок транспортної складової.



Источник: данные ГИВЦ УЗ

Украина. Предложение свободных вагонов-зерновозов, 31 октября – 01 ноября 2016 г., ед.

Подразделение ж.д.	01.11.16	31.10.16
Всего	2180	2235
Юго-Западная	403	386
Львовская	84	47
Одесская	1114	1360
Южная	384	234
Приднепровская	121	71
Донецкая	74	137

Основний потік зернових вантажів в Україні спрямовано різними видами транспорту до морських портів на експорт. Розподіл обсягів перевезень за видами транспорту наведено на рис. 1 (за даними Мінагрополітики України за 2016 р.).

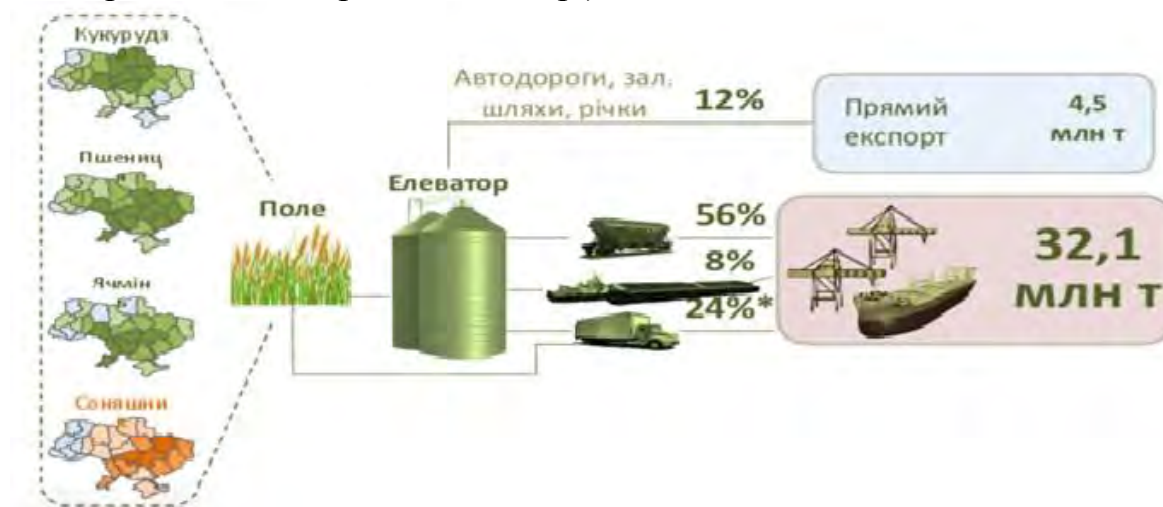


Рисунок 1 - Розподіл обсягів перевезень зернових вантажів за видами транспорту

До основних реалій сьогодення можна віднести наступне:

- висока логістична складова (на 30-40% вище ніж у Німеччині та Франції з урахуванням даних за 2016 рік);
- низький технічний стан рухомого складу та недостатня його кількість відносно вимог ринку перевезень;
- несприятливі державні фактори як то високі збори в портах та зменшення дотацій в галузь;
- майже не розвинуто перевезення зернових вантажів контейнерами в змішаному виді;
- недостатньо розвинута інфраструктура на фоні несприятливих умов довгострокового інвестування.

**Висновки.** Результатом досліджень статистичних даних та прогнозової оцінки ситуації у найближчому майбутньому є створення ефективної моделі обґрунтованого розподілення перевізного ресурсу по всій УЗ з урахуванням ринкових вимог.

УДК 656.13

## **СУЧАСНІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ МАРШРУТІВ ПЕРЕВЕЗЕННЯ**

**Маций О. Б., асистент, каф. комп'ютерних технологій і мехатроніки,  
ХНАДУ**

**Божко Д.О., студент групи МКН- 31, ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** Управління вантажоперевезеннями - це комплекс заходів щодо планування, розрахунку, підготовки, здійсненню і моніторингу вантажоперевезень. Вантажоперевезення являються невід'ємною складовою сучасного світу, транспортні потоки можна назвати кровоносною системою будь-якої економіки. Без ефективно функціонуючої системи вантажоперевезень неможлива робота будь-якого, без винятку, підприємства, не залежно від галузевої приналежності.

Людство завжди прагнуло довести до досконалості продукти своєї праці. Не є винятком і ситуація, що склалася в транспортній галузі, де постійно виникають нові вимоги, ставляться і вирішуються унікальні завдання.

Моделювання маршрутів - одна з найбільш важливих і серйозних завдань такого роду, пов'язана з організацією управління на транспорті.

**Мета дослідження** – застосування останніх досягнень у сфері інформаційних технологій укупі з переосмисленням методів і принципів вироблення самого рішення.

**Основний матеріал.** Актуальний в наші дні підхід до даної задачі припускає:

- інтелектуалізація алгоритмів і розширення використання евристичних методів;
- подальше ускладнення самої задачі за рахунок здійснення переходу від класичного принципу однокритеріальної оптимізації до більш

затребуваному - до принципу багатокритеріальної або векторної оптимізації рішення;

- використання сучасних електронно-обчислювальних засобів зв'язку при вирішенні проблем управління транспортом в реальному часі.

Завдання, які необхідно вирішувати в транспортній галузі, найчастіше мають підвищену складність, будучи, по суті, так званими NP-складними (з нелінійної поліноміальної оцінкою числа ітерацій рішень). У цьому зв'язку широко поширені і перевірені традиційні методи рішення виявляються в даному випадку практично марними. Значну роль у цьому відіграє підвищення вимог до машинних ресурсів і обчислювальним можливостям при реалізації подібних алгоритмів.

Характерним прикладом задачі управління на транспорті виступає канонічна «Задача комівояжера» ([комівояжер](#) - бродячий торговець; [англ.](#) Travelling Salesman Problem, TSP; [нім.](#) Problem des Handlungsreisenden). Її суть полягає у знаходженні найвигіднішого [маршруту](#), що проходить через вказані міста хоча б по одному разу. В умовах завдання вказуються критерій вигідності маршруту (найкоротший, найдешевший, сукупний критерій тощо) і відповідні матриці відстаней, вартості тощо. Зазвичай задано, що маршрут повинен проходити через кожне місто тільки один раз, в такому випадку розв'язок знаходиться серед [гамільтонових циклів](#) [2].

При вирішенні даної задачі з'ясовується, що, наприклад, всього за 30 міст пошуку оптимального шляху ця задача виходить за межі можливостей сучасних персональних комп'ютерів.

Стрімкий розвиток у світі інтелектуальних та інформаційних технологій та масова комп'ютеризація надали помітне прискорення процесам знаходження нових методів вирішення подібних задач. Так, наприклад, з'явилися на світ концепції нейронних мереж і генетичних алгоритмів, які здатні справлятися з, на перший погляд, нерозв'язними задачами в цілком прийнятні терміни.

На шляху вирішення задачі моделювання транспортних маршрутів встає й інша проблема: правильний вибір критерію оптимальності, за допомогою котрого можна ефективно вирішити проблему і повністю обґрунтувати вибір певного рішення. Для формування такого критерію, як правило, застосовуються найпростіші кількісні характеристики процесу транспортування:

- обсяг і маса вантажу, перевезення якого планується;
- гранична кількість транспортних засобів;
- планова сукупна транспортна робота;
- сукупний пробіг автомобілів;
- загальна планова тривалість роботи.

Раніше від цих показників відштовхувалися при виробленні рішень, використовуючи найбільш прості засновані на них критеріальні функції, до числа яких можна віднести наступні:

- максимізація кількості перевезених вантажу;

- мінімізація числа використовуваних автомобілів для виконання заданого обсягу перевезень;
- мінімізація сумарної транспортної роботи;
- мінімізація загального пробігу.

На сьогоднішній день найбільш гостро стоїть питання про формування багатокритеріальних функцій оптимізації, які ґрунтувалися б на перерахованих і подібних їм простих однокритеріальних функціях. Дослідники оцінюють взаємну близькість критеріїв і порівнюють їх для виведення параметрів даних функцій.

**Висновки.** Зростання ступеня актуальності оптимізаційних задач транспортного планування та підвищення числа використовуваних критеріїв є прямим наслідком формування ринку транспортних послуг і природно обґрунтованим прагненням автотранспортних компаній до задоволення інтересів усіх учасників ланцюга поставок, крім виключно вантажоодержувачів або вантажовідправників.

УДК 629.3.018; 620.17.08

## ОПІР ПОВІТРЯ У МАТЕМАТИЧНІЙ МОДЕЛІ РУХУ АВТОМОБІЛЯ

Рабінович Е.Х., к.т.н., доц., каф. технічної експлуатації та сервісу  
автомобілів, ХНАДУ

Волков В.П., д.т.н. проф., каф. технічної експлуатації та сервісу  
автомобілів, ХНАДУ

Іршенко В. А., студент ХНАДУ

**Постановка проблеми.** Математична модель руху автомобіля є основою для планування роботи автотранспорту – обчислення часу та собівартості перевезень, технічної швидкості, витрати палива, нормативів діагностичних параметрів тощо. Між тим ці розрахунки ще й досі ґрунтуються на моделях, які створені 70-80 років тому і не забезпечують потрібної точності.

**Мета дослідження** – підвищення надійності планування роботи рухомого складу автотранспорту за рахунок удосконалення представлення опору повітря у математичній моделі руху автомобіля.

**Основний матеріал.** У роботах кафедри ТЕСА було не раз показано, що усі головні показники роботи рухомого складу корелюють з технічною швидкістю автомобілів, яку визначають різні фактори, зокрема, опори руху. Тому їх необхідно представляти у математичній моделі руху з надійною точністю. Зараз для цього беруть паспортні значення. На жаль, не завжди у паспортах наведені значення коефіцієнту опору повітря  $C_x$  (а опору коченню  $f$  – ніколи). Навіть якщо в інструкції на автомобіль є  $C_x$ , то це значення, отримане в аеродинамічній трубі. Але на дорозі опір буде на 5...13% вище. Для розрахунків потрібне саме дорожнє значення  $i$ , бажано, більш конкретне.

У довіднику Bosch описаний метод визначення  $C_x$  і  $f$  за уповільненням вибігу на більшій  $v_1$  і меншій  $v_2$  швидкостях. У наших роботах цей метод удосконалено. Показано далі, що залежність опору повітря від швидкості не



точно квадратична, запропоновано вважати  $C_x$  константою, а показник степеня при швидкості змінним залежно від швидкості. Результат обчислень буде менше варіювати, якщо вибрати  $v_1=113\dots123$ , а  $v_2=27\dots49$  км/год.

Таблиця 1 – Результати розрахунків

Модель автомобіля	$C_{xpubl}$ за даними з літератури	$C_{xcalc}$ за вибігом			$C_{xcalc} / C_{xpubl}$			f
		повн.	без jxx1	без jxx2	повн.	без jxx1	без jxx2	
Audi A1	0,33	0,374	0,3405	0,349	1,1333	1,0318	1,0576	0,0153
BMW 320i	0,307	0,368	0,333	0,342	1,1987	1,0847	1,1140	0,0144
Chevrolet Lacetti	0,338	0,395	0,362	0,37	1,1686	1,0710	1,0947	0,0148
Daewoo Nexia	0,328	0,353	0,317	0,326	1,0762	0,9665	0,9939	0,0157
Ford Fiesta хэтчбек	0,32	0,365	0,332	0,34	1,1406	1,0375	1,0625	0,0135
Ford Focus	0,295	0,327	0,297	0,304	1,1085	1,0068	1,0305	0,0130
Ford Mondeo	0,3	0,345	0,314	0,321	1,1500	1,0467	1,0700	0,0150
Honda Civic 1,8	0,27	0,32	0,289	0,296	1,1852	1,0704	1,0963	0,0133
Hyundai Accent	0,33	0,38	0,346	0,353	1,1515	1,0485	1,0697	0,0128
Kia Rio	0,31	0,343	0,309	0,318	1,1065	0,9968	1,0258	0,0159
Lexus CT 200h	0,28	0,385	0,351	0,359	1,3750	1,2536	1,2821	0,0102
Mazda 2	0,31	0,445	0,412	0,42	1,4355	1,3290	1,3548	0,0140
Mazda 3	0,28	0,363	0,332	0,34	1,2964	1,1857	1,2143	0,0144
MB SLK 55 AMG	0,33	0,371	0,334	0,343	1,1242	1,0121	1,0394	0,0158
Opel Zafira	0,31	0,368	0,34	0,346	1,1871	1,0968	1,1161	0,0125
Renault Fluence	0,29	0,352	0,32	0,328	1,2138	1,1034	1,1310	0,0151
Seat Leon	0,32	0,36	0,327	0,335	1,1250	1,0219	1,0469	0,0115
Skoda Octavia	0,3	0,342	0,308	0,316	1,1400	1,0267	1,0533	0,0151
Skoda Superb	0,3	0,357	0,325	0,333	1,1900	1,0833	1,1100	0,0153
Skoda Yeti	0,37	0,407	0,379	0,386	1,1000	1,0243	1,0432	0,0131
Tesla Model S P85+	0,24	0,286	0,256	0,263	1,1917	1,0667	1,0958	0,0110
Toyota Auris	0,29	0,371	0,336	0,347	1,2793	1,1586	1,1966	0,0130
Toyota Camry sedan A5	0,28	0,31	0,279	0,286	1,1071	0,9964	1,0214	0,0134
Toyota Corolla	0,28	0,363	0,33	0,337	1,2964	1,1786	1,2036	0,0137
Volkswagen Jetta	0,31	0,353	0,321	0,329	1,1387	1,0355	1,0613	0,0153
Volkswagen Passat	0,29	0,33	0,299	0,306	1,1379	1,0310	1,0552	0,0133
Volvo V60 Plug-in Hybrid	0,29	0,315	0,284	0,291	1,0862	0,9793	1,0034	0,0135
VW Golf H5 1,4 R7 DSG	0,32	0,365	0,334	0,342	1,1406	1,0438	1,0688	0,0132
Лада Гранта	0,367	0,397	0,364	0,371	1,0817	0,9918	1,0109	0,0156
Лада Приора	0,32	0,368	0,331	0,341	1,1500	1,0344	1,0656	0,0141
					1,1739	1,0671	1,0930	
					1,1204	1,0167	1,0418	

Уповільнення можна визначати за наведеними у журналі «Авторевю» даними вибігу на полігоні (160-80, 130-80 і 50-0 км/год) Але там нема вибігу з 80 до 50 км/год. Користуючись методом найменших квадратів, ми підбирали це значення і далі розраховували повну діаграму вибігу  $S(v)$ , за нею час і уповільнення, а далі –  $C_x$  і  $f$ . Перевірка за відношенням розрахункових значень  $C_{xcalc}$  до опублікованих  $C_{xpubl}$  показала, що у багатьох машин цей показник значно більше нормальних 1,05...1,13 і доходить аж до 1,43. Можливі причини: наша помилка (взято  $C_{xpubl}$  від іншої моделі),

помилка у публікації, навмисне заниження  $C_{xpubl}$ . Усунення з масиву автомобілів зі співвідношенням  $C_{xcalc} / C_{xpubl}$  вище 1,15 зменшило середнє значення з 1,17 до 1,12, але не до 1,0.

Нарешті у розрахунках сума опорів була зменшена на втрати холостого ходу у трансмісії, які діють на дорозі, але не в аеродинамічній трубі, де колеса не обертаються. Втрати у трансмісії ми обчислювали однаково для всіх автомобілів за формулою залежності від швидкості для ZAZ Lanos, яку ми отримали раніше. Середнє співвідношення впало з 1,120 до 1,017. Навіть коли втрати оцінювали обережніше (як для Hyundai i30, ВАЗ-2105 та середніх значень європейських автомобілів) середнє вийшло 1,042. Коли ж були усунені автомобілі зі співвідношенням вище 1,15, середнє склало 1,017.

**Висновки.** Опори холостого ходу трансмісії створюють основну частину різниці між опорами повітря в аеродинамічній трубі й на дорозі. У математичній моделі руху їх треба урахувувати окремо, а опубліковані значення  $C_x$  вводити з коефіцієнтом 1,02...1,04 (крім помилкових та фальсифікованих значень).

УДК 621.878:629.05

## **РОЗРОБЛЕННЯ КОМПЛЕКСОВАНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ БУДІВЕЛЬНИХ І ДОРОЖНІХ МАШИН**

**Ніконов О.Я., д.т.н., проф., каф. комп'ютерних технологій і мехатроніки  
(КТМ), ХНАДУ**

**Сіндєєв М.В., аспірант, каф. КТМ, ХНАДУ**

**Кулакова Л.Є., інженер, каф. КТМ, ХНАДУ**

**Чернишов В.О., студент групи МКН-51, ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** В теперішній час однією з найбільш важливих є проблема підвищення визначеності місцезрештування наземних транспортних засобів, а також створення дистанційно-керуємих автотранспортних засобів з бортовими інформаційно-інтелектуальними системами [1-4]. Поєднуючи географічну інформаційну систему і систему супутникового мобільного зв'язку, можна отримати потужну інформаційно-керуючу телематичну систему для рішення задач керування взаємодією, що використовує просторові дані про місцевість і систему супутникового зв'язку в інтересах задач підтримки прийняття рішень і моделювання поведінки транспортних засобів у різних умовах. Будівельні і дорожні машини (БДМ) мають широкий спектр можливостей, який у повному обсязі не доступний звичайним автомобілям та тракторам. БДМ працюють в складних умовах експлуатації, інтенсивних навантажень, підвищеної відповідальності механізмів і поєднують в собі високу прохідність та вантажопідйомність [5,6]. Розвиток та удосконалення БДМ характеризуються безперервним покращенням існуючих і створенням нових бортових інформаційно-комунікаційних систем, що забезпечують підвищення ефективності цих машин.

Таким чином, у роботі вирішується науково-технічна задача розроблення комплексованих навігаційних систем для будівельних і дорожніх машин на основі геоінформаційних систем, що має важливе значення для народного господарства України.

**Мета дослідження** – розроблення методів, алгоритмів та програмних засобів синтезу комплексованих навігаційних систем для інтелектуальних будівельних і дорожніх машин на основі геоінформаційних систем.

**Розроблення комплексованих навігаційних систем для інтелектуальних будівельних і дорожніх машин.** Результати попередніх досліджень та розробок, які покладено в основу розробки оснований на виконанні прикладних та фундаментальних наукових робіт за темами: № ДЗ/464-2011 «Розроблення та впровадження інформаційно-комунікаційної технології руху наземного транспорту великих міст», номер держреєстрації 0111U005942, 2011-2012 рр. за замовленням Державного агентства з питань науки, інновацій та інформатизації України; «Розроблення та впровадження інтегрованих інтелектуальних автомобільних інформаційно-управляючих систем», номер держреєстрації 0115U003267, 2015-2016 рр. за галузевим замовленням МОН України.

Розглянемо автономні навігаційні системи (АНС). Разом із позитивними якостями АНС має й істотний недолік – властивість накопичувати похибку визначення координат і курс транспортного засобу з часом. В АНС початкову інформацію задає водій відповідно до якогось орієнтиру, що знаходиться у точці 0. У подальшому система працює автономно до зустрічі з наступним орієнтиром у точці 1. Але часто відстань між орієнтирами у точках 0 і 1 може бути досить значна, а накопичувана похибка може бути такою, що транспортний засіб взагалі не вийде на наступний орієнтир.

Тому в останній час широке застосування знаходять супутникові навігаційні системи (СНС), які забезпечують високу точність навігаційного забезпечення БДМ. Але СНС не є автономними за умов затінення сигналів супутників та зривів зв'язку із супутниками, і в цих умовах стають непрацездатними. Одночасне використання АНС і СНС дозволяє виключити недоліки окремих систем і підвищити надійність та ефективність навігаційного забезпечення БДМ.

У результаті інтегрування АНС і СНС створюється комплексована або інтегрована навігаційна система (ІНС), в якій роль за датчика виконує СНС для корекції АНС, а в перервах між використанням супутникової інформації працює АНС.

Апаратура комплексної навігаційної системи містить датчики:

а) одометричні датчики:

- датчики швидкості доплерівські (лівого та правого бортів);
- датчики швидкості електромеханічні (лівого й правого бортів);

б) датчики кутів орієнтації (азимута, диференту та крену), побудовані на базі самоорієнтовної системи гіроскопічного курсокреноуказання;

в) апаратуру споживача супутникових навігаційних систем;



г) електронну карту місцевості, з якої за горизонтальними координатами положення об'єкта може бути визначена вертикальна координата відносно квазігеоїду над еліпсоїдом Красовського.

Враховуючі вищенаведене зробимо висновок, що найбільш ефективними є інтегровані навігаційні системи транспортних засобів, які поєднують у собі автономні і супутникові навігаційні системи.

**Висновки.** Таким чином запропоновано концепцію розроблення комплексованих навігаційних систем для інтелектуальних будівельних і дорожніх машин. Підсумовуючи вищеотримані наукові та практичні результати можна зробити наступні висновки:

1. Проведено аналіз сучасних комплексованих навігаційних систем для будівельних і дорожніх машин і здійснено порівняльний аналіз характеристик таких систем.

2. Визначена частина основних вимог до апаратного забезпечення комплексованих навігаційних систем і намічений шлях розвитку систем, а також пріоритетні напрямки наукових розробок.

3. Запропоновано концепцію розроблення комплексованих навігаційних систем для інтелектуальних будівельних і дорожніх машин.

Публікація містить результати досліджень, проведених при грантовій підтримці Державного фонду фундаментальних досліджень за конкурсним проектом №Ф62/106-2015 від 30 жовтня 2015р. «Розроблення та впровадження новітніх інформаційно-комунікаційних технологій для мехатронних і навігаційних систем броньованих колісних та гусеничних машин».

**Література:** 1. **Алексієв В.О.** Мехатроніка, телематика, синергетика у транспортних додатках / В.О. Алексієв, О.П. Алексієв, О.Я. Ніконов – Харків: ХНАДУ, 2012. – 212 с. 2. **Никонов О.Я.** Построение архитектуры активной информационной системы интеллектуальных многоцелевых транспортных средств / О.Я. Никонов // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ», 2010. – № 38. – С. 20-25. 3. **Никонов О.Я.** Интегрированные информационно-управляющие телематические системы транспортных средств / О.Я. Никонов, В.Н. Шуляков // Автомобильный транспорт. – 2010. – №27. – С. 83-87. 4. **Никонов О.Я.** Роботизированные автомобили: современные технологии и перспективы развития / О.Я. Никонов, Т.О. Полосухина // Автомобиль и Электроника. Современные технологии. – Харьков: ХНАДУ, 2013. – № 5. – С. 38-42. 5. **Машины для земляных работ: навчальний посібник** / [Хмара Л.А., Кравець С.В., Супонев В.М.]; під ред. Л.А. Хмари. – Днепропетровськ-Рівне. – 2014. – 546 с. 6. **Динаміка і міцність будівельних і дорожніх машин: навчальний посібник** / [Шевченко В.О., Ярижко О.В., Резніков О.О.] – Х.: – ХНАДУ, – 2014, 183 с.

УДК 625.08+004.896+004.934.2

## **МОВНИЙ ЛЮДИНО-МАШИННИЙ ІНТЕРФЕЙС РОБОТИЗОВАНИХ МАШИН**

**Небилиця А. Ю., аспірант, кафедра прикладної математики, ЧНУ**

Досконалість мовного людино-машинного інтерфейсу (Speech HMI), за останній час, суттєво зросла як в частині синтезу, так і за напрямком розпізнавання мови [1]. В контексті еволюційного розвитку, здійснюється

перехід від фази екзотичного сервісу на рівень прикладного застосування. Так, вже стали звичними гаджети, на кшталт, автомобільного навігатора, які надають інформацію та реагують на команди в зручний для людини – мовний спосіб. Однак до революційних змін людино-машинної взаємодії, в контексті використання мовного інтерфейсу, це не призвело, тому задача інтегрування даної інформаційної технології в різноманітні сфери народного господарства є актуальною і визначена за мету роботи. В якості об'єкту досліджень обрано автоматизацію автомобільно-дорожніх робіт, що зумовлено критичним станом шляхів нашої країни та вкрай низькими темпами роботизації процесів цієї галузі.

На сам перед слід наголосити, що технологія Speech НМІ не є самодостатньою, а лише реалізує зручний інформаційний канал між людиною та системою, спрямування якого полягає у мінімізації візуального контакту та тактильних дій. По цій причині ефективність її впровадження визначається, на сам перед, рівнем підвищення продуктивності праці та якістю виконання в кооперативний або індивідуальний спосіб функціональних обов'язків. Беручи до уваги напрямки діяльності автомобільно-дорожніх служб [2], можливо виділити такі форми застосування Speech НМІ. По-перше, дистанційного управління автоматизованими або автоматичними засобами здійснення: моніторингу, забезпечення належного стану полотна та прилеглих ділянок доріг, оцінки доцільності, обсягів, та власне, проведення поточного (ямкового) ремонту, доставки витратних реагентів, матеріалів та інших вантажів. По-друге, локальне управління роботизованими комплексами при вкладанні нового та капітальної реконструкції несучого полотна автомобільних трас. Визначимо, яким чином наявність додаткового комунікаційного каналу вплине на роботу автомобільно-дорожніх служб.

Припустимо, що рівень технічного устаткування автоматизовано, тобто довільна команда управління явно або шляхом інтелектуальної обробки передається на виконавчі пристрої машини. За такої умови, управління може здійснюватись за декількома рівнями: стратегічний, тактичний, функціональний, ситуативний. Априорно очевидно, що підвищення продуктивності праці оператора, та системи в цілому, можливо досягти лише при груповому методі управління, тобто у випадку, коли одна людина керує колективом дорожніх машин.

На стадії проектування розробники знаходять баланс між складністю і експлуатаційно-економічними показниками технологічного устаткування. Внаслідок чого, за реальних обставин, функціонування окремої машини має обмежений рівень автономності – здатності вирішення поставленої задачі на стратегічному і тактичний рівнях. Виникнення позаштатних ситуацій для вбудованих системи управління, фактично, є перманентними. В більшості випадків, прийнятним способом реакції машини на такі ситуації є: формування списку причин виникнення, прогнозування наслідків та надання переліку можливих варіантів вирішення поточної проблеми. Безпосереднє усунення нештатної ситуації покладається на оператора, який за

ситуативними даними перевизначає мету, цілі та поточні налаштування, формує команди управління. В режимі реального часу, особливо при керуванні групою машин, не має можливості провести селекцію інформації за візуальним каналом та повноцінно здійснити тактильні маніпуляції в класичному інтерактивному виконанні, а саме, вибір закладки→меню→підменю→вид параметру→вибір значення. Більш того, місія кооперативного управління взагалі буде нездійсненною у випадку, коли зорова увага та руки оператора зайняті виконанням свого основного завдання, наприклад, керуванням машиною, яка реалізує критичну до переривання виробничу функцію. За наведених обставин, тримати під контролем процеси автомобільно-дорожніх робіт можливо лише шляхом залучення Speech НМІ в якості інформаційно-комунікаційного каналу. В ході проведеного літературного аналізу та імітаційного моделювання виробничих процесів визначено за перспективні такі напрями роботизації галузі.

Моніторинг стану дорожнього покриття, визначення обсягу виконання та якості проведених ремонтних робіт може здійснюватись дистанційно в наступний спосіб. Оператор за допомогою автоматичної системи управління виробничими процесами формує ціль, проводить оптимізацію логістики, визначає необхідні ресурси та засоби для виконання завдань. Отримані дані по бездротовим комунікативних каналам завантажуються у бортову систему роботизованої машини. Бот-автомобіль через мовну форму діалогу уточнює стратегію, тактику виконання отриманого завдання. По мірі прибуття в початкову точку, а також протягом всієї тривалості моніторингу оператор за наявності нештатних ситуацій в режимі реального часу або за власним запитом отримує мовні інформаційні повідомлення, задає налаштування або команди. Моніторинг проводиться ботом автономно: зовнішні пошкодження поверхні – нерівності, тріщини, раковини і ями параметризуються за даними технічного зору, ультразвукового та лазерного сканування; радіолокаційним зондуванням виявляються дефекти внутрішніх шарів. Втручання оператора доречне лише у випадку неможливості автоматичної класифікації виявлених дефектів та їх параметризації.

Поточний ремонт дорожнього покриття доцільно здійснювати виключно колективом роботизованих засобів у виробничому комплексі: базова станція, машина підготовки поверхні, агрегати заповнення та ущільнення суміші, самохідні дорожні знаки і т.п.. За такого підходу акустична компонента інформаційного обміну складає з таких груп команд:

1. Мережевого рівня, наприклад: «Визначити ділянку робіт», «Завантажити список локальних задач», «Всім ботам. Старт».
2. Адресного спрямування, наприклад: «Бот номер два. Стоп», «Перейти до об'єкту номер шість».
3. Бізнес рівня, наприклад: «Темп середній», «Режим ремонту номер 2», «Автономна робота», «Корекція функціональних зон».
4. Статистично-діагностичні запити, наприклад: «Рівень палива», «Час завершення операції», «Рівень відхилення процесу».

Проведені дослідження засвідчили ключову роль мовного людино-машинного інтерфейсу в прискоренні роботизації сфери автомобільно-дорожніх робіт, що зумовлено як низьким рівнем формалізації та детермінованості процесів цієї галузі, так і слабким рівнем інтелектуального забезпечення бортових систем управління.

**Література:** 1. Шарий Т. В. Голосовое управление мобильным роботом на основе когнитивной модели FCAS [Текст] // Журн. Штучний інтелект. – 2014. – № 2. – С. 75-84.  
2. Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України [Текст]. П-Г.1-218-113:2009.– Київ, Харків. – 2009. – 91 с.

УДК 539.3/6:669.055(075.8)

## ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА И ХРОМА В НОВОМ ДИСПЕРСИОННО-ТВЕРДЕЮЩЕМ СПЛАВЕ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА

Ахмед Сундус Мохаммед, аспирант, каф. литейного производства, НТУ «ХПИ»

Акимов О. В., д.т.н., проф., каф. литейного производства, НТУ «ХПИ»

Костик Е. А., к.т.н., доц., каф. литейного производства, НТУ «ХПИ»

В настоящее время большой интерес представляет процесс упрочнения – дисперсионное твердение. Разработка новых дисперсионно-твердеющих сплавов на основе железа и их изучение является актуальным вопросом.

Целью данной работы является разработка нового дисперсионно-твердеющего сплава на основе железа.

В полученной стали максимальное твердение наблюдается после старения при 800 °С. Исследования микроструктуры подтвердили наличие дисперсных частиц. Как и ожидалось [1], их наибольшее скопление наблюдается по границам субзерен и зерен, что связано с высокой степенью дефектности кристаллического строения данных участков сплава. В теле зерна наличие дисперсных частиц сводится к минимуму, что характерно для всех дисперсионно-твердеющих сплавов.

Изменение содержания железа и хрома ( $y$ ) в исследуемой стали в зависимости от их расположения ( $x$ ) описывается следующими уравнениями:

$$y = 26,21x^2 - 93,05x + 109,83 \quad (1)$$

$$y = -27,245x^2 + 102,47x - 47,07 \quad (2)$$

С увеличением количества дисперсных частиц существенно меняется соотношение содержания железа (1) и хрома (2), что связано с выделением карбидов хрома в процессе старения стали:

Содержание химических элементов в исследуемой стали существенно изменяется в зависимости от их расположения. Это связано со скоплением легирующих элементов и их химических соединений в дисперсионных частицах. В теле зерна существенно преобладает железная матрица.

**Литература:** 1. Ахмед С. М. Исследование дисперсионного твердения сплава на основе железа / С. М. Ахмед, О. В. Акимов, Е. А. Костик // Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2016. – 42 (1214). – С. 11-16. – doi: <http://dx.doi.org/10.20998/2413-4295.2016.42.02>

УДК 629.3.018

## **РОЗРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДУ ДОСЛІДЖЕННЯ АДАПТИВНОЇ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ**

**Ніконов О.Я., д.т.н., проф., каф. комп'ютерних технологій та мехатроніки, ХНАДУ**

**Шуляков В.М., асистент, каф. інформатики і прикладної математики (ІПМ), ХНАДУ**

**Фастовець В.І., к.т.н., доц., каф. ІПМ, ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** Системи керування параметрами адаптивної підвіски автомобіля представляють собою спеціальні системи адаптивного керування, які призначаються для керування параметрами підвіски автомобіля – жорсткістю і коефіцієнтом демпфування амортизаторів, зміною дорожнього просвіту для оптимальної технічної експлуатації автомобілів і стабілізації положення кузова при коливанні корпусу автомобіля.

Розвиток і широке застосування на сучасних автомобілях систем керування параметрами адаптивної підвіски обумовлено тим, що якість роботи підвіски значно впливає на експлуатаційні показники автомобіля, такі як стійкість, надійність, довговічність, прохідність, витрата палива і т.п.

Автомобілі, які не мають системи керування параметрами адаптивної підвіски, недостатньо ефективно підтримують плавність ходу, особливо на дорогах з поганим станом покриття. Саме тому основним засобом покращення експлуатаційних характеристик підвісок є системи керування демпфуванням коливань. Розроблення та синтез перспективних нейро-фаззі систем адаптивного керування підвіскою автомобіля, розглянуте у попередніх статтях [1-2], дозволить підвищити плавність ходу та експлуатаційні показники автомобіля, такі як стійкість, надійність, довговічність, прохідність.

**Мета дослідження** - розроблення інформаційно-керуючої системи для експериментального стенду дослідження адаптивної підвіски автомобіля; програмних, технічних та апаратних рішень для системи стабілізації кузова автомобіля з нейро-фаззі контролером в контурі керування.

Для параметричного синтезу інформаційно-керуючої системи адаптивної підвіски треба застосовувати апарат штучних нейронних мереж, методів еволюційного моделювання та нечіткої логіки.

**Побудова інформаційно-керуючої системи для експериментального стенду дослідження адаптивної підвіски автомобіля.** Розглядається стенд що базується на діючому стендовому комплексі Інституту Проблем Машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, м. Харків. Стенд періодично проходить відповідну сертифікацію.

Випробувальний стенд дозволяє здійснювати перевірку функціонування системи стабілізації кузова автомобіля, імітуючи переміщення по різних профілях доріг.

Використовуючи результати науково-дослідних робіт №ДЗ/464-2011 «Розроблення та впровадження інформаційно-комунікаційної технології руху наземного транспорту великих міст» (2011-2012рр.) за замовленням Державного агентства з питань науки, інновацій та інформатизації України і «Розроблення та впровадження інтегрованих інтелектуальних автомобільних інформаційно-управляючих систем» (2015-2016рр.) за галузевим замовленням МОН України побудуємо інформаційно-керуючу систему для експериментального стенду дослідження адаптивної підвіски автомобіля.

Електрогідравлічні приводи знайшли широке застосування у якості виконавчих механізмів систем автоматичного керування автомобілів.

Систему стабілізації кузова автомобіля, у якій використовується електрогідравлічний виконавчий механізм та мікропроцесорна система нейро-фаззи керування, можна представити у вигляді функціональної схеми, що наведена на рис. 1.

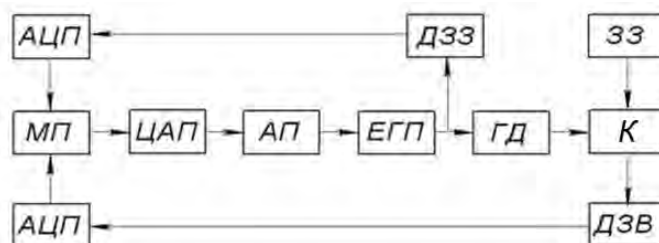


Рисунок 1 – Функціональна схема системи стабілізації кузова на базі інваріантного виконавчого механізму та мікропроцесора: МП – мікропроцесор; ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач; АП – аналоговий підсилювач; ЕГП – електрогідравлічний перетворювач; ГД – гідродвигун; К – об'єкт керування; ЗЗ – зовнішні збурення; ДЗВ – датчик зворотного зв'язку по відхиленню; ДЗЗ – датчик зворотного зв'язку по збуренню; АЦП – аналогово-цифровий перетворювач

Дослідження цілої системи, представленої на рис. 1, мають високу вартість. Це пов'язано з тим, що потрібно розробити стенд, який би створював навантаження на гідродвигуни з широкими амплітудними та частотними спектрами. Комплектуючі такого стенду мають високу вартість та високе енергоспоживання.

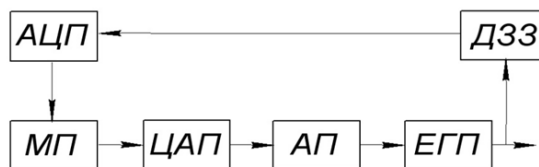


Рисунок 2 – Функціональна схема об'єкту дослідження

Зважаючи на це, пропонується досліджувати лише систему керування та електрогідравлічний перетворювач з контуром зворотного зв'язку по збуренню. Такий підхід обґрунтований тим, що зміна зусилля на штоці гідродвигуна породжує відповідну зміну тиску в його порожнинах. Цей зв'язок є прямим. Що стосується впливу контуру зворотного зв'язку по відхиленню об'єкта регулювання від базового положення, то це питання досить широко висвітлене у науково-технічній літературі. Таким чином, для дослідження була обрана схема, представлена на рис. 2.

**Висновки.** Розроблено інформаційно-керуючу систему для експериментального стенду дослідження адаптивної підвіски автомобіля. Розроблено програмні, технічні та апаратні рішення для системи стабілізації кузова автомобіля з нейро-фаззі контролером в контурі керування.

**Література:** 1. Шуляков В. М. Розробка інтелектуальної системи керування параметрами адаптивної підвіски автомобіля / В. М. Шуляков // Автомобіль і Електроніка. Сучасні Технології : Електронне наукове фахове видання. – Харків: ХНАДУ, 2015. – С. 66 – 69. 2. Shuliakov Vladyslav Application of Adaptive Neuro-Fuzzy Regulators in the Controlled System by the Vehicle Suspension [Електронний ресурс] / Vladyslav Shuliakov, Oleg Nikonov, Valentina Fastovec // International Journal of Automation, Control and Intelligent Systems. – American Institute of Science, 2015. – Vol. 1, №3. – P. 66 – 72.

УДК: 656. 027

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ШВИДКІСНОГО ПАСАЖИРСЬКОГО РУХУ УКРАЇНИ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ ІЗ КРАЇНАМИ ЄВРОПИ**

**Шульдінер Ю.В., к.т.н., доц., каф. транспортних систем та логістики,  
УкрДУЗТ,  
Гейнріхсон Н.Ю., магістр, УкрДУЗТ**

Швидкісні перевезення є вагомим показником розвитку країни у транспортній галузі та соціально-економічній сфері в цілому, актуальність розвитку та інтеграція швидкісного руху має велике значення.

На сьогоднішній день для нашої країни швидкісний рух знаходиться в межах 140–160 км/год. В світі ця швидкісна планка дещо вища і знаходиться на рівні 200–250 км/год, що дає змогу переймати закордонний досвід для покращення та розвитку мережі швидкісних перевезень України.

Варто звернути увагу, що зараз рівень розвитку залізничної транспортної системи стає більш актуальним з кожним днем, а для України створення швидкісних перевезень у міжнародному сполученні – це не що інше, як можливість вийти на міжнародний рівень.

Відповідно до Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року у нашій державі розглядають можливості впровадження інтеграції українських залізниць до Європейської мережі. Провідними напрямками впровадження та розвитку впровадження та розвитку міжнародних швидкісних пасажирських перевезень, а саме:

- переваги та конкурентоспроможність міжнародних пасажирських залізничних перевезень;
- можливість збільшення маршрутних швидкостей й зменшення тривалості руху на міжнародних напрямках;
- організація перевезень з країнами Європи, що мають залізничну колію 1435 мм;
- спрощення митних формальностей на кордоні.

З метою впровадження швидкісного руху у міжнародному сполученні необхідно розв'язати проблеми, які раніше не стояли перед залізничним транспортом. Це, зокрема, усунення та спрощення митних і прикордонних

оформлень при прямуванні пасажирів до іншої країни. Впровадженню швидкісного руху пасажирських поїздів у міжнародному сполученні сприятиме з'єднання мережі швидкісних залізниць України із закордонними швидкісними і високошвидкісними залізницями, зокрема, розглядаються виходи до інших країн через прикордонні передавальні станції.

Для аналізу послідовності проходження технологічних операцій при швидкісних пасажирських перевезень доцільно розробити імітаційну модель організації швидкісних маршрутів з використанням мереж Петрі, яка являє собою графічний та математичний засіб моделювання, що застосовується до систем керування та прогнозування різних типів.

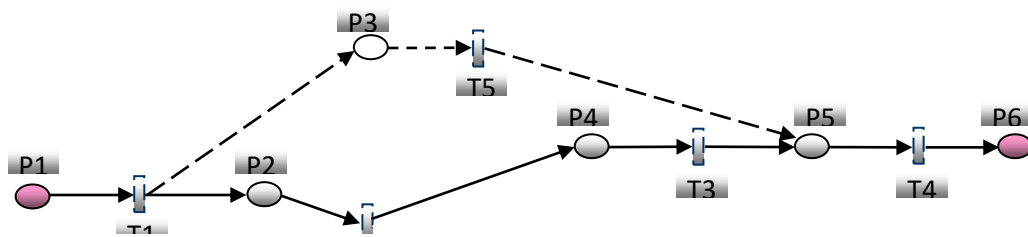


Рисунок 1 – Макрорівнева модель обслуговування пасажирських поїздів

За аналізом складного подію, що складається з затримок на деяких етапах. Протилежна до неї подія є проходження маршруту без перешкод на всіх етапах, що є добутком подій, тобто: не затримка на етапі проходження кордону і т.д. Результати обчислюються за формулою:

$$P\left(\sum_{i=1}^m \Pi_i\right) = \left[ 1 - \prod_{j=1}^m (1 - P(\Pi_i)) \right] \quad (1)$$

де  $\Pi_i$  - перешкода при прямуванні на  $i$ -том етапі.

Обчислимо кількість можливих перешкод за одиницю часу ( $M_{cp}$ ):

$$M_{cp} = N_{cp} \cdot P\left(\sum_{i=1}^m \Pi_i\right) \quad (2)$$

де  $N_{cp}$  – кількість вагонів, що проходять крізь станцію, за одиницю часу;

$\sum_{i=1}^m \Pi_i$  - вірогідність затримання в системі.

Моделювання організації швидкісних перевезень визначає «вузькі» місця на шляху до міжнародної інтеграції залізниць нашої країни. Для України можливість введення швидкісного руху міжнародного рівня можлива лише за умови вирішення ряду проблем, одною з яких є невідповідність ширини колії, оскільки стандарт 1435 мм не відповідає коліям нашої країни, де всі колії складають 1520 мм. Слід розглянути можливі шляхи вирішення цього питання.

1. Побудова окремих швидкісних ліній з колією Європейського стандарту в 1435 мм, що дадуть можливість приєднати свою мережу до



швидкісних ліній LGV, як це впроваджено в Іспанії, де стандартна коліє складає 1674 мм.

2. Найбільш поширеним способом для поєднання колій 1520/1435 мм є заміна візка вагона. Для цього на прикордонних станціях розміщуються додаткові колії для проведення таких процедур. Даний підхід має суттєвий недолік, а саме, збільшення часу обороту вагонів, значні затрати технологічних та виробничих ресурсів.

3. Актуальною постає проблема розробки розсувних колісних пар, що здатні без зупинки руху змінити ширину колісних пар. В європейській залізничній практиці відомі декілька систем автоматичного переходу вагонів з однієї колії на іншу. До таких систем відноситься: система «Talgo» (Іспанія), система «DBAG/Rafil» (ФРН), система «БТ» (Болгарія), система SUW2000 (Польща).

4. Найбільш зручним підходом до вирішення цієї проблеми у нашій країні є наявність суміщених рейкових колій, або дві паралельні дороги різних колій. В Україні уже існує відрізок шляху «Дьяково-Чоп», де поїзди можуть проїхати з Румунії в Угорщину або Словаччину через Україну на звичайних візках розрахованих на колії 1435 мм.

**Література:** 1. **Момот А. В.** Економічна ефективність високошвидкісних пасажирських залізничних перевезень в Україні [Текст]: дис. канд. ... економ. наук. / А. В. Момот. – Дніпропетровськ, 2014. – 192 с. 2. Концепція Державної цільової програми впровадження на залізницях швидкісного руху пасажирських поїздів на 2005-2015 роки [Електронний ресурс] / Розпорядження Кабінету Міністрів України від 31 грудня 2004 р. № 979 –р – режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/979-2004-p> 3. **Красноштан О. М.** Деякі аспекти маркетингової стратегії швидкісних залізничних перевезень [Текст]: наук. вісник /О.М. Красноштан. - Херсонський державний університет, 2013. – С.72-74. 4. Високошвидкісні залізничні магістралі зарубіжної Європи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://moyaosvita.com.ua/geografija/visokoshvidkisni-zaliznichni-ma-gistrali-zarubizhno%D1%97-yevropi/>

УДК 621.789

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УПРОЧНЕННОГО СЛОЯ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ АЗОТИРОВАНИИ СТАЛИ**

**Идан Алаа Фадил И, аспирант, каф. литейного производства, НТУ «ХПИ»**

**Акимов О. В., д.т.н., проф., каф. литейного производства, НТУ «ХПИ»**

**Костик Е. А., к.т.н., доц., каф. литейного производства, НТУ «ХПИ»**

Большой интерес представляют комбинированные обработки, обеспечивающие повышение твердости и прочности поверхностного слоя. В настоящее время разработка новых ресурсосберегающих и экономически целесообразных технологий комбинированного упрочнения стальных деталей со значительным сокращением длительности обработки является важной и актуальной задачей.

Целью данной работы является разработка скоростной технологии упрочнения деталей для обеспечения высоких эксплуатационных свойств

поверхностного слоя стали. Поставленная задача интенсификации процесса азотирования решается тем, что проводят предварительную лазерную обработку поверхности стальных изделий с мощностью лазерного излучения.

Анализ полученных результатов показал, что интенсификация процесса азотирования лазерной обработкой поверхности стали 38Х2МЮА позволяет получить азотированный слой большей толщины (до 0,65 мм) и большей микротвердости (до 12,5 ГПа) по сравнению с чисто азотированными участками (без предварительной лазерной обработки), на которых толщина диффузионного слоя не превышала 0,2 мм, а микротвердость – 10,8 ГПа. Аппроксимация полученных экспериментальных данных позволила получить математические зависимости толщины упрочненного слоя ( $y$ , мм) от скорости перемещения лазерного луча ( $x$ , м/мин):

$$y = 0,0033x^3 - 0,0114x^2 - 0,1448x + 0,802 \quad (1)$$

$$y = 0,0086x^2 - 0,1034x + 0,504 \quad (2)$$

Достоверность аппроксимации для полученных зависимостей составляет 0,9996. Уравнение (1) соответствует толщине азотированного слоя после комбинированной упрочняющей обработки, уравнение (2) – толщине обработанного лазером слоя.

Таким образом, из полученных зависимостей следует, что азотирование после лазерной обработки увеличивает толщину упрочненного слоя в 1,05–1,59 раза, что оказывает положительное влияние на эксплуатационные свойства детали.

УДК 004

## ВПРОВАДЖЕННЯ ОБЛАСНОЇ ПРОГРАМИ «ІТ – ХАРКІВЩИНА» НА 2016–2020 РОКИ. ДОСВІД ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Литвин С.С., директор, комунальне підприємство Харківської обласної ради «Харківські обласні комунікаційні системи»

**Постановка проблеми.** У регіональному розрізі, за даними Державної служби статистики України, за дев'ять місяців 2012 р. найбільша кількість абонентів мережі Інтернет налічується у м. Києві, Одеській, Донецькій, Дніпропетровській, Львівській та Харківській областях [1]. На даний час суттєвих змін у сегменті Харківської області не відбулося (рис. 1).

З вищенаведеного вбачається, що в Харківській області питання щодо створення єдиної телекомунікаційної мережі вирішуються надзвичайно повільно. Про це свідчить зростання робіт з інформатизації, що виконуються у регіонах України окремими відомствами, операторами і провайдерами. Такий стан справ призводить до недостатньо ефективного використання ресурсів у сфері захисту інформації тощо.

**Мета дослідження** – визначення шляхів реалізації проблеми й обласних заходів щодо підтримання та розвитку телекомунікацій у Харківській області для втілення основних принципів діяльності у сфері телекомунікацій.

**Основний матеріал.** Для усунення зазначених недоліків і проведення заходів щодо інформатизації, з метою створення ефективної регіональної

системи телекомунікацій відповідно до галузевих та відомчих запитів, комунальним підприємством Харківської обласної ради «Харківські обласні комунікаційні системи» виконується впровадження обласної програми «ІТ – Харківщина» на 2016 – 2020 роки (далі – Програма) [2]. З урахуванням технологічних потреб розвитку телекомунікаційних мереж Харківської області, а також можливостей випереджувального використання сучасних і перспективних засобів телекомунікацій, основними шляхами розвитку телекомунікаційних мереж є:

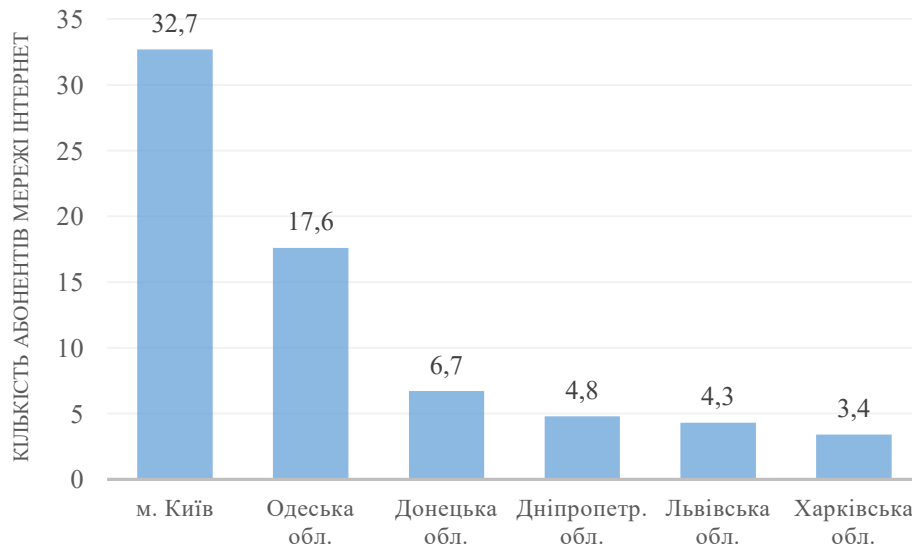


Рисунок 1 – Кількість абонентів мережі Інтернет окремих регіонів України

- створення сучасних широкосмугових мультисервісних транспортних мереж на базі єдиних протоколів, сумісних з Інтернет-протоколами;

- розвиток широкосмугового абонентського доступу з використанням перспективних технологічних рішень, зокрема волоконно-оптичних ліній, технологій пасивної оптичної мережі, радіотехнічного доступу, технологій надширокосмугового радіодоступу;

- прискорення розвитку телекомунікаційних мереж у сільській місцевості з використанням найбільш ефективних технологій;

- розвиток та оптимізація всіх елементів телекомунікаційної інфраструктури сегмента Інтернет (у тому числі із системою транзиту Інтернет-трафіку) з метою створення рівних умов для доступу споживачів до Інтернет та забезпечення розвитку інформаційного суспільства на території Харківській області;

- створення технічної можливості вибору постачальників телекомунікаційних та інформаційних послуг в телекомунікаційних мережах, запровадження послуги з вибору альтернативних маршрутів та кодів мереж операторів телекомунікацій, зокрема з урахуванням якості надання телекомунікаційних послуг;

- забезпечення доступу до послуг, що надаються інформаційно-довідковими службами та службами екстреного виклику, зокрема системою

екстреної допомоги населенню за єдиним телефонним номером 112, абонентів телекомунікаційних мереж загального користування;

- прискорене запровадження радіотехнологій рухомого (мобільного) зв'язку та використання систем абонентського радіодоступу;

- участь у створенні супутникової системи зв'язку;

- забезпечення розвитку мереж загального користування (насамперед телефонної мережі) та мереж рухомого (мобільного) телефонного зв'язку шляхом поступового переходу до мереж наступних поколінь з конвергенцією (взаємопроникненням) інформаційних, мультимедійних, телекомунікаційних та комп'ютерних технологій і послуг.

Програма розвитку телекомунікаційних мереж базується на використанні новітніх технологій, які відповідають міжнародним стандартам, при урахуванні необхідності технологічної взаємодії всіх мереж при наданні телекомунікаційних послуг зв'язку.

Розширення доступу до інфокомунікаційних послуг розглядається як умова інтеграції Харківської області в український та світовий інформаційний простір і розбудова інформаційного суспільства. Значна увага приділяється розвитку всіх елементів телекомунікаційної інфраструктури сегмента Інтернет, що сприятиме розширенню номенклатури послуг та зниженню їх вартості. Виходячи з вищесказаного, заплановані наступні основні заходи Програми:

1. Будівництво і розширення мереж швидкісного передавання даних на базі сучасних пакетних технологій та запровадження технології широкосмугового доступу.

2. Будівництво згідно з вимогами законодавства спеціалізованої високо захищеної інфраструктури накопичення, обробки та розповсюдження в мережі Інтернет інформації системи електронного уряду Харківської області.

3. Впровадження електронного урядування в місцевих адміністраціях, органах місцевого самоврядування та на підприємствах, в установах і закладах, що перебувають: у комунальній власності територіальних громад сіл, селищ, міст області; у спільній власності територіальних громад сіл, селищ і міст області.

4. Забезпечення систематизації роботи існуючих провайдерів.

5. Створення єдиної геоінформаційної системи регіону.

6. Будівництво системи нагляду та центру моніторингу.

**Висновки.** Впровадження Програми створює перспективи співпраці та узгодженої діяльності органів місцевого самоврядування на території області, підприємств, установ та організацій, пов'язаної з розвитком телекомунікаційних мереж у Харківській області, зокрема із науковцями Харківського національного автомобільно-дорожнього університету.

**Література:** 1. Державна служба статистики України [Електронний ресурс] : режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>. 2. Обласна програма «ІТ – Харківщина» на 2016–2020 рр. [Електронний ресурс] : режим доступу: <http://www.oblrada.kharkov.ua/>.

УДК 629.017

## **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ПОЛОЖЕННЯ КОЛІСНИХ МАШИН**

**Дубінін Є.О., к.т.н., доц., каф. технології машинобудування і ремонту  
машин, ХНАДУ**

**Клец Д.М., д.т.н., зав. каф. комп'ютерних технологій та мехатроніки,  
ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** На сьогоднішній день принципам роботи мобільних вимірювальних комплексів на основі акселерометрів присвячена значна кількість робіт вітчизняних і закордонних учених [1–8]. Так, в роботі [2] сформульовані основи формування бортової контрольно-вимірювальної системи для проведення динамічних випробувань мобільних машин, що дозволило розробити програмне забезпечення для обробки отриманих з датчиків сигналів. У роботі [6] запропонована система для визначення параметрів руху машин при динамічних випробуваннях, яка складається з елементів виміру, пристроїв обробки та візуалізації інформації. Однак питання розробки програмного забезпечення для оцінювання стійкості положення колісних машин є актуальним.

**Мета дослідження** – розробка сучасного програмного забезпечення для оцінювання стійкості положення колісних машин.

**Основний матеріал.** Для ефективного та безпечного використання шарнірно-зчленованих колісних машин, для яких оцінка та забезпечення стійкості положення є актуальною задачею, необхідною є розробка сучасних підходів. А саме – програмного забезпечення, яке дозволить оцінити та підвищити вказану експлуатаційну властивість.

Для комплексної оцінки та забезпечення стійкості положення в режимі реального часу можливе застосування програмного забезпечення (Static Position Stability of Articulated Vehicles) (рис. 1а) та DPSAV (Dynamic Position Stability of Articulated Vehicles) (рис. 1б) [9, 10].

SPSAV призначена для попередньої оцінки статичної стійкості шарнірно-зчленованих колісних машин без використання дорогого устаткування (стендів перекидання).

DPSAV дозволяє в режимі реального часу демонструвати поточні величини компонент лінійних прискорень, величину кутової швидкості у вертикальній поперечній площині та критерій динамічної стійкості колісної машини  $K_{ДС}$ , а також надавати звуковий та світловий сигнал водієві при наявності потенційно небезпечної ситуації щодо перекидання. При наближенні  $K_{ДС}$  до критичних величин подається відповідний сигнал на зниження швидкості руху машини.

Як вихідні дані, програмне забезпечення SPSAV використовує геометричні та вагові показники колісної машини, а також керуючі впливи водія. Програма DPSAV додатково використовує лінійні прискорення у трьох площинах для переведення їх у кутові величини у режимі реального часу. DPSAV підтримує також зміну граничної величини кутової швидкості за

умови перекидання шляхом налаштування програми. Розроблене програмне забезпечення пройшло комплекс випробувань при експериментальних дослідженнях стійкості колісних машин у дорожніх умовах.

**Static Position Stability of Articulated Vehicles (SPSAV)**

**Введення вихідних даних:**

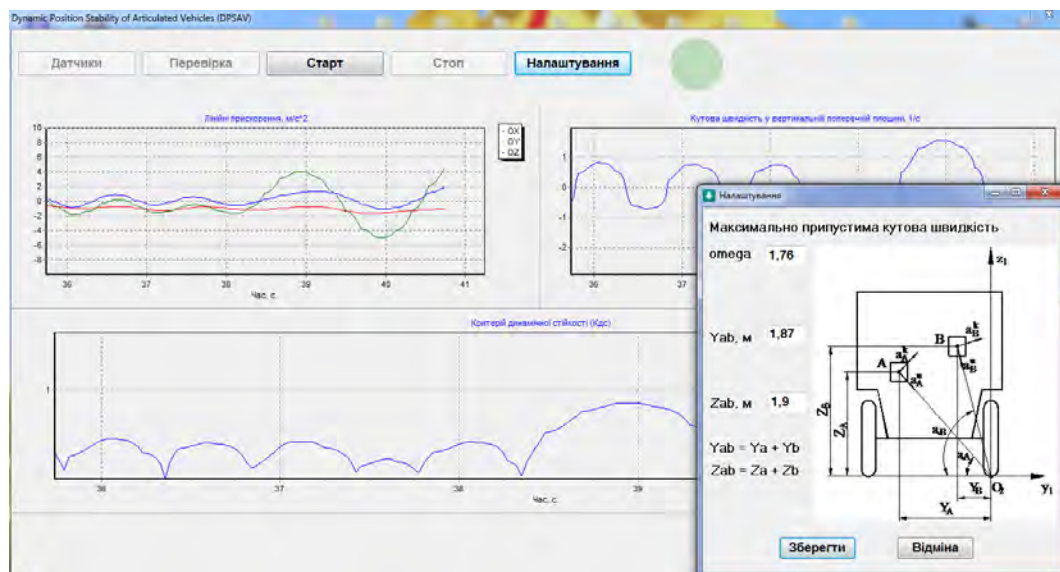
Колія B, м	1,86	Відстань від передньої вісі до шарніру L1, м	1,48
Висота центру мас hc1, м	1,04	Відстань від задньої вісі до шарніру L2, м	1,38
Висота центру мас hc2, м	0,75	Відстань від центру мас передньої секції до шарніру l1, м	1,25
Кут повороту $\delta_1$ , град	15,0	Відстань від центру мас задньої секції до шарніру l2, м	1,1
Кут повороту $\delta_2$ , град	15,0		
Радіус колеса статичний Rст, м	0,6		
Радіус колеса вільний Rв, м	0,8		

**РОЗРАХУНОК**

**Результати розрахунку:**

Кут поперечної статичної стійкості передньої секції $\alpha_1$ , град	32
Кут поперечної статичної стійкості задньої секції $\alpha_2$ , град	46

а



б

а – зовнішній вигляд екранної форми програми SPSAV; б – зовнішній вигляд екранної форми програми DPSAV з вікном налаштувань  
Рисунок 1 – Програмне забезпечення для оцінювання та забезпечення стійкості положення колісних машин

**Висновки.** В результаті дослідження розроблено комплекс програмного забезпечення для оцінювання статичної та динамічної стійкості положення на прикладі шарнірно-зчленованих колісних машин. Його застосування

дозволить інформувати водія про наявність потенційно небезпечної ситуації щодо перекидання, тобто підвищити безпеку використання таких машин.

**Література:** 1. Гаврилов Э.В. Принципы разработки мобильных вычислительных комплексов / Э.В. Гаврилов, О.П. Алексеев, О.П. Смирнов // Информационные технологии. – Х.: Магдебург. – ХГПУ, 1999. – С. 139–141. 2. Клец Д.М. Разработка мобильного регистрационно-измерительного комплекса для проведения динамических испытаний колесных машин / Д.М. Клец // Вісник Національного транспортного університету: наук.-техн. зб. – 2012. – Вип. 25. – С. 234–241. 3. Подригало М.А. Метрологічне забезпечення динамічних випробувань тягово-транспортних машин / М.А. Подригало, А.І. Коробко, Д.М. Клец, В.І. Гацько // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. Тракторна енергетика в рослинництві. – 2009. – Вип. 89. – С. 87–89. 4. Клец Д.М. Градуировка акселерометров методом постоянного ускорения // Збірник наукових праць (галузеve машинобудування, будівництво). – 2012. – Вип.2 (32), Т. 1. – С. 87–92. 5. Клец Д.М. Определение угла продольного наклона автомобиля при проведении динамических испытаний // Транспортне машинобудування: зб. наук. пр. / Д.М. Клец. – Х.: НТУ "ХП", 2011. – № 18 – С. 24–29. 6. Пат. 51031 Україна, МПК G01P 3/00. Система для визначення параметрів руху автотранспортних засобів при динамічних (кваліметричних) випробуваннях / Подригало М.А., Коробко А.І., Клец Д.М., Файст В.Л.; заявник та патентовласник Харківський нац. автом.-дорожн. університет. – №u201001136; заявл. 04.02.10; опубл. 25.06.10, Бюл. № 12. 7. Метод парциальных ускорений и его приложения в динамике мобильных машин / Артемов Н.П., Лебедев А.Т., Подригало М.А. и др.; под ред. М.А. Подригало – Х.: Міськдрук, 2012. – 220 с. 8. Датчики измерительных систем: в 2 книгах / Аш. Ж., Андре И., Бофрон Ж. и др.; пер. с франц. под ред. А.С. Обухова. – М.: Мир, 1992. – 480 с. 9. Дубинин Е.А. Концепция обеспечения устойчивости положения колесных машин / Е.А. Дубинин, А.С. Полянский, Д.М. Клец, В.В. Задорожная // Збірник наукових праць ПолНТУ ім. Ю.Кондратюка. – 2015. – Вип. 3 (45). – С. 3–10. 10. Дубинин Е.А. Повышение точности оценки статической устойчивости аэродромной техники с шарнирно-сочлененной рамой / Е.А. Дубинин, А.С. Полянский, Д.М. Клец // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Х.: НАУ им. Н.Е. Жуковского "ХАИ", 2016. – №72. – С. 150-157.

УДК 656.084

## ДЕЯКІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ АНАЛІЗУ І РЕКОНСТРУКЦІЇ ОБСТАВИН ДТП

**Кашканов А.А., к.т.н., доц., каф. автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет**

**Постановка проблеми.** Процеси інтеграції із західноєвропейськими країнами привели до появи та використання в судово-експертній практиці нових для України методів аналізу ДТП, заснованих на тих чи інших математичних моделях. Слідчому чи судді, які не володіють спеціальними знаннями в технічних науках, часто неможливо розібратися в питаннях допустимості застосування нетрадиційних методів в судовому процесі, не маючи чіткого критерію їх оцінювання.

**Мета дослідження** – виявлення перспективних шляхів розв’язання проблем, пов’язаних з отриманням об’єктивної доказової інформації при розслідуванні дорожньо-транспортних пригод.

**Вплив невизначеності даних на результати розслідування дорожньо-транспортних пригод.** Математичне моделювання руху учасників ДТП є



однією з розповсюджених прикладних задач. На даний час існує велика кількість математичних моделей різного ступеня складності і точності [1-5], але в реальних умовах проведення експертиз дані математичні моделі не завжди мають широке застосування в силу специфіки використання вихідних даних. Наприклад, при розробці звичайної математичної моделі руху автомобіля, врахування більшої кількості факторів, діючих на автомобіль, підвищує точність математичної моделі. Але при моделюванні руху автомобіля, точні параметри якого невідомі, по поверхні дороги, властивості якої змінюються в певних межах, ситуація може бути протилежною [2, 5].

В експертній практиці для визначення параметрів повороту та величини зупиночного шляху прийнято використовувати рівняння [1-4]:

$$X = V_a \sqrt{\frac{6Y}{g\varphi}}, \quad (1)$$

$$S_0 = (t_1 + t_2 + 0,5t_3)V_a + \frac{V_a^2}{2g\varphi}, \quad (2)$$

де  $V_a$  – швидкість руху автомобіля;  $Y$  – переміщення автомобіля в напрямку перпендикулярному напрямку руху;  $X$  – переміщення автомобіля в напрямку початкового руху;  $\varphi$  – коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою;  $g$  – прискорення вільного падіння;  $S_0$  – зупиночний шлях автомобіля;  $t_1$  – час реакції водія на дорожню ситуацію;  $t_2$  – час спрацювання гальмівної системи транспортного засобу;  $t_3$  – час наростання сповільнення транспортного засобу.

Розрахункові дані з визначення параметрів залежності точності визначення зупиночного шляху від швидкості руху та коефіцієнта зчеплення коліс автомобіля з дорогою подані на рисунку 1, а точності розрахунків відхилення транспортного засобу від початкового напрямку руху на рисунку 2. Отримані дані свідчать, що при визначенні зупиночного шляху існуючими методами різниця між максимальним та мінімальним значеннями не може бути меншою 20%, а максимальна різниця – при моделюванні зупиночного шляху при гальмуванні на льоду – 250%. Приймаючи дану залежність як еталонну можна виявити потенційні можливості підвищення точності розрахунків при уточненні як самої класичної залежності, так і вихідних даних.

В якості критерію оцінювання точності розрахунків можна використати такий параметр як коефіцієнт зменшення величини розкиду значень розрахованого параметра руху, яким може бути зупиночний шлях автомобіля, початкова швидкість руху, відхилення від початкового напрямку руху тощо:

$$K_R = \frac{R_{\max}^1 \cdot R_{\min}^2}{R_{\min}^1 \cdot R_{\max}^2}, \quad (3)$$



де  $R_{\max(\min)}^1$ ,  $R_{\max(\min)}^2$  – відповідно максимальне та мінімальне значення розрахованого параметра руху без врахування (1) та з врахуванням (2) додаткового фактора.

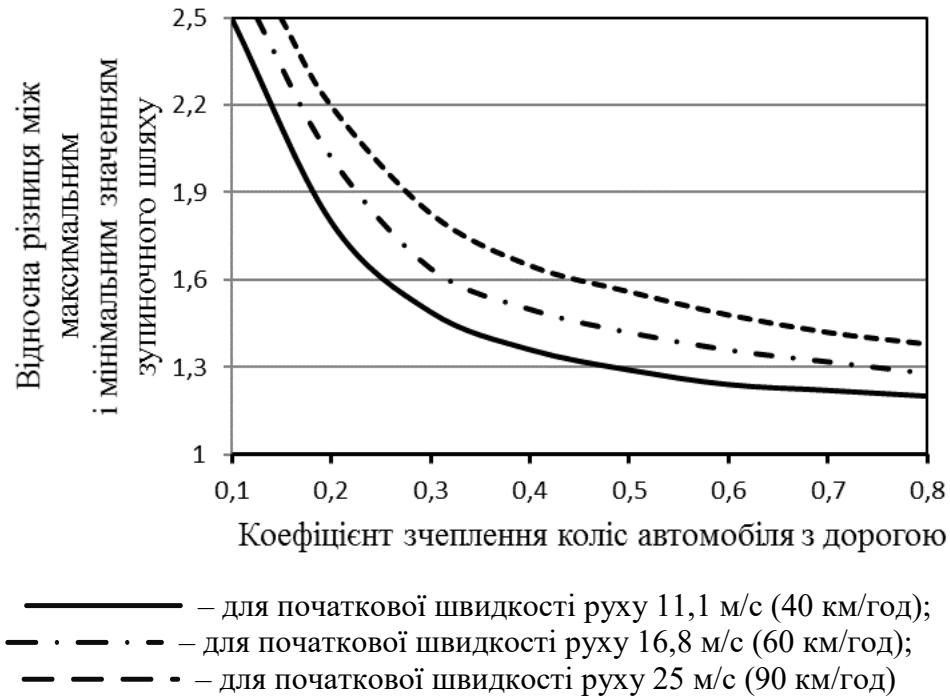


Рисунок 1 – Зміна похибки розрахунку зупиночного шляху транспортних засобів від коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою

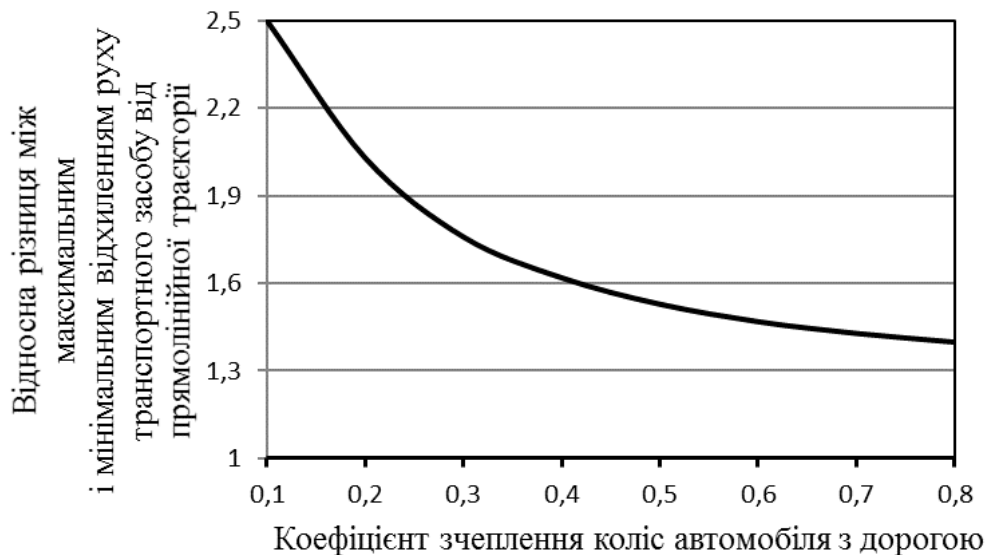


Рисунок 2 – Зміна похибки розрахунку відхилення транспортного засобу в напрямку перпендикулярному початковому напрямку руху від коефіцієнта зчеплення колеса з дорогою

Так врахування наявності чи відсутності АБС на досліджуваному автомобілі дозволяє зменшити різницю у величині зупиночного шляху в 5-

10%, а відхилення транспортного засобу в напрямку перпендикулярному початковому напрямку руху на 10-20%. При врахуванні типу шин, встановлених на транспортному засобі, для випадку взаємодії із засніженою дорогою чи дорогою покритою ожеледицею дозволяє підвищити точність розрахунків на 30%-40% по величині зупиночного шляху, та на 10%-40% по величині відхилення транспортного засобу в напрямку перпендикулярному початковому напрямку руху.

Слід відзначити відчутну залежність коефіцієнта зчеплення від швидкості автомобіля, температури та тиску в шині, бокового відведення колеса, товщини водної плівки на поверхні дорожнього покриття, зношеності шин та багатьох інших факторів. Наприклад, в експерименті на асфальтобетонному покритті коефіцієнт зчеплення при швидкості автомобіля 10 км/год виявився рівним 0,65, а при швидкості 100 км/ч рівним 0,34 [2].

**Висновки.** На сьогодні сталися не дуже значні позитивні зрушення в практичній реалізації поставлених завдань, хоча у технічній літературі практично не зустрічається описи результатів детальних досліджень, пов'язаних з проблемами невизначеності розрахункових і експериментальних даних. У таблицях як і раніше приводяться дискретні, фіксовані значення параметрів і коефіцієнтів, створюючи ілюзію їх достовірності все більшою і більшою їх диференціацією. Таким чином, все сказане свідчить про ненадійність табличних довідкових даних і про необхідність серйозних досліджень характеристик параметрів і коефіцієнтів, використовуваних для розрахунків при автотехнічній експертизі ДТП.

**Література:** 1. Туренко А. М. Автотехнічна експертиза. Дослідження обставин ДТП : підручник для вищих навчальних закладів / А. М. Туренко, В. І. Клименко, О. В. Сараєв, С. В. Данець. – Харків : ХНАДУ, 2013. – 320 с. 2. Тартаковский Д. Ф. Проблемы неопределенности данных при экспертизе дорожно-транспортных происшествий / Д. Ф. Тартаковский. – СПб. : Юридический центр Пресс, 2006. – 268 с. 3. Волков В. П. Совершенствование методов автотехнической экспертизы при дорожно-транспортных происшествиях: монография / В. П. Волков, В. Н. Торлин, В. М. Мищенко, А. А. Кашканов, В. А. Кашканов, В. П. Кужель, В. А. Ксенофонтова, А. А. Ветрогон, Н. В. Скляр. – Харьков: ХНАДУ, 2010. – 476 с. 4. Расследование обстоятельств дорожно-транспортных происшествий : методические рекомендации Главного следственного управления МВД Украины / С. О. Шевцов, К. В. Дубонос. – Харьков : Факт, 2002. – 174 с. 5. Кашканов А. А. Концептуальні засади підвищення ефективності автотехнічної експертизи ДТП / А. А. Кашканов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобілетракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ», 2015. – № 8 (1117). – С. 89–95.

УДК 620.3

## ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ

Слинченко І.В., аспірант, Чернишов В.О., студент, Черкашин Ю.О.,  
студент, ХНАДУ

Нанотехнології - це технології виготовлення надмікроскопічних конструкцій з найдрібніших частинок матерії. Нанотехнології забезпечують можливість створювати і модифікувати об'єкти, що включають компоненти з

розмірами менше 100 нм, принципово нової якості. Цінність таких систем полягає в тому, що можлива їх інтеграція у повноцінно функціонуючі системи макромасштабу. Нанотехнології працюють не з речовиною, а з його складовими частками - атомами. Вони розвиваються на сьогоднішній день в трьох основних напрямках: у бік виготовлення електронних схем розміром з молекулу або атом, у бік виготовлення механізмів таких же розмірів, в сторону збірки предметів з молекул і атомів.

Із застосуванням нанотехнологій автомобілі стануть більш комфортними і інтелектуальними, заснованими на легких і міцних матеріалах, мініатюризації і нових енергетичних установках. В Україні нанотехнології ще не надто розвинені, як, наприклад, в Європі або США, де вони активно досліджуються і використовуються вже довгий час.

Доцільно оснащувати автомобілі рядом інноваційних приладів, які служать для здійснення взаємодії з користувачем. Вже зараз нанотехнології застосовуються у біометричних системах, засобах для моніторингу клімату. Висока точність системи навігації і швидкість визначення швидкості транспортного засобу, на якому система встановлена, реалізовані за допомогою вбудованих наносенсорів і акселерометрів останнього покоління. Ці сенсори виробляються за допомогою фотонанолітографії і подальшого мікроскладення.

Таким чином, автопромисловість стає однією з перших галузей, де швидко впроваджуються нанотехнології. В автомобілі складно винайти щось принципово нове. Його основні елементи десятиліттями залишаються все тими ж - кузов, двигун, підвіска, гальмівна система, електрообладнання. Доводиться лише вдосконалювати кожен компонент.

УДК 629.331.083

**ОБґРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ПЕРЕЛІКУ ЗАСОБІВ  
КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ  
АЕРОДРОМНО-ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЛІТАЛЬНИХ  
АПАРАТІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ, ЯКІ ЕКСПЛУАТУЮТЬСЯ ЗА  
ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ**

**Новічонок С.М., к.т.н., доцент, провідний науковий співробітник,  
ХНУПС ім. Івана Кожедуба**

**Усачова О.А., к.т.н., с.н.с., провідний науковий співробітник  
ХНУПС ім. Івана Кожедуба**

**Куренко О.Б., к.т.н., с.н.с., начальник науково-дослідного відділу,  
ХНУПС ім. Івана Кожедуба**

На теперішній час дійовим засобом підтримки транспортних засобів (ТЗ), які є на озброєнні Збройних Сил (ЗС) України в належному стані є підвищення її надійності шляхом проведення відповідного технічного обслуговування (ТО). Покращення вирішення завдань забезпечення високої надійності ТЗ і значного зниження витрат на підтримання їх працездатності вже зараз, та в перспективі, може бути досягнуто, в першу чергу, завдяки

повному і правильному використанню можливостей об'єктивної діагностики технічного стану ТЗ і проведення робіт у відповідності з їх технічним станом. Аналіз запропонованих приладів та методів контролю можна провести за такими ознаками:

- по можливості періодичного та безперервного контролю;
- точності діагностування та чутливості;
- здатності загальної оцінки справності ТЗ.

При обиранні експресного методу діагностування слід прагнути обрати метод з наступними властивостями:

- простота конструкції обладнання і низька трудомісткість робіт;
- можливість використання в польових та стаціонарних умовах;
- відсутність потреби у витратних матеріалах;
- можливість якісного та кількісного аналізу;
- відсутність потреби в спеціальному хімічному посуді;
- достатня достовірність визначення стану масла;
- можливість індивідуального використання;
- екологічна безпека;
- мінімальна маса проби;
- портативність, мала вага, ергономічність;
- малий час проведення аналізів (до 5 хвилин з підготовчими операціями);
- єдине приладове виконання, або комплект стандартних приладів;
- відсутність необхідності у навчанні;
- низька вартість.

У якості приладів, які задовольняють описаним вимогам (з відповідною методикою проведення аналізів) можуть бути використані маслотестер [1-3], датчики безперервного контролю миттєвої витрати палива, апаратура акустичної емісії (АЕ).

Діагностика маслотестером не вимагає виводу машини з експлуатації й проводиться на місці її роботи при будь-яких погодних умовах. За відомостями виробника маслотестер дозволяє визначити:

- дефекти двигуна на ранній стадії по в'язкості, в'язкістно-температурному показнику, щільності, наявності часток зношування, корозії на мідь, масляній плямі, кольору масла;
- ресурс масла й реальні строки його заміни.

Сучасні бортові засоби вимірювання витрати палива ТЗ дозволяють реєструвати як миттєву витрату, так і вираховувати середню витрату палива за певний пробіг [4, 5].

Основними перевагами застосування методів АЕ як експресного методу діагностування є [6]:

- гнучкість застосування (може бути застосована як для безперервного контролю так і для періодичного);
- здатність діагностувати підвищений знос деталей з самого початку зносу;

–може бути застосована для діагностування будь-яких вузлів, де відхилення від нормальної роботи пов'язано з підвищеним зносом деталей (двигун, коробка передач, будь-які окремі підшипникові вузли і тому подібне);

–може застосовуватись у вузлах з рідким маслом, консистентним мастилом або для елементів із сухим тертям.

–відносна невелика коштовність приладу (близько 10000 грн).

Порівняльний аналіз запропонованих засобів контролю стану ТЗ наведено в таблиці 1.

Як видно з таблиці 1 використання одного з запропонованих приладів контролю не може повною мірою забезпечити експлуатаційний персонал докладною інформацією про стан ТЗ. В той же час використання всіх трьох приладів контролю одночасно може надати необхідну і своєчасну інформацію.

Запропонуємо наступний спосіб сумісного застосування цих приладів.

Витрата палива контролюється постійно. Маслотестер та система акустичної емісії використовуються під час проведення штатних ТО та за встановленою заздалегідь періодичністю між ними.

Припустимо, що кількість додаткових обстежень автомобіля за допомогою маслотестера і системи АЕ проводиться двічі між двома ТО-1. Припустимо також, що в цей період, в результаті механічного впливу, виникла тріщина у сорочці охолодження двигуна, що привело до потрапляння охолодної рідини у масло двигуна і в подальшому до прискорення зносу решти його частин.

Таблиця 1 - Порівняльний аналіз запропонованих засобів контролю стану ТЗ

Прилад/ метод	Здатність загального оцінювання	Чутливість до початку руйнувань деталей	Придатність до безперервного контролю	Придатність до періодичного контролю	Придатність до виявлення разрегулювання систем	Придатність до виявлення погіршення якості витратних матеріалів
Маслотестер	(тільки двигун та КПП)	Потребує накопичення певної кількості часток, не може відчути початок руйнування	Ні	Так	Ні	Так
Система акустичної емісії	Можливо (хоча потребує для цього контрольного вимірювання в найбільш важливих точках)	Миттєво реагує на початок руйнування.	Так	Так	Ні	Опосередко вано
Контроль витрати палива	Так	Потребує певного розвитку несправності	Так	Ні	Так	Опосередко вано

В якості першого прикладу наведена ситуація, коли тріщина у сорочці охолодження двигуна невелика (рисунок 1 а). В цьому випадку витрата палива  $Q$  контролюється постійно, але через малу величину пошкодження чутливості приладів недостатньо, щоб виявити несправність, проте і наростання зносу невелике. Під час другого додаткового контролю початок руйнувань в двигуні буде виявлений методом акустичної емісії і не дивлячись на те, що зміна усередненої потужності АЕ  $\Delta P_{\text{АЕ}} < \Delta P_{\text{АЕкр}}$  слід прийняти рішення про докладне діагностування найближчим часом через стрибкоподібну зміну  $P_{\text{АЕ}}$ .

Наступним прикладом є ситуація коли тріщина має значні розміри (рисунок 1 б). Тоді не дивлячись на те, що автомобіль знаходиться в проміжку між додатковими контролюми 1 та 2 різке зростання витрати палива  $Q$  є підставою для експрес аналізу маслотестером і системою АЕ.

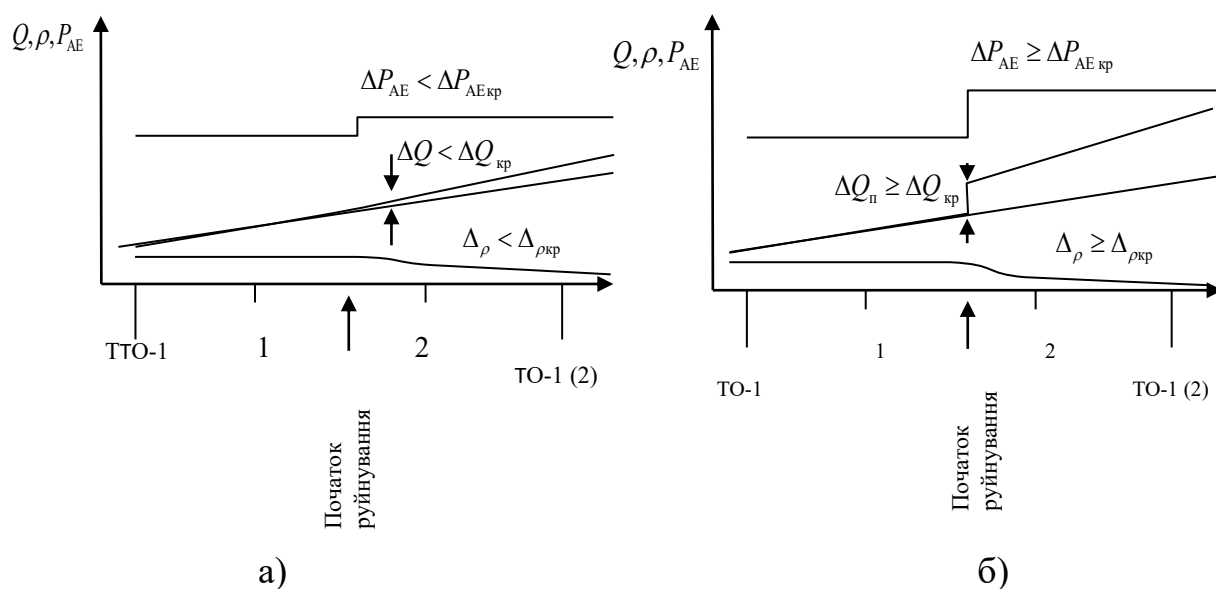


Рисунок 1 а) виявлення малих пошкоджень двигуна; б) виявлення значних пошкоджень двигуна

В цьому випадку система АЕ покаже вихід або наближення до припустимих границь. Маслотестер покаже наявність охолодної рідини в маслі через його здатність вимірювати в тому числі і щільність масла  $\rho$ . Рішення про можливість подальшої експлуатації ТЗ буде прийматись в залежності від реальних показань, але рішення про необхідність додаткового ТО може в цьому випадку однозначно прийматись.

Слід однак зазначити, що ситуації подібні описаним можуть траплятись у місцях де не має можливості проведення докладного діагностування. Порівняно з коштовністю системи АЕ, маслотестер в десятки разів дешевше тому доцільним буде його наявність в комплекті кожного автомобіля, а

систему АЕ на контрольно-технічному пункті, пункті технічного обслуговування і ремонту та майстернях.

На жаль ні маслотестер ні система АЕ не здатні виявити псування налаштувань двигуна. Для таких робіт зазвичай використовують стендове обладнання. При цьому, представляє певну доцільність поєднання аналізу технічного стану двигуна внутрішнього згоряння і паливної апаратури двигунів з контролем показників їх екологічної безпеки, наприклад, під час технічного обслуговування транспортних засобів. У разі такого поєднання знизяться витрати на діагностичне обладнання, тому що засоби контролю токсичності відпрацьованих газів можуть дати, наприклад, і вихідну інформацію для визначення паливних показників двигуна.

Проведено обґрунтування раціонального переліку засобів контролю технічного стану ТЗ АТО ЛА ЗС України, які експлуатуються за технічним станом. Визначені засоби і методи контролю при використанні вбудованої системи контролю та окремих зовнішніх пристроїв.

Запропоновано раціональний перелік засобів контролю технічного стану транспортних засобів аеродромно-технічного обслуговування (АТО) літальних апаратів (ЛА) ЗС України, для визначення технічного стану елементів ТЗ шляхом:

- постійного контролю витрати палива;
- аналізу якості масла двигуна, що працювало;
- застосування методу акустичної емісії.

Використання запропонованого обладнання дозволить знизити витрати на ТО і ремонт за рахунок запобігання несподіваних виходів обладнання з ладу, зменшити час знаходження в обслуговуванні, скоректувати терміни використання запчастин та матеріалів, прогнозувати позапланові технічні обслуговування, що сприятиме підвищенню ефективності ТО ТЗ АТО ЛА ЗС України.

**Література:** 1. Патент Устройство для определения качества нефтепродуктов. Режим доступа до сайту: <http://www.findpatent.ru/byauthors/282153/> 2. Пат. 2457461 Российская Федерация, МПК G01N 9/10 (2006.01). Способ и устройство для измерения плотности жидкости [Текст] / Р. Г. Нигматуллин, В.Р.Нигматуллин, И.Р.Нигматуллин, И.М.Нигматуллин, Д.М. Костенков, С.С.Пелецкий, Хафизова А.Г. Заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Химмотолог".– №2011107024/28; заявл. 24.02.2011; опубл. 27.07.2012. 3. Методы диагностики машин по анализу работающего масла (В помощь владельцу маслотестера). Сайт ООО «Химмотолог» – Режим доступа до сайту: \ <http://himmotolog.ru>. 4. Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC: Пер. с англ. / под. ред. У.Д. Томпкинса. – М.: Изд-во Мир, 1992. – 592 с. 5. Говорущенко Н.Я. Алгоритм оцінки паливної економічності транспортних машин за питомими показниками / Н.Я. Говорущенко, С.І. Кривошапов // Дев'ята науково-технічна конференція з міжнародною участю "Транспорт, екологія – стійкий розвиток" (15-17 травень 2003). – Болгарія, Варна: Технічний університет, 2003. – С. 188-194. 6. Filonenko S.F. Research of influence of thermal resistance of elements of trybosystem on wearproofness of friction units / Filonenko S.F. Stadnichenko V.N. Troshin O.N // Proceeding of the forth world congress "Aviation in the XXI-st century" "Safety in aviation and space technology, NAU, 2010, Volume 1. – P. 12.1-12.4.

УДК 629.33:621.39:004.8

**СОЦИАЛИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЯ: БИОИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ  
ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ  
АЛГОРИТМОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ****Никонов О.Я., д.т.н., проф., каф. компьютерных технологий и  
мехатроники, ХНАДУ****Клевцов В.И., Шевченко В.В., Ше Н.А., студенты группы МКН-41,  
ХНАДУ**

**Постановка проблемы.** Стремительный прогресс в информационно-коммуникационных технологиях создает для автомобилестроения практически неограниченные перспективы. И здесь важен как никогда системный подход, осознанный курс на социализацию автомобиля. Существующие отдельные решения информационного обеспечения автомобильного транспорта нуждаются в обобщении, стандартизации и унификации, определении новых специальных требований к созданию компьютерных вычислительных систем и сетей на транспорте. Поэтому, необходимой и актуальной является разработка современного высокоэффективного «разумного» бортового информационно-коммуникационного комплекса для наземных транспортных средств [1-6].

**Формулировка цели.** Целью работы является разработка бортового информационно-коммуникационного комплекса для наземных транспортных средств, в рамках концепции социализации автомобиля, что позволит повысить ритмичность, оперативность, управляемость и прогнозируемость работы наземного транспортного комплекса.

**Разработка автомобильного бортового информационно-коммуникационного комплекса.** Американская национальная администрация по безопасности на дорогах проводит экспериментальные исследования объединения автомобилей способных «общаться» друг с другом без участия водителей в одну «социальную сеть». Программа The Safety Pilot основана на уже хорошо знакомых технологиях – GPS и беспроводной связи WiFi. Принцип следующий: каждый автомобиль, оснащённый системой Vehicle-2-Vehicle, передает данные о своём местоположении, направлении и скорости и получает такую же информацию от соседей по трассе. Дальше компьютер моментально анализирует данные и принимает решение – либо сообщить об опасности водителю, либо – в случае экстренной ситуации – самому принять меры в виде, например, экстренного торможения. Собственно, на некоторых марках современных машин некоторые элементы такой активной безопасности существуют уже несколько лет. Однако главным преимуществом разработчики называют именно массовость. К примеру, водитель засыпает за рулём и выезжает на полосу встречного движения перед закрытым поворотом. Водитель, который едет навстречу, ни при каких условиях не догадается, что за несколько метров на него лоб в лоб мчится машина. А компьютер уже будет знать об этом, и время на реакцию как с одной, так и с другой стороны увеличится в десятки раз. Кроме этого,



«социализированные» машины смогут сами регулировать скорость потока, что в идеале позволит избавиться от пробок. Поскольку общепризнанным является тот факт, что большинство заторов происходит из-за того, что машины движутся в потоке с разной скоростью. Из-за этого, если кто-то начинает тормозить, следом тормозит весь ряд и потом также рывками разгоняется. Движение с одинаковой, пусть и медленной, скоростью, по словам экспертов, обеспечит равномерность потока машин.



Рис. 1. Пример структурной схемы бортового информационно-коммуникационного комплекса на основе биоинтеллектуальной информационно-управляющей системы

На основе работ [1-6], можно предложить следующую структуру бортового информационно-коммуникационного комплекса на основе биоинтеллектуальной информационно-управляющей системы с использованием гибридной искусственной нейроразности сети (ГИНФС) (рис. 1). Информационно-коммуникационный комплекс имеет модульную структуру. К нему можно подключать различные виды датчиков, как с аналоговым интерфейсом, так и цифровые.

**Выводы.** В настоящее время теория и практика машинного обучения переживают настоящую «глубинную революцию», вызванную успешным применением методов Deep Learning (глубокого обучения), представляющие собой третье поколение ГИНФС. В отличие от классических (второго поколения) ГИНФС 80-90-х годов прошлого века, новые парадигмы обучения позволили избежать многих проблем, которые сдерживали распространение и успешное применения традиционных ГИНФС. ГИНФС, обученные с помощью алгоритмов глубокого обучения, не просто превзошли по точности лучшие альтернативные подходы, но и в ряде задач проявили зачатки понимания смысла информации, представляемой (например, при распознавании изображений, анализе текстовой информации и т.д.).

Публикация содержит результаты исследований, проведенных при грантовой поддержке Государственного фонда фундаментальных исследований Украины по конкурсному проекту №Ф62/106-2015 от 30 октября 2015г. «Разработка и внедрение новейших информационно-коммуникационных технологий для мехатронных и навигационных систем бронированных колесных и гусеничных машин».

**Литература:** 1. Алексієв В.О. Мехатроніка, телематика, синергетика у транспортних додатках / В.О. Алексієв, О.П. Алексієв, О.Я. Ніконов – Харків: ХНАДУ, 2012. – 212 с. 2. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика / О.В. Бажинов, О.П. Смирнов, С.А. Серіков, В.Я. Двадненко. – Харків: ХНАДУ, 2011. – 236 с. 3. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем / В.П. Волков, Ю.В. Волков, В.П. Матейчик, О.Я. Никонов. – Донецк: Издательство Ноулидж, 2013. – 398 с. 4. Телематика на автомобильном транспорте / [Власов В.М., Жанказиев С.В., Николаев А.Б. и др.]. – М.: МАДИ (ГТУ), 2003. – 173 с. 5. Никонов О.Я. Роботизированные автомобили: современные технологии и перспективы развития / О.Я. Никонов, Т.О. Полосухина // Автомобиль и Электроника. Современные технологии. – Харьков: ХНАДУ, 2013. – № 5. – С. 38-42. 6. Никонов О.Я. Анализ современных бортовых информационно-управляющих систем беспилотного автомобиля / О.Я. Никонов, Т.О. Полосухина // Автомобиль и Электроника. Современные технологии. – Харьков: ХНАДУ, 2015. – № 7. – С. 74-80.

УДК 343.98

## **ЭКСПЕРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ АВТОМОБИЛЯ ПРИ РАЗГЕРМЕТИЗАЦИИ ЕГО КОЛЕСА С ПОМОЩЬЮ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО КОМПЛЕКСА**

**Сабадаш В.В., к.т.н., доц., Харьковский научно-исследовательский  
институт судебных экспертиз им. Н.С. Бокариуса**

**Варлахов В.А., с.н.с., Харьковский научно-исследовательский институт  
судебных экспертиз им. Н.С. Бокариуса**

**Клец Д.М., д.т.н., зав. каф. компьютерных технологий и мехатроники,  
ХНАДУ,**

**Болдовский В.Н., к.т.н., доц., Национальный аэрокосмический  
университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»**

**Постановка проблемы.** При исследовании механизма дорожно-транспортного происшествия (ДТП), который связан с уводом одного из транспортных средств (ТС) на стадии сближения до момента столкновения, перед экспертами возникает проблема проверки заданных в постановлении следователем (судом) исходных данных, характеризующих характер движения ТС на данной стадии. Указанная проблема может возникать в случае, если сближение ТС связано с движением одного из них после повреждения шины в результате прокола, пробоя, разреза, разрыва или пневматического взрыва. Для проверки показаний участников и свидетелей ДТП, а также заданных в постановлении о назначении экспертизы данных, эксперт должен иметь сведения о величине бокового увода в зависимости от скорости ТС и скорости падения давления в шине. Проблема, возникающая при определении механизма сближения транспортных средств после

повреждения шины одного из его колес, может быть решена путем экспериментального исследования параметров движения ТС, а именно, радиуса поворота и бокового смещения при различных значениях динамического радиуса поврежденного колеса и давления воздуха в шине.

Устойчивость движения автомобиля, в числе многих факторов, зависит также и от соотношений динамических радиусов колес левого и правого бортов [2]. Одной из причин появления бортовой неравномерности касательных реакций на колесах различных бортов является изменение расстояния от осей вращения колес до основной поверхности, т.е. динамического радиуса. В этом случае возможны два варианта: водитель не удерживает автомобиль на прямолинейном курсе движения; при этом угловые скорости левого и правого колес одинаковы (дифференциал ведущего моста не работает); водитель удерживает автомобиль на прямолинейном курсе; при этом линейные скорости осей левого и правого колес одинаковы.

Практика экспертного исследования шин и колес ТС показывает, что повреждения шин и колес могут иметь как эксплуатационный, так и неэксплуатационный (аварийный) характер, когда повреждения возникают в результате ДТП, непосредственно перед ДТП или после него. Согласно принятой в настоящее время терминологии в экспертной практике различают следующие виды повреждений шин: прокол, пробой, разрез, разрыв и пневматический взрыв [1]. Первым общим характерным признаком неэксплуатационных (аварийных) повреждений шин может служить действие значительной по величине ударной силы, которая вызывает кроме повреждения шины различные повреждения частей и деталей колеса и прилегающих к нему частей (крыльев, рычагов, тяг и т.д.). Вторым общим характерным признаком неэксплуатационного повреждения шин является направление действия силы разрушения, которая не совпадает с плоскостью вращения колеса в процессе эксплуатации транспортного средства [1]. Решение вопроса оценки параметров движения при разгерметизации шины транспортного средства составляет основу расследования и судебного рассмотрения дел о ДТП.

**Целью исследования** является экспериментальное определение параметров движения транспортного средства при разгерметизации его колеса. Для достижения указанной цели необходимо экспериментально определить параметры движения автомобиля при разгерметизации его колеса.

**Основной материал.** С целью выполнения программы и методики эксперимента были использованы следующие материально-технические средства: автомобиль Skoda Fabia; рулетка измерительная металлическая Р50УЗК ДСТУ 4179-2003; комплект шин NokianW 185/65 R14 86TM+S; фотокамера Nikon D5000; секундомер с допустимой погрешностью измерения 0,2 с; манометр автомобильный ГОСТ 1701-75; компрессор автомобильный Miol 81-115; доска 1000×120×20 мм для крепления штырей; острые штыри Ø3,5-16 мм.

Для регистрации данных во время проведения эксперимента был использован разработанный в ХНАДУ мобильный регистрационно-измерительный комплекс (МРИК) [3], который предназначен для измерения ускорений, замедлений и скорости автомобиля во время движения в различных условиях эксплуатации. Погрешность значений ускорений, полученных с помощью МРИК, составляет не более 4%.

Масса автомобиля, который принимал участие в эксперименте, определялась по данным, указанным в эксплуатационно-технической документации к ТС с учетом массы водителя, наличия горюче-смазочных материалов и аппаратуры. Продольные уклоны не более 0,05 %, поперечные уклоны не более 1 %. Движение ТС во время измерений проводилось согласно программе и методике эксперимента. В процессе движения регистрировались следующие параметры: коды аналого-цифрового преобразователя (АЦП) по оси ОХ (для перевода в продольные ускорения); коды АЦП по оси ОУ (для перевода в боковые ускорения); коды АЦП по оси ОZ (для перевода в вертикальные ускорения); время  $t$  и скорость  $V$  движения автомобиля.

**Выводы.** Экспериментальные исследования параметров движения автомобиля при разгерметизации его колеса в дорожных условиях показали, что статический радиус шины изменяется в зависимости от избыточного давления воздуха по экспоненциальному закону. При движении автомобиля Skoda Fabia со спущенной шиной управляемого колеса в продольном направлении на расстояние 120 м, отклонение от прямолинейной траектории составляет до 18 м в зависимости от давления воздуха в шине. Радиус поворота автомобиля в данном случае составляет 491 м. При движении автомобиля Skoda Fabia с проколотой шиной (отверстие Ø 3,5 мм) управляемого колеса в продольном направлении на расстояние 85 м со скоростью  $V_a = 10$  км/ч, отклонение от заданной водителем траектории составляет 5,82 м, а с пробитой шиной (отверстие Ø 12 мм) отклонение составляет 12,41 м. Проведенные исследования позволяют специалистам с достаточной точностью определить параметры траектории транспортных средств при движении с разгерметизированным колесом, что в дальнейшем позволит эксперту-автотехнику провести соответствующую техническую оценку действий водителя и решить вопрос его технической возможности предупреждения ДТП.

**Литература:** 1. Аджиев Р.И. Справочные данные о нормативных и технических параметрах шин и колес. Типовые виды повреждений шин / Р.И. Аджиев, В.Г. Григорян, С.И. Печеневский. – М.: Теория и практика судебной экспертизы. – 2008. – №1 (9). – с. 62-78. 2. Клец Д. М. Вплив експлуатаційних факторів та технічного стану автомобіля на його стійкість проти заносу : автореф. дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» / Д. М. Клец. — Харків, 2009. — 20 с. 3. Пат. 51031 Україна, МПК G01P 3/00 25.06.2010. Система для визначення параметрів руху автотранспортних засобів при динамічних (кваліметричних) випробуваннях / Подри-гало М. А., Коробко А.И., Клец Д. М., Файст В.Л.; заявник та патентовласник Харківський нац. автом.-дорожн. університет. - № у 2010 01136; заявл. 04.02.10 ; опубл. 25.06.10, Бюл. № 12.

UDC 629.33:004.8

## **TECHNOLOGIES D'INFORMATION ET DE COMMUNICATIONS POUR VÉHICULES ET SYSTÈMES DE TRANSPORT INTELLIGENTS**

**Senouci S.M., professeur des universités, Université de Bourgogne, France**

**Mehar S., doctorante, Université de Bourgogne, France**

**Nikonov O.J., docteur en sciences techniques, professeur, Université nationale des Ponts et Chaussées de Kharkiv, Ukraine**

**Shulyakov V.M., doctorante, Université nationale des Ponts et Chaussées de Kharkiv, Ukraine**

**Problème.** Dans ce projet, on prévoit une recherche pour améliorer la collecte et le traitement d'informations (plus spécifiquement sur l'état du trafic) et la transmission vers un portail Internet ainsi que la collecte et le traitement d'informations sur l'état du véhicule au sein du véhicule lui-même. Ceci pour dans un objectif d'améliorer les conditions de circulation des véhicules [1-8].

**Le but de l'étude.** L'objectif du projet est de donner de l'assurance au rythme et à la vitesse que prend le secteur des transports en essayant de l'optimiser grâce aux technologies d'information et de communication (TIC). C'est ce qu'on appelé communément les systèmes de transport intelligents (STI) (en anglais Intelligent Transportation Systems (ITS)). On les dit "Intelligents" parce que leur développement repose sur des fonctions généralement associées à l'intelligence : capacités sensorielles, mémoire, communication, traitement de l'information et comportement adaptatif.

**Technologies d'information et de communications pour véhicules et systèmes de transport intelligents.** Les STI désignent les applications des TIC au domaine des transports. Ils reposent sur des fonctions généralement associées à l'intelligence comme les capacités sensorielles, mémoire, communication, traitement de l'information et comportement adaptatif. On trouve les STI dans plusieurs champs d'activité: dans l'optimisation de l'utilisation des infrastructures de transport, dans l'amélioration de la sécurité (notamment de la sécurité routière) et de la sûreté ainsi que dans le développement des services.

L'utilisation des STI s'intègre aussi dans un contexte de développement durable: ces nouveaux systèmes concourent à la maîtrise de la mobilité en favorisant entre autres le report de la voiture vers des modes plus respectueux de l'environnement. Ils font l'objet d'une compétition économique serrée au niveau mondial.

Dans ce projet, on prévoit une recherche pour améliorer la collecte et le traitement d'informations à deux niveaux : (i) collecter et traiter les informations sur l'état du trafic en utilisant des communications inter véhicules et la transmission vers un portail Internet (service Info trafic par exemple), ainsi que (ii) collecter et traiter les informations sur l'état du véhicule (service d'éco-driving par exemple).

Pour la communication avec le portail de transport, il sera nécessaire de faire la sélection et l'analyse des différentes possibilités existantes (3G/4G, WiMAX, Wifi).

Collecter et communiquer les informations issues du véhicule représentent les objectifs innovants de ce projet qui propose de concevoir et tester le contrôleur numérique embarqué qui aura des interfaces de communications avec l'extérieur. Ce contrôleur pourra être intégré au véhicule ou en première ou en seconde monte.

Cette nouvelle collaboration a beaucoup d'avantages pour le laboratoire DRIVE ainsi que l'université de Bourgogne qui sont listés ci-après:

- Renforcer ses liens avec les universités et organismes scientifiques étrangers travaillant sur des thématiques similaires ou complémentaires;
- Avoir des thésards en collaboration et/ou en cotutelle;
- Avoir des publications communes;
- La possibilité d'accueillir des étudiants dans le cadre du Master international de l'université de Bourgogne AESM (Automotive Engineering and Sustainable Mobility);

Faire connaître la qualité de la recherche du laboratoire DRIVE et des enseignements de l'UB aux étudiants de l'Ukraine.

Dans ce projet, on prévoit une recherche pour améliorer la collecte et le traitement d'informations à deux niveaux : (i) collecter et traiter les informations sur l'état du trafic en utilisant des communications inter véhicules et la transmission vers un portail Internet, ainsi que (ii) collecter et traiter les informations sur l'état du véhicule. Des implémentations et expérimentations réelles seront faites. Ces différents travaux seront ensuite disséminés au travers de publications scientifiques communes.

Le consortium a été choisi de manière adéquate de telle sorte à obtenir une complémentarité de compétences et couvrir l'ensemble des problématiques traitées par le projet. L'université de Bourgogne a des compétences dans les domaines de réseaux de véhicules, la communication entre véhicules et véhicule à infrastructure. L'université de Kharkiv possède des compétences en électronique embarquée et systèmes et processus de contrôle des véhicules. Ainsi, le projet regroupe toutes compétences scientifiques qui permettent de répondre aux différentes problématiques techniques visées par le projet.

**Résultats.** Les partenaires du projet porteront et défendront ces innovations technologiques par l'intermédiaire de publications dans des conférences et journaux spécialisés, de dépôts de brevets et de participations au niveau des organismes de normalisation. Les organismes auxquels nous comptons participer activement sont : l'ISO (CALM), ETSI ITS et le consortium Car-2-Car. Il est à noter que les personnes impliquées dans le projet suivent d'ores et déjà à la plupart de ces groupes de standardisation.

La formation par la recherche à l'université de Kharkiv, c'est d'abord un transfert de connaissances et de savoir-faire dans lequel l'université met tout en œuvre pour que le doctorant réalise la meilleure thèse possible. L'université tient à renforcer ses liens avec les universités et organismes scientifiques étrangers.

Ces collaborations sont fondamentales dans la mesure où elles concourent à renforcer les activités de recherches de ses laboratoires. Par ailleurs, il est prévu dans cette collaboration d'avoir des thèses en collaboration et/ou en cotutelle avec

l'Université de Bourgogne. Les thèses donneront tout d'abord lieu à des publications communes et seront ensuite soutenues devant un jury international composé de membres des deux universités en autres.

**Literature:** 1. **M. Cherif**, SM. Senouci, B. Ducourthial, Efficient Data Dissemination in Cooperative Vehicular Networks, Wireless Communications and Mobile Computing Journal (Wiley), DOI: 10.1002/wcm.1171, August, 2011. 2. **G.M.T. Abdalla**, M.A. Abu-Rgheff, SM. Senouci, Joint Channel Tracking and ICI Equalisation for VBLAST-OFDM in VANET, IET Intelligent Transport Systems Journal, vol.3, iss.4, pp. 409-418, 2009. 3. M. Jrbi, SM. Senouci, T.M. Rasheed, Y. Ghamri-Doudane, Towards Efficient Geographic Routing in Urban Vehicular Networks, IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 58, Issue 9, pp. 5048–5059, November 2009. 4. **G. Abdalla**, M. Ali Abu-Rgheff, SM. Senouci, A Channel Update Algorithm for VBLAST Architecture in Vehicular Ad-hoc Networks, IEEE Vehicular Technology Magazine, Vol. 4, Issue. 1, pp. 71-77, March 2009. 5. **O. Nikonov**, Synthèse paramétrique du sous-système de l'information et de contrôle des servocommandes électro-hydrauliques des véhicules polyvalents. – Revue “NTU “KHPI””. - Kharkiv: NTU “KHPI”, 2011. - № 23. - p. 49-54. 6. **O. Nikonov**, V. Shulyakov, Les systèmes de gestion des informations télématique du véhicule intégré. Revue “Le transport routier”. – Kharkiv, KNAHU, 2010, Vol. 27. – p. 83-87. 7. **O. Nikonov**, V. Shulyakov, Elaboration des systèmes de gestion des informations du véhicule sur la base de nouvelles technologies de l'information, Revue “Radioélectronique et informatique”. – Kharkiv, KTURE, 2010. - № 3. - p. 63-67. 8. **O. Nikonov**, Construction d'une architecture d'un système d'information active des véhicules intelligents polyvalents. – Revue “NTU “KHPI””, - Kharkiv: NTU “KHPI”, 2010, № 38, p. 20-25.

УДК 629.331; 621.01

## **ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ ПРИМЕНЯЕМЫХ В ТРАНСПОРТНЫХ МАШИНАХ**

**Наглюк М.И., к.т.н., ассистент, каф. технической эксплуатации и  
сервиса автомобилей, ХНАДУ**

**Постановка проблемы.** В настоящее время ещё не достаточно разработано высокоэффективных приборов и устройств контроля качества применяемых масел и жидкостей при эксплуатации транспортных машин. Разработка средств бортовой диагностики является весьма актуальной задачей, которая для своего решения требует проведения достаточно обширных исследований и накопления значительного массива статистических данных о закономерностях изменения выбранного диагностического параметра от срока эксплуатации транспортных машин.

**Цель исследования** – разработка прибора и получение результатов изменения электропроводности антифризов при эксплуатации автомобилей.

**Основной материал.** Автомобильная электроника за последнее время совершила качественный скачок в своем развитии. Количество электронных систем достигло значительного уровня и в транспортной машине уже сложно найти агрегат, куда бы ни подходили провода с датчиками для диагностики, контроля или управления. Современный автомобиль — это сочетание новейших технологий в машиностроении и электронике, в котором важнейшую роль занимает электронная часть[1]. Исследования показывают,

что механические узлы и агрегаты автомобилей улучшаются преимущественно качественно (увеличиваются удельная мощность, эффективность, надежность, снижается масса и расход топлива), а электронные системы развиваются, как правило, количественно, занимая все новые области применения. Электроника особенно глубоко проникает в различные части системы управления [2], тем самым подтверждает свою важнейшую роль в современных автомобилях. Заменяя существовавшие в ранних транспортных машинах механические и гидравлические части, добавляя новые узлы диагностики и контроля, она делает современные машины более интеллектуальными, надежными, безопасными и комфортными.

Внедрение автомобильной электроники в систему управления двигателем и трансмиссией обеспечивает оптимальную работу двигателя за счет регулировки впрыска топлива, угла опережения зажигания, частоты вращения коленчатого вала при работе на холостом ходу.

Электронные системы управления подвеской, колесами, тормозами, улучшает управляемость, курсовую устойчивость и комфортабельность автомобиля [3]. Все более популярными становятся электронные системы для отображения информации. Визуальные индикаторы [4] показывают цифровые значения большого количества параметров: скорость движения, частота вращения коленчатого вала, количество топлива, время поездки, температура, давление. Широко используются текстовые сообщения, отображение схематического характера (например, автомобиль в плане с указанием неисправного узла). Получили распространение синтезаторы речи, вырабатывающие речевые сообщения, например, об открытой двери, о необходимости пристегнуть ремни безопасности, превышения допустимой температуры охлаждающей жидкости.

Прибор представляет собой электронное устройство, на передней панели которого расположены клавиатура для управления режимами работы прибора, жидкокристаллический графический дисплей для отображения выводимой информации, контакты для подключения измерительных ячеек и светодиодные индикаторы, показывающие, в каком режиме прибор находится [5].

Измеряемые данные отображаются на графическом жидкокристаллическом дисплее.

Имеется возможность произвести запись показаний на SD/MMC карточку с последующим воспроизведением записи на дисплее в цифровом либо графическом виде. При необходимости, данные, записанные на карточку, можно считать в компьютере и провести их детальный анализ.

Прибор имеет следующие режимы работы:

- режим прямого отображения информации в цифровом виде на дисплее;
- режим записи данных на карточку памяти;
- режим воспроизведения записанных на карточку памяти данных на дисплее в графическом виде. В этом режиме особенно удобно наблюдать



отклонение от стандартных параметров, выводя данные стандартной и измеряемой ячеек одновременно;

- режим воспроизведения записанных на карточку памяти данных на дисплее в цифровом виде;

- также имеется возможность установить необходимую длительность записи на карточку памяти.

В основе прибора лежит микроконтроллер среднего класса фирмы «Microchip» PIC18F452, в котором имеется достаточное количество входов аналого-цифрового преобразования. Сам модуль аналого-цифрового преобразователя имеет 10 разрядов. Это даёт возможность получать цифровые данные в диапазоне от 0 до 1023, чего вполне достаточно для реализации поставленных задач. Преимущество данного прибора также заключается в возможности не только в статике измерять параметры охлаждающей жидкости, но также видеть в динамике, в течение определённого промежутка времени, их изменение, что немаловажно при изучении свойств той или иной жидкости.

При исследовании электропроводности одиннадцати не работавших антифризов и тосолов, встречающихся на рынке Украины, было отмечено, что минимальное значение электропроводности имеет тосол «NORD» -  $1,28 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ , а максимальное  $5,08 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$  у антифриза «ХАДО G12», что свидетельствует о различной основе и пакете присадок используемых для приготовления этих жидкостей. Исследования электропроводности охлаждающих жидкостей, которые проработали в системе охлаждения двигателей разных легковых автомобилей около двух лет, показали, что она тоже изменяется, как в сторону увеличения, так и уменьшения. Значения электропроводимости тосола А-40М "ВАМП" увеличилось с  $3,44 \cdot 10^{-6}$  до  $5,45 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ , а у антифриза "ХТД" уменьшилось с  $2,96 \cdot 10^{-6}$  до  $2,08 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ . Это связано с тем, что происходит окисление основы жидкости и срабатывание антикоррозионных присадок, а при оттаивании в них наблюдалось образование осадка. Определяя электропроводность чистых антифризов, было установлено, что она изменяется от  $5,58 \cdot 10^{-5}$  (автомобиль ЗАЗ-1103) до  $8,7 \cdot 10^{-5} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$  (автомобиль ВАЗ-2115). А по мере увеличения наработки и количества израсходованного топлива ведет себя по-разному. У автомобилей Hyundai Accent, ЗАЗ-1103, Hyundai i30 наблюдается увеличение электропроводности. В автомобилях ВАЗ-21104, ВАЗ-2107 прослеживается некоторое снижение, а затем увеличение электропроводности антифризов. Это свидетельствует о том, что замену антифриза необходимо производить индивидуально по конкретному автомобилю с учетом конструктивных особенностей, качества применяемого антифриза, наработки и количества израсходованного топлива.

**Выводы.** Для определения фактического состояния охлаждающей жидкости и ее замены, необходимо производить периодический контроль их качества и электропроводности с помощью разработанного прибора. Электропроводность современных не работавших антифризов зависит как от

природи базовой основы антифриза, так и от пакета вводимых присадок и изменения могут составлять до 46%.

**Литература:** 1. Компоненты FreescaleSemiconductor для автомобильной электроники [Электронный ресурс] / Д. Панфилов, И.Чепурин, А. Архипов, М. Соколов // Электронные компоненты – 2004. – №8. – С.10. – Режим доступа к журн.: <http://www.freescale.com/files/abstract/global/Automotive.pdf>. 2. Микроконтроллеры в электронных модулях управления автомобиля [Электронный ресурс] / У.Фитцджеральд, Г. Робинсон, компания MicrochipTechnologyInc. // Электронные компоненты – 2007. – №5. – С.59. – Режим доступа к журн.: <http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/2192/doc/2318/>. 3. Соснин Д.А. Новейшие автомобильные электронные системы. / Д.Соснин, Д.Яковлев. – М.: СОЛОН - Пресс, 2005. – 240с. – (Учебное пособие для специалистов по ремонту автомобилей, студентов и преподавателей вузов и колледжей). 4. Выбор контроллера для автомобильных бортовых компьютеров[Электронный ресурс] / К.Николаев // Электронные компоненты – 2007. – №5. – С.3. – Режим доступа к журн.: <http://www.eltech.spb.ru/pdf/344.pdf>. 5. Наглюк М.І. Прилад для вивчення, вимірювання, контролю та реєстрації електропровідності рідин, що застосовуються в автомобілі / М.І. Наглюк, В.В. Федченко // Автошляховик України. – 2013. – № 1. – С. 20–22.

УДК 004

## **РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКА НА БАЗІ ОС ANDROID ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

**Клец Д.М., д.т.н., проф., каф. комп'ютерних технологій і мехатроніки (КТМ), ХНАДУ**

**Хабаров В.О., к.т.н., с.н.с., каф. КТМ, ХНАДУ**

**Перов В.О., студент ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** При виникненні несправності транспортного засобу (ТЗ) водій змушений звертатися до дилерських центрів або станцій технічного обслуговування з метою діагностування та ремонту ТЗ. Кожна процедура займає багато часу та коштів на вирішення цієї проблеми. Тому на даний момент гостро стоїть проблема портативного діагностування ТЗ без допомоги спеціальних приладів та залучення спеціалістів.

**Мета дослідження:** розробити концепцію портативного діагностичного приладу на базі мобільної платформи з метою діагностування та оцінки динамічних властивостей ТЗ у дорожніх умовах.

**Основний матеріал.** Для розробки мобільного додатку застосовано ОС Android. Це пов'язано з тим, що переважна більшість смартфонів працює на базі ОС Android. Розробка під цю платформу є безкоштовною, також є можливість розробляти на усіх ОС (Windows, Linux та ін.). На даний момент усі смартфони оснащені сучасними давачами. Давачі ОС Android діляться на три категорії: руху, положення і навколишнього середовища. Найбільш поширені типи давачів це: акселерометр, гіроскоп, давач освітлення, магнітних полів, барометр, давач температури навколишнього середовища, вимірювач відносної вологості. При реалізації розроблюваної концепції використані такі давачі, як акселерометр, гіроскоп, GPS. За допомогою цих давачів визначається положення телефону в просторі, а саме кути нахилу апарату у всіх трьох площинах (XY, YZ, ZX).

Для зняття показань з акселерометру використовується такі функції: `Android.hardware.SensorManager` – клас, що забезпечує доступ до внутрішніх датчиків платформи `Android`; `Android.hardware.SensorListener` – використовується для введення значень датчиків у міру їх зміни в режимі реального часу. Для фільтрації отриманих даних з датчиків використовується фільтр Баттерворта.

**Висновок.** В результаті дослідження отримана концепція портативного діагностичного приладу на базі мобільної платформи з метою діагностування та оцінки динамічних властивостей ТЗ у дорожніх умовах.

УДК 004

## **АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ПРИ ТРАНСПОРТНОМУ ПЛАНУВАННІ**

**Ковтунов Ю.О., к.т.н., доц., каф. комп'ютерних технологій і  
мехатроніки, ХНАДУ**

**Бредун А.А., студент, ХНАДУ**

**Постановка задачі.** Значне збільшення продуктивності обчислювальних систем, і збільшення кількості обслуговуваного програмного забезпечення призвели до того, що на одному фізичному сервері почали концентрувати відразу кілька задач. Таке рішення в подальшому стало причиною прояви безлічі збоїв в роботі різних програмних продуктів, що функціонують в межах однієї операційної системи. Удосконалення програмних алгоритмів та проблеми з ефективністю використання обладнання призвели до нового етапу в області інформаційних технологій – популяризації хмарних технологій.

**Метою дослідження** є збільшення ефективності транспортного планування за допомогою хмарних обчислювань.

Перевагою використання хмарних обчислень є : балансування робочого навантаження, за рахунок якого досягається більш ефективне використання ресурсів обчислювальної системи; доступність, завдяки чому можливий доступ до інформації з будь якого міста; надійність, хмарні технології гарантують високу ступінь захищеності і збереження даних; гнучкість, легко збільшити обсяг необхідних обчислювальних ресурсів.

У результаті з допомогою хмарних обчислювань можливо збільшити розміри оброблюваної інформації та ефективність її використання при транспортному плануванні і при цьому не хвилюватися за безпеку даних.

**Література:** 1. Кудрявцев Е.М., GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 320 с. 2. Сукманов С. В. Современные технологии виртуализации [Текст] / С. В. Сукманов // Всероссийская научно-техническая конференция «Управление и информационные технологии». – Пятигорск: ДГТУ, 2014. – С. 95-100. 3. Сейдаметова З. С. Облачные сервисы в образовании [Текст] / З. С. Сейдаметова, С. Н. Сейтвелиева // Информационные технологии в образовании. – 2011. – № 9. – С. 105-111.

УДК 629.33:004.056

**АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ****Маковецкий А.В., к.т.н., доц., Национальный аэрокосмический  
университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»,****Клец Д.М., д.т.н., проф., каф. комп'ютерних технологій і мехатроніки,  
ХНАДУ****Трубилко С.С., студент, ХНАДУ**

Характеристики бортовой электроники и каналов связи большинства современных автомобилей не соответствуют минимальным требованиям к их информационной безопасности (ИБ) [1]. Уязвимости автоматизированных систем автотранспортных средств снижают их ИБ, а следовательно – эффективность эксплуатации и безопасность дорожного движения. Указанные проблемы приводят к актуальности менеджмента риска ИБ [2], а также к необходимости разработки методов механической и электронной защиты систем транспортных средств. Дорожно-транспортные происшествия (ДТП) каждый год уносят до 1,3 млн. людей, а убытки достигают миллиардов долларов [3]. Существующие методы повышения эффективности эксплуатации автотранспортных средств базируются на исследовании отдельных характеристик системы «водитель-автомобиль-дорожная среда» (ВАДС), без учета их синергетики [4]. Однако высокоэффективное использование автомобилей требует системного исследования их свойств, которые существенным образом влияют на безопасность дорожного движения. Различают активную, послеаварийную, информационную, экологическую и пассивную безопасность автомобилей. Европейская программа The European New Car Assessment Programme (Euro NCAP) [5] предлагает общую оценку безопасности новых автомобилей на основе оценки четырёх важнейших составляющих. Указанные составляющие определяются с помощью комплекса критериев, приведенных далее.

При формировании критериев оценки безопасности водителя или взрослых пассажиров согласно программе Euro NCAP рассматриваются [5]:

- уровень безопасности при столкновении со смещением с деформируемым препятствием;
- уровень безопасности при столкновениях без смещения;
- уровень безопасности при боковых столкновениях;
- уровень безопасности при столкновении со столбом;
- уровень защиты от хлыстовых травм;
- эффективность системы автономного экстренного торможения в городских условиях.

Для проверки эффективности работы оцениваются такие устройства обеспечения безопасности, как [5]:

- электронная система курсовой устойчивости;
- сигнализаторы непристегнутых ремней безопасности;
- система обеспечения рекомендованного скоростного режима;

- система автономного екстреного торможения в поездках;
- система удержания автомобиля на полосе движения.

При оценке безопасности также выполняется анализ участков обзора, закрытых от водителя; мониторинг работы системы предупреждения о превышении скоростного режима, системы помощи в восстановлении концентрации водителя, системы автоматического экстренного вызова, системы улучшения обзора и т.п. По критериям оценки бортовой электроники, наличия слабозащищенных каналов связи, опасности внешней блокировки жизненно важных систем 75 % исследуемых современных автомобилей не соответствуют минимальным требованиям к информационной безопасности [1]. Выявленные уязвимости информационных систем современных автомобилей приводят к необходимости разработки методов механической и электронной защиты транспортных средств.

С использованием комплекса критериев безопасности автомобилей определена вероятность и возможные последствия рисков при перехвате управления автомобилем. Полученные результаты могут быть использованы на этапах производства и эксплуатации автотранспортных средств с целью повышения как информационной безопасности, так и безопасности дорожного движения в целом.

**Литература:** 1. Маковецкий А. В. Анализ информационной безопасности современного автомобиля [Текст] / А. В. Маковецкий // Вісник Національного технічного університету «ХПІ»: зб. наук. праць. Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Х.: НТУ «ХПІ». – 2015 р. – № 52 (1161). – С. 137-142. 2. Information technology. Security techniques. Information security risk management (ISO/IEC 27005:2011). – [Published on 2011-06-01]. – International Organization for Standardization, 2011. – 68 p. 3. Глобальные технические правила ООН № 8 «Электронные системы контроля устойчивости» – [26 июня 2008 г.] – (ECE TRANS 180 GE.08–24699) – Офиц. изд. – Женева : ООН, 2008. – 116 с. 4. Клец Д. М. Концепція забезпечення стабільності показників стійкості та керованості автомобілів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» / Д. М. Клец. – Х., 2015. – 40 с. 5. The European New Car Assessment Programme [Electronic resource] / Brussel. – 2015. – Access mode: <http://www.euroncap.com>.

УДК 004

## **ТРАНСПОРТНИЙ СИТУАЦІЙНИЙ ЦЕНТР WEB-РІШЕНЬ КЛІЄНТ СЕРВЕРНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ПЕРЕВІЗНИМ ПРОЦЕСОМ.**

**Алексієв О.П., д.т.н., проф., каф. комп'ютерних технологій і мехатроніки  
(КТМ), ХНАДУ**

**Неронов С.М. ст. викладач каф. КТМ, ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** По мірі зростання числа партнерів, товарообігу, кількості складів або автотранспортних підприємств і відстані від них до центрального офісу вимоги, що пред'являються до систем автоматизації нагляду та управління перевізними процесами, стають все більш жорсткими, вони включають в себе єдиний формат бази даних, повноту функціональних

можливостей, необхідність отримання інформації або даних, актуальних на даний момент часу.

**Мета дослідження** – створити систему комплексної автоматизації діяльності, яка повинна забезпечити:

- повноту і коректність даних;
- гнучкість і налаштованість більшості параметрів, що відбивають специфіку діяльності конкретного підприємства;
- високу надійність і швидкодію;
- збереження інформації в базі даних і можливість її швидкого відновлення;
- можливість нарощування і модернізації системи.

Ситуаційний центр являє собою комплекс спеціально організованих робочих місць для персональної та колективної аналітичної роботи групи керівників. Основним завданням ситуаційного центру є підтримка прийняття стратегічних рішень на основі візуалізації і поглибленої аналітичної обробки оперативної інформації. Ефективність СЦ виражається в тому, що він дозволяють підключити до активної роботи по прийняттю рішення резерви образного, асоціативного мислення. Подання ситуації у вигляді образів як би "стискає" інформацію, забезпечуючи узагальнене сприйняття подій, що відбуваються [1].

У транспортній системі всі області діяльності - управління розкладами і маршрутами, управління рухом і безпекою, управління виробничими активами і ремонтами - тісно пов'язані один з одним. Це створює гарні передумови для інтелектуального підходу до автоматизації вирішення завдань автотранспортних компаній.

Ситуаційний аналітичний центр - основа оптимізації витрат і підвищення привабливості послуг. Найбільш повним чином інтелектуальний підхід к управління різними завданнями автотранспортної компанії реалізується в концепції «Ситуаційних Аналітичних Центрів»[2].

Для автотранспортних компаній посилюється ризик втрати конкурентних позицій і зниження привабливості перевезень, в тому числі, внаслідок стагнації якості послуг. Тому автотранспортні компанії повинні спрямовувати додаткові ресурси в розвиток, спрямоване на поліпшення послуг [3].

Ситуаційний аналітичний центр (САЦ) дозволяє помітно поліпшити оперативне управління подіями, а також проводити аналіз і прогнозування подій, що виникають в процесі обслуговування клієнтів і пасажирів, що підвищує якість послуг за рахунок зниження впливу «вузьких місць», неоптимального розпорядження ресурсами і ризиків діяльності, і, як наслідок, підвищує привабливість перевезень автотранспортом. Розвиток Ситуаційного аналітичного центру в автотранспортній компанії дозволить знизити її стратегічні ризики і створити основу для стійкого розвитку.

САЦ дозволяє вирішувати завдання операційного, тактичного і стратегічного рівнів:

- оперативне реагування на виникаючі ситуації на основі розуміння повного контексту даних;
- розпізнавання небажаних ситуацій і визначення оптимальних варіантів вирішення проблем;
- попередження небажаних ситуацій на основі аналізу фактів діяльності та імовірнісний прогнозуванні подій.

Функціональні можливості САЦ підрозділяються наступним чином.  
Рижим моніторинга:

- контроль відправлення і прибуття автотранспорту;
- заходи при порушенні розкладу та часу перевезення;
- оперативне реагування на ситуації;
- контроль стану автомобілів.

Режим моделювання:

- оптимізація завантаженості перевізного сотаву;
- оптимальний склад автотранспорту що перевозить вантаж та пасажирів.

Режим аналізу і прогнозування:

- формування аналітичних звітів по показниками;
- контроль економіки поїздів на основі обліку наданих послуг та витрат;
- прогнозування ситуацій на основі ризик-аналізу.

Реалізація САЦ наведена на рисунку 1.

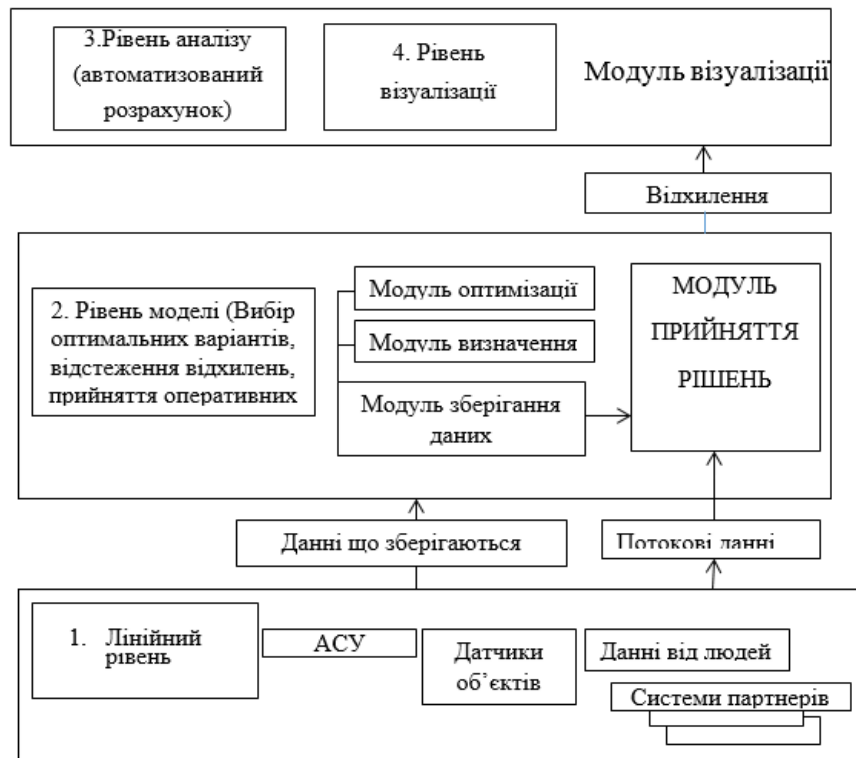


Рисунок 1 – Підхід до реалізації САЦ

Таким чином, можна виділити ряд факторів, що впливають на роботу перевізника:

- надходження нового замовлення (після планування основного пакета замовлень від клієнта);
- зміна існуючих маршрутів руху;
- видалення замовлення (наприклад, за несплату або за бажанням клієнта);
- запізнення автомобіля під навантаження-розвантаження (тут можуть бути, причини, що залежать від клієнта, від АТП, від водія так і такі які не залежать від них);
- зміни в процесах навантаження-розвантаження, які відбуваються на складах.

Як видно, щоб реально керувати процесами і мати можливість змінювати графік навантаження-розвантаження, необхідно отримувати і відправляти оперативну інформацію, тобто налагодити інформаційний потік підприємства. Такий канал повинен бути достатньо швидким (для синхронізації діяльності) і адекватним. Він є складовою частиною клієнт серверної ІТ інфраструктури, яка представлена на рисунку 2 [4].

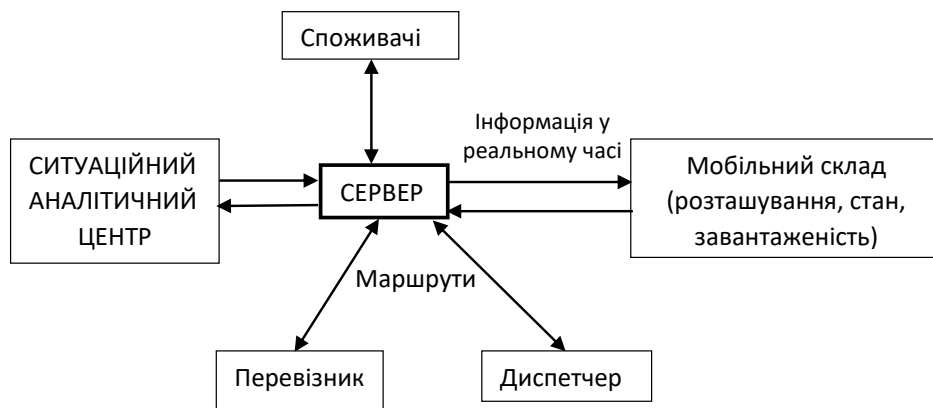


Рисунок 2 – ІТ клієнт–серверна інфраструктура

Як видно, клієнтське ПЗ (програмне забезпечення) повинно бути встановлено у споживача послуг, у перевізника, у диспетчера, на пересувному складі (автомобілі), що дозволить синхронізувати їх діяльність. Також проводиться збір оперативної інформації, при аналізі якої можна встановити реальні причини простою.

Перспективним шляхом розвитку є створення так званих сховищ даних, це дані, які будуть накопичуватися автоматично після впровадження мережевого клієнт-серверного додатку. Це дозволить накопичувати інформацію, створювати «літопис» підприємства, так званий «стратегічний ресурс», необхідний для подальшої аналітичної обробки і прийняття тактичних і стратегічних рішень. Як показують дослідження, звичайні системи автоматизації бізнесу, вже не можуть забезпечити зростання конкурентоспроможності підприємства, вони лише піднімають його на певних ний рівень. У той час як сучасні інформаційні технології, що дозволяють здійснювати побудову систем на основі використання концепцій інформаційних сховищ та інтелектуальної обробки даних, за відгуками



аналітиків, сьогодні практично не мають «верхнього стелі» в зростанні конкурентоспроможності підприємства.

**Література:** 1. Ситуаційні центри та їх історія [Електронний ресурс].-Режим доступу [http://ta.interrussoft.com/s\\_centre.html](http://ta.interrussoft.com/s_centre.html) 2. Концепція IBM Smart Railway на прикладі ситуаційного аналітичного центру[Електронний ресурс]. – Режим доступу <http://www.ibm.com/ru/events/presentations/rstl/IBM%20STC%20Innovation%20Day%20Smart%20Railways%20Alexander%20Chernov.pdf> 3. Інтелектуальні технології організації руху пасажирського транспорту міста / Туренко А.М., Богомолів В.О., Алексієв О.П., Алексієв В.О. // Автомобільні дороги та дорожнє будівництво. – Київ: УТУ. – 2004. – Вип. 4. – С. 305–311. 4. С.Н.Кондратьев О динамических графиках совместной работы автомобилей и погрузочно-разгрузочных средств [Електронний ресурс].- Режим доступу <http://eprints.kname.edu.ua/1657/1/180-183>

УДК 004.942:669.788:669.234:539.373

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ МЕМБРАНИ З ПАЛАДІЮ В ВОДНЕВИХ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТАХ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ З ВОДНЕМ**

**Любименко О.М., к. ф.-м. н., доц., каф. електричної інженерії,  
Донецький національний технічний університет, м Покровськ  
Фельдман Е.П., д.ф.-м. н., ст. н.с., Інститут фізики гірських процесів  
НАН України, м Дніпро**

**Штепа О.А., к. т. н, доц., каф. електронної техніки, Донецький  
національний технічний університет, м Покровськ**

**Постановка проблеми.** Паливно-енергетичні кризи в країні стимулюють розвиток водневої енергетики. «Водневий» транспорт вже випускається в деяких країнах серійно. На відміну від складних двигунів внутрішнього згоряння, паливні елементи складаються з декількох нерухомих частин: двох електродів і мембрани покритої платиною або паладієм. Щоб забезпечити потужність необхідну для руху автомобіля, сотні таких елементів об'єднуються в стеки паливних елементів. Проблемою автомобілів на водні залишаються системи, які б зберігали ще більше водню і були вибухобезпечними. Для досліджень проблем, що виникають при взаємодії водню з металами, служить класична система Pd-H. В умовах експлуатації, коли паладій багаторазово піддається водневого впливу, і якщо водневі концентраційні напруги [1], які виникають, не перевищують межі пропорційності металу, то в цій системі має місце зворотнє формозмінення мембрани, тобто явище водневопружності.

**Мета дослідження** – визначення експериментальних закономірностей формозмінення паладієвої мембрани під впливом водню та їх математичний опис.

**Основний матеріал.** Матеріалом для дослідження є паладієва мембрана, товщиною  $h$  та довжиною  $l$ , яку при насиченні воднем умовно можна поділити на два шари, шар, що наситився воднем та шар що насичується воднем. При відносно невеликій концентрації ( $C$ ) водню в паладії, вимірюваної як відношення числа атомів водню до числа атомів

паладію, можна вважати, що подовження ( $\varepsilon$ ) пропорційно концентрації. Результати експериментів [2] показують, що справедлива емпірична форма зв'язку подовження вільної паладієвої пластини з концентрацією водню в паладій

$$\alpha \cdot C = \varepsilon_c = 0.0068 \cdot C, \quad 0 \leq C \leq 1. \quad (1)$$

Формула (1) справедлива для однорідної концентрації водню. Якщо ж концентрація неоднорідна, то деформації напруження мембрані перерозподіляється, а характер перерозподілу залежить від умов закріплення зразка.

У простій моделі регулярного твердого розчину впровадження з використанням наближення середнього поля і взаємодії найближчих сусідів одномірне рівняння дифузії має такий вигляд:

$$\frac{dc(x,t)}{dt} = D_{\text{eff}}(c) \frac{d^2c(x,t)}{dx^2}, \quad 0 \leq x \leq h \text{ и } 0 \leq t \leq h \quad (2)$$

$$\text{где } D_{\text{eff}} = D_0 \left[ 1 - \frac{4T_c}{T} c (1-c) \right] \quad (3)$$

$T_c$  – критична температура для водню в паладій,

$D_0 = M \cdot T$ ,  $M$  – рухливість атомів водню, яка не залежить від концентрації.

Гранична умова на нижній (відкритій) стороні пластини, полягає в тому, що щільність потоку атомарного водню через цей кордон пропорційна різниці на межі, оскільки в рівновазі ця різниця дорівнює нулю (закон Сівертса), тоді граничні умови на поверхні  $x = 0$ :

$$J(o,t) = - D_{\text{eff}} \frac{dc(x,t)}{dx} \Big|_{x=0} = \gamma [C_e(P,T) - C(o,t)] \quad (4)$$

де  $\gamma$  – кінетичний коефіцієнт розмірності швидкості.

Верхня сторона пластини заблокована, через неї водень не проходить. Тому при  $x = H$  маємо:

$$\frac{dc(x,t)}{dx} \Big|_{x=h} = 0 \quad (5)$$

приходимо до інтегро-диференціальних рівнянь для середньої концентрації  $C_m(t)$ :

$$C_m(t) = \sqrt{p} \int_0^t \frac{C_e - \frac{dC_m(\tau)}{d\tau} - C_m(\tau)}{\sqrt{t-\tau}} d\tau \quad (6)$$

Після знаходження  $C_m(t)$  знаходимо концентрацію на поверхні  $C_s(t)$  і далі, різниця концентрацій  $C_s(t) - C_m(t)$ . З (6) видно, що на всіх часах концентрація  $C_m(t)$  пропорційна рівноважній концентрації водню в паладій  $C_e(P,T)$ .

Заздалегідь з фізичних міркувань, можна сказати, що це різниця позитивна для будь-якого моменту часу. Отримаємо:

$$C_e - \frac{a}{\sqrt{t}} = \sqrt{p} \int_0^t \frac{\frac{a}{\sqrt{\tau}} - \frac{a}{2\tau\sqrt{\tau}}}{\sqrt{t-\tau}} d\tau \quad (7)$$

де  $a$  – це константа;

$p$  – основний параметр задачі:

$$p \equiv \frac{t_s}{t_\alpha} \equiv \frac{D_{eff}}{\pi \gamma h} \quad (8)$$

Визначимо, тривалість процесу насичення мембрани воднем. Ясно, що, коли середня концентрація водню  $C_m$  близька до рівноважної, процес близький до завершення тобто при  $pt \geq 1$ , коли

$$C_m(t) \approx C_e - \frac{a}{\sqrt{t}} \quad (9)$$

Час процесу насичення і вигину мембрани визначається більшим з двох часів -  $t_d$  (дифузійний час) або  $t_s$  (час проникнення через межу) при загальній тривалість процесу  $t_{e,п}$ . Тоді різниця  $C_s(t) - C_m(t)$ , пропорційна експериментально спостерігаємій стрілі вигину  $y$ , згідно [2] наростає швидко з «нескінченною» швидкістю, а на великих часах убиває за законом зворотного кореня.

У свою чергу, знання цих величин дозволяє визначити радіус кривизни мембрани

$$R = \frac{h}{2\alpha(C_s - C_m)} \quad (10)$$

і стрілу її вигину «у», тому маємо:

$$y = 2R \sin^2 \frac{l}{2R} \approx \frac{l^2}{2R} = \frac{\alpha(C_s - C_m) l^2}{h} \quad (11)$$

Ці викладки цілком відповідають нашим експериментальним даними, коли стріла - вигину спочатку швидко збільшується, а потім уповільнено зменшується майже до нуля рис. 1

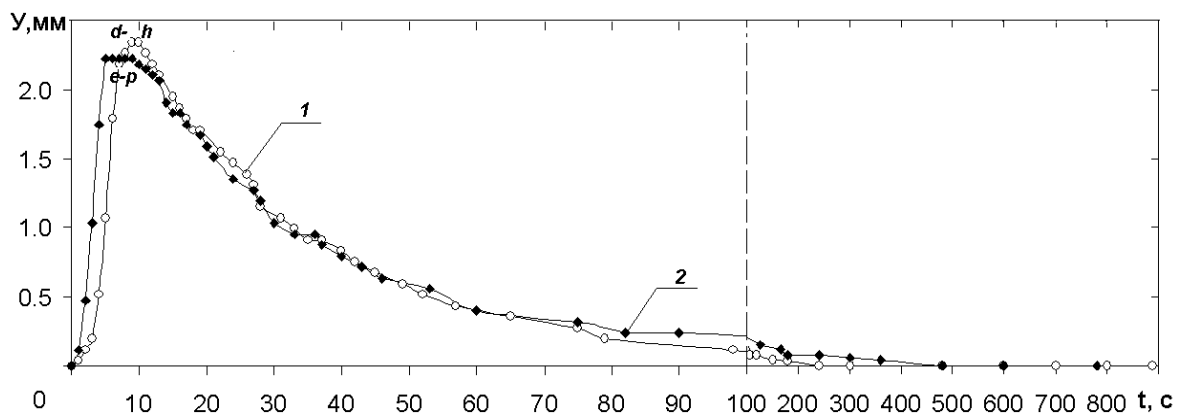


Рис. 1 – Часова залежність формозмінення мембрани при збільшенні концентрації водню на  $\Delta n = 0,007 \text{ Н} / \text{Pd}$  при насиченні зразка:  $\alpha\text{-PdH}_{0,0077}$  (крива 1) та зразка  $\alpha\text{-PdH}_{0,0147}$  (крива 2).

Відповідно до поставленого завдання вплив початково розчиненого водню на формозміна палладієвої мембрани було вивчено при температурі  $240^\circ\text{C}$ . На рис.1 представлена характерна часова залежність формозміни пластини. За описаною методикою [3] насичували сплав  $\alpha\text{-PdH}_{0,0072}$  до складу сплаву  $\alpha\text{-PdH}_{0,0144}$ , коли тиск водню в робочій камері установки ВВУ-4 було збільшено від  $0,02 \text{ МПа}$  до  $0,057 \text{ МПа}$

Як бачимо, формозмінення пластини здійснюється в два часових етапи. На першому етапі пластина швидко згинається і досягає максимального вигину. Безпосередньо вже в процесі відкриття вентиля на установці при швидкості подачі водню 0,006 МПа / с в робочу камеру пластина починає згинатися. При цьому в момент досягнення заданого тиску  $P_{H_2} = 0,057$  МПа ( $t = 6$  с) вигин мембрани вже досягає помітної величини. В подальшому при постійному тиску водню  $P_{H_2}$ , зразок продовжував насичуватися воднем і інтенсивно згинатися, і стріла вигину досягла максимуму  $y_{\max} = 2,34$  мм через проміжок часу  $\Delta t_{\max} = 9$  с від початку подачі водню. Після досягнення максимального вигину (точка d), тобто на початку другого етапу мембрана спочатку протягом 2 с (рис. 1, крива 1, інтервал d-h) «утримувала» максимальний вигин. На другому, більш тривалому етапі, ніж перший етап, зразок став повільно поступово розпрямлятися, що свідчило про поступове зменшення напружень в зразку в результаті вирівнювання градієнта концентрації водню по перетину зразка. Через 240 с від початку експерименту зразок повернувся у вихідний стаціонарний стан, який склав  $y_{\min} = 0,0$  мм і в подальшому на протязі 1020 с до завершення експерименту залишалося незмінним.

Результати другої частини експерименту, коли насичували зразок складом  $\alpha\text{-PdH}_{0,0147}$  до складу  $\alpha\text{-PdH}_{0,0217}$  і тиск водню в робочій камері установки ВВУ-4 збільшували від 0,057 МПа до 0,112 МПа за 4 с, представлені на рис. 1, крива 2. Швидкість зростання тиску водню в цьому експерименті становила 0,0138 МПа / с. Збільшення тиску водню не привело до істотної зміни кінетики формозмінення мембрани, як на першому, так і на другому етапі її насичення воднем. Перший етап насичення воднем, коли мембрана досягає максимального вигину  $y_{\max} = 2,22$  мм (відмічений крапкою e), склав 5 с, і виявився менш довгим, ніж в першому експерименті (рис. 1, крива 2). Однак на початку другого етапу час «утримування» максимального вигину збільшилася (рис. 1, крива 2, інтервал e-p) і склав 5, а через 480 с після початку напуску водню зразок досяг вихідного стаціонарного стану ( $y_{\min} = 0,0$  мм). Після витримки протягом 300 с зразок знаходився в одному положенні.

Для зіставлення отриманих теоретичних схематичних графіків провели математичний розрахунок в програмі LabVIEW системи рівнянь (рис.2) і отримали функції  $C_m(t)$  на різних часах, де задавали кількість вихідних точок для асимптотіки на малих часах ( $k$ ), кількість кінцевих точок ( $tk$ ), крок ( $dt$ ) з яким вважати точки при великих часах,  $c_e$  - рівноважна концентрація і  $p$  - обезразмеренное час (див. формулу 10).

Різниця  $C_s(t) - C_m(t)$ , пропорційна експериментально спостерігаємій стрілі вигину «у» на рис.1. Особливі зміни різниці  $C_s - C_m$  в програмі LabVIEW вдається простежити в двох граничних випадках  $p \ll 1$  і  $p \gg 1$  (рис.3):

1. Якщо  $p \ll 1$ , коли  $t_s \ll t_d$ . Величина максимуму велика, близько  $\frac{2}{\pi} C_e$ . Але, шукана різниця не може перевершити  $C_e$  за визначенням.

2. На великих часах при  $p \gg 1$ , коли  $t \gg t_d$  відбувається зменшення цієї різниці до нуля. Під час насичення наша різниця, залишаючись порядку  $C_e$ , убуває, за грубою оцінкою від  $\frac{2}{\pi} C_e$  до  $\frac{1}{\pi} C_e$ .

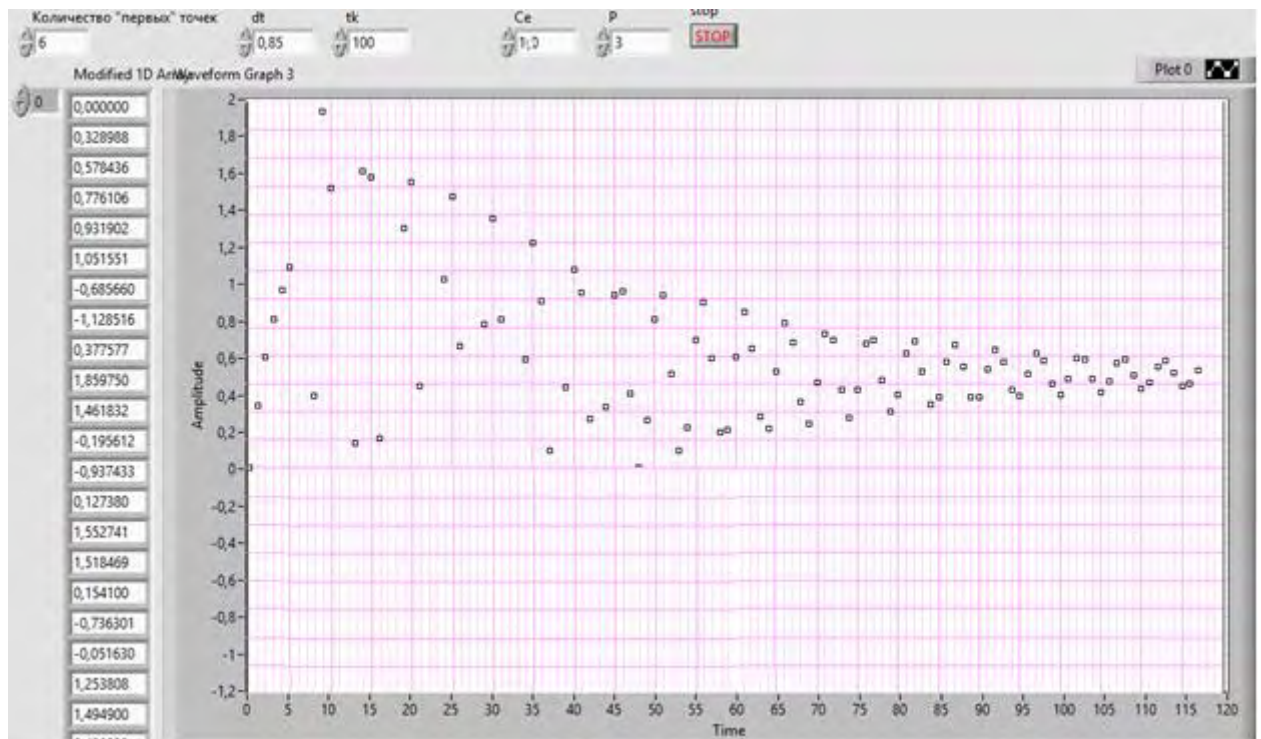


Рис.2. Результати розрахунку в програмі LabVIEW  $C_s(t)$  при  $p \gg 1$ , та  $t_s \gg t_d$ , де  $k=6$ ,  $dt=0.85$ ,  $dk=100$ ,  $C_e=1$ ,  $p=3$ .

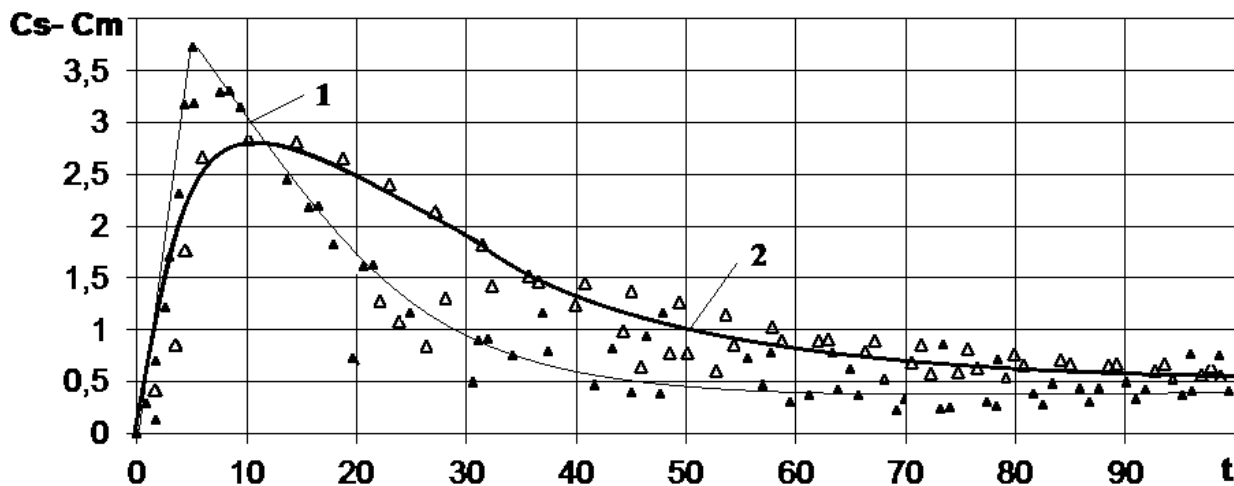


Рис.3. Схема графіку  $C_s(t) - C_e(t)$  при  $p \gg 1$ , де  $k=6$ ,  $dt=0.85$ ,  $dk=100$ ,  $C_e=1$ ,  $p=3$  для зразка:  $\alpha$ -PdH<sub>0,0077</sub> (крива 1) та зразка  $\alpha$ -PdH<sub>0,0147</sub> (крива 2).

Як бачимо отримані експериментальні криві рис.1 і розраховані в програмі LabVIEW (рис.3) дають непогану якісну характеристику про тимчасову залежності досягнення максимального вигину і розпрямлення

пластини при малих і великих часах насичення пластини. Ці дані можна використовувати для розрахунку проникності палладієвої мембрани і палладієвих покриттів при виготовленні мембран для очищення водню і приготування суцільного цільно-металевого газодифузійного водневого електрода для водень-повітряного паливного елемента [5-6]. Проникність ( $\gamma$ ) кордону можна визначити з експериментальних даних порівнюючи теоретичну залежність і експериментальні дані [2]. За отриманими кривим можна визначити час досягнення максимуму і розрахувати швидкість проникнення через кордон палладієвої пластини.

**Висновки.** В результаті дослідження отримано систему рівнянь для знаходження просторово-часової залежності концентрації атомарного водню в паладії з відповідними початковими і граничними умовами. Проведено математичне моделювання в програмі LabVIEW системи рівнянь для знаходження середньої різниці  $C_s(t) - C_m(t)$ , що пропорційна експериментально спостерігаємій стрілі вигину мембрани в часі. Підтверджені, що теоретичні і експериментальні залежності при великих і малих часах описуються якісно однаково.

**Література:** 1. Гольцов В. А. Физико-химическая механика материалов. – 2009. – Т. 45, № 5, с. 55–61. 2. Гольцова М. В. Влияние температуры на формоизменение палладиевой пластины при её одностороннем насыщении водородом / М. В. Гольцова, Е. Н. Любименко // Физика металлов и металловедение. – 2012. – Т. 113, № 2. – С. 162–169. 3. Араманович И. Г. Уравнения математической физики: учеб. пособие для вузов / И. Г. Араманович, В. И. Левин. 2-е изд., – М.: Наука, 1969. 288 с. 4. Krajnikov A.V. Impurity segregation in thin films: effect of lateral interaction and site competition / A.V. Krajnikov, V.M. Yurchenko, E.P. Feldman, D.B. Williams // Surface Science 515 (2002) p.p. 36-44. 5. Диденко Л. П. Технические характеристики водород-фильтрующего модуля на основе палладиевой фольговой мембраны / Воронецкий М.С., Семенцова Л.А., Барелко В.В., Быков Л.А., Иванюк А.Г., Чепеленко В.Н., Бризикский О.Ф. //Альтернативная энергетика и экология. – 2010. –№ 10. – С. 154–161.

УДК 656.223

## ПРОБЛЕМИ ЗНИЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ В УМОВАХ ЗНОСУ ПАСАЖИРСЬКОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Ломотько Д.В. д.т.н., проф., каф. транспортні системи та логістика,  
УкрДУЗТ

Воскобойников Д.Г., магістрант, Сірачук А.Д., магістрант, каф.  
транспортні системи та логістика, УкрДУЗТ

**Постановка проблеми.** Питання експлуатації пасажирського рухомого складу на залізницях України пов'язано з високим рівнем зносу вагонів. Справжньою проблемою пасажирського комплексу є вкрай важкий стан матеріально-технічної бази перевезень. Зокрема, коефіцієнт зносу будівель і споруд у 2012 році становив 70%, а пасажирських вагонів - 85,5%. Вагонний парк пасажирського комплексу далекого прямування вже в найближчі роки не зможе забезпечити необхідний обсяг перевезень. При цьому рівень оновлення вагонного парку залишається дуже низьким: в 1 кварталі 2017 р.

ПАТ "Укрзалізниця" приймає пропозиції на закупівлю 38 пасажирських купейних спальних вагонів. Також триває прийом пропозицій послуг з проведення капітально-відновлювального ремонту (КВР) 50 пасажирських вагонів в умовах заводів (сумарна очікувана вартість - 510,2 млн грн.). Взагалі у 2017 году ПАТ «Укрзалізниця» планує здійснити капітально-відновлювальний ремонт 200 пасажирських вагонів та поповнити парк 50 новими. Тому для ПАТ «Укрзалізниця» достатньо відчутні майбутні збитки з причин значного підвищення собівартість звичайних пасажирських та швидкісних залізничних перевезень, що впливає на конкурентоспроможність залізничного транспорту

**Мета дослідження.** Визначити шляхи підвищення ефективності функціонування системи залізничних пасажирських перевезень за рахунок зниження експлуатаційних витрат в умовах зносу пасажирського рухомого складу.

**Основний матеріал.** У 2017-2018 році 10% вагонного парку очікують списання за терміном служби, а 70% парку не обладнані системами кондиціонування повітря. Обсяг закупаваних вагонів знизився і цього явно недостатньо для компенсації потреби. Загальна потреба в інвестиціях у модернізацію парку рухомого складу і необхідного оновлення інфраструктури така, що власних коштів для таких масштабних капіталовкладень у ПАТ «Укрзалізниця» немає. За рахунок амортизації можливо профінансувати в кращому випадку лише четверту частину потрібних інвестицій. В той же час залучення приватних інвесторів може з'явитися лише після створення самостійної беззбиткової пасажирської компанії, що, в свою чергу, можливо лише після повної компенсації державою збиткових перевезень.

Ситуацію не вдасться переломити поки сегмент пасажирських перевезень не буде функціонувати як бізнес. Для цього необхідно перейти від перехресного субсидування до прямого бюджетного фінансування пасажирських перевезень. Слід враховувати, що чинні тарифи та розрахункові обсяги бюджетних субсидій не враховують інвестиційної складової. Тому необхідно чітко розуміти, що тільки бюджетних субсидій недостатньо для проведення модернізації технічної бази комплексу. Масштаб проблем, що накопичилися в цій сфері не дозволяє забезпечувати очікуване зростання перевезень і може безпосередньо загрожувати безпеці руху. Для того щоб інвестувати в технічне переозброєння в найближчі роки доведеться збільшувати тарифи на перевезення. Але навіть в цьому випадку, без прямої участі держави в частині програм з оновлення парку рухомого складу та інфраструктури кардинально змінити ситуацію не вдасться.

Одним з пріоритетів державної політики на залізничному транспорті має стати будівництво інфраструктури для організації високошвидкісних перевезень та для виконання обслуговування відповідного рухомого складу. За своїми масштабами і впливу на загальну економічну середу цей проект претендує на статус національного. Шляхи рішень проблеми «Високі

експлуатаційні витрати - Високий знос пасажирського рухомого складу» представлено на рисунку 1.

Ці деструктивні явища не можуть не відбиватися на стані безпеки перевезень. Аналізуючи стан безпеки руху у структурі ПАТ Укрзалізниця за 12 місяців 2016 року в порівнянні з аналогічним періодом 2015 року, встановлено, що у господарстві пасажирських перевезень допущено збільшення транспортних подій з 19 до 20 випадків. Нажаль у 2016 році, якість ремонту і поточного утримання буксових вузлів і складових елементів колісних пар, гасників коливань пасажирських вагонів, електричного обладнання не покращується а в деяких випадках погіршується. Поряд з тим, залишається неякісний ремонт і поточне утримання гальмівного обладнання. Основними причинами транспортних подій у пасажирському господарстві, залишаються неякісне технічне обслуговування, сервісне обслуговування та ремонт поїздів, невірні дії працівників, що у свою чергу призвели до затримок пасажирських поїздів.

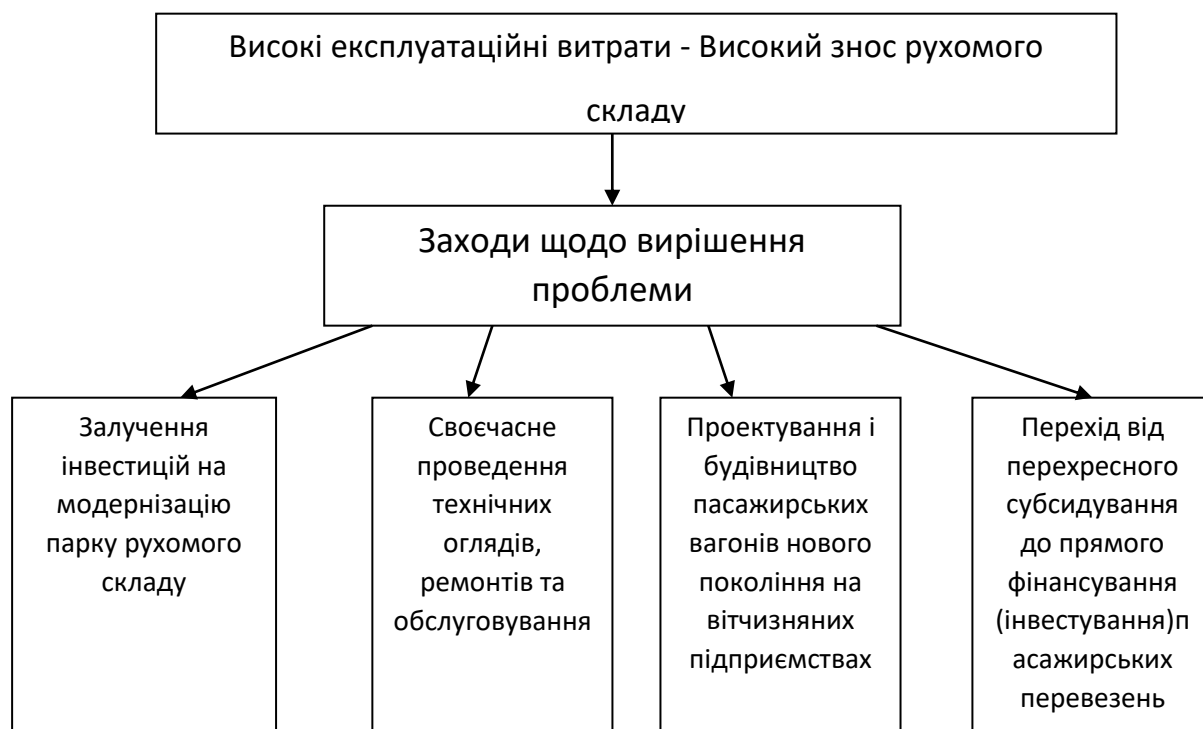


Рисунок 1. Шляхи рішень проблеми «Високі експлуатаційні витрати - Високий знос пасажирського рухомого складу»

Основним видом сучасного пасажирського рухомого складу для швидкісних перевезень на ПАТ «Укрзалізниця» служать електропоїзда HRCS2 виробництва «Hyundai Rotem Company». Загальний пробіг електропоїздів HRCS2 з початку експлуатації складає 15 367 925 км (рис. 2). Загальний пробіг електропоїздів HRCS2 за 12 місяців 2016р. складає 3 693 027 км., в порівнянні з 12 місяцями 2015р. - 3 738 515 км., що менше на 45 488 км або на 1,2%.



Таблиця 1 - Розподіл транспортних подій по регіональним філіям ПАТ  
Укрзалізниця

Регіональні філії та філії	Інцидент				+/-
	всього		у т. ч. серйозні		
	2016	2015	2016	2015	
Донецька	0	0	0	0	0
Львівська	0	1	0	0	-1
Одеська	2	3	0	0	-1
Південна	0	3	0	0	-3
Південно-Західна	5	1	0	0	4
Придніпровська	1	1	0	0	0
Українська залізнична швидкісна компанія (УЗШК)	12	10	0	0	+2
Разом	20	19	0	0	+1

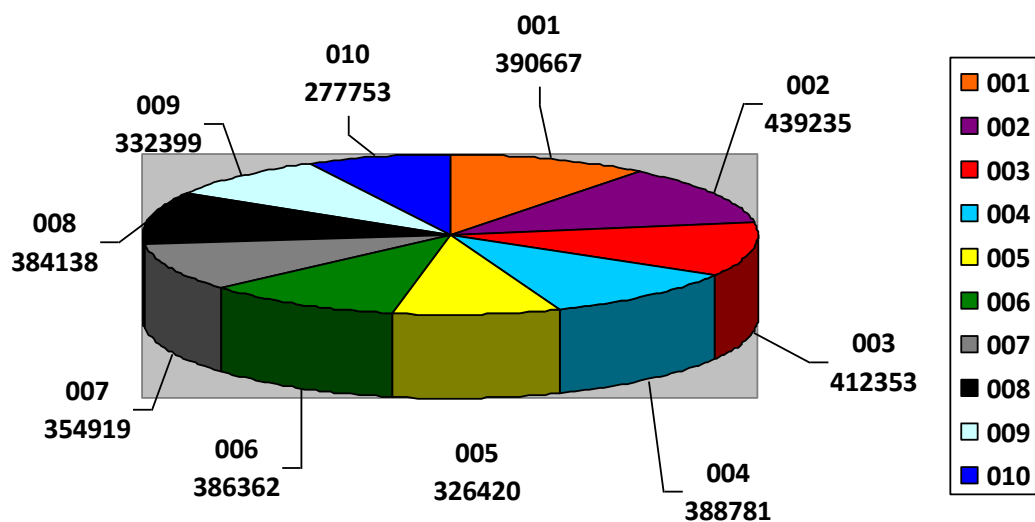


Рисунок 2. Пробіги електропоїздів HRCS2 за 12 місяців 2016 року

За філією УЗШК, що експлуатує HRCS2, протягом 2016 року обліковано 12 транспортних подій, які класифікуються, як інциденти. Всі 12 випадків транспортних подій стали можливими через незадовільний технічний стан електропоїздів в наслідок недостатньо якісного сервісно-технічного обслуговування фахівцями сервісних груп.

Вітчизняним типом сучасного пасажирського рухомого складу для швидкісних перевезень на ПАТ «Укрзалізниця» є двосистемні електропоїзда ЕКр-1, виробник - завод ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» (ПАТ «КВБЗ»). Станом на 01.01.2017 пробіг від побудови електропоїзда ЕКр1 №001 становить – 938 024 км., електропоїзда ЕКр1 №002 – 834 701 км. Електропоїзди ЕКр-1 до 21.06.2016р. знаходилися на гарантійному обслуговуванні заводу-виробника.

Загальний пробіг двох електропоїздів ЕКр за 12 місяців 2016р. складає 691 816 км., в порівнянні з 12 місяцями 2015р. – 731 733 км., що менше на 39 917 км. або 5,7%. Зменшення пробігу зумовлено плановим простоєм (35

діб) кожного електропоїзда ЕКр-1 в поточному ремонті ПР-3 на виробничих площах заводу-виробника ПАТ “КВБЗ”.

Через неякісне сервісне обслуговування та 12 випадкам транспортних подій філією УЗШК по кожному випадку проведено рекламційну роботу з компаніями Hyundai Rotem та ПАТ КВБЗ щодо відшкодування збитків.

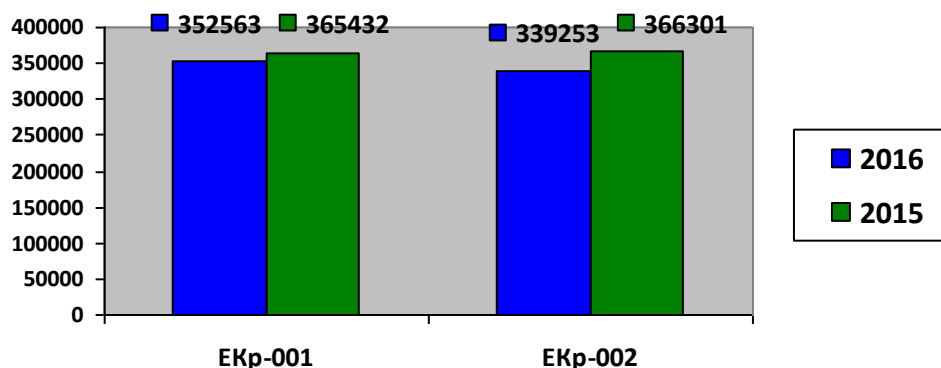


Рисунок 3. Діаграма порівняння пробігів електропоїздів ЕКр-1 за 12 місяців 2016р. та 12 місяців 2015р.

Для виконання основної задачі (перевезення пасажирів) в пасажирському господарстві потрібно:

- Підвищувати якість підготовки складів поїздів в рейс, забезпечити якісне виконання планових видів ремонту рухомого складу та встановлення постійного контролю з боку керівників виробничих та структурних підрозділів за роботою підлеглих.
- Впровадження новітнього діагностичного та ремонтного обладнання.
- Підвищення професійної кваліфікації поїзних та комплексних бригад.
- Якісне виконання сервісно-технічного обслуговування.
- Залучення інвестицій на модернізацію та оновлення парку рухомого складу.
- Своєчасне та якісне матеріально-технічне забезпечення.

**Висновок:** В результаті досліджень отримано результати, згідно яких з впевненістю можна сказати, що своєчасне проведення технічних оглядів, обслуговування та планових видів ремонту рухомого складу є одним із головних факторів запоруки успіху для забезпечення перевізного процесу пасажирів, безпеки руху. При цьому слід зауважити, що без оновлення рухомого складу, залучення приватних інвестицій та підтримки держави ПАТ Укрзалізниця не зможе швидко та перспективне розвиватися і конкурувати з іншими видами транспорту.

**Література:** 1. High speed lines in the world / International Union of Railways [Electronic resource]. Access mode – [http://uic.org/spir.php?article573]. 2. Аналіз стану безпеки руху у структурі публічного акціонерного товариства «Українська залізниця» у 2016 році // Розробники: О. Мусієнко, О. Ходаковський, С.Ребриков. – Департамент безпеки руху ПАТ «Українська залізниця». – 2017. 3. Ломотько Д. В., Даценко Г.Г. Аналіз рівня сервісу в умовах транспортно - пересадочних вузлів на високошвидкісних залізничних магістралях [Текст] / Зб. наук. праць.- Харків: УкрДУЗТ, 2016.- Вип. 161. – С.25-35.

УДК 004

## **РОЗРОБКА WEB-ДОДАТКУ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ТЯГОВО-ШВИДКІСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛЯ**

**Алексієв О.П., д.т.н., проф., каф. комп'ютерних технологій і мехатроники (КТМ), ХНАДУ**

**Клец Д.М., д.т.н., проф., каф. КТМ, ХНАДУ**

**Асаян В.Г., студент, ХНАДУ**

Сучасна глобальна автомобілізація хоч і має ряд значних переваг, але так само є причиною проблем, пов'язаних з безпекою дорожнього руху. На даний час, за даними статистики, найнебезпечнішим транспортним засобом є автомобіль.

Щоб поліпшити безпеку на дорогах, авторським колективом кафедри комп'ютерних технологій і мехатроники ХНАДУ розроблено Web-додаток для зручного розрахунку тягово-швидкісних властивостей автомобіля. Для користувача заздалегідь підготовлений список існуючих моделей, серед яких йому необхідно вибрати потрібну. Всі характеристики обраного засобу пересування, необхідні для подальших обчислень, додані авторами програми заздалегідь.

З огляду на тягово-швидкісні властивості конкретного засобу транспорту, водій може вибрати швидкість руху, яка буде найбільш продуктивною і не викличе небезпечний випадок.

Для досягнення поставленої мети були застосовані наступні інформаційні технології:

- 1) HTML - розмітка веб-сторінки;
- 2) CSS - визначення стилів сторінки;
- 3) JavaScript - всі математичні дії та логіка сторінки;
- 4) MySQL - база даних характеристик автомобілів;
- 5) PHP - використовується для підключення бази даних автомобілів;
- 6) D3.JS - обробка та графічне відображення отриманих даних;
- 7) JQuery.

Таким чином, тягово-швидкісні властивості істотно впливають на процес водіння, під час якого людина, керуючи транспортом, повинна обрати швидкість руху, виходячи з наявних умов. Створений Web-додаток з інтуїтивним інтерфейсом дозволяє зробити складні розрахунки за короткий час, на основі яких користувач вибирає раціональні режими користування.

УДК 629.113.004

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ГАЛЬМУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ НА ІНЕРЦІЙНОМУ РОЛИКОВОМУ СТЕНДІ**

**Мармут І.А., к.т.н., доц., кафедра технічної експлуатації та сервісу автомобілів, ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** Всі сучасні моделі автомобілів оснащуються АБС, що виключає в процесі гальмування повне блокування коліс і

непередбачену траєкторію руху. Перевірка гальмівного керування може бути виконана як у дорожніх умовах, так і на гальмівному стенді.

На жаль, обидва ці способи недостатньо точні. Так, перевірка в дорожніх умовах не дозволяє вчасно й надійно діагностувати несправності гальмівних механізмів, оскільки автоматичне регулювання ступеня проковзування коліс у напрямку їхнього обертання при справній АБС нівелює погану роботу гальмівних механізмів. Перевірка ж на серійних силових стендах проводиться по черзі для коліс однієї осі, коли колеса іншої осі нерухомі, у зв'язку із чим гідропривід АБС має працювати в «позаштатному» режимі – і тому не працює.

**Мета дослідження.** Змодельовати на роликовому стенді умови руху й гальмування, максимально подібні до реальних умов на дорозі, а також здійснити замір параметрів у процесі діагностування та зареєструвати дані, що надходять від електронного блоку керування автомобіля.

Одним із засобів рішення завдання діагностування ГС автомобілів з АБС є застосування модульного повноопорного інерційного роликового стенда, а також комп'ютеризованого діагностичного комплексу з наступною обробкою отриманих у процесі діагностування даних на ЕОМ із застосуванням системного методу та спеціального програмного забезпечення [1]. Однак на практиці такі стенди серійно не випускаються.

**Моделювання процесу гальмування на інерційному одноосьовому роликовому стенді.** З огляду на це, пропонується спосіб діагностування, що, як показують експерименти, розширить можливості передбаченої в конструкції АБС системи самодіагностування, тому що включає в програму не тільки алгоритм виявлення несправностей датчиків і електричних кіл, але й механічних пристроїв – гальмівних механізмів і пов'язаних з ними елементів.

Ідея пропонованого способу полягає в тому, що погано працююче гальмо сповільнює обертання колеса менш інтенсивно, чим добре працююче. Інакше кажучи, при гальмуванні автомобіля до грані блокування коліс, коли АБС починає циклічно скидати тиск рідини в гідравлічному приводі гальмівного механізму, колесо з погано працюючим гальмівним механізмом приходить у стан початку блокування останнім. Блокування колеса визначається не тільки гальмівним механізмом, але й коефіцієнтом зчеплення шини з дорогою, значення якого залежать від багатьох випадкових факторів – мікропрофілю опорної поверхні, наявності на ній пилу, бруду, вологи, бітуму тощо. Отже, моменти початку «скидання» тиску в приводі гальмівних механізмів теж носять випадковий характер. І, в принципі, може трапитися так, що справне гальмо включить АБС пізніше несправного.

Досвід свідчить: якщо гальмівні механізми всіх коліс справні, то в повторених кілька разів випробуваннях послідовність початку скидання тиску (воно може бути виявлене підключеним до блоку керування АБС спеціальним тестером) буде визначатися тільки станом дороги під конкретним колесом. Тобто число випадків, коли кожне колесо блокується першим, другим або останнім буде приблизно однаковим. Якщо ж

гальмівний механізм якогось колеса несправний, то у випробуваннях почне проглядатися цілком закономірне відставання початку спрацьовування АБС саме на цьому колесі.

А далі, щоб переконатися в статистичній значимості отриманого результату, слід розрахувати коефіцієнт конкордації отриманих у випробуваннях гальмування послідовностей моментів початку спрацьовування АБС [2, 3]. І якщо конкордація є, то гальмівний механізм колеса, що блокується останнім, несправний, а якщо її немає, те й претензій до роботи гальмівних механізмів немає.

Визначення коефіцієнта конкордації й довірчої ймовірності його значення може виконуватися автоматично тестером по закладеній у ньому розрахунковій програмі.

Ефективність цього способу можна проілюструвати на конкретному прикладі – результатах п'ятикратного повторення експериментів екстреного загальмовування з фіксацією тестером послідовностей початку скидання тиску в приводі гальмівних механізмів коліс двох автомобілів (табл. 1).

Як міру зв'язку  $n$  послідовностей рангів з рівним числом  $m$  у кожній послідовності М. Кендалл запропонував розраховувати коефіцієнт  $W$  конкордації за наступною формулою

$$W = \frac{12S_W}{n^2(m^3 - m)}, \text{ де } S_{W_i} = \sum_{i=1}^m \left\{ \sum_{j=1}^n R_{ij} - \frac{n(m+1)}{2} \right\}^2. \quad (1)$$

Таблиця 1 – Результати експерименту

№ авт.	№ досліду	Послідовність «скидання» тиску, $m$				$S_W = \sum_{i=1}^m S_{W_i}$
		Переднє праве колесо	Переднє ліве колесо	Заднє праве колесо	Заднє ліве колесо	
1	1	2	1	3	4	
	2	1	2	3	4	
	3	2	1	4	3	
	4	1	2	4	3	
1	5	2	1	3	4	
	$\sum_{j=1}^n R_{ij}$	8	7	17	18	
	$S_{W_i}$	20,25	30,25	20,25	30,25	
						101
2	1	3	1	2	4	
	2	1	4	3	2	
	3	2	1	4	3	
	4	1	2	4	3	
2	5	2	3	1	4	
	$\sum_{j=1}^n R_{ij}$	9	11	14	16	
	$S_{W_i}$	12,25	1,56	3,03	12,25	
						28,09

У нашому випадку  $n = 5$  – число випробувань гальмування автомобіля, а  $m = 4$  – число його коліс,  $R_{ij}$  – ранг, тобто місце в послідовності моментів

початку «скидання» тиску в приводі гальм.

Неважко помітити, що вхідний у формулу параметр  $S_W$ , по суті, являє собою суму відхилень рангів від середнього значення, що при рівномірному їхньому розподілі на інтервалі від одиниці до  $m$  дорівнює  $(m + 1)/2$ .

Величина  $W$  може варіюватися від нуля до одиниці. При неузгодженому порядку початку «скидання» тиску в приводі гальм і їх рівномірному розподілі  $\sum_{j=1}^n R_{ij} \rightarrow \frac{n(m+1)}{2}$  й  $W \rightarrow 0$ , а якщо ранги погоджуються добре, то  $W \rightarrow 1$ .

Виходячи з таблиці 1, коефіцієнт  $W$  для першого автомобіля дорівнює  $\frac{12S_W}{n^2(m^3 - m)} = \frac{12 \cdot 101}{25(64 - 4)} = 0,808$ , а по максимальній величині  $\sum_{j=1}^n R_{ij} = 18$  можна вважати, що найгірший з його гальмівних механізмів – механізм заднього лівого колеса. Найкраще працює – гальмо переднього лівого колеса, тому що саме воно найчастіше спрацьовує першим.

Коефіцієнт  $W$  у другого автомобіля значно менший: він дорівнює  $\frac{12 \cdot 29,09}{25(64 - 4)} = 0,23$ . Менше в нього й розкид значень  $\sum_{j=1}^n R_{ij}$ .

Звичайно, при обмеженому числі експериментів статистично існує ймовірність помилкового висновку про величину коефіцієнта конкордації. Тому, щоб оцінити істотність отриманих результатів, доцільно скористатися спеціальною таблицею (табл. 2) значень критичної суми  $S_{W(p)}$ , наведеною в роботі [2].

Таблиця 2 – Оцінка істотності отриманих результатів

$n$	Довірча ймовірність $p = 0,95$ при $m$					Довірча ймовірність $p = 0,99$ при $m$				
	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
3			64,4	103,3	157,3			75,6	122,8	185,6
4		49,5	88,4	143,3	217,0		61,4	109,3	176,2	265,0
5		62,6	112,3	182,4	276,3		80,5	142,8	229,4	343,8
6		75,7	136,1	281,4	335,2		99,5	176,1	282,4	422,6
8	48,1	101,7	183,7	299,0	453,1	66,8	137,4	242,7	388,3	579,9
10	60,0	127,8	231,8	376,7	571,0	85,1	175,3	309,1	494,0	739,0
15	89,8	192,9	349,8	570,5	864,9	131,0	269,8	475,2	758,2	1129,5
20	119,7	258,0	468,5	764,4	1158,7	177,0	364,2	641,2	1022,2	2521,9

Як бачимо, для розглянутого приклада ( $m = 4$ ,  $n = 5$ ) критичне значення  $S_{W(p)}$  при довірчій імовірності 0,95 дорівнює 62,6, а при довірчій імовірності 0,99 – 80,5.

Таким чином, оскільки у першого автомобіля  $S_W = 101$ , а 101 більше 80,5 в 99 випадках з 100, то можна стверджувати, що за результатами діагностування гальмо лівого заднього колеса несправне, робота гальма заднього правого колеса теж неефективна. Претензій же до роботи гальм всіх коліс другого автомобіля немає: адже коефіцієнт  $W$  набагато менше  $S_{W(p)}$ ,

тобто  $29,09 \ll 80,5$  і  $29,09 < 62,6$ .

**Висновки.** Для реалізації пропонованого способу діагностування гальм автомобіля, обладнаного АБС, необхідно виконати наступне.

1. Увести в діагностичний тестер додаткову опцію, що дозволяє фіксувати моменти початку «скидання» тиску в приводах гальм і запам'ятовувати послідовність цих моментів по всіх колесах.

2. Передбачити в ньому також програму розрахунку коефіцієнта конкордації зафіксованих послідовностей моментів початку «скидання» тиску в приводах гальм по декількох (наприклад, п'ятох) гальмуваннях і оцінки його довірчої ймовірності.

3. Підключити тестер до блоку керування АБС і відповідно до вимог ДСТУ 3649:2010 виконати встановлене в тестері число випробувань (екстрених гальмувань) автомобіля.

4. Оцінити ефективність гальмівного керування за гальмівним шляхом або усталеним сповільненням автомобіля (при наявності відповідного датчика), а якщо тестер виявить неефективно працюючі гальмівні механізми, за його показниками виявити колеса, що гальмують погано.

**Література:** 1. Ковинько В.И. Компьютерно-экспертный метод диагностирования тормозных АБС / Ковинько В.И., Игнатченко К.Е. // Автомобильный транспорт. – Х.: РИО ХНАДУ / Сб. науч. тр. – 2001. – вып.13. – С. 43-49. 2. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / Кобзарь А.И. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с. 3. Кэндэлл М. Ранговые корреляции / Кэндэлл М. – М.: Статистика, 1975. – 416 с. 4. Малкин В.С. Диагностирование тормозов автомобиля, оборудованного АБС / Малкин В.С., Буслаев А.Е. // Автомобильная промышленность. № 5 – М.: – 2010. – С. 26-28.

УДК 629.017

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ**

**Клец Д.М., д.т.н., зав. каф. комп'ютерних технологій і мехатроніки  
(КТМ), ХНАДУ**

**Алексієв О.П., д.т.н., проф., каф. КТМ, ХНАДУ**

**Гармаш В.М., студент, ХНАДУ**

За останні роки в Україні значно виріс автомобільний парк, внаслідок чого збільшилась кількість дорожньо-транспортних пригод. Актуальним є питання підвищення стійкості автомобіля проти заносу за допомогою електронної системи, яка працює на основі нечіткої логіки з урахуванням дорожніх умов які змінюються і керуючих впливів водія. Для реалізації процесу моделювання в середовищі MATLAB призначений спеціальний пакет Fuzzy Logic Toolbox, у який входить редактор систем нечіткого виводу.

Розробимо нечіткий контролер (НК) в якості пристрою керування з функціями адаптації до змін динамічних характеристик автомобіля і навколишнього середовища, який побудований на основі якісних співвідношень між коефіцієнтом зчеплення коліс з дорогою, швидкістю і прискореннями автомобіля. У НК виконуються нечіткі висновки,

дотримуючись правил управління і обчислюються вихідна величина (кількість впорскуваного палива або паливо – повітряної суміші), причому в якості вхідної інформації для НК використовуються коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою, швидкість і прискорення автомобіля. Програмний пакет MATLAB дозволяє моделювати поведінку проектованої системи. Змінюючи значення вхідних змінних, можна спостерігати відповідні значення вихідних змінних. При з'єднанні фізичною лінією зв'язку комп'ютера з розробленою системою управління і реального об'єкта управління отримуємо єдиний налагоджувальний комплекс. Такий вид налагодження дозволяє вносити зміни в проект. На останньому етапі отримуємо остаточний варіант програмного коду для конкретного мікроконтролера або бортового комп'ютера автомобіля.

Запропонована система забезпечення стійкості автомобіля проти заносу на основі нечіткої логіки дозволяє підвищити його активну безпеку в тяговому режимі руху. Розроблений проект в пакеті MATLAB дозволяє моделювати поведінку системи в залежності від тягово-швидкісних характеристик автомобіля і параметрів взаємодії коліс з опорною поверхнею, а також працювати у складі єдиного налагоджувального комплексу.

**Література:** Моделирование работы системы повышения устойчивости автомобиля против заноса на основе нечеткой логики в MATLAB / Д. М. Клец // Вісник НТУ «ХП». Серія: Транспортне машинобудування. – Х. : НТУ «ХП», 2013. – № 32 (1005). – С. 24–30. – Бібліогр.: 8 назв.

УДК 378

## **РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ ПЕРЕСУВАННЯ КОРИСТУВАЧА ГРОМАДСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ**

**Шапошнікова О.П., к.т.н, доц., каф. комп'ютерних технологій та  
мехатроніки ХНАДУ,**

**Дроздик Є.В., Єршов В.Є., Орлов І.В., Тресницький В.О. – студенти  
ХНАДУ**

В умовах знаходження людини в мегаполісі з великою кількістю різноманітних видів громадського транспорту актуальною стала наявність мобільного додатку для користувачів громадського транспорту.

Враховуючи актуальність задачі, студенти під керівництвом викладачів кафедри комп'ютерних технологій та мехатроніки у рамках роботи в студентському конструкторському бюро механічного факультету ХНАДУ, вивчивши досвід розробників аналогічних мобільних додатків, запропонували свою версію мобільного додатку з робочою назвою «Мій транспорт» для м. Харків. Структурна схема додатку наведена на рисунку 1.

Основні функції, які реалізовані на даному етапі проектування, це:

- Інформація про транспорт в режимі реального часу;
- Розрахунок часу прибуття транспортного засобу (ТЗ) у певний пункт призначення;



- Пошук оптимального маршруту;
- Розклад транспорту;
- Повідомлення про корки;
- Інтерактивна карта зупинок;
- Можливість зберігати маршрути та зупинки для швидкого пошуку.

Для розробки додатку «Мій Транспорт» було створено Android-проект у середовищі розробки AndroidStudio [1]. Завданням проекту було: зв'язати клієнт-серверний додаток з сервером на [hostinger.com.ua](http://hostinger.com.ua) для обміну даними в потрібні моменти і надання користувачеві інформації про маршрути транспортних засобів за запитом користувача; зберігати отримані дані в базі даних пристрою для забезпечення роботи програми без доступу до інтернету. Клієнт запитує дані на сервер, який в свою чергу повертає номери маршруток, найменування зупинок певного маршруту та координати зупинок (широту та довготу). У додатку дані обробляються, зберігаються у внутрішній базі даних і виводяться на екран для користувача. При відсутності інтернету користувач може зайти в додаток і подивитися інформацію про маршрути, якими він вже користувався.

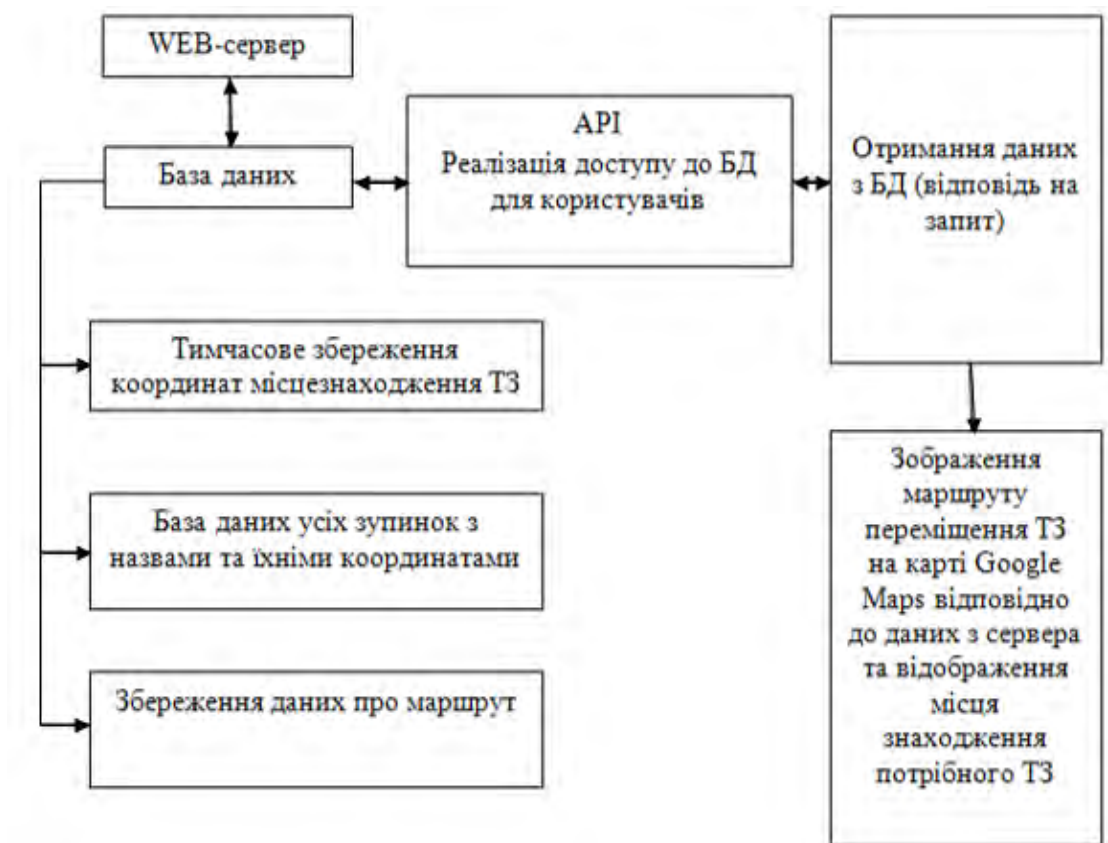


Рисунок 1. Структурна схема мобільного додатку «Мій транспорт»

Для вирішення поставленої задачі у проекті були створені необхідні класи, підключені бібліотеки (HttpURLConnection, Realm) [2-4]. Так, у класі JSONParser відбувається зв'язок з сервером по Арі-запиту і обробка відповіді від сервера, тобто отримання даних, необхідних користувачу. У додатку

використовуються API, які повертають відповідь в форматі. Схема роботи методу класу jsonParser наведена на рисунку 2.

Клас Stops являється моделлю для бази даних Realm. Модель такого класу дозволяє створювати таблицю із тими параметрами, які описані в класі, а також зберігати дані у створену таблицю. В таблицю Stops, яка створена по моделі класу Stops, зберігаються дані, які у формі запиту створює користувач про певний маршрут. За відсутності інтернету на пристрої, додаток інформує про маршрут з таблиці Stops, в БД Realm.

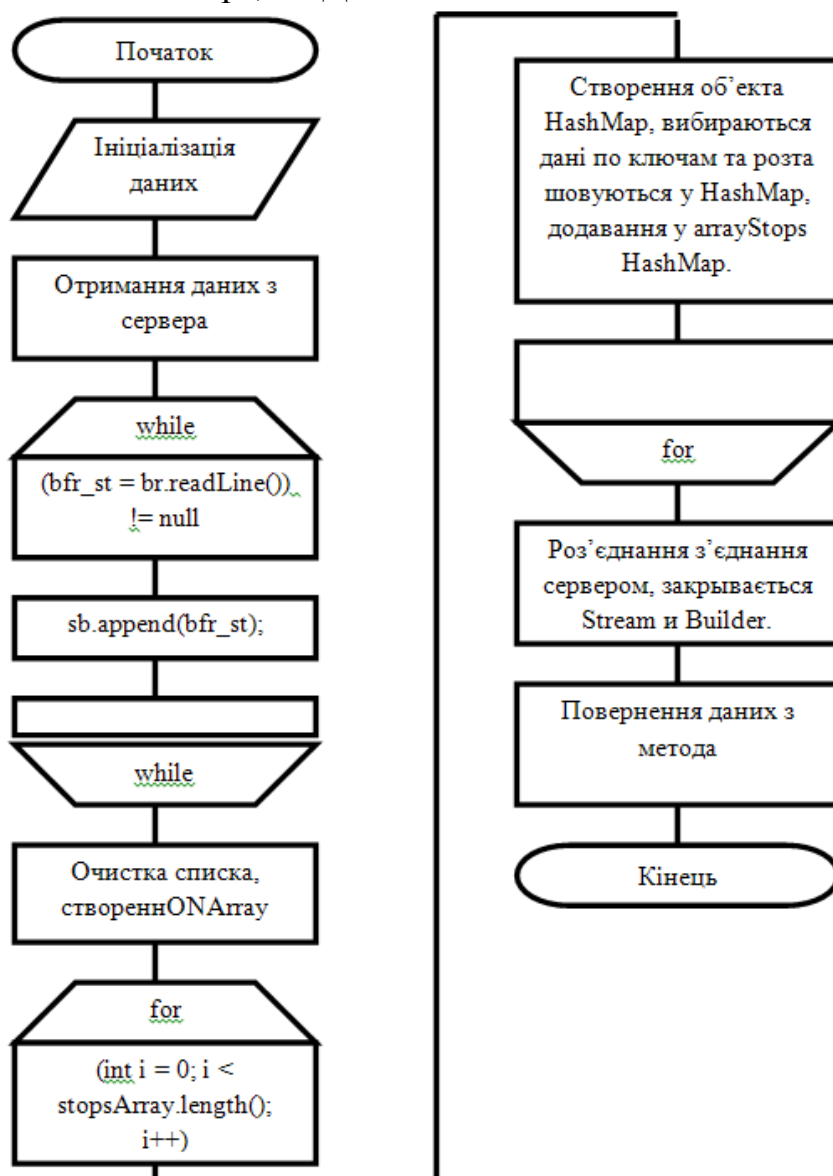


Рис. 2. Схема роботи методу jsonParser класу JSONParser

Планується продовжувати розробку мобільного додатку «Мій транспорт» та наповнювати додаток новими функціональними можливостями.

**Література.** 1. Дон Гриффитс, Девід Гриффитс “Head First. Программирование для Android” – Санкт-Петербург: Изд-во Питер, 2016. - 704 с. 2. Мурат Йенер, Алекс Фидом “Java EE. Паттерны проектирования для профессионалов” – Санкт-Петербург: Изд-во Питер, 2016. - 240 с. 3. Роберт Лафоре “Структуры данных и алгоритмы JAVA” – Санкт-Петербург: Изд-во Питер, 2016. - 704 с. 4. Вязовик Н.А. “Программирование на Java”. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.intuit.ru/departement/pl/javapl/>.

УДК 004.942

**УДОСКОНАЛЕНИЙ МЕТОД ОПТИМАЛЬНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ  
КОНТЕЙНЕРА****Жицький Ю.О., студент, ЧНУ ім. Б.Хмельницького****Ярмілко А.В., к.т.н., ст. викладач, каф. програмного забезпечення  
автоматизованих систем, ЧНУ ім. Б.Хмельницького**

**Постановка проблеми.** Одним із вагомих чинників, що впливає на ефективність транспортних перевезень, є досягнення найбільш оптимального заповнення вантажних відсіків. Існуючі методи вирішення такої задачі спираються на поділ усіх вантажів на категорії за масою та габаритами з подальшим формуванням пакувальних одиниць (контейнерів) з заданими характеристиками. У випадку двомірної упаковки, якщо розміри усіх вантажів є однаковими, укомплектування окремого контейнера є тривіальною операцією, оскільки передбачає звичайне розміщення вантажів один за одним аж доки не буде заповнена вся доступна площа пакувальної одиниці. Аналогічно розв'язується і задача заповнення контейнерами вантажного відсіку транспортного засобу. Проте, при відмінності розмірів вантажів, між ними виникають проміжки, а багатоваріантність розміщення у межах виділеної площини робить необхідним пошук оптимального рішення.

**Мета дослідження** – розробка удосконаленого методу двомірної упаковки вантажів у контейнер з мінімізованими втратами корисної площі.

**Метод підвищення щільності двомірної упаковки контейнера.** З математичної точки зору описана задача відноситься до NP–складних комбінаторних задач [1], а отже на даному етапі не існує відомого поліноміального алгоритму, який дає точне рішення. Проте існують поліноміальні алгоритми, які дають наближену відповідь [2].

Так, алгоритм Next Fit Decreasing High (NFDH) передбачає розміщення елементів упорядкованого за розмірами (за спаданням висоти) масиву із прямокутників (вони ж контейнери). Розміщення першого прямокутника у куті площини контейнера ініціалізує перший рівень, рівний йому по висоті. Решта прямокутників розташовуються зліва направо, поки є місце на поточному рівні, а при вичерпанні його наступний прямокутник утворює новий, відповідний за висотою, рівень розміщення. Модифіковані версії даного алгоритму – First Fit Decreasing High (FFDH) і Best Fit Decreasing High (BFDH) – відрізняються тим, що при пошуку місця розміщення наступного елемента вхідного масиву аналізують наявність достатнього місця на попередніх рівнях та враховують ступінь наповненості потенційно придатних рівнів. Алгоритм Knapsack 0–1, по суті, реалізує класичну задачу про рюкзак, забезпечуючи максимізацію зайнятої площі на окремих рівнях перебором усіх поки що не розміщених елементів масиву. Перелічені алгоритми прості у реалізації та мають високу швидкодію, проте забезпечують прийнятну якість результатів лише при відносно невеликих відхиленнях базових розмірів елементів масиву. Відносно кращі результати демонструє алгоритм Burke (рис.1), відмінністю якого є використання карти висот розміщених

прямокутників та інший порядок опрацювання елементів вхідного масиву.

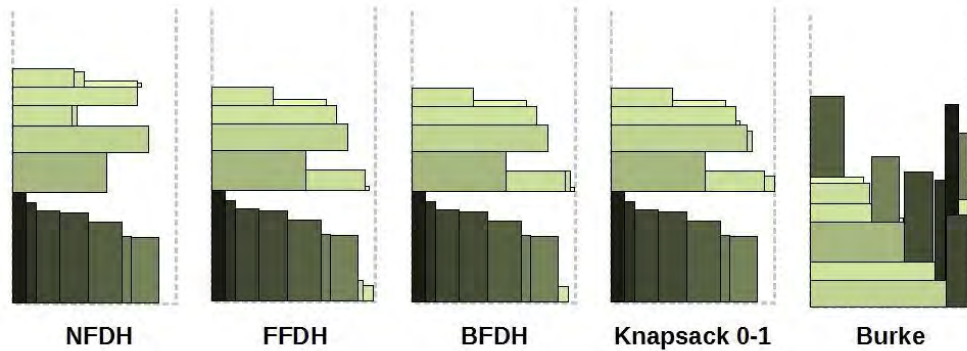


Рисунок 1 – Порівняння роботи алгоритмів упакування в контейнери [2]

Для підвищення щільності двомірної упаковки контейнера пропонується удосконалений метод такого змісту. Процес заповнення контейнера розглядається як процес заповнення  $n$  прямокутних полігонів – площин вільного простору. Дані площини формуються після кожної вставки нового прямокутника і є підпросторами залишкового простору, який утворився після розміщення у контейнері попередніх елементів вхідного масиву. Отже, на початковому кроці алгоритму розглядається одна початкова площа, яка відповідає площі всього контейнера. Далі виконується перевірка можливості розміщення поточного прямокутника у поточній площині. При успішному виконанні цього кроку відбувається розбивка залишкового вільного простору на окремі полігони, які визначені сторонами розміщеного прямокутника, що межують з вільним простором. На наступних кроках алгоритму відбувається повторення зазначених процедур з тією відмінністю, що досліджується можливість розміщення наступних елементів масиву у кожному з новоутворених полігонів. У ситуації багатоваріантності вибору рішення обирається полігон, який відповідає встановленому загальному правилу заповнення контейнера. У наведеному на рис. 2 прикладі таким правилом є «Left-Upper», тобто розташування елементів масиву максимально близько до верхньої та лівої меж зображеного контейнера.

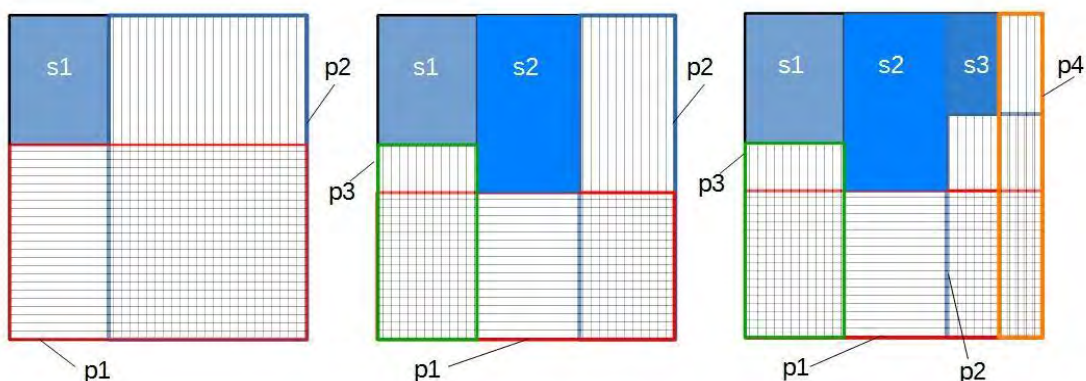


Рисунок 2 – Породження вільних підпросторів контейнера у процесі його заповнення:  $s_1, s_2, s_3$  – розміщені елементи вхідного масиву,  $p_1, p_2, p_3, p_4$  – межі новоутворених підпросторів

**Висновки.** В результаті дослідження отримано удосконалений метод підвищення щільності двомірної упаковки контейнера, який, на відміну від існуючих поліноміальних методів, при вирішенні задачі упаковки розглядає не статичний простір, а динамічну множину породжених на поточному кроці упакування прямокутних полігонів, доступних для виконання розміщень наступного кроку. Такий підхід, за умови управління пріоритетністю заповнення полігонів та застосування відповідного алгоритму розміщення елементів вхідного масиву, дозволяє мінімізувати утворення у площині контейнера областей, закритих для розміщення вантажів, що створює передумови досягнення вищого коефіцієнта використання простору контейнера у порівнянні з існуючими поліноміальними алгоритмами. Розроблений алгоритм може бути використаний як безпосередньо при вирішенні завдань заповнення транспортних контейнерів, так і при оптимізації використання транспортних одиниць у дискретизованому транспортному потоці в задачах з більшим числом умов та обмежень.

**Література:** 1. Смирнов А. В. О задаче упаковки в контейнеры / А. В. Смирнов // УМН. – 1991. – Т. 46, выпуск 4(280). – С. 173 – 174. 2. Степанова Е. Про двумерную упаковку: offline алгоритмы [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habrahabr.ru/post/136225/>

УДК 378

## **РОЗРОБКА ІНТЕРФЕЙСУ ДЛЯ КЛІЄНТСЬКОГО МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ «МІЙ ТРАНСПОРТ»**

**Шапошнікова О.П., к.т.н, доц. каф. комп'ютерних технологій та мехатроніки (КТМ), ХНАДУ**

**Ковтунов Ю.О., к.т.н, доц. каф. КТМ, ХНАДУ**

**Золочевський О.С., студент, ХНАДУ**

Наявність мобільного додатку для користувачів громадського транспорту в умовах знаходження людини у великому місті стала дуже актуальною. Тому студенти під керівництвом викладачів кафедри комп'ютерних технологій та мехатроніки у рамках роботи в студентському конструкторському бюро механічного факультету ХНАДУ, запропонували свою версію мобільного додатку з робочою назвою «Мій транспорт» для м. Харків. Однією з задач великого проекту стала розробка інтерфейсу клієнтського мобільного додатку «Мій транспорт».

Розробка клієнтського інтерфейсу є невід'ємною частиною будь-якого проекту, пов'язаного зі створенням програмного забезпечення. Інтерфейс користувача є точкою взаємодії людини і програми тому, частіше за все, має складну функціональність [1-3].

При розробці інтерфейсу програми «Мій транспорт» однією з вимог являється простота і інформативність кінцевого продукту для користувача [3-5].

Для вирішення завдання за основу взяті карти від компанії Google. Для розробки програми була обрана операційна система android з використанням середовища розробки Android Studio. В якості тестового пристрою

використовувався смартфон LG G3 на базі процесора Qualcomm Snapdragon 810.

Розробка інтерфейсу «Мій Транспорт» складалася з наступних етапів: розробка сценаріїв роботи користувачів; вибір показників оцінки ефективності інтерфейсу; розробка прототипу та макетів; розробка дизайну інтерфейсу; юзабіліті тестування і забезпечення якості інтерфейсу.

Вигляд стартового екрана інтерфейсу додатку «Мій транспорт» показано на рисунку 1, де:

- 1 (Toolbar) – поле, призначене для відображення назви програми, також для подальшого його вдосконалення шляхом додавання в нього бокового навігаційного меню, а також додаткових функцій пошуку та т.і.;
- 2 (MapView) – поле, призначене для роботи з картою Google Maps, дозволяє відображати маршрути, ставити позначки, відображати поточний геолокаційні положення;
- 3 (BottomNavigationView) – поле, призначене для навігації всередині програми - дозволяє переміщатися між екранами;
- 4 (NavigationBar) – поле, яке призначене для додаткового меню навігації.



Рисунок 1. - Вигляд стартового екрана інтерфейсу додатку «Мій транспорт»

На даному етапі розроблено прототипи екранів:

1. Екран «Пошук». На стартовому екрані користувач може побудувати свій маршрут. Для цього йому необхідно ввести початковий і кінцевий пункт маршруту. При введенні кінцевих пунктів з'являються підказки, що надають можливі варіанти зупинок. Коли дані введені, відбувається пошук оптимальних маршрутів. Екран «Пошук» показано на рис. 2.





Рисунок 2. – Экран «Поиск» для поиска оптимального маршрута

2. Экран «Маршруты». Він надає можливість отримати інформацію про кожен вид транспорту: користувачеві пропонується пункт «Найближчі зупинки» всіх видів транспорту, які перебувають в певному радіусі. На даному етапі до уваги беруться лише маршрутки і автобуси. При натисканні на кнопку «Маршрутки», з'являється список всіх маршруток міста. Зі списку, можна вибрати найбільш зручний вид транспорту. При натисканні на номер транспорту здійснюється перехід до іншого екрану, де надається інформація про:

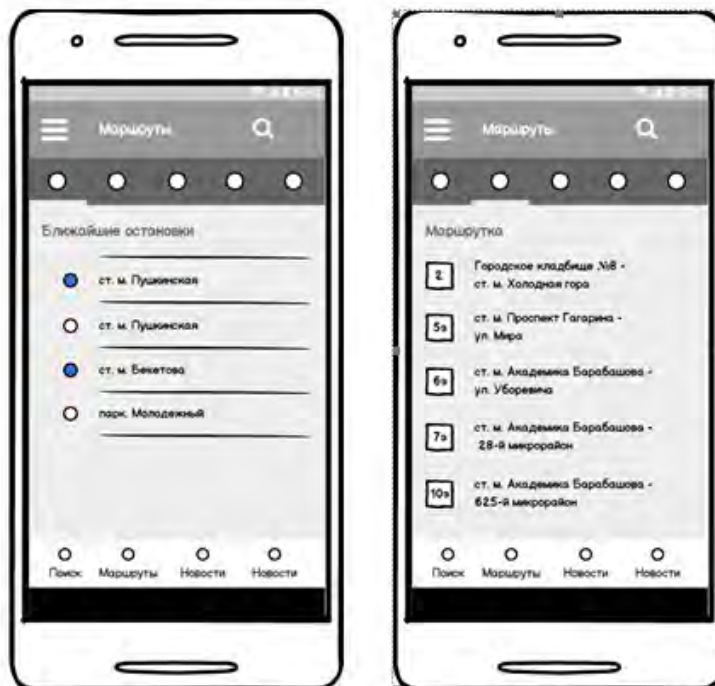


Рисунок 3. – Экран Маршрутка»

- 2.1.Зупинки. Пункт «Зупинки» показує послідовний список зупинок даного маршруту;
- 2.2.Карта. Пункт «Карта» призначений для відображення маршруту на карті з усіма зупинками;
- 2.3.Загальна. Пункт «Загальна» служить для докладної інформації про маршрут: кінцеві пункти, ціна проїзду, відстань, розклад транспорту, години роботи і інформація про перевізника.

Після узгодження прототипу додатку «Мій транспорт» будуть опрацьовуватися всі графічні елементи, дизайн програми, стиль, а також додаток буде здійснено тестування.

**Література:** 1. Алан Купер, Роберт Рейман, Девід Кронин. Алан Купер об інтерфейсе. Основы проектирования взаимодействия. Символ-Плюс, Пер. с англ. – СПб.: Символ'Плюс, 2009. – 688 с., ил. 2. Дональд Норман: «Дизайн привычных вещей»: Пер. с англ. — М.: Издательский дом “Вильямс”, 2006. — 384 с.: ил. — Парал. тит. англ.. 3. Дженифер Тидвелл. Разработка пользовательских интерфейсов. Издательство: Питер, 2011. – 480 с.:ил. 4. Якоб Нильсен, Хоа Лоранжер. Web-дизайн. Удобство использования Web-сайтов. Издательство: Вильямс, 2009. – 376 с. 5. Джеф Раскин. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем. Изд.: Символ-Плюс, 2005. – 272 с.

УДК 378

## **РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ЗНАХОДЖЕННЯ ЛІНІЇ ДОРОЖНЬОЇ РОЗМІТКИ**

**Бондаренко Д.А., студент, ХНАДУ**

**Головін М.О., студент ХНАДУ**

**Шапошнікова О.П., к.т.н, доц., каф. комп'ютерних технологій та мехатроніки, ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** На кожній людині, яка має в своєму розпорядженні особистий транспортний засіб, лежить велика відповідальність, тому що неухвалене або недбале керування є небезпечним не тільки для водія але і для оточуючих його людей. Одна з небезпек це не навмисний перетин водієм полоси розмітки, що позначає край смуги руху, по якій він рухається.

Така ситуація може призвести до виїзду автомобіля на зустрічну смугу або узбіччя дороги. Найчастіше це відбувається через надмірну втоми, сонливість або під час тривалого руху автомобіля по ділянці дороги з одноманітним природним ландшафтом (швидкісна магістраль або шосе). За даними National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) 40-60% всіх аварій на трасах в США прямо або опосередковано пов'язані з тим, що автомобіль залишає свою смугу.[1] З метою зниження ймовірності аварії провідні автовиробники розробляють технології машинного зору, які дозволяють знаходити, відстежувати та інформувати водія про наближення або перетин полоси розмітки. Серед таких слід відзначити розробки “Opel Eye” або “Parago! P3”.

Зараз у цій галузі проводяться активні дослідження. Серійні кошовні автомобілі мають системи розпізнавання дорожньої розмітки, починаючи з



2010 року. З'являються комерційні інтелектуальні системи. Але алгоритми функціонування закриті. Існує певна кількість методів розпізнання дорожньої розмітки [1-4]. В роботі будемо використовувати метод, заснований на аналізі даних від відеокамери спостереження.

**Метою роботи** є розробка алгоритму розпізнавання дорожньої розмітки, що вимагає мінімальних машинних ресурсів і забезпечує прийнятну швидкодію для роботи в режимі реального часу та не потребує переобладнання автомобіля.

**Основний матеріал.** Алгоритм розпізнавання дорожньої розмітки здебільшого заснований на перетворенні Хафа (Рис. 3).

Перетворення Хафа (Hough Transform) - алгоритм, чисельний метод, застосовується для вилучення елементів з зображення (патент 1962р. Поля Хафа). Використовується в аналізі зображень, цифровій обробці зображень і комп'ютерному зорі. Призначений для пошуку об'єктів, що належать до певного класу фігур, з використанням процедури голосування.

Для застосування перетворення Хафа потрібна первинна обробка зображення, яка дозволяє більш явно виділити контури об'єктів і зробити зображення більш монотонним [6]. У багатьох випадках використовується алгоритм детектування меж, в якості первинної обробки. Для цих цілей був використаний детектор меж Кенні (Рис.2).

Детектор має реагувати на границі, але при цьому ігнорувати хибні, точно визначати лінію границі та реагувати на кожну границю один раз. Детектор меж Кенні - оператор виявлення меж на використовує багатоступеневий алгоритм для виявлення широкого спектра меж в зображеннях [5].

Вхідні дані алгоритму – відео з відео реєстратора, яке перехоплюється алгоритмом і ділиться на послідовність зображень, до кожного (Рис.1) з яких застосовується розроблений алгоритм.



Рисунок 1 – Зображення з відео реєстратора

Перед застосуванням детектора меж Кенні зображення конвертується із кольорового в зображення в градаціях сірого.



Рисунок 2 – Застосування детектора меж Кенні на область зображення



Рисунок 3 - Результат роботи алгоритму

**Висновки.** В даній роботі був розроблений алгоритм розпізнавання дорожньої розмітки за рахунок вирішення наступних задач: обробка зображення, знаходження лінії розмітки.

Література **1. Poomvichid T.A** Lane Detection for the Driving Based on the Histogram Shapes. : /Poomvichid T., Ketcham M. – ICSEE, Thailand, 2012. **2. Yin Z.** Vision-based Lane Detection using Hough Transform. – 2003. **3. Aly M.** Lane Detection of Line Markers in Urban Streets. – California Institute of Technology. **4. Wang Y.** Lane Detection Using B-Snake. : Wang Y., Teoh E., Shen D. – School of Electrical and Electronic Engineering Nanyang Technological University. **5. Canny J.A.** Computational Approach to Edge Detection. – IEEE, 1986. **6. Перетворення Хафа** [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Преобразование\\_Хафа](https://ru.wikipedia.org/wiki/Преобразование_Хафа)

**УДК 004**

## **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ**

**Іванюта М.О., студент механічного факультету, гр. МКН – 21, ХНАДУ**

Автомобільному транспорту належить провідне місце у розвитку економіки України. Процес автомобілізації має глобальний характер як у світі, так і в Україні. Країни Євросоюзу (ЄС) розробили та ухвалили комплексну стратегію транспортної політики до 2050 року, в якій викладено головне бачення, щодо виконання за цей період завдань в транспортному секторі. Україні у зв'язку з Угодою про асоційоване членство в ЄС необхідно

підвищити конкурентоспроможність транспортних послуг у відповідність до європейських вимог.

**Постановка проблеми.** Автомобільний транспорт є ваговою складовою транспортної системи України щодо перевезень пасажирів і вантажів та впливу на економіку і суспільство. Його частка у перевезенні пасажирів складає 49,4%, вантажів – 60%. Автобуси є єдиним громадським транспортом для 412 з 460 міст України та понад 96% сільських населених пунктів.

Перевантаження трафіку руху призводить до наступних негативних наслідків: збільшенню кількості дорожньо-транспортних пригод; значних економічних втрат, таких як, втрата часу під час перебування у заторах, витрати бензину, псування двигуна; вплив на якість зовнішнього середовища.

**Метою дослідження** є обґрунтування важливості і необхідності впровадження інтелектуальних транспортних систем, як інструменту підвищення ефективності економіки України.

**Основний матеріал.** Інтелектуальні транспортні системи необхідно розглядати як важливу складову сучасного комплексного підходу до підвищення ефективності функціонування систем наземного транспортування за рахунок розширення їх інформаційної інфраструктури: автоматизованого збору даних про стан системи в масштабі реального часу, моделювання та прямого й опосередкованого оперативного впливу на формування і зміну транспортних потоків.

В останні 10 років словосполучення «інтелектуальні транспортні системи» ( Intelligent Transport Systems ) і відповідні аббревіатури - ІТС , ITS - стали звичайними в стратегічних, політичних і програмно - цільових документах розвинених країн. Сьогодні інтелектуальні транспортні системи (ІТС) - це системи, які використовують інноваційні розробки в моделюванні транспортних систем і регулюванні транспортних потоків, являють собою єдиний комплекс автоматизованих систем, які розроблені спеціально для вирішення транспортних завдань[1].

Впровадження ІТС носить стратегічний характер, визначає в цілому конкурентоспроможність кожної країни на світовому ринку і в зв'язку зі значною капіталоємністю не можна реалізуватися без безпосередньої участі держави. Координація і просування національних програм ІТС здійснюється уповноваженим державним міжвідомчим органом - лідером у виробленні загальнополітичних і системно архітектурних рішень, технічної та функціональної стандартизації.

ІТС призначені для збору, обробки і передачі інформації про роботу і стан транспортних засобів, а також для обміну інформацією між користувачами і керуючими структурами в режимі реального часу і управління.

Сьогодні найбільш активно розвиваються базові технології для транспортної інфраструктури і транспортних засобів:

- 1) Управління рухом на автомагістралях.
- 2) Комерційні автоперевезення.

- 3) Запобігання зіткнень транспортних засобів і безпеку їх руху.
- 4) Електронні системи оплати транспортних послуг.
- 5) Управління у разі крайньої потреби.
- 6) Управління рухом на основний вуличної мережі.
- 7) Управління ліквідацією наслідків ДТП.
- 8) Управління інформацією.
- 9) Інтермодальні вантажні перевезення.
- 10) Контроль погоди на автодорогах.
- 11) Експлуатація автошляхів.
- 12) Управління суспільним транспортом.
- 13) Інформація для учасників руху.

ІТС – система сервісна. В основу побудови архітектури повинна бути покладена інформація про можливі потреби в її послугах для користувачів. У світовій практиці визначено п'ять основних типів користувачів ІТС: водії, пішоходи та велосипедисти, пасажери громадського транспорту, перевізники, транспортні оператори і служби експлуатації транспортної інфраструктури.

Будь-яка автоматизована система управління, до якої повною мірою належить ІТС, робить одну просту річ: збирає інформацію про об'єкт управління, аналізує її та прямо або опосередковано керуюче впливає на цей об'єкт.

Міністерством інфраструктури України 21 грудня 2015 року наказом № 548 затверджено Стратегічний план розвитку автомобільного транспорту та дорожнього господарства на період до 2020 року одним із важливих завдань даної стратегії є створення інтелектуальних транспортних систем (ІТС) різного рівня.

Сьогодні транспортна інфраструктура в Україні нагально потребує модернізації. Існує велика кількість новітніх технологій, здатних зробити її безпечною, розумною та екологічною.

У рамках програми “Горизонт-2020”, Україна має відкритий доступ до досліджень, які проводяться в ЄС, а також до фінансової підтримки інновацій, маючи розвинену галузь інформаційних технологій та високо кваліфікованих фахівців для розробки програмного забезпечення, тому, на мою думку, Україна могла б стати світовим лідером із розробки та виробництва інтелектуальних транспортних систем.

Розробка і поширення інтелектуальних транспортних систем є ефективним інноваційним бізнесом та стимулом розвитку нового сектора високотехнологічної промисловості. Впровадження ІТС підвищить ефективність управління перевезеннями, скоротить непродуктивні витрати на транспортування вантажів, пасажирів, прискорить розвиток транспортно-комунікаційної системи.

**Література.** 1. Рудзінський В.В. «ІТС автомобільного транспорту: навч. посібник / В.В. Рудзінський. – Житомир : ЖДТУ, 2012. – 98 с. 2. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: монографія / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут; за заг. ред. А.М. Редзюк. – К. : ДП

«ДержавтотрансНДІпроект», 2005. – 400 с. 3. Рудзінська О.В. Процеси розвитку автотранспортних технологій в інтелектуальних транспортних системах [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?)

УДК 007.52

## **ТЕХНІЧНИЙ ЗІР ЯК СИСТЕМА ОРІЄНТАЦІЇ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА**

**Сільченко В. Р.**, студентка 339 гр., НАУ ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»

**Жежера І. В.**, аспірант каф. 305\*, НАУ ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»

**Уїссам Будіба**, аспірант каф. 305\*, НАУ ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»

**Фірсов С. М.**, д.т.н., проф., каф. електротехніки та мехатроніки, НАУ ім.  
М. Є. Жуковського «ХАІ»

**Постановка проблеми.** Один з найважливіших напрямків у сучасній авіації пов'язаний з розробкою безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Сучасний комплекс БПЛА є високотехнологічною системою з елементами штучного інтелекту, інтегрованою в систему збору інформації та прийняття рішень. Аерознімання вже протягом кількох десятиліть є ефективним інструментом для виконання геодезичних робіт, геофізичних досліджень та проведення різних видів моніторингів. Підхід до інформаційного забезпечення польоту малогабаритних літальних апаратів ґрунтується на використанні супутникових навігаційних систем (СНС) як основного джерела інформації про навігаційні параметри польоту. Елементною базою таких систем стають технології мікроелектромеханічних систем (МЕМС) і пристрої, що об'єднують у себе мікроелектронні та мікромеханічні компоненти.

Основна проблематика пов'язана з управлінням і навігацією БПЛА. Зокрема, стабільність польоту більшості з них істотно залежить від якості сигналів супутникової системи. Низька надійність інформаційного забезпечення може призвести до втрати БПЛА у разі втрати сигналу від СНС, в той час як застосування виключно мікромеханічних датчиків не дозволяє вирішувати численні завдання навігації і управління через наявність ряду складнощів: накопичення помилки, присутність білого (власного) шуму вимірювань, чутливість до магнітного поля і т.д. При постійному збільшенні надійності елементної бази систем і підсистем, що входять до складу літальних комплексів, зростає обсяг і складність бортового і наземного обладнання, що є однією з причин появи відмов БПЛА. Це неминуче призводить до пошуку ефективних шляхів розробки надійних функціонально стійких систем.

**Мета дослідження.** Головною метою дослідження є створення автономної системи орієнтації безпілотного літального апарата.

**Основний матеріал.** На сьогоднішній день для автоматичного керування БПЛА часто використовується системи технічного зору (СТЗ), а саме для його стабілізації та пересування за допомогою виявлення та розпізнавання об'єктів. Системи технічного зору застосовуються для обробки і розпізнавання різних зображень, отриманих з телекамери або фотоапарата

та є засобом спостереження і автоматичного прийняття рішення в тих чи інших випадках.

Тому створення автономної системи позиціонування, яка дозволить БПЛА зменшити залежність від супутникової навігації і від атмосферних явищ, є перспективною і важливою задачею.

Для з'єднання елементів віртуального та реального світу на екрані дисплея однією з актуальних науково-дослідних проблем є рішення задачі виділення і розпізнавання в відеопотоці елементів зображення. В даній роботі використовується алгоритм Scale Invariant Feature Transform (SIFT), являє собою алгоритм в області комп'ютерного зору, який виявляє локальні характеристики зображення. Одержані ознаки інваріантні щодо масштабу і повороту, стійкі до ряду перетворень та шуму. Алгоритм, запропонований в рамках SIFT, один з найбільш відомих. Він полягає в використанні піраміди Гаусса, яка будується для зображення.

$$L(x, y, \sigma) = G(x, y, \sigma) * I(x, y), \quad (1)$$

Далі зображення приводяться до одного розміру і обчислюється їх різниця. Причому в якості кандидатів точок інтересу вибираються тільки ті пікселі, які сильно відрізняються від інших, це робиться шляхом порівняння кожного пікселя зображення з декількома сусідніми. Піксель вибирається як точка інтересу тільки в тому випадку, якщо його яскравість є екстремумом. Далі для кожної такої точки інтересу обчислюється локальний дескриптор, що характеризує напрямки градієнтів в пікселях деякій околиці.

**Висновки.** В ході виконання роботи було досягнуто головної мети дослідження, а саме створення автономної системи орієнтації безпілотного літального апарата. Математичний аналіз показує, що застосування алгоритму SIFT, дозволяє визначати координати місця розташування з помилкою не більше одного метра незалежно від часу.

**Література.** 1. Сильченко В. Р., Система ориентации автономного летательного аппарата [Текст] / В. Р. Сильченко, И. В. Жежера/ / Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених: Інтегровані комп'ютерні технології в машинобудуванні – ІКТМ-2016, 15-17 листопада 2016 р. – Х., 2016. – С. 186. 2. Никитин А. Н., Идентификация и локализация клеток на микроскопических изображениях с использованием SIFT-алгоритма [Текст] / А. Н. Никитин/ / Сборник статей. Выпуск 1. – М.: Издание ЗАО "Медицинские Компьютерные Системы (МЕКОС)", 2009. – С. 114 – 125.

УДК 007.52

## ОПТИЧНА ОРІЄНТАЦІЯ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ

Кривомлін А. В., студентка 339 гр., НАУ ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»

Вірко О. С., студентка 339 гр., НАУ ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»

Жежера І. В., аспірант каф. 305, НАУ ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»

Фірсов С. М., д.т.н., проф., каф. електротехніки та мехатроніки, НАУ ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»

**Постановка проблеми.** В результаті надмірної вразливості малогабаритних безпілотних літальних апаратів зростає необхідність

покращення методів орієнтації руху за допомогою альтернативних засобів, тому це питання на сьогоднішній час має неабияку актуальність.

**Мета дослідження** – розробка та реалізація методів, за допомогою яких, використовуючи оптичну інформацію з бортової камери, виникає можливість визначення горизонту та кута нахилу літального апарату відносно нього.

**Основний матеріал.** Розроблена програма та алгоритми повинні бути здатні здійснювати орієнтацію безпілотного літального апарату за допомогою інформації, що отримується з оптичного потоку, який формує бортова камера апарату. Для розробки методу необхідно знати здвиг кадрів оптичного потоку, для цього в роботі описано алгоритм створення 3D моделі предмету, який потрапляє в об'єктив камери, що базується на функціях та методах OpenCV. Алгоритм має наступний вигляд: 1. Відбирається 2 послідовних кадри з відкаліброваної камери. 2. Разом із параметрами калібрування камери інформація про кадри, відібрані за допомогою попереднього пункту, поміщується до функції `servoRectify`, що ректифікує дані 2 кадри – це перетворення, що спотворює зображення таким чином, щоб точка його зміщення виявлялася на одній і тій самій горизонтальній прямій. 3. Ці ректифіковані кадри вкладаються до функції `stereoBM`, в результаті створюється `disparity map`. 4. Отримана карта разом із матрицею, що була створена в пункті 2, стає параметрами функції `reprojectImageTo3D`. Результатом роботи функції і є просторове уявлення предмета із зображення.

Для обробки кадрів з відео-потіку вирішено використовувати «плотний» потік Гуннара Фарнебака, метод доступний за допомогою `calcOpticalFlowFarneback` [1].

По правилу подібних трикутників знаходиться відстань від спостерігача до об'єкту спостереження (рис. 1).

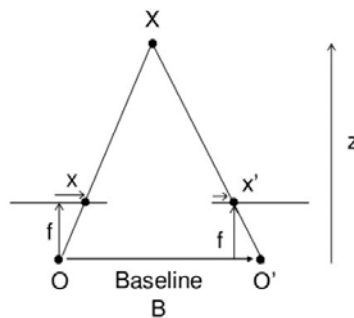


Рисунок 1 – Спосіб визначення відстані

$$Z = \frac{Bf}{\Delta x'}, \quad (1)$$

де  $B$  – шаг камери;

А координати точок відповідно за формулами 2 та 3.

$$X = \frac{Z(x - \frac{\omega}{2})}{f}. \quad (2)$$



$$Y = \frac{Z(y - \frac{h}{2})}{f}, \quad (3)$$

де  $\omega$  та  $h$  – ширина та висота зображення;

$f$  – фокусна відстань камери (відстань від центру камери до поверхні її екрану).

Фільтрація шумів зображення виконується використанням фільтру Гауса.

Сам алгоритм роботи розробленої системи полягає не тільки в обробці зображення, а головне – у принципі використання отриманої з оптичного потоку інформації для визначення дійсного значення орієнтації літального апарату у визначений момент часу.

**Висновки.** Результатом даної роботи є алгоритм автоматичної орієнтації безпілотного літального апарату, який можна використовувати для будь-яких літальних апаратів, що укомплектовані камерою та мають здатність працювати із розробленим програмним забезпеченням.

**Література:** 1. Кручинин, А. В. Распознавание образов с использованием OpenCV [Текст] / А. В. Кручинин // – 2011. – 171 с.

УДК. 629.01

## НЕСТАБІЛЬНІСТЬ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРАКТОРА В ДИНАМІЧНОМУ ПРОСТОРІ

Шуляк М.Л., к.т.н., доц., кафедра тракторів і автомобілів  
ХНТУСГ ім. П. Василенка

**Постановка проблеми.** При сталому русі транспортного агрегату виникають коливання швидкості його руху, що спричиняють додаткові, дисипативні втрати енергії.

**Мета дослідження.** Запропонувати напрямки повернення транспортного агрегату в межі функціональної стабільності.

**Основний матеріал.** При нестабільному одному або декількох функціональних параметрів трактора  $v(t)$ ,  $y_n(t)$ ,  $y_z(t)$  і  $w(t)$ , характеризуємим відхиленням від номінальних значень  $y^x$ ,  $y_n^x$ ,  $y_z^x$  і  $w^x$  (за рис. 2.1), можлива втрата трактором функціональної стабільності, при якій трактор не буде виконувати функції, які визначаються нормативно-технічною документацією (НТД). В даному випадку динамічне простір функціонування трактора визначається передавальними функціями  $W_v$ ,  $W_{y_n}$ ,  $W_{y_z}$  і  $W_w$ , що характеризуються відносинами  $v(t)$ ,  $y_n(t)$ ,  $y_z(t)$ ,  $w(t)$  від  $y^x$ ,  $y_n^x$ ,  $y_z^x$ ,  $w^x$ .

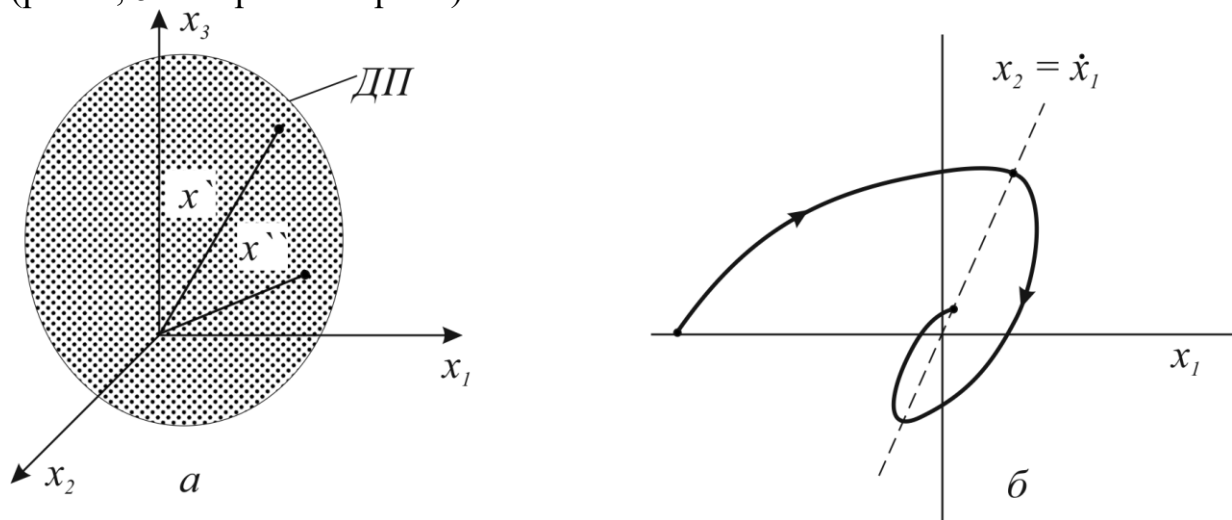
При цьому динамічний простір (ДП) може являти собою дискретну множину елементів (точок, векторів) в сукупності з тією чи іншою метрикою, наприклад при оцінці функціональної стабільності трактора на транспортних



роботах при збуреннях по поздовжній  $x_1$ , горизонтальній  $x_2$  та вертикальній  $x_3$  координатами (рис. 1, а).

У завданнях аналізу функціонування системи в динамічному просторі найбільше прикладне значення мають дослідження двовимірного випадку ( $n=2$ ), коли простір станів перетворюється в площину станів – фазову площину. Для систем, що описуються об'єктивними диференціальними рівняннями другого порядку (або системою двох диференціальних рівнянь другого порядку), для яких застосовується фазова площина, по осі абсцис відкладається координата  $x_1$ , а по осі ординат – її похідна  $x_2 = \dot{x}_1$ .

При цьому рух по фазовій траєкторії завжди відбувається за годинниковою стрілкою (рис. 1, б). У прикладному аспекті найбільш істотні результати одержані за допомогою фазової площини для систем з розривними характеристиками, які описуються різними диференціальними рівняннями для різних частин фазової площини, розділених так званою лінією перемикань (рис. 1, б – штрихова пряма).



а – дискретна множина однотипних елементів (точок, векторів  $x', x'', \dots$ );  
б – фазова траєкторія при різних елементах

Рисунок 1 – Ілюстрація динамічного простору станів

Дана методологія дослідження динамічних систем найбільш ефективна при оцінці їх функціонування при нестабільних параметрах. Наприклад, для тракторів на транспортних роботах при оцінці функціональних параметрів швидкості руху  $v(t)$ , стійкості напрямку руху  $y_n(t)$  і гальмування  $y_c(t)$  необхідно одночасно оцінити їх прискорення за даними параметрами.

При експлуатації трактора на транспортних роботах вирішується завдання забезпечення його функціонування в одній з двох областей:  $ОФ$  – область функціонування, в якій трактор працює відповідно до призначення (забезпечується необхідне тягове зусилля, стійкість напрямки руху і гальмування і т.д.);  $ОО$  – область оптимальної роботи, наприклад за критерієм енергозбереження, в якій трактор працює при допустимому зміні швидкості руху (зміна прискорення руху в допустимих межах).

УДК 629.33:681.51

**ВІДЕОАНАЛІЗ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ****Пронін С.В., доц., к.т.н., каф. комп'ютерних технологій та мехатроніки, ХНАДУ****Стась П.О., студент, ХНАДУ**

**Постановки проблеми.** Збільшення числа автомобілів у містах призводить до зростання числа дорожньо-транспортних пригод приводить до недостатньої безпеки пересування на дорозі. Проблему можна вирішити за рахунок розроблення та впровадження інформаційно-комунікаційної технології руху наземного транспорту великих міст [1].

**Мета дослідження** - підвищення безпеки пересування автомобілів на дорозі.

**Основний матеріал.** В даний час проблема автоматичної реєстрації проїжджаючого транспорту залишається актуальною. Для рішення цієї проблеми за останні роки була розроблена достатньо велика кількість математичних методів та алгоритмів [2], які в цілому реалізовані у вільно поширюваної бібліотеці технічного зору OpenCV [3]. Для рішення задач аналізу відеоданих за допомогою OpenCV нам знадобяться наступні модулі:

- модулі video, objdetect, calib3d (аналіз руху та відстеження об'єктів, обчислення положення в просторі, детектування об'єктів, оптичний потік)
- модуль ml, що реалізує алгоритми машинного навчання (дерева рішень, бустинг, випадковий ліс, машина опорних векторів, нейронні мережі та ін).
- модулі imgproc, features2d для обробки зображень (фільтрація)
- модулі core, highgui, що реалізують базову функціональність (базові структури)

**Висновки.** Для поділу пересічних об'єктів слід більш точно обчислювати потік з наступним визначенням кордону двох зображень; Потрібно проводити фільтрацію шуму в обчислених потоках, викликаного наявністю відблисків і різких тіней на зображенні

**Література:** 1.Алексієв В.О. Мехатроніка, телематика, синергетика у транспортних додатках. / В.О. Алексієв, О.П. Алексієв, О.Я. Ніконов. – Х.: ХНАДУ, 2004. – 212 с.

2. Форсайт Д., Понс Ж. Комп'ютерне зір: Сучасний підхід. М.: Вільямс, 2004. с. 928

3. OpenCV [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://opencv.org>

УДК 629.33:681.51

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ В  
ВОПРОСАХ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ В  
ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ**

**Ковтунов Ю.А., к.т.н., доц., кафедра компьютерных технологий и мехатроники, ХНАДУ****Пронин С.В., к.т.н., доц., кафедра компьютерных технологий и мехатроники, ХНАДУ**

**Постановка проблемы.** В современных условиях городские транспортные развязки характеризуются повышенными плотностями

транспортных потоков, которые требуют использование информационных технологий при их управлении. В условиях поиска решения многоаспектной задачи автоматизации управления транспортными потоками и оптимального использования информационного пространства важное значение приобретают мультиагентные технологии [1,2]. Данные технологии основываются на использовании интеллектуальных транспортных агентов. Необходимо так же отметить, что по оценкам зарубежных исследований в данной области, использование мультиагентных технологий на транспорте должно свести к минимуму количество столкновений транспортных средств. Данная мультиагентная технология находится на стыке таких научных направлений как, искусственный интеллект, теория принятия решений; распределенные системы, объектно-ориентированное программирование, теория телематики и синергетики, а также системы баз знаний [1,2].

**Цель исследования** – Определение архитектуры мультиагентной системы для решения задач управления транспортными потоками.

**Основной материал.** Ключевым элементом интеллектуальной мультиагентной системы (ИМАС) является интеллектуальный транспортный агент, способный воспринимать ситуацию, принимать решения и быть коммуникабельным с другими интеллектуальными агентами ИМАС. Эти новые возможности значительно отличают ИМАС от существующих «жестко» организованных систем. При этом отдельные модули программы ИМАС получают возможность «договариваться» о том, как должна решаться задача по управлению транспортными потоками. Эти модули приобретают собственную активность и инициируют диалог как между интеллектуальным транспортным агентом (ИТА), так диалог ИТА с интеллектуальным мультиагентным менеджером. При этом они должны уметь работать в условиях неопределенности.

Понятие интеллектуальный транспортный агент, представляет собой не что иное, как мобильное интеллектуальное транспортное средство, перемещающееся в пространстве и времени в информационной распределенной транспортной сети (ИРТС), которое должно быть наделено следующими свойствами:

- обладать автономностью, т.е. способность выполнять задачи самостоятельно при перемещении в информационной распределенной транспортной сети, без общения с другими интеллектуальными транспортными агентами или, при определенных ситуациях, с интеллектуальным мультиагентным менеджером (ИМАМ), управляющий движением транспортных средств через транспортную развязку;

- обладать способностью общения – при возникновении определенных ситуаций агенты общаются (взаимодействуют) с другими агентами или с интеллектуальным агентом видеонаблюдения (ИАВ) за наличием пешеходов как в зоне пешеходного перехода, так и вне его с целью внесения коррекции в характер своего движения;

- свойством реактивности – интеллектуальные транспортные агенты реагируют на изменения в обстановки информационной распределенной транспортной сети;

- свойством псевдоактивности – интеллектуальный транспортный агент опрашивает информационно распределенную транспортную сеть, реагирует на изменения в ней и самостоятельно решает задачи своего движения (свойство достигать цели);

- свойство самодостаточности - представлять собой, на интервале движения, постоянно выполняющийся процесс (иметь собственный поток управления движением);

- свойство «дочерности» - способность выполняться рекомендации от имени «агента родителя» - ИМАМ;

- свойство гибкости – действия по управлению движением интеллектуальных агентов жестко не фиксированы;

- свойство обучаемости (интеллектуальность) – интеллектуальный агент изменяет характер своего движения. При этом агент использует как свой опыт, так и опыт других агентов и находит новые решения для своего управления.

Обобщенная архитектура интеллектуального агента, включает в себя главные компоненты: обеспечение по самоуправлению; комплекс целей; хранилище для данных; компонента по безопасности и компонента связи для взаимодействий с другими агентами, ресурсами системы и пользователями, приведена на рисунке 1.

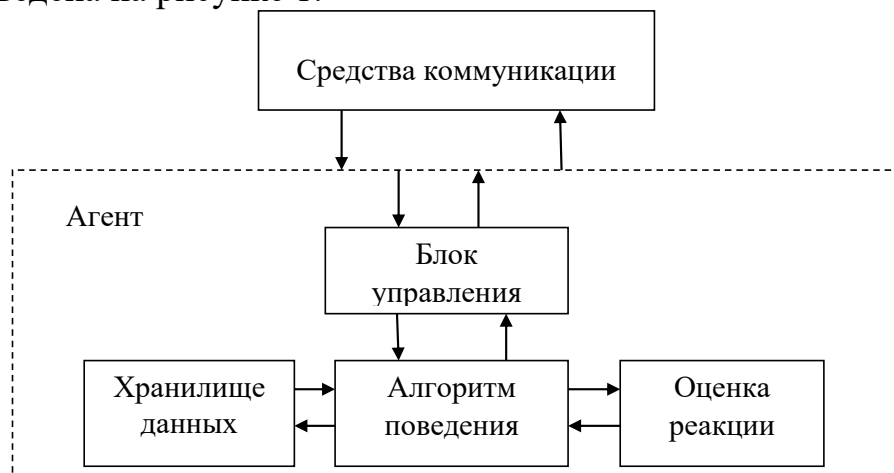


Рисунок 1 – Архитектура интеллектуального агента

При использовании МАС на каждой транспортной развязке должен быть вычислительный узел - сервер (агентская платформа), предоставляющая функциональность для создания/уничтожения, приема/передачи и среду для выполнения и существования интеллектуальных агентов. Для организации взаимодействия агентов должен существовать сервис поля имен, т. е. сервис, который предоставляет возможность работы с сущностью, зная только ее имя. Функции этого сервиса выполняет агентская система.

На основе анализа существующих МАС [1-4] в докладе формулируются требования к проектируемой ИМАС:

1. Обеспечение переносимости кода на различные платформы;
2. Доступность на множестве платформ;
3. Поддержка сетевого взаимодействия;
4. Многопоточная обработка;
5. Безопасность.

**Выводы.** В докладе были проанализированы различные требования к созданию многоагентных систем на автомобильном транспорте. Рассмотрены вопросы использования мобильных интеллектуальных транспортных агентов, построения системы управления движением основанной на кооперации интеллектуальных агентов, определены их свойства. Приводится обобщенная архитектура мобильных интеллектуальных транспортных агентов.

**Литература.** 1. В.И. Городецкий. Самоорганизация и многоагентные системы. I. Модели многоагентной самоорганизации. Известия РАН "Теория и системы управления", 2012, № 2, с. 92–120 В. 2. И. Городецкий. Самоорганизация и многоагентные системы. II. Приложения и технология разработки. Известия РАН "Теория и системы управления", 2012, № 3, с. 102–123. 3. Люгер Джордж Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е издание.: Перев. с англ. –М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.-864 с. 4. Тодорка Атанасова Агентная технология: концепции, модели, приложения , Варна 2015, с.-155.

УДК 004

## **ІНФОРМАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК СИСТЕМИ УТРИМАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ**

**Неронов С.М. ст. викладач, каф. комп'ютерних технологій та  
мехатроніки, ХНАДУ  
Гусенкова К.В. студент, ХНАДУ**

**Проблема:** Автомобільні дороги повинні володіти високими споживчими якостями, необхідними для задоволення потреб суспільства і держави в автомобільних перевезеннях. Дороги повинні бути зручними і безпечними для руху по ним транспорту з необхідною швидкістю, вони повинні володіти високою пропускною здатністю і витримувати навантаження від великовагових транспортних засобів, а так само мати естетичний зовнішній вигляд і бути екологічно безпечними. Є задача-усунення несвоєчасної інформованості користувачів доріг про пошкодження доріг, а також знос покриття.

**Мета:** своєчасна інформованість користувачів доріг про пошкодження доріг, а також знос покриття.

Від того, наскільки якісно і сумлінно працюватимуть служби та організації, що займаються утриманням автомобільних доріг, безпосередньо залежать основні техніко-економічні показники роботи автомобільного транспорту і, як наслідок, емоційний стан водіїв.

Розвиток інформаційних технологій є частиною заходів щодо підвищення ефективності управління дорожнім господарством, а також щодо розвитку системи диспетчеризації та зв'язку в дорожньому господарстві. Це

повинно поліпшити ефективність управління дорожнім комплексом, взаємодія замовника і підрядника, органів влади, ГИБДД, МНС і т. д.

На даний час треба мати своєрідний ситуаційний центр, який дозволяє реагувати на виникаючі ситуації більш оперативно. Надалі здійсниться перехід до оперативного управління дорогами в режимі онлайн на підставі різномірної інформації достатньої для прийняття управлінських рішень.

Вже існують декілька подібних систем: наприклад, система моніторингу стану дорожніх машин; різні навігаційні системи визначення місця розташування дорожніх машин; система обліку інтенсивності руху; система відеоспостереження за обстановкою на дорогах; система моніторингу метеоданих; система відеофіксації роботи підрядника при прийманні робіт по утриманню автомобільних доріг.

**Література.** Дорожно-строительные машины и комплексы / А.Н. Новиков, В.И. Баловнев, Г.В. Кустарев, Е.С. Локшин .— 2001 .— 525 с.

УДК 629.33:681.51

## **ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ИСКУССТВЕННОГО АГЕНТА ДЛЯ ЗАДАЧ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ МЕЖДУ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ**

**Пронин С.В., к.т.н., доц., каф. компьютерных технологий и мехатроники,  
ХНАДУ**

**Постановка проблеми.** На сьогоднішній момент одним из путей повышения эффективности управления дорожным движением связан с развитием интеллектуальных систем и телекоммуникационных технологий. Данный подход позволяет выстраивать систему, в которой транспортные средства за счет подключения в общую информационную среду имеют возможность обмениваться между собой и другими элементами транспортной инфраструктуры актуальной информацией. Реализовать данный подход возможно с помощью многоагентных систем.

**Цель исследования** – Определение архитектуры интеллектуального агента для решения задач информационного взаимодействия между транспортными средствами

**Основной материал.** Рассмотрим подход к технологии обмена данными между транспортными средствами на примере технологии Car2Car (Европейский Союз) и Vehicle-to-Vehicle (США) [1-4]. Эти системы предоставляют услуги связи и обмен информацией, связанный с потенциальной опасностью на дороге, позволяет предупредить водителей снизить скорость и избежать несчастных случаев. Также возможен обмен данными о погодных условиях, состоянии дорожного покрытия, дорожной обстановке по пути следования (заторов, дорожных работах и т.д.). В модели системы связи, предложенной консорциумом CartoCar (CartoCar Communication Consortium [1]) выделяются три домена: invehicle domain, adhoc domain infrastructure domain.

Invehicle domain включает бортовые устройства (onboard units, OBU) и устройстве приложений (application units, AU). На AU выполняется одно или несколько приложений; OBU поддерживает функции, необходимые для организации связи с другим OBU и с устройствами инфраструктурного домена. AU может быть как встроенным в транспортное средство, так и отдельным портативным устройством (например, переносным компьютером, мобильным телефоном и т. д.).

Аппаратное обеспечение Car2Car и Vehicle-to-Vehicle технологий, включает различные электронные системы автомобиля такие как электронные блоки управления автомобилем, GPS приемники, модули беспроводной связи и должны обеспечивать обмен информацией между участниками дорожного движения. Это задача среди прочих требует разработки специального программного обеспечения (ПО). Такое ПО должно в автоматическом режиме передавать информацию от автомобиля, получать необходимую информацию от других автомобилей и объектов транспортной инфраструктуры и информировать водителя о дорожной ситуации.

Для решения этой задачи можно использовать технологию многоагентных систем [5]. Данный подход основан на использовании специальных автономных индивидуумов (агентов), объединенных в систему. Агент здесь представляет из себя программу, которая в автономном режиме способна осуществлять самостоятельные действия в соответствии с заданной целью.

По функциональному назначению можно выделить несколько видов агентов [5,6]:

- агенты для поиска информации;
- агенты для обмена информацией;
- агенты для поддержки принятия решений;
- гибридные агенты (объединяющие в себе функции других объектов).

Основное отличие приведенных выше типов агентов заключается в их внутренней сложности и возможности реализовывать различные функции.

Для нашего случая подойдут агенты для обмена информацией. Такой агент будет выполнять две задачи: сбор информации о состоянии транспортного средства и передачи её в сеть; получение из сети информации от других транспортных средств и на основе этой информации сформировать решение, например, информировать водителя о дорожной ситуации.

Для такой цели подойдет реактивный тип агента [5,6]. Хотя считается, что реактивные агенты имеют ограниченное представление внешней среды или не имеющие его вовсе, тем не менее они доказали способность решать ограниченное число простых задач в областях реального мира.

Для более сложных задач поддержки принятия решений целесообразнее использовать когнитивный тип агента обладающий более сложной и развитой внутренней структурой которая позволяет решать более широкий спектр задач.

В общем виде модель агента будет выглядеть следующим образом [6]:

$$A = \langle I, E, P, M \rangle \quad (1)$$

где  $I$  – множество входных данных;

$E$  – множество внутренних данных;

$P$  – функция восприятия агентом входной информации;

$M$  – функция формирования решения

Для программной реализации агентов на сегодня в программировании применяется агентно-ориентированный подход [7]. Основной его концепцией является понятие агента имеющего поведение зависящее от среды где он находится.

Согласно Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA), термин агент определяется следующим образом:

Агент — это главный исполнитель в домене. Он обладает одной или несколькими сервисными возможностями, образующими единую и комплексную модель выполнения, которая может включать доступ к внешнему ПО, пользователям (людям) и средствам связи.

Агентно-ориентированный подход тесно связан с объектно-ориентированным являясь его частным случаем. Как и в объектно-ориентированном подходе агентно-ориентированный в качестве агентов также использует объекты с тем различием, что агент имеет механизм целеобразования позволяющий ему достигать определённый уровень автономии. Такая возможность агентов может описываться моделью поведения включающей в себя намерения, желания, мотивацию, рациональность.

Такая близость объектов и агентов позволяет описывать агенты с помощью различных типов классов.

Из этого можно сделать вывод, что агент как программное обеспечение должен отвечать следующим требованиям:

- представлять из себя специальный тип объекта;
- иметь возможность реализации с помощью класса;
- содержать в себе поведенческую модель.

В общем виде структуру агента можно представить следующим образом:

```

Агент{
  Объект{
    Метод
    Данные}
}
```

**Выводы.** В статье проанализирован подход к созданию системы обмена информацией между участниками дорожного движения с использованием многоагентного подхода. Показана возможность создавать интеллектуальные агенты с помощью методов объектно-ориентированного программирования. Проанализирована архитектура программного агента.

**Література:** 1. Car 2 Car Communication Consortium Manifesto. Overview of the C2C–CC System /URL: [www.car-to-car.org](http://www.car-to-car.org). 2. ETSI TS 102 636–3 V1.1.1 (2010–03): Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; GeoNetworking; Part 3: Network architecture. — European Telecommunications Standards Institute, 2010. 3. Draft ETSI EN 302



665 V1.0.0 (2010–03): Intelligent Transport Systems (ITS); Communications Architecture. — European Telecommunications Standards Institute, 2010. 4. Draft Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) — Architecture. — IEEE P1609.0/D0.1. — IEEE, 2010. 5 **Тарасов В. Б.** От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика/ В. Б Тарасов /— М.: УРСС, 2002. -352с. 6. Швецов А.Н. Агентно-ориентированные системы: от формальных моделей к промышленным приложениям / Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению "Информационно-телекоммуникационные системы", 2008. - 101 с. 7. Агентно-ориентированный подход [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Агентно-ориентированный\\_подход](https://ru.wikipedia.org/wiki/Агентно-ориентированный_подход).

## УДК 519.7

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТНОГО ТИПА С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЯ ПОЛНОТЫ ЗАГРУЗКИ

**Подолька О.А., к.т.н, доц., каф. компьютерных технологий и мехатроники, ХНАДУ**

**Подолька А.Н., старший преподаватель, каф. информатики, НАУ «ХАИ» им. Н.Е. Жуковского, Школина Н.А., студент ХНАДУ**

**Постановка проблемы.** При разработке моделей транспортных задач (ТЗ) следует обратить внимание на представление недопустимого отношения, которое на практике означает невозможность выполнения работы заданной машиной. В этом случае цену выполнения работы можно считать бесконечной. Очевидно, что в программе бесконечность удобно представить некоторым достаточно большим значением. Его в теории моделирования систем часто называют *запрещающим тарифом*. Однако такое представление недопустимого отношения имеет ряд особенностей. В представленной работе рассматривается моделирование полноты загрузки машин в транспортных задачах с использованием запрещающих тарифов.

Связь машин и работ осуществляется посредством отношений. Отношение или план будем называть *совершенным (оптимальным)*, если машины выполнили все работы за реальные (не бесконечные) тарифы. Однако, в моделях прикладных задач важно учитывать случаи: неполной загрузки машин, невыполнения некоторых работ, или оба варианта одновременно. Возможные варианты несовершенных отношений:

1. М-полное отношение - все машины заполнены, при этом не все объемы назначенных им работ выполнены;
2. Р-полное отношение — не все машины загружены, при этом все назначенные им работы выполнены;
3. Неполное отношение - не все машины загружены, при этом не все работы выполнены.

**Цель исследования** — моделирование транспортных задач с учетом требования полноты загрузки.

**Особенности моделирования задач с учетом запрещающих тарифов.**

Несовершенные планы в закрытых транспортных задачах возможны по причине использования в модели данных условно бесконечных цен. Оценим их влияние на моделирование задач. Допустим нам дана некоторая матрица ТЗ, в которой имеются условно-бесконечные элементы. Эти элементы, как, было отмечено ранее моделируют недопустимые отношения. Значит, при решении задачи некоторым известным методом, можно получить два варианта оптимальных планов. Первый вариант - план не содержит бесконечных цен, значит все работы будут эффективно выполнены. В соответствии с терминологией теории паросочетаний, такой план назовем *совершенным*, и не совершенным в противном случае.

Второй вариант - оптимальный план несовершенный. В нем некоторые работы должны быть выполнены за бесконечную цену. Поэтому наибольший объем реальных работ, которые можно выполнить, равен суммарной производительности работ с реальными ценами. Работы, которые должны быть выполнены за бесконечную цену считаются фиктивными. Этот случай требует внимания. Рассмотрим его на примере задачи оптимизации доставки работников в заданные пункты производства.

Пусть имеется  $M$  машин заданной вместимости/производительности и  $N$  пунктов производства (бригад), потребности которых в рабочей силе также известны. Допустим, в ходе решения данной ТЗ был получен несовершенный оптимальный план. Это значит, что было перевезено максимально возможное число работников в пункты производства за минимальную суммарную цену, но, фактически, некоторые производства недополучили рабочих. Теперь поясним, почему такое оптимальное решение может быть недопустимым, как для производств, так и транспортного предприятия.

Для этого уточним цели производств и транспортного предприятия. Очевидно, что руководство или диспетчерская служба должны знать, как отразится нехватка рабочей силы на работе предприятия. Если их функционирование при нехватке рабочих невозможно, то цель оптимизации должна быть в полном обеспечении рабочей силой наибольшего числа предприятий. Важно отметить, классическая ТЗ неадекватно моделирует данную задачу, т.к. работа предприятий невозможна при нехватке соответствующих ресурсов.

Для транспортного предприятия такой оптимальный план также может быть несовершенным, поскольку любое предприятие преследует цель максимально использовать производительность машин и оборудования. Т.е. преследует цель доставить максимальное число пассажиров минимальным числом машин с минимальными издержками. Адекватно данная задача может быть также представлена математической моделью задачи о покрытии множества [1]. Следует отметить, что большинство задач оптимизации загрузки сводится к модели данной задачи.

**Моделирование задач с учетом полноты загрузки.** Для представления полноты в ТЗ воспользуемся моделями: запрещающих тарифов и отношений машин/работ.

Заметим, что если вес запрещающего тарифа  $inf$  больше цены самого плохого совершенного плана, то его цена будет больше цены любого совершенного плана. Данное условие просто соблюсти, если назначить  $inf = M \cdot N \cdot C_{\max}$ , где:  $C_{\max} = \max_{ij}(C_{ij})$  - наибольший действительный тариф,  $M$  и  $N$  - количества машин и работ.

Модель ТЗ с учетом полноты машин

$$\left\{ \begin{array}{l} w(E_{a_i, b_j}^*) = \sum_i^M \sum_j^N (x_{ij} C_{ij}) \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^M x_{ij} = b_j, j = \overline{1, N} \\ \sum_{j=1}^N x_{ij} = a_i, i = \overline{1, M} \\ \sum_{i=1}^M x_{ij} C_{ij} \leq b_j C_{\max}, j = \overline{1, N} \end{array} \right. \quad (1)$$

Модель ТЗ с учетом полноты работ

$$\left\{ \begin{array}{l} w(E_{a_i, b_j}^*) = \sum_i^M \sum_j^N (x_{ij} C_{ij}) \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^M x_{ij} = b_j, j = \overline{1, N} \\ \sum_{j=1}^N x_{ij} = a_i, i = \overline{1, M} \\ \sum_{j=1}^N x_{ij} C_{ij} \leq a_i C_{\max}, i = \overline{1, M} \end{array} \right. \quad (2)$$

Модель ТЗ с учетом полноты машин и работ

$$\left\{ \begin{array}{l} w(E_{a_i, b_j}^*) = \sum_i^M \sum_j^N (x_{ij} C_{ij}) \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^M x_{ij} = b_j, j = \overline{1, N} \\ \sum_{j=1}^N x_{ij} = a_i, i = \overline{1, M} \\ \sum_{i=1}^M x_{ij} C_{ij} \leq b_j C_{\max}, j = \overline{1, N} \\ \sum_{j=1}^N x_{ij} C_{ij} \leq a_i C_{\max}, i = \overline{1, M} \end{array} \right. \quad (3)$$

Данная модель ТЗ требует, чтобы оптимальный план был совершенным. Однако, заметим, что совершенство оптимального плана элементарно проверить, решив простую ТЗ [2]. Следовательно, представленная модель непрактична.

**Выводы.** Моделирование транспортных задач преподносит интересные сюрпризы. Их причины кроются в неясности, и упрощении целей оптимизации, а также неточного учета взаимного влияния модели данных и целей. Представленные результаты являются вкладом в моделирование транспортных и производственных систем, в которых присутствует требование полноты загрузки машин.

**Литература.** 1. Еремеев А.В. Задача о покрытии множества: сложность, алгоритмы, экспериментальные исследования. Дискретный анализ и исследование операций / А.В. Еремеев, Л.А. Заозерская, А.А. Колоколов. Сер. 2. 2000. Т. 7, N 2. С.22-46. 2. Юдин Д.Б. Задачи и методы линейного программирования: Задачи транспортного типа / Д.Б. Юдин, Е.Г. Гольштейн – М.: ЛИБРОКОМ, 2010. – 184 с.

УДК 519.7

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КЛАССИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С УЧЕТОМ ВАЛЕНТНЫХ ОТНОШЕНИЙ

Подолька А.Н., старший преподаватель, каф. информатики,  
НАУ «ХАИ» им. Н.Е. Жуковского

**Постановка проблемы.** Пусть имеются множества машин и работ, и каждая работа задана некоторым множеством грузов. Т.е. груз означает неделимую часть работы. Связь машин и работ осуществляется посредством отношений. Их основными количественными характеристиками являются: мощность, валентность и вес. Мощность машины означает максимальное количество перевозимых грузов, а валентность – максимальное число выполняемых машиной работ. Важно не путать понятия валентности и мощности машин/работ, т.к. в общем, случае они различны. Если, например, работы представить, как пункты доставки грузов, то валентность машины означает число пунктов доставки, а мощности работ – объемы заявок этих пунктов. В моделях транспортных средств мощность может означать номинальную мощность (например, грузоподъемность), а валентность – число посадочных мест. Следует отметить, что параметры мощность и валентность отражают комплексную производительность машин/работ и при построении моделей транспортных задач могут учитываться как совместно, так и по отдельности.

В данной работе рассматривается класс задач транспортного типа, в которых понятия мощности и валентности машины/работы эквивалентны. Модели этих задач являются уточнением модели транспортной задачи (ТЗ).

**Цель исследования** – моделирование задач транспортного типа.

Для начала рассмотрим базовую модель классической ТЗ [1,2,3].

Пусть имеется  $M$  поставщиков (машин), у каждого из которых имеется заданное количество штучного груза/товара и  $N$  потребителей (работ).

$a_i$  – мощность/производительность машины  $i$ . Означает число единиц груза, которое есть у поставщика  $i$ .

$b_j$  – мощность работы  $j$ . Означает число единиц груза, которое необходимо потребителю или суммарная мощность машин необходимых для выполнения работы  $j$ .

$\beta_{ij}$  – стоимость доставки (работы).

$x_{ij}$  – число единиц груза, передаваемых от поставщика  $i$  потребителю  $j$ ,  $x_{ij} \geq 0$ .

$$\begin{cases} w(E_{a_i, b_j}^*) = \sum_i^M \sum_j^N (x_{ij} \beta_{ij}) \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^M x_{ij} = b_j, j = \overline{1, N} \\ \sum_{j=1}^N x_{ij} = a_i, i = \overline{1, M} \end{cases} \quad (1)$$

Теперь рассмотрим класс задач транспортного типа, совершенные планы которых определяются валентностью отношений. Проще говоря, для каждой машины задано количество работ, которые она может выполнить, а для работы – необходимое число машин. Такие количественные отношения объектов модели назовем *валентными*. Следует отметить, что при валентных отношениях мощность машины или работы равна её валентности. Поэтому в моделях подобных задач, понятия валентности и мощности являются идентичными и взаимозаменяемыми. Нужно сказать, что каждому виду валентных отношений соответствует известная задача линейного программирования.

Можно выделить следующие виды валентных отношений.

Отношение один к одному 1/1:

- 1/1 (одна машина/одна работа) – это задача о назначениях.

Отношение один ко многим 1/\*:

- 1/n (одна машина/n работ) – это задача поиска звездного покрытия степени n.

- 1/\* (одна машина/много работ) – это задача поиска звездного покрытия.

Отношения многие ко многим \*/\*:

- 2/2 – задача поиска 2-фактора или циклического покрытия;

- k/k – задача поиска k-фактора или регулярного графа степени k;

- m/n – валентная транспортная задача.

В данном случае, речь идет о транспортной задаче, в которой машины и работы связаны валентными отношениями. В графовой интерпретации валентная ТЗ представляет собой оптимизационную задачу поиска реберного покрытия графа, которое задано степенями его вершин.

Для представления валентной ТЗ в математическую модель классической задачи (1) нужно добавить валентные ограничения.

$$\begin{cases} a_i = \Gamma(i), i = \overline{1, M} \\ b_j = \Gamma(j), j = \overline{1, N} \end{cases} \quad (2)$$

где:  $\Gamma(i)$  и  $\Gamma(j)$  - валентности машин и работ.

Производительность машины характеризуется множеством параметров, которые следует учитывать при моделировании задач транспортного типа. Основными параметрами машины являются номинальная мощность (грузоподъемность) и валентность – максимальное число выполняемых работ.

**Выводы.** В работе выделен класс задач, в которых характеристики мощности и валентности означают одно и то же. Модели этих задач могут быть представлены валентной ТЗ, которая является частным случаем классической транспортной задачи.

Следовательно, результаты представленной работы могут быть использованы при построении адекватных моделей задач транспортного типа. В теоретическом аспекте, приведенные результаты могут быть применены для сведения задач и обоснования применимости общих алгоритмов для решения рассмотренных задач.

**Литература:** 1. Юдин Д.Б., Гольштейн Е.Г. Задачи и методы линейного программирования: Задачи транспортного типа. – М.: ЛИБРОКОМ, 2010. – 184 с. 2. Самойленко Н.И. Транспортные системы большой размерности: монография / Н.И. Самойленко, А. А. Кобец, под ред. Н. И. Самойленко. – Х.: НТМТ, 2010. – 212 с. 3. Таха Хемди А. Введение в исследование операций, 7-е издание.: Пер. с англ./ Хемди А. Таха – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с.: ил.

УДК 656.073

## СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТЕГИЙ ЭКСПЕДИТОРОВ

Наумов В.С., д.т.н., проф., каф. транспортных систем,  
Краковская Политехника

Холева О.Г., аспирант, каф. транспортных технологий, ХНАДУ

**Постановка проблемы.** Стратегии поведения экспедиторских предприятий при функционировании в условиях стохастической среды рынка транспортных услуг должны соответствовать комплексу целей предприятия, среди которых основными являются безубыточная работа, удовлетворение потребностей клиентуры в перемещении грузов, выполнение требований существующего законодательства, а также минимизация вредного воздействия транспортных средств на окружающую среду [1]. Решение задачи определения стратегий поведения транспортно-экспедиторской компании (ТЭК) требует комплексного учета множества технических, экономических, правовых факторов, а также случайных воздействий внешней среды транспортного рынка на технологические

процессы функционирования предприятия [2]. Для решения данной задачи необходимо создание комплексных имитационных моделей, имплементация которых требует использования специализированного программного обеспечения.

**Целью данного исследования** является разработка специализированной библиотеки классов для моделирования процессов функционирования ТЭК в рамках макрологистической системы рынка транспортных услуг.

**Структура специализированной библиотеки классов.** Для разработки имитационных моделей взаимодействия субъектов рынка транспортно-экспедиторских услуг предлагается использовать специализированную библиотеку классов, реализованную на языке программирования Java [3]. Данная библиотека классов разработана в Краковской Политехнике в рамках проекта создания интеллектуальных систем транспортного и экспедиторского обслуживания нового поколения.

Библиотека классов для моделирования процессов транспортного и экспедиторского обслуживания содержит следующие основные (базовые) классы, предназначенные для разработки имитационных моделей:

- Request: используется для моделирования заявок на транспортно-экспедиторское обслуживание, поступающих от грузовладельцев;
- RequestFlow: является программной абстракцией, описывающей спрос на транспортно-экспедиторские услуги как поток последовательно поступающих заявок;
- Location: применяется для моделирования географического положения грузовладельцев, как характеристики заявок на транспортное обслуживание;
- Forwarder: позволяет смоделировать экспедиторское предприятие как субъект транспортного рынка;
- Dispatcher: является программной абстракцией диспетчеров экспедиторского предприятия, обслуживающих заявки от грузовладельцев;
- TransportMarket: используется для создания программных моделей транспортного рынка как макрологистической системы, элементами которой являются экспедиторы и потребители транспортно-экспедиторских услуг.

Для моделирования параметров транспортного рынка как случайных величин в библиотеке реализован класс Stochastic.

Общая структура специализированной библиотеки классов представлена в виде UML-диаграммы на рис. 1.

Основным классом, используемым для разработки имитационных моделей взаимодействия субъектов рынка транспортно-экспедиторских услуг, является класс TransportMarket. Данный класс создается в модели в единственном экземпляре; на его базе проводится непосредственный запуск основной процедуры, имитирующей процессы экспедиторского обслуживания.

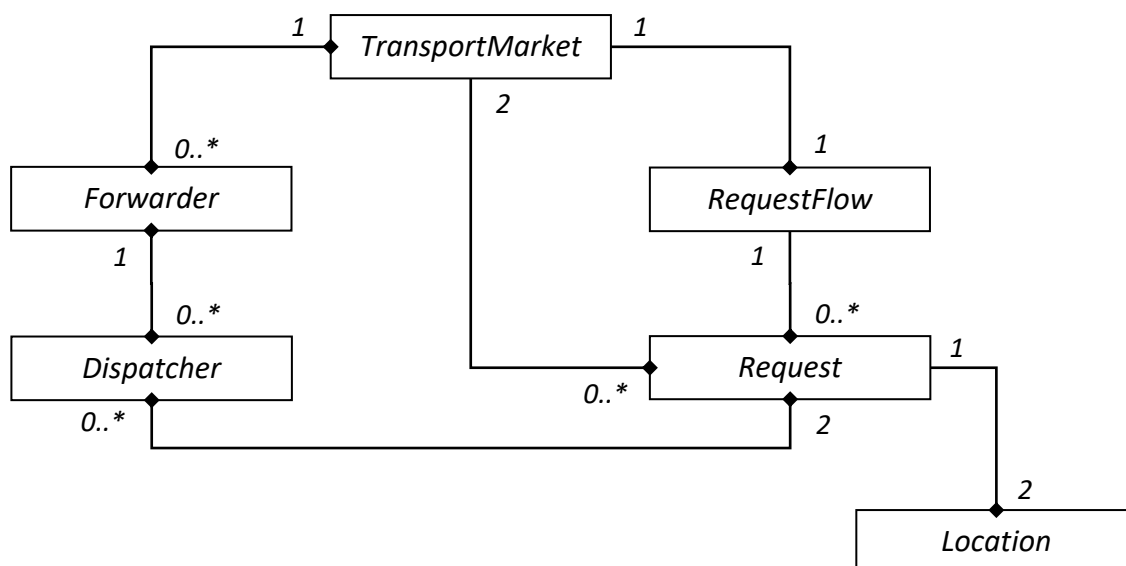


Рисунок 1 – UML-діаграма розробленої бібліотеки класів

Совокупність всіх ТЭК на ринку транспортних послуг визначається в моделі на основі колекції елементів типу *Forwarder*, задаваної в єдиному екземплярі як поле класу *TransportMarket*: якщо дана колекція пуста, то ні один з експедиторів не доступний для обслуговування клієнтур на ринку. Модель кожного експедиторського підприємства містить поле, яке є колекцією всіх диспетчерів компанії, задіяваних в обслуговуванні потоку заявок від клієнтур (соответственно, якщо дана колекція пуста, то ні один з диспетчерів підприємства не доступний для обслуговування потоку заявок).

Для моделювання попиту на транспортно-експедиторські послуги як поле класу *TransportMarket* створюється один екземпляр класу *RequestFlow*, який, однак, може не містити заявок (т.е. містити порожній список заявок – елементів типу *Request*). Для кожного екземпляра класу *Request* визначається два поля типу *Location*, що містять інформацію про розташування вантажопосилки та вантажоотримувача для даної заявки.

Для опису результатів моделювання використовуються поля класу *TransportMarket* – дві колекції елементів типу *Request*: одна колекція містить обслужені по результатам запуску моделі заявки (данний список може бути порожнім, якщо ні одна заявка не була обслужена), а друга колекція містить список всіх необслужених заявок (соответственно, данний список може бути порожнім, якщо всі заявки були обслужені). При моделюванні процесу обслуговування потоку заявок для кожної заявки задається колекція елементів типу *Dispatcher*, яка містить моделі диспетчерів різних ТЭК, зайнятих обслуговуванням даної заявки: якщо ця колекція по результатам моделювання не містить елементів, то заявка залишається необслуженою. Для моделей диспетчерів ТЭК в процесі моделювання визначаються два поля типу *Request*, які містять посилання на пару заявок, об'єднаних в маятниковий маршрут (якщо такі заявки були диспетчером знайдені).



Имплементация имитационных моделей экспедиторского обслуживания проводится с использованием базовых классов специализированной библиотеки за счет присваивания конкретных значений полям классов либо генерации данных значений с помощью соответствующих методов классов. Поля классов имеют численный тип данных, либо являются экземплярами разработанных в рамках библиотеки классов, либо имеют более сложную структуру – являются коллекциями элементов соответствующих типов. Методы классов используются для выполнения процедур инициализации либо непосредственно моделирования процессов функционирования и взаимодействия субъектов рынке транспортно-экспедиторских услуг.

**Выводы.** Предложенная библиотека классов для моделирования процессов транспортно-экспедиторского обслуживания позволяет реализовать имитационные модели технологических процессов. Программные модели, разработанные на базе описанной библиотеки, позволят учесть случайную природу спроса на услуги ТЭК, а также стохастический характер численных параметров, являющихся характеристиками технологических процессов экспедиторского обслуживания.

**Литература:** 1. Наумов В.С. Транспортно-экспедиционное обслуживание в логистических системах: Монография / В.С. Наумов. – Харьков: ХНАДУ, 2012. – 220 с. 2. Наумов В.С. Использование концепции устойчивого развития при управлении транспортными системами / В.С. Наумов, О.Г. Холева // Автомобильный транспорт: Сб. науч. тр. / М-во образования и науки Украины, ХНАДУ; [редкол.: Туренко А.Н. (гл. ред.) и др.] – Харьков, 2014. – Вып. 35. – С. 146–151. 3. Naumov V. Java Code for Simulations of the Freight Forwarding Processes [Электронный ресурс] / V. Naumov // Режим доступа: [https://www.academia.edu/31832379/Java\\_Code\\_for\\_Simulations\\_of\\_the\\_Freight\\_Forwarding\\_Processes](https://www.academia.edu/31832379/Java_Code_for_Simulations_of_the_Freight_Forwarding_Processes)

УДК 656:004.75

## **СИСТЕМНА ІНЖЕНЕРІЯ, ВІРТУАЛЬНІ ЛОГІСТИКА, УПРАВЛІННЯ АКС. ДЕЯКІ ПРИПУЩЕННЯ, ТВЕРДЖЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ**

**Алексієв О.П., д. т. н., проф., каф. комп'ютерних технологій і  
мехатроніки (КТМ), ХНАДУ**

**Алексієв В.О., д. т. н., проф., каф. інформаційних систем,  
ХНЕУ ім. С. Кузнеця**

**Хабаров В.О. к.т.н, с.н.с., каф. КТМ, ХНАДУ**

**Визначення проблеми.** Практика створення сучасних автомобільних приладів та пристроїв, агрегатів та систем випередила теорію інформаційного аналізу та синтезу складних систем. Існуючі окремі рішення з інформаційного забезпечення автомобільного транспорту потребують узагальнення, стандартизації та уніфікації, визначення нових спеціальних вимог до створення комп'ютерних обчислювальних систем та мереж на транспорті. Припустимо, що рішення проблеми можливо за рахунок імплементації та впровадження WEB рішень як віртуального управління автомобільними комп'ютерними

системами – АКС, загалом віртуальної логістики автомобільного транспорту [1].

**Мета дослідження.** Зниження витрат та підвищення технологічності розгортання клієнт-серверної WEB технології в задачах маршрутизації транспортних дорожніх машин та систем.

**Основний матеріал.** Головне та практичне - удосконалення перевізного процесу для ланцюга виробник, перевізник, отримувач. Це і є задача маршрутизації. Треба надати учасникам перевізного процесу, особам, що приймають рішення з віртуального управління транспортними та дорожніми організаціями, інформацію про дорожні ситуації. У зв'язку з постійним інформаційним розвитком суспільства та його промислової складової нові транспортні системи і машини досягли високого інформаційного рівня досконалості. Відповідно з'явилося нове протиріччя між стрімким розвитком засобів та методів інформатизації складних об'єктів і систем та гетерогенним характером існуючих підсистем та ланок транспортного комплексу. Усунення цього протиріччя дозволить на всіх рівнях транспортної інфраструктури України поліпшити обслуговування мешканців великих міст та регіонів, удосконалити перевізні процеси, уникнути таких негативних впливів, як: збої в організації руху; незадовільний стан шляхів сполучень; нераціональне використання коштів, що виділяються на ремонт, експлуатацію та облаштування транспортних маршрутів.

Така система, завдяки синергетичному поєднанню розподілених обчислювальних ресурсів транспортного порталу та засобів бортових систем реєстрації даних. Це надає учасникам руху та транспортним організаціям сервісні функції (SaaS) забезпечення ритмічності, оперативності, керованості та прогнозованості перевізних процесів (дані про розташування рухомих одиниць та характер середовища руху).

Сьогодні автомобільні інформаційні системи загального призначення спрямовані на забезпечення мультимедійних функцій (наприклад, радіо, телебачення, рішення навігаційних задач різними навігаторами) та надавання додаткових засобів безпеки та комфорту керування транспортним засобом (наприклад, системи паркування, вимкнення чи блокування двигуна та інші). Системи діагностики стану транспортного засобу, в основному, орієнтовано на рішення проблем обслуговування транспортного засобу в умовах СТО. Досвід ХНАДУ у галузі створення мобільних інформаційно-обчислювальних комплексів дорожніх лабораторій свідчить про можливість розробки універсальних рішень щодо створення мобільних інформаційно-комунікаційних систем на автомобілі. Попередні розробки, як правило, фактично розділяють у часі процес отримання інформації, її обробки та прийняття керуючих рішень. Об'єктом та процесом цього дослідження є інформаційний розвиток комп'ютерних ресурсів користувачів доріг, своєрідна спеціалізація універсальних WEB для будь якого призначення. Основний результат – інформаційний Інтернет-портал (або просто дорожній портал WEB рішень) для користувачів доріг. Практичний результат полягає у рекомендаціях з використання Cloud Computing (хмарних обчислень) для створення єдиного

інформаційного простору ринку транспортних послуг без зайвих капітальних витрат на створення спеціальної ІТ-інфраструктури.

**Висновки та рекомендації:** Рішення: мати інструментальний засіб-інформаційний сайт агрегатора, інтелектуальної комп'ютерної транспортної технології WEB рішень на транспорті (ІКТ WEB).

**Література:** 1. Косяков А. Системная инженерия. Принципы и практика: под ред. В.К. Батоврина. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 624 с. 2. Риз Дж. Облачные вычисления: Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 288 с. 3. Інтелектуальні комп'ютерні технології на транспорті. Режим доступу: [ikt.khadi.kharkov.ua](http://ikt.khadi.kharkov.ua) (єдиний інформаційний простір).

УДК 656:004.75

## ДОРОЖНІЙ ПОРТАЛ WEB-РІШЕНЬ КОРИСТУВАЧІВ ДОРІГ

Алексієв О.П., д. т. н., проф., каф. комп'ютерних технологій і мехатроніки, ХНАДУ

Алексієв В.О., д. т. н., проф., каф. інформаційних систем, ХНЕУ ім. С. Кузнеця

**Визначення проблеми.** Створення віртуальної транспортної логістики на основі розгортання спеціалізованого дорожнього порталу WEB рішень користувачів доріг: вантажовласників, отримувачів вантажу та перевізників-учасників дорожнього руху [1,2].

**Основний матеріал.** Основне у задачах забезпечення ефективності та конкурентної спроможності транспортних та дорожніх підприємств, визначення алгоритмів формування раціональних маршрутів доставки вантажів в умовах стохастичного попиту на транспортні послуги та бази заявок, що динамічно змінюється. На рис.1 наведені робочі моменти перевірки роботоспроможності створеного на кафедрі комп'ютерних технологій ХНАДУ прототипу дорожнього порталу WEB-рішень користувачів доріг, його клієнтської та серверної частини.



Рисунок 1 - тестування, верифікація та імплементація клієнтської та серверної частин віртуальної логістики обслуговування користувачів доріг

**Висновки та рекомендації:** Формування профілю стратегій поведінки транспортних та дорожніх підприємств на ціновому, ресурсному та технологічному рівнях повинно рахувати основні положення системної інженерії перевізних процесів [3].

**Література:** 1. Риз Дж. Облачные вычисления: Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 288 с. 2. Інтелектуальні комп'ютерні технології на транспорті. Режим доступу: [ikt.khadi.kharkov.ua](http://ikt.khadi.kharkov.ua) (єдиний інформаційний простір). 3. Косяков А. Системная инженерия. Принципы и практика: под ред. В.К. Батоврина. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 624 с.

УДК 656:004.75

**СИСТЕМНА ІНЖЕНЕРІЯ, ВІРТУАЛЬНІ ЛОГІСТИКА, УПРАВЛІННЯ****Алексієв О.П., д. т. н., проф., кафедри комп'ютерних технологій і мехатроніки, ХНАДУ**

**Проблема.** У доповіді розглядається приклад проведення фундаментальних та прикладних досліджень у галузі синергетики, телематики та мехатроніки дорожніх машин у ХНАДУ. Основна проблема та задачі полягали у створенні програмно-апаратного забезпечення віртуального управління, його інтелектуалізації на основі застосування віртуальної логістики перевізних процесів, наданні вантажовиробникам, інструментального засобу віртуального управління транспортного або дорожнього підприємства, своєрідної віртуальної логістики автотранспортної системи діючого транспортного порталу ХНАДУ. Наслідок - зниження витрат та підвищення технологічності розгортання клієнт-серверної технології в задачах маршрутизації транспортних дорожніх машин та систем. Головне в удосконаленні перевізного процесу для ланцюга виробник, перевізник, отримувач є задача маршрутизації.

**Мета дослідження.** Надання учасникам перевізного процесу, особам, що приймають рішення з віртуального управління транспортними та дорожніми організаціями, інформацію про дорожні ситуації. Рішення цього - мати інструментальний засіб віртуального управління перевізним процесом-інформаційний сайт, інтелектуальної комп'ютерної технології WEB рішень на транспорті.

**Основний матеріал.** Головне у цієї роботі є відмінність від існуючого підходу до комп'ютеризації перевізних процесів згідно тверджень [1,2]. Вона полягає у створенні новітньої ІТ інфраструктури: Cloud Computing (хмарних обчислень) яка має значні переваги перед іншими аналогами: внутрішньо інфраструктурою або керованим сервісом. Практично це передбачає повну відмову перевізників (транспортних або дорожніх підприємств, експедиторських організацій) від існуючої комп'ютерної підтримки, звичайної віртуальної логістики на базі особистих комп'ютерних ресурсів і мабуть послуг аутсорсингу ( керований сервіс). Рішення - перехід до «повного Cloud Computing» [3-5]. Зиск-практична відсутність капітальних витрат, низька вартість установки новітнього обладнання, щомісячних витрат на персонал.

Новим у розробці є створення WEB-рішень автомобільного транспорту, що є узагальненням вже існуючих прототипів сучасних автомобільних комп'ютерних систем у ХНАДУ. На протязі більш ніж 20-и років виконувалися науково-дослідні роботи, на яких базується нове наукове спрямування: синергетика, автомобільна мехатроніка та телематика. Це новітні наукові спрямування. Їх результати і є основою вирішення проблем, які відповідають визначеній вище постановки задачі на удосконалення віртуального управління ринком транспортних послуг. Накопичений досвід дозволяє рекомендувати розробникам WEB рішень наземного транспорту

автомобільну мехатроніку та телематику, їх теоретичну основу: синергетику. Саме WEB дає можливість отримання учасниками руху додаткових персональних комп'ютерних ресурсів за рахунок користувачів та Інтернет, відповідного транспортного порталу, який дає учасникам перевізного процесу відповідні сервіси з визначення місця розташування як свого автомобілю, так і характеристики середовища руху, поточного та суміжних транспортних потоків, дорожніх ситуацій.

**Висновки та рекомендації.** Практика - відмова від звичайного прототипування результатів, створення експериментальних зразків, їх масштабування. Наукове обґрунтування - принципи правильного просторово-часового співвідношення спеціальних та універсальних рішень Макімото з урахуванням закону Амдала та відомого твердження Мура. Виконана складна імплементація існуючого транспортного порталу ХНАДУ у новий логістичний портал-інформаційний сайт агрегатора можливих маршрутів згідно особливостям перевізних процесів в умовах стохастичного попиту клієнтури транспортних та дорожніх підприємств. Саме у створенні інструментальних засобів віртуального управління транспортного обслуговування застосовані методики, які передбачають синергетичне об'єднання таких технологій: WEB і Internet, клієнт-сервер, Wireless та serverless, як складові інформаційно комунікаційних систем.

**Література:** 1. Риз Дж. Облачные вычисления: Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 288 с. 2. Косяков А. Системная инженерия. Принципы и практика: под ред. В.К. Батоврина. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 624 с. 3. Fifiel T. OpenStack Operations Guide / Tom Fifiel, Diane Fleming, Anne Gentle, oth. O'Reilly Media, 2014. – 330 p. [Electronic resource]. – Access mode : <http://docs.openstack.org/ops/>. 4. Fifiel T. OpenStack Operations Guide / Tom Fifiel, Diane Fleming, Anne Gentle, oth. O'Reilly Media, 2014. – 330 p. [Electronic resource]. – Access mode : <http://docs.openstack.org/ops/>. 5. Jeff Barnes. Azure Machine Learning. Microsoft Azure Essentials. Microsoft Press, 2015, - 237 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.microsoftvirtualacademy.com/ebooks>.

УДК 656:004.75

## **ХМАРНІ ОБЧИСЛЕННЯ В ЗАДАЧАХ ВІРТУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ**

**Алексієв О.П., д. т. н., проф., кафедри комп'ютерних технологій і  
мехатроніки, ХНАДУ**

**Бугайов А.А., Матійчик Д. В. Мехтієв К. С., Трохимець Д. І. Юзько Є.В.  
студенти, ХНАДУ**

**Визначення проблеми.** Доведення можливості отримання потрібного інформаційного ресурсу прийняття рішень в задачах віртуального управління конкурентоспроможністю транспортних підприємств.

**Мета дослідження.** Скорочення часу та зусиль щодо розробки, супроводу транспортних додатків просторово-часової орієнтації учасників дорожнього руху в хмарі.

**Основний матеріал.** Тематична спрямованість дослідження передбачала Cloud Computing (хмарні обчислення) в задачах віртуального управління автомобільним транспортом:

- автомобільна клієнт-сервісна технологія за контентом вибору хмари, імплементації гіпотези про зниження втрат, що пов'язані з розвитком ресурсу просторово-часової орієнтації на WEB-рішень у транспортних системах. Цільова настанова - Довести доцільність перенесення віртуального управління в хмарну середу як з технічної і з економічної точки зору клієнтури транспортних дорожніх підприємств;

- розгортання програмного забезпечення на основі WEB (серверна частина програмного забезпечення як послуга - SaaS) за контентом створення хмари, розробки вихідного коду програмного забезпечення SaaS перевізного процесу, визначення програмної платформи серверної частини ПЗ. Цільова настанова - Підвищення рівня технологічності інфраструктури розробки серверної частини програмного забезпечення як послуги - SaaS. Пропозиції щодо створення відповідної бізнес моделі;

- автомобільні навігаційні системи універсального призначення за контентом алгоритмізації задачі визначення раціонального маршруту, вибір навігаційних сервісів та доведення їх ефективності на прикладі просторово-часової орієнтації учасників дорожнього руху. Цільова настанова - Зниження витрат на розгортання клієнт сервісної технології в задачах маршрутизації автотransпортних засобів та систем;

- оцінка автомобільних сервісів шляхів сполучення міст та регіонів за контентом інформаційної підтримки прийняття рішень учасників дорожнього руху щодо визначення технологічних зупинок та сервісу автомобілів в умовах динамічної зміни дорожніх ситуацій. Цільова настанова - Скорочення часу та коштів на сервісне обслуговування учасників дорожнього руху та своєчасне обслуговування автомобілів в умовах динамічної зміни дорожніх ситуацій;

- підвищення пропускної здатності шляхів сполучення міст та регіонів за контентом своєчасного визначення можливих перешкод руху в умовах транспортної перевантаженості шляхів сполучення міст та регіонів та оптимізація вибору відповідного маршруту руху. Цільова настанова - Підвищення пропускної здатності шляхів сполучення та усунення втрат транспортної клієнтури від не своєчасного прибуття автомобілів до пунктів призначення.

**Висновки та рекомендації:** Найбільш корисним є використання як інформаційних можливостей WEB - порталу у визначенні як місця розташування транспортних засобів на дорозі за допомогою його картографічного сервісу, так і візуалізація відповідної транспортної ситуації. Наслідок - підвищення своєчасності прийняття таких WEB рішень що до оцінки та усунення можливих негативних впливів цієї ситуації на транспортні процеси. Загальний висновок- віртуальне управління пересувними процесами може підвищити конкурентну спроможність як перевізника, так і будь-якого транспортного, дорожнього підприємства за

умовою вірного обрання синергетичного механізму самоорганізації відповідної транспортної системи.

**Література:** 1.Риз Дж. Облачные вычисления: Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 288 с.

УДК 656:004.75

## **WEB-РІШЕННЯ ТА ГЕОПОЗИЦЮВАННЯ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТУ**

**Алексієв О.П., д. т. н., проф., каф. комп'ютерних технологій і  
мехатроніки, ХНАДУ**

**Алексієв В.О., д. т. н., проф., каф. інформаційних систем,  
ХНЕУ ім. С. Кузнеця**

**Визначення проблеми.** Практика досліджень ХНАДУ з імплементації тверджень про залежність конкурентної спроможності транспортних дорожніх підприємств від ефективності віртуального управління перевізними процесами свідчить о необхідності застосування синергетичного підходу до впровадження WEB рішень автомобільного моніторингу, пошуку механізму самоорганізації користувачів доріг. Своєрідним механізмом синхронізації таких зусиль і є система геопозицювання дорожнього порталу.

**Основний матеріал.** Система геопозицювання дорожнього порталу WEB-рішень є системою моніторингу місцезнаходження рухомих об'єктів. Вона дозволяє реєструвати дані від рухомих одиниць на основі отримання інформації, як від звичайних засобів позиціонування у просторі, наприклад, стільникових телефонів, смартфонів або GPS-приймачів, а також й від спеціального устаткування. У режимі вкладки «Карти» доступне два варіанти відбиття даних трекерів: автомобіль на карті та група трекерів на карті. У першому варіанті – це відбиття маршруту транспортного засобу. На маршруті позначками вказані місця прив'язки до даних. У разі вибору режиму «Показати детальну інформацію» у вікні браузера буде доступний ще й табличний опис маршруту із бази даних проїздів.

**Висновки та рекомендації.** Таким чином, система геопозицювання дорожнього порталу WEB-рішень є достатньо гнучкою для застосування у різних галузях де є необхідним визначення та/чи спостереження за транспортними засобами та формування відповідних звітів за динамікою роботи системи геопозиціонування. Завдяки відкритій архітектурі та наявності підтримки багатьох автомобільних існуючих бортових систем збору даних її впровадження до промислової експлуатації може бути здійснено у найкоротший термін.

**Література:** 1. Інтелектуальні комп'ютерні технології на транспорті. Режим доступу: [ikt.khadi.kharkov.ua](http://ikt.khadi.kharkov.ua) (система Open GTS).

УДК 656:004.75

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ КЛІЄНТСЬКОЇ ЧАСТИНИ ДОРОЖНЬОГО ПОРТАЛУ**

**Алексієв О.П., д. т. н., проф., каф. комп'ютерних технологій і  
мехатроніки (КТМ), ХНАДУ**

**Хабаров В.О. к.т.н, с.н.с., каф. КТМ, ХНАДУ**

**Визначення проблеми.** Найбільш корисним є використання як інформаційних можливостей WEB - порталу у визначені як місця розташування транспортних засобів на дорозі за допомогою його картографічного сервісу, так і візуалізація відповідної транспортної ситуації. Наслідок - підвищення своєчасності прийняття таких WEB рішень що до оцінки та усунення можливих негативних впливів цієї ситуації на транспортні процеси.

**Основний матеріал.** Особливо привабливим є те, що отримання додаткових комп'ютерних ресурсів в умовах застосування дорожнього WEB - порталу ХНАДУ, що пропонується для впровадження науковцями ХНАДУ не потребує значних капітальних витрат. Витрати пов'язані тільки з залученням до цієї нової роботи існуючих штатних співробітників підприємства – користувача цих WEB рішень.

Проведені ХНАДУ кафедрою КТМ ці практичні результати свідчать, що найбільший зиск від використання хмарної інфраструктури замість підтримки власної інфраструктури ІТ - навіть не технологічний, а фінансовий.

**Висновки та рекомендації.** Оплата тільки фактично спожитих послуг, прийнята в хмарній інфраструктурі, є набагато дешевше, ніж "передоплата за все", характерна для внутрішньої інфраструктури ІТ. Таким чином, інформаційна інфраструктура на хмарних обчисленнях дає зиск до 30% від витрат на особисту внутрішню, та 15 % порівняно з аутсорсером (Керованим сервісом).

**Література:** 1. Заява про свідоцтво авторського права на твір науково-практичного характеру «ІКТ WEB АТ (монографія про віртуальне управління та моніторинг транспортних машин, систем та комунікацій)» / О.П. Алексієв, В.О. Алексієв, В.О. Хабаров. -- Державна служба інтелектуальної власності. - Україна. - Заявлено ХНАДУ та зареєстровано 19.12. 2016

УДК 681:324

## **СОЦІАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМНИХ ІНЖЕНЕРІВ В ЄДИНОМУ ІНФОРМАЦІЙНОМУ ПРОСТОРИ ВНУТРІШНЬОЇ ТА ЗОВНІШНЬОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕЛЕМАТИКИ**

**Алексієв О.П., д. т. н., проф., каф. комп'ютерних технологій і  
мехатроніки, ХНАДУ**

**Алексієв В.О., д. т. н., проф., каф. інформаційних систем,  
ХНЕУ ім. С. Кузнеця**

**Визначення проблеми.** У сучасному світі освітняних послуг має велике значення їх відповідність реальним потребам суспільств. Відповідна є і гостра проблема соціалізації майбутніх фахівців.



**Основний матеріал.** У доповіді розглянуті дві матричні моделі відповідності професій та діяльності ІТ-фахівців згідно досвіду та аналізу потреб деяких ІТ компаній [1]. Розглянемо це прикладі двох спеціальностей кафедри КТМ ХНАДУ. Галузь знань: 12 Інформаційні технології; Спеціальність 121 Інженерія програмного забезпечення; Спеціальність 122 Комп'ютерні науки; Спеціалізації за станом на 2016-2017 навчальний рік (ліцензія до 2020) – автомобільні комп'ютерні системи (АКС): комп'ютерні системи управління рухомими об'єктами, управління автомобілями, управління автомобільним транспортом (внутрішня та зовнішня автомобільна телематика). Професійне призначення ІТ – фахівець з розробки, розгортання та супроводження програмного забезпечення АКС. Його професійна діяльність відповідає ІТ – JOB:Computer and Network Security;Database Development and Administration;Desktop Service and Support;Enterprise Software Implementation & Consulting;Project Management;Network and Server Administration;Software and System Architecture;Software and Web Development; System Analysis; Telecommunications Administration and Management;Usability and Information Architecture;Web, UI and UX Design.

**Висновки та рекомендації.** Найбільш затребувані види діяльності ІТ-фахівців є розробка програмного забезпечення та WEB, розробка та адміністрування баз даних, обслуговування та підтримка, впровадження корпоративного програмного забезпечення консультації.

**Література:** 1. Заява про свідоцтво авторського права на твір науково-практичного характеру «“Транспортна телематика” (презентація професійної діяльності з створення автомобільних комп'ютерних систем-АКС))» / О.П. Алексієв, В.О. Алексієв, В.О. Хабаров. -- Державна служба інтелектуальної власності. - Україна. - бюл. №39, 2015.

УДК 656:004.75

## **ЗАСТОСУВАННЯ ДОРОЖНЬОГО ПОРТАЛУ WEB-РІШЕНЬ ДЛЯ ОГЛЯДУ ДОРІГ**

**Алексієв О.П., д. т. н., проф., каф. комп'ютерних технологій і  
мехатроніки (КТМ), ХНАДУ**

**Алексієв В.О., д. т. н., проф., каф. інформаційних систем,  
ХНЕУ ім. С. Кузнеця**

**Хабаров В.О. к.т.н, с.н.с., каф. КТМ, ХНАДУ**

**Визначення проблеми.** Основними користувачами клієнт-серверної технології) огляду автомобільних доріг є особи, що приймають рішення з усунення негативного впливу транспортного процесу, різноманітних природних факторів (метео обставин) на дорогу і дорожні споруди. Їм потрібно мати для цього відповідні інструментальні засоби. Освоєння інструментальних засобів типу дорожнього сканеру (інтерактивного дорожнього тестеру-мобільного застосування смартфона, планшетнику) є першим шагом впровадження WEB – рішень на транспорті [1].

**Основний матеріал.** Розгортання дорожнього порталу, автоматизація, електронне ведення журнального обліку робіт з утримання доріг та

систематичне спостереження їх транспортно-експлуатаційного стану повинне бути заставою своєчасного інформування учасників дорожнього руху, користувачів доріг, робітників ДЕП та РАП (дорожньо-експлуатаційних організацій) про необхідність усунення негативного погіршення стану доріг у будь-якій період протягом року. Важливим моментом є також і обмеження дорожнього руху.

Відмінною характеристикою ІКТ систематичного спостереження доріг у є простота його реалізації та розгортання.

**Висновки та рекомендації.** Для застосування WEB рішень достатньо мати автомобіль, спеціальний інформаційно-комунікаційний центр (вартість придбання не більше вартості смартфона) та інформаційний Інтернет сайт – дорожній портал (вартість першого розгортання порядку 20000 грн.). Усі витрати на створення у дорожній організації такого ланцюга WEB рішень не будуть перевищувати звичайних витрат на утримання існуючого комп'ютерного ресурсу організації.

**Література:** 1. Інтелектуальні комп'ютерні технології на транспорті. Режим доступу: [ikt.khadi.kharkov.ua](http://ikt.khadi.kharkov.ua) (Бортовий комплекс).

## ЗМІСТ

<b>Yesmagambetov B.-B.S., M. Auezov, Jörg P., Nikonov O.J.</b> Development of integrated mobile installations for the generation of electricity using solar energy	<b>3</b>
<b>Кириченко І.Г., Клец Д.М.</b> Забезпечення маневреності колісних машин із застосуванням нових принципів дії та елементів штучного інтелекту	<b>5</b>
<b>Oleksandr Shefer</b> Problem of creation noise immunity systems telematic by integrating moving objects and the environment properties	<b>7</b>
<b>Ніконов О.Я.</b> Концепція розроблення високоефективних інтегрованих інтелектуальних інформаційно-управляючих систем для багатоцільових гусеничних та колісних машин.	<b>9</b>
<b>Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В., Волков Ю.В.</b> Реалізація інформаційного обміну між елементами its транспортного засобу і транспортної інфраструктури в процесах моніторингу параметрів технічного стану	<b>11</b>
<b>Невлюдов И.Ш., Палагин В.А., Синотин А.М., Аллахверанов Р.Ю., Чалая Е.А.</b> Мехатроника и микросистемная техника	<b>14</b>
<b>Венцель Є.С., Щукін О.В.</b> Оптимізація основних параметрів іонно-плазмового покриття поверхні ножів автогрейдера	<b>19</b>
<b>Ломотько Д.В.</b> Розвиток логістичних транспортних систем залізниць шляхом їх інтелектуалізації	<b>21</b>
<b>Гнатов А.В., Аргун Щ.В., Ул'янець О.А.</b> Енергозберігаючі технології на транспорті – новітня спеціальність для освітньо-кваліфікаційного рівня магістр	<b>23</b>
<b>Балака Є. І., Резуненко М. Є.</b> Методичні підходи до прогнозування обсягів залізничних пасажирських перевезень	<b>28</b>
<b>Мигаль В.Д.</b> Мехатронні та телематичні системи автомобіля	<b>30</b>
<b>Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В., Волков Ю.В.</b> Формування предметної області інформаційної системи оцінювання параметрів технічного стану транспортного засобу в умовах експлуатації	<b>33</b>
<b>Карпишен Б.С., Тимонин В.А.</b> Использование технологии DSRC в системе коммуникации между автомобилями	<b>35</b>
<b>Костікова М.В., Скрипіна І.В.</b> Розробка моделі ефективної організації пасажирських автобусних перевезень	<b>38</b>
<b>Дзюбенко О.А.</b> Вибір інтерфейсу та протоколу зв'язку для інформаційно-телекомунікаційних систем транспортних засобів та інфраструктури	<b>41</b>

<b>Лабенко Д.П.</b> Використання середовища Excel для розв'язання задачі про призначення	<b>44</b>
<b>Мізяк І.О., Тімонін В.О.</b> Використання систем відеоспостереження для аналізу дорожньої обстановки	<b>47</b>
<b>Мнушка О. В.</b> Хмарні сервіси як інструмент викладача та науковця	<b>50</b>
<b>Ломотько Д.В., Носко Н.А.</b> Шляхи удосконалення роботи залізничних станцій з невеликим обсягом роботи шляхом залучення додаткових вантажів	<b>52</b>
<b>Маций О. Б.</b> Поліноміальне перетворення наближених алгоритмів в рішенні задач типу комівояжера	<b>54</b>
<b>Прохорченко А.В., Ломотько М. Д.</b> Розробка нових методів управління пропускною спроможністю залізничної інфраструктури в умовах реформування залізничного транспорту України	<b>57</b>
<b>Мнушка О.В.</b> Режим покрокового стеження антенної установки транспортного засобу спецпризначення	<b>61</b>
<b>Примаченко Г. О.</b> Стратегічне логістичне управління у сфері пасажирських залізничних перевезень	<b>63</b>
<b>Рогозін І.В., Клец Д.М.</b> Система інтелектуального керування робочими процесами автомобіля	<b>65</b>
<b>Савчук Р. В., Тиричева О.А., Мнушка О.В.</b> Інформаційно-комп'ютерні технології проектування автомобілів	<b>66</b>
<b>Сильченко В.О., Сильченко М.М.</b> Формувальний компонент методичної системи навчання студентів інформаційним технологіям на автомобільному транспорті	<b>69</b>
<b>Пащенко Р.Э., Полярус А.В.</b> Использование методов нелинейной динамики для анализа нагрузки дорожных машин	<b>70</b>
<b>Волков В.П., Волков Ю.В., Бохан А.В., Резниченко В.А.</b> Информационные системы и технологии в технической эксплуатации автомобилей	<b>74</b>
<b>Ащепкова Н.С., Сафасв Ф.В., Петраш С.В.</b> Розробка моделі робота-навантажувача	<b>77</b>
<b>Тітов М.Ю., Мнушка О.В., Тиричева О.А.</b> Імітаційне моделювання та технічний експеримент мехатронних систем	<b>80</b>
<b>Тимонин В.А.</b> Применение Е-сетей при имитационном моделировании транспортных потоков	<b>82</b>
<b>Тиричева О.А., Табулович В.П.</b> Організація процесу самостійної роботи з комп'ютерних дисциплін студентів вищого технічного університету	<b>86</b>
<b>Сильченко В.О., Верещака В.Д.</b> Дослідження нейроконтролера навченого на фізичній моделі головного світла автомобіля	<b>88</b>

<b>Тиричева О.А.</b> Мультимедійні учбові відеокурси як форма організації активної самостійної роботи студентів	<b>90</b>
<b>Синотин А.М., Палагин В.А., Цымбал А.М., Сотник С.В.</b> Методы исследования эффективной теплопроводности нагретых зон многоплатных одноклочных радиоэлектронных аппаратов	<b>92</b>
<b>Володарец Н.В.</b> CALS-ориентированное обучение персонала в системе подготовки специалистов транспортной отрасли	<b>94</b>
<b>Тиричева О.А.</b> Розробник баз даних в домашніх умовах	<b>96</b>
<b>Ломотько Д.В., Арсененко Д.В., Коханевич М.Г.</b> Організація перевезення зернових вантажів в умовах реструктуризації галузі	<b>97</b>
<b>Маций О. Б., Божко Д.О.</b> Сучасні аспекти моделювання маршрутів перевезення	<b>99</b>
<b>Рабінович Е.Х., Волков В.П., Іршенко В. А.</b> Опір повітря у математичній моделі руху автомобіля	<b>101</b>
<b>Ніконов О.Я., Сіндєєв М.В., Кулакова Л.Є., Чернишов В.О.</b> Розроблення комплексованих навігаційних систем для інтелектуальних будівельних і дорожніх машин	<b>103</b>
<b>Небилиця А. Ю.</b> Мовний людино-машинний інтерфейс роботизованих машин	<b>105</b>
<b>Ахмед Сундус Мохаммед, Акимов О. В., Костик Е. А.</b> Изменение содержания железа и хрома в новом дисперсионно-твердеющем сплаве на основе железа	<b>108</b>
<b>Ніконов О.Я., Шуляков В.М., Фастовець В.І.</b> Розроблення інформаційно-керуючої системи для експериментального стенду дослідження адаптивної підвіски автомобіля	<b>109</b>
<b>Шульдінер Ю.В., Гейнріхсон Н.Ю.</b> Математичне моделювання швидкісного пасажирського руху України при взаємодії із країнами Європи	<b>111</b>
<b>Идан Алаа Фадил И, Акимов О. В., Костик Е. А.</b> Особенности формирования упрочненного слоя при комбинированном азотировании стали	<b>113</b>
<b>Литвин С.С.</b> Впровадження обласної програми «ІТ – ХАРКІВЩИНА» на 2016–2020 роки. досвід та перспективи	<b>114</b>
<b>Дубінін Є.О., Клец Д.М.</b> Розробка програмного забезпечення для оцінювання стійкості положення колісних машин	<b>117</b>
<b>Кашканов А.А.</b> Деякі аспекти моделювання параметрів аналізу і реконструкції обставин ДТП	<b>119</b>
<b>Слинченко І.В., Чернишов В.О., Черкашин Ю.О.</b> Перспективи застосування нанотехнологій в автомобілебудуванні	<b>122</b>

<b>Новічонок С.М., Усачова О.А., Куренко О.Б.</b> Обґрунтування раціонального переліку засобів контролю технічного стану транспортних засобів аеродромно-технічного обслуговування літальних апаратів Збройних Сил України, які експлуатуються за технічним станом	<b>123</b>
<b>Никонов О.Я., Клевцов В.И., Шевченко В.В., Ше Н.А.</b> Социализация автомобиля: биоинтеллектуальная информационно-управляющая система на основе алгоритмов глубокого обучения	<b>128</b>
<b>Сабадаш В.В., Варлахов В.А., Клец Д.М., Болдовский В.Н.</b> Экспертное исследование динамики автомобиля при разгерметизации его колеса с помощью микропроцессорного комплекса	<b>130</b>
<b>Senouci S.M., Mehar S., Nikonov O.J., Shulyakov V.M.</b> Technologies d'information et de communications pour véhicules et systèmes de transport intelligents	<b>133</b>
<b>Наглюк М.И.</b> Прибор для измерения электропроводности охлаждающих жидкостей применяемых в транспортных машинах	<b>135</b>
<b>Клец Д.М., Хабаров В.О., Перов В.О.</b> Розробка мобільного додатка на базі ос android для діагностування транспортних засобів	<b>138</b>
<b>Ковтунов Ю.О., Бредун А.А.</b> Аналіз використання хмарних обчислень при транспортному плануванні	<b>139</b>
<b>Маковецкий А.В., Клец Д.М., Трубилко С.С.</b> Анализ основных угроз информационной безопасности автотранспортных средств	<b>140</b>
<b>Алексієв О.П., Неронов С.М.</b> Транспортний ситуаційний центр WEB-рішень клієнт серверної технології управління перевізним процесом	<b>141</b>
<b>Любименко О.М., Фельдман Е.П., Штепа О.А.</b> Математичне моделювання поведінки мембрани з паладію в водневих паливних елементах при взаємодії з воднем	<b>145</b>
<b>Ломотько Д.В., Воскобойников Д.Г., Сірадчук А.Д.</b> Проблеми зниження експлуатаційних витрат в умовах зносу пасажирського рухомого складу	<b>150</b>
<b>Алексієв О.П., Клец Д.М., Асаян В.Г.</b> Розробка web-додатку для оцінювання тягово-швидкісних властивостей автомобіля	<b>155</b>
<b>Мармут І.А.</b> Моделювання процесу гальмування автомобіля на інерційному роликовому стенді	<b>155</b>
<b>Клец Д.М., Алексієв О.П., Гармаш В.М.</b> Підвищення ефективності експлуатації автомобілів з використанням нечіткої логіки	<b>159</b>
<b>Шапошнікова О.П., Дроздик Є.В., Єршов В.Є., Орлов І.В., Тресницький В.О.</b> Розробка системи автоматизованого пошуку оптимального маршруту пересування користувача громадським транспортом	<b>160</b>

<b>Жицький Ю.О., Ярмілко А.В.</b> Удосконалений метод оптимального завантаження контейнера	<b>163</b>
<b>Шапошнікова О.П., Ковтунов Ю.О., Золочевський О.С.</b> Розробка інтерфейсу для клієнтського мобільного додатку «МІЙ ТРАНСПОРТ»	<b>165</b>
<b>Бондаренко Д.А., Головін М.О., Шапошнікова О.П.</b> Розробка алгоритму знаходження лінії дорожньої розмітки	<b>168</b>
<b>Іванюта М.О.</b> Інтелектуальні транспортні системи автомобільного транспорту України	<b>170</b>
<b>Сільченко В. Р., Жежера І. В., Уїссам Будіба, Фірсов С. М.</b> Технічний зір як система орієнтації безпілотного літального апарата	<b>173</b>
<b>Кривомлін А. В., Вірко О. С., Жежера І. В., Фірсов С. М.</b> Оптична орієнтація безпілотного літального апарату	<b>174</b>
<b>Шуляк М.Л.</b> Нестабільність функціональних параметрів трактора в динамічному просторі	<b>176</b>
<b>Пронін С.В, Стась П.О.</b> Відеоаналіз транспортного потоку	<b>178</b>
<b>Ковтунов Ю.А., Пронин С.В.</b> Интеллектуальные мультиагентные системы в вопросах управления транспортными потоками в городской транспортной сети	<b>178</b>
<b>Неронов С.М., Гусенкова К.В.</b> Інформаційний розвиток системи утримання автомобільних доріг	<b>181</b>
<b>Пронин С.В.</b> Подход к созданию искусственного агента для задач обмена информацией между транспортными средствами	<b>182</b>
<b>Подолька О.А., Подолька А.Н., Школина Н.А.</b> Моделирование задач транспортного типа с учетом требования полноты загрузки	<b>185</b>
<b>Подолька А.Н.</b> Моделирование классических задач линейного программирования с учетом валентных отношений	<b>188</b>
<b>Наумов В.С., Холева О.Г.</b> Специализированное программное обеспечение для моделирования процессов формирования стратегий экспедиторов	<b>190</b>
<b>Алексієв О.П., Алексієв В.О., Хабаров В.О.</b> Системна інженерія, віртуальні логістика, управління акс. деякі припущення, твердження та визначення	<b>193</b>
<b>Алексієв О.П., Алексієв В.О.</b> Дорожній портал web-рішень користувачів доріг	<b>195</b>
<b>Алексієв О.П.</b> Системна інженерія, віртуальні логістика, управління	<b>196</b>
<b>Алексієв О.П., Бугайов А.А., Матійчик Д. В. Мехтієв К. С., Трохимець Д. І. Юзько Є.В.</b> Хмарні обчислення в задачах віртуального управління автомобільним транспортом	<b>197</b>
<b>Алексієв О.П., Алексієв В.О.</b> Web-рішення та геопозицювання наземного транспорту	<b>199</b>

<b>Алексієв О.П., Хабаров В.О.</b> Ефективність впровадження клієнтської частини дорожнього portalу	<b>200</b>
<b>Алексієв О.П., Алексієв В.О.</b> Соціалізація системних інженерів в єдиному інформаційному просторі внутрішньої та зовнішньої автомобільної телематики	<b>200</b>
<b>Алексієв О.П., Алексієв В.О., Хабаров В.О.</b> Застосування дорожнього portalу web-рішень для огляду доріг	<b>201</b>



НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА МАТЕРІАЛАМИ МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ «СИНЕРГЕТИКА,  
МЕХАТРОНІКА, ТЕЛЕМАТИКА ДОРОЖНІХ МАШИН І СИСТЕМ У  
НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ТА НАУЦІ»**

Конференцію проведено згідно з планом проведення міжнародних, всеукраїнських науково-практичних і науково-методичних конференцій і семінарів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету у 2017 р. (посвідчення УкрІНТЕІ № 781 від 22 грудня 2016 р.)

Відповідальний за випуск д.т.н., проф. Клец Д.М.

Науковий редактор д.т.н., проф. Клец Д.М.

Технічний редактор Мнушка О.В.