

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ

Науковий журнал

ВИПУСК 2(13), 2022

Заснований у жовтні 2016 року



Видавничий дім
«Гельветика»
2022

**ОДЕСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ
НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ**

№ 2(13)
2022

Заснований у жовтні 2016 року

Виходить 4 рази на рік

Свідоцтво Міністерства юстиції України
про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ № 22494-12394 ПР від 04.10.2016 р.

На підставі Наказу Міністерства освіти і науки України № 1188 від 24.09.2020 р.
(додаток 5) журнал внесений до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б») у галузі економічних та технічних наук (051 – Економіка, 073 – Менеджмент, 133 – Галузеве машинобудування, 271 – Річковий та морський транспорт, 275 – Транспортні технології (за видами)).

Засновник:

Одеський національний морський університет
Україна, 65029, м. Одеса, вул. Мечникова, 34

Редакційна колегія:

Головний редактор – д.т.н., проф. *Руденко С.В.*
Заступник головного редактора – к.т.н., доц. *Немчук О.О.*
Відповідальний секретар – к.е.н., доц. *Мельников С.В.*

Члени редакційної колегії:

д.т.н., проф. *Варбанець Р.А.*, ОНМУ;
д.т.н., проф. *Дубровський М.П.*, ОНМУ;
д.т.н., проф. *Єзупов К.В.*, ОНМУ;
д.е.н., проф. *Ланкіна І.О.*, ОНМУ;
д.е.н., проф. *Постан М.Я.*, ОНМУ;
д.т.н., проф. *Малаксіано М.О.*, ОНМУ;
д.т.н., проф. *Пітерська В.М.*, ОНМУ;
д.т.н., проф. *Шахов А.В.*, ОНМУ;
д.т.н., проф. *Гасанов В.*, Азербайджанська державна морська академія, Азербайджан;
д.т.н., доц. *Кириллова О.В.*, ОНМУ;
к.т.н., доц. *Садигов В.* Азербайджанська державна морська академія, Азербайджан;
Філіна-Давидович Л.С., PhD, DSc, Західноморський технологічний університет у Щецині, Польща;
Аймелек Мурат, PhD, Ізмірський Університет імені Катіпа Челебі, Туреччина;
Любомиров Слав Ясенов, PhD, Пловдивський університет імені Паїсія Гілендарського, Болгарія;
Нам Кю Парк, PhD, Університет ТонгМьонг, Південна Корея;

Малекі Вішкаї Бехзад, PhD, Вільний міжнародний університет соціальних досліджень імені Гвідо Карлі, Італія;
Нгок Ан Мін, PhD, Технологічний університет Кочі, Японія;
Цисар Чаба, PhD, Будапештський університет технології та економіки, Угорщина;
Дашковський С., DSc, Вюрцбурзький університет імені Юліуса та Максиміліана, Німеччина;
Духовник Йозе, DSc, Люблянський університет, Словенія;
Колмикова А., DSc, Бременський університет, Німеччина;
Клюс О., DSc, Морська Академія в Щецині, Польща;
Медведев О., DSc, Інститут транспорту та зв'язку, Латвія;
Мезітіс Марекс, DSc, Транспортна академія, Латвія;
Попова О., DSc, Інститут транспорту та зв'язку, Латвія.

Рекомендовано до друку Вченою радою
Одеського національного морського університету
(протокол № 11 від 25 травня 2022 р.)

Відповідальність за достовірність фактів, цитат, власних імен, географічних назв, назв підприємств, організацій, установ та іншої інформації несуть автори статей.

Висловлені у цих статтях думки можуть не збігатися з точкою зору редакційної колегії, не покладають на неї ніяких зобов'язань.
Передруки і переклади дозволяються лише за згодою автора та редакції.

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

ODESSA
NATIONAL MARITIME UNIVERSITY

TRANSPORT DEVELOPMENT

Scientific journal

ISSUE 2(13), 2022

Founded in October 2016



Publishing House
"Helvetica"
2022

ODESSA
NATIONAL MARITIME UNIVERSITY
TRANSPORT DEVELOPMENT
SCIENTIFIC JOURNAL

№ 2(13)
2022

Founded in October 2016

Frequency: four times a year

Certificate of state registration of the print media issued by the Ministry of Justice of Ukraine
Series KB № 22494-12394 IIP dated 04.10.2016

Pursuant to the Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine № 1188
dated 24.09.2020 (Appendix 5), the journal is included in the List of scientific professional publications
of Ukraine (category "B") in the field of economic and technical sciences
(051 – Economics, 073 – Management, 133 – Industry engineering,
271 – River and sea transport, 275 – Transport technologies (by type).

Founder:

Odessa National Maritime University
Ukraine, 65029, Odesa, 34 Mechnykova St.

Editorial Board:

Editor-in Chief: Doctor of Engineering, Professor *Rudenko S.V.*
Deputy Editor-in Chief: PhD in Engineering, Associate Professor *Nemchuk O.O.*
Executive Secretary: PhD in Economics, Associate Professor *Melnykov S.V.*

Editorial Board Members:

DSc, Prof. *Varbanets R.A.*, ONMU;
DSc, Prof. *Dubrovskiy M.P.*, ONMU;
DSc, Prof. *Yehupov K.V.*, ONMU;
DSc, Prof. *Lapkina I.O.*, ONMU;
DSc, Prof. *Postan M.Ia.*, ONMU;
DSc, Prof. *Malaksiano M.O.*, ONMU;
DSc, Associate Professor *Piterska V.M.*, ONMU;
DSc, professor *Shakhov A.V.*, ONMU;
Doctor of Engineering, Prof. *Gasnov V.*, Azerbaijan
State Marine Academy, Azerbaijan
DSc, Prof. *Kyryllova O.V.*, ONMU;
PhD in Engineering, Associate Professor *Sadigov V.*,
Azerbaijan State Marine Academy, Azerbaijan;
DSc, Prof. *L.S. Filina-Dawidowicz*, West Pomeranian
University of Technology, Szczecin, Poland;
Aymelek Murat, PhD, Izmir Katip Celebi University,
Turkey;
Lyubomirov Slavi Yasenov, PhD, University of Plovdiv
Paisii Hilendarsk, Bulgaria;

Maleki Vishkaei Behzad, PhD, Luiss University, Italy;
Nam Kyu Park, PhD, TongMyong University, South
Korea;
Ngoc An Minh, PhD, Kochi University of Technology,
Japan;
Csiszar Csaba, PhD, Budapest University
of Technology and Economics, Hungary;
Dashkovskiy S., DSc, Julius-Maximilians University
of Wurzburg, Germany;
Duhovnik Joze, DSc, University of Ljubljana,
Slovenia;
Kolmykova A., DSc, University of Bremen, Germany;
Klyus O., DSc, Maritime University of Szczecin,
Poland;
Medvedev A., DSc, Transport and telecommunication
institute, Latvia;
Mezitis Mareks, DSc, Transport Academy, Latvia;
Popova Je., DSc, Transport and telecommunication
institute, Latvia.

Recommended for printing by the Academic Council of Odessa National Maritime University
(Minutes No 11 dated May 25, 2022)

Authors are responsible for the reliability of facts, quotes, proper names, geographical names,
names of enterprises, organizations, institutions and other information.

The Editorial Board may not share the authors' opinion
and assumes no responsibility for the content of manuscripts.

Reprinting and translation are allowed with the consent of author and editors.

The articles were checked for plagiarism using the software StrikePlagiarism.com
developed by the Polish company Plagiat.pl.

З М І С Т

МЕНЕДЖМЕНТ

О.М. Обронова Механізми оцінки та забезпечення якості управління проектом.....	7
--	---

РІЧКОВИЙ ТА МОРСЬКИЙ ТРАНСПОРТ

Н.Б. Тірон-Воробйова, О.Д. Іванов Деякі аспекти застосування системного аналізу у процесі вивчення головних квантових чисел ліній серії Бальмера: компетентнісні навички з фізики в курсантів-судноводіїв.....	20
--	----

ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ (ЗА ВИДАМИ)

Н.О. Арсеньєва, Г.Р. Фоменко Сучасні закордонні системи автоматизованого проектування для проектування автомобільних доріг.....	29
О.А. Воронков, І.Л. Роговський Модель технологічної системи перевезення збіжжя збирально-транспортного комплексу агрохолдингу.....	42
К.Г. Ковцур, Н.В. Птиця, І.О. Кузєв Упровадження мотиваційної політики діяльності департаментів логістики на підприємствах.....	53
О.В. Чорна, Н.М. Фалович, О.С. Шевчук, П.В. Попович, М.В. Буряк Нормативно-правове забезпечення умов функціонування транспортних систем та напрями його вдосконалення.....	64

C O N T E N T S

MANAGEMENT

A.M. Obronova
Project management quality assessment and ensuring mechanism.....7

RIVER AND SEA TRANSPORT

N.B. Tiron-Vorobiova, O.D. Ivanov
Some aspects of the application of systems analysis in the study
of the main quantum numbers of the lines of the Balmer series:
competency skills in physics in cadets-seafarers..... 20

TRANSPORT TECHNOLOGIES (BY TYPE)

N.O. Arsenieva, G.R. Fomenko
Modern foreign CAD for highways design..... 29

O.A. Voronkov, I.L. Rogovskii
Model of technological system of grain transportation
of harvesting and transport complex of agroholding.....42

K.H. Kovtsur, N.V. Ptytsia, I.O. Kuziev
Implementation of a motivational policy for the activities
of logistics departments at enterprises.....53

O.V. Chorna, N.M. Falovych, O.S. Shevchuk, P.V. Popovich, M.V. Buryak
Regulatory and legal provision of transport systems functioning
conditions and directions of its improvement..... 64

МЕНЕДЖМЕНТ

УДК 008.5

DOI <https://doi.org/10.33082/td.2022.2-13.01>

МЕХАНІЗМИ ОЦІНКИ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТОМ

О.М. Обронова

аспірант кафедри «Управління логістичними системами та проектами»,
Одеський національний морський університет, Одеса, Україна,
ORCID ID: 0000-0002-5629-2677

Анотація

Вступ. Якість управління проектом впливає не лише на якість продукту, а й на ефективність реалізації проекту. Отже, якість управління проектом – це властивість команди проекту, наявність якої забезпечує досягнення мети проекту та його ефективність. Дослідження фокусується на оцінці якості управління проектами, а **метою** є ідентифікація сутності, механізмів оцінки та факторів впливу на якість управління проектами. Це дасть змогу оцінювати на кожному етапі життєвого циклу проекту якість управління з метою раннього виявлення проблем, а також слугуватиме базою для оптимізації складу заходів щодо забезпечення якості управління проектом та ефективної його реалізації. **Результати.** Запропоновано підхід до оцінки якості управління проектами, який базується на ентропійній концепції управління, а ентропія розглядається як інтегральний показник оцінки якості управління проектом, що характеризує «керованість» ним та «впевненість» у певних результатах реалізації проекту. Це новий підхід до використання інформаційної ентропії, який не суперечить наявним теоріям і підходам, а доповнює та розвиває їх. Пропонується використання інформаційної ентропії як індикатора якості управління – здатності оцінювати та мінімізувати невизначеність, тобто забезпечувати успіх проекту. Введено в розгляд поняття «ентропійний індекс» проекту як відносного показника рівня його ентропії. Встановлено взаємозв'язок категорій «якість управління», «успіх проекту», «стійкість проекту». **Висновки.** У дослідженні ідентифікована сутність якості управління проектами як забезпечення успіху проекту та успішної реалізації кожного його етапу й окремої роботи. Встановлено систему факторів, що впливають на якість управління, а також основні механізми його забезпечення. Результати формують внесок у теоретичну базу управління проектами як основу для оцінки й моніторингу якості управління проектами для забезпечення їх успіху.

Ключові слова: ентропія, невизначеність, стійкість, життєвий цикл, механізми забезпечення, команда проекту, якість управління, управління проектами.

**PROJECT MANAGEMENT QUALITY ASSESSMENT
AND ENSURING MECHANISM**

A.M. Obronova

Postgraduate at the Department “Logistics System and Project Management”,
Odesa National Maritime University, Odesa, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0002-5629-2677

Summary

Introduction. *The project quality includes two components – product quality (project product) and management processes quality. The project management quality affects not only the product quality but the project effectiveness as well. Thus, the project management quality is a property of the project team, which ensures the achievement of the project goal and its effectiveness. This study focuses on assessing the project management quality, and aims to identify the nature, mechanisms to ensure, and determinants of the project management quality. This will allow to assess the quality of management at each stage of the project life cycle, in order to identify in time, the problems; and will form a basis for optimizing the measures composition to ensure the quality of management and effective project implementation.* **Results.** *A project management quality assessment approach is proposed, which is based on the entropy management concept, and entropy is considered as an integral indicator of project management quality assessment, characterizing the “manageability” of the project and “confidence” in certain project results. This is a new approach to the information entropy applying, which does not contradict existing theories and approaches, but complements and develops them. It is proposed to use information entropy as an indicator of management quality – the ability to assess and minimize uncertainty, i. e. to ensure the success of the project. The “entropy index” is introduced as a relative indicator of the project entropy level. The research shows the interrelation of the categories: “management quality”, “project success”, “project sustainability”.* **Conclusions.** *This study identifies the essence of the project management quality as ensuring the project success and the successful implementation of each stage and individual project work. The system of factors influencing the quality of management, as well as the main mechanisms of its insuring are established. The results obtained form a contribution to the project management theory as a basis for assessing and monitoring the project management quality to ensure the project success.*

Key words: *entropy, uncertainty, stability, life cycle, support mechanisms, project team, project management, management quality.*

Вступ. *Управління якістю є однією з галузей знань в управлінні проектами в редакціях РМВОК® до 2021 р. [1]. Під якістю проекту маються на увазі два складники: *якість продукту* (продукту проекту) та *якість процесів управління*. Відмова від процесного підходу в новому стандарті Pmbook переміщає питання якості процесів управління на рівень оцінки ефективності реалізації проекту (project performance). Тому, незважаючи на таку трансформацію у структурі РМВОК® – 2021, оцінка якості процесів управління є невід’ємною частиною оцінки ходу реалізації проекту.*

Якість процесів управління проектом, або якість управління проектом, на думку вчених [2; 7], впливає не тільки та не стільки на якість продукту, скільки на ефективність реалізації проекту. Отже, якість управління проектом – це властивість команди проекту, наявність якої забезпечує досягнення мети проекту та його ефективність.

Постановка проблеми. Використання категорії «якість управління проектом» передбачає не лише чітку ідентифікацію її сутності, а й встановлення механізмів та засобів забезпечення якості управління. Крім того, ця властивість менеджменту повинна бути оцінена для моніторингу й аналізу. Таким чином, цей аспект менеджменту вимагає наявності певної теоретичної бази, яка дала би змогу на практиці забезпечувати та підвищувати якість управління, а також попереджати про проблеми в цьому напрямі й надавати інструменти для їх вирішення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зазначимо, що в сучасній літературі значну увагу приділяють якості продукту проекту, що пояснюється тим, що цей напрям пов'язаний як ідеологічно, так і інструментально з менеджментом якості, стандартами ISO, чому присвячено досить досліджень, наприклад роботи науковців [3; 4], у яких увага приділяється тим процедурам та інструментам із менеджменту якості, які застосовуються в управлінні проектами з урахуванням рекомендацій стандартів. При цьому особлива увага приділяється бізнес-процесам як основам управління якістю продукту проекту (наприклад, у працях закордонних учених [5; 6]).

Якість процесів управління проектом, або якість управління проектом, має інший характер. Зокрема, у дослідженнях фахівців представлена концепція оцінки якості управління проектом, яка представляє лише варіанти математичних підходів для вирішення цього завдання [2].

У роботах вітчизняних авторів було запропоновано розглядати якість управління проектами з позиції ентропійної концепції управління [8–10]. Зазначимо, що ентропія є однією з універсальних категорій сучасної науки, що успішно використовується для оцінки стану не лише фізичних систем, а й підприємств, організацій, людських спільнот. Багато дослідників використовували *інформаційну ентропію (ентропію Шеннона)* як міру невизначеності в діяльності підприємств, зокрема як міру невизначеності та ризиків в управлінні проектами [11–13].

Розвитком ідеї універсальності ентропії стала ентропійна концепція управління [9; 14–16], за якою ентропія відбиває стан об'єкта управління (у цьому випадку проекту) з позицій впливу на нього системи факторів, як зовнішніх, так і внутрішніх, зокрема менеджменту.

У роботі вітчизняних авторів висловлено один із постулатів *ентропійної концепції управління*, згідно з яким через частковий контроль над зовнішнім середовищем забезпечується зниження ентропії проекту [16]. Тому якість управління проектом лежить в основі можливості команди знижувати інформаційну ентропію проекту та впливати на його успіх. Відповідно, у представленому дослідженні питання якості управління проектами розглядаються з позиції цієї ентропійної концепції управління.

Формулювання цілей статті. Дослідження фокусується на оцінці якості управління проектами, а метою є ідентифікація її сутності, принципу оцінки

та факторів впливу на якість управління проектами. Це дасть змогу оцінювати на кожному етапі життєвого циклу проекту якість управління з метою раннього виявлення проблем, а також слугуватиме базою для оптимізації складу заходів щодо забезпечення якості управління проектом та ефективної його реалізації.

Виклад основного матеріалу.

1. Якість управління як основа забезпечення успіху проекту

Успішність реалізації проекту оцінюється економічними чи іншими цільовими показниками. Так, згідно з поняттям «успіх проекту» успішний проект не тільки забезпечує досягнення поставлених цілей, а й укладається в межі бюджету за ресурсами та часом [17]. Інакше кажучи, *успішність* – це досягнення цілей проекту, отримання продукту проекту заданої якості за обмежених витрат ресурсів – часу й бюджету.

Ефективний проект передбачає створення *певної цінності* – соціально-економічної, екологічної, комерційної та іншої залежно від специфіки проекту. Тобто цінність проекту є критерієм його ефективності в широкому значенні цього слова [18]. Таким чином, не кожен ефективний проект є успішним, якщо він не досягнув поставленої мети вчасно та в межах заданих обмежень.

А якщо проект успішний, тобто досягнув своїх цілей вчасно, з продуктом заданої якості та в межах заданих обмежень, однак при цьому хід виконання робіт за проектом весь час порушувався, з невизначеністю за термінами та результатами команда проекту не могла впоратися до останнього? Інакше кажучи, чи сприятливий збіг обставин допоміг успішно реалізувати проект, чи зусилля команди проекту або окремих його членів дали результат – і проект вийшов вчасно на фінішну пряму, то чи можна вважати такий проект успішним? Згідно з визначенням так. Проте, звісно, якість управління проектом (роботу команди саме в *контексті результативності та успішності*) не можна охарактеризувати як задовільну.

Таким чином, «якість управління проектом» передбачає не лише властивість команди проекту, в основі якої лежить забезпечення успішності (успіху) проекту, а й забезпечення успішності кожного запланованого етапу, кожної запланованої роботи, тобто виконання вчасно й у межах заданих бюджетних обмежень із досягненням запланованого результуючого показника.

2. Фактори, що впливають на якість управління, та механізми його забезпечення

Що ж формує та визначає якість управління проектом? В основі якості управління проектом лежать, по-перше, компетентності та досвід керівників і членів команди проектів, а по-друге, зацікавленість та мотивованість команди проекту. Базовою компетентністю менеджерів у межах ентропійної концепції управління є здатність «боротися з ентропією», тобто впливати на внутрішнє й зовнішнє середовище проекту так, щоб невизначеність, яка виражається в інформаційній ентропії проекту, знижувалася в міру реалізації проекту [15].

Особливо варто зупинитися на впливі зовнішніх факторів на якість управління проектом та його успіх (див. рис. 1).

Так, висока якість управління може досягатися без високого рівня «*компетентнісних характеристик*» команди проекту. Наприклад, умови реалізації проекту та його сутність такі, що невизначеність практично відсутня, відповідно,

у боротьбі з ентропією також відсутня потреба. Тому для менеджерів такого проекту неважко забезпечити його успіх. Через це в оцінці якості управління проектом можна зробити висновок про його досить високий рівень навіть за відсутності особливих зусиль із боку команди проекту.



Рис. 1. Фактори впливу та механізми забезпечення якості управління проектом

Інша ситуація: простий проект, невизначеність практично відсутня, проте при цьому проект реалізується з труднощами, невчасно та ідентифікований за результатами реалізації як «неуспішний». Таким чином, за однакових із попереднім прикладом умов команда не впоралася навіть із такою простою ситуацією. Це свідчить про некомпетентність та/або незацікавленість членів команди проекту, адже в попередньому випадку відсутність досвіду й особливих компетентностей не завадила успішно реалізувати проект, а в другому зашкодила проекту. Саме тому якість управління пов'язана не лише з кінцевим результатом проекту, а й із процесом його реалізації, оскільки саме у процесі реалізації можна встановити, що процес відбувається не за планом, а команда не справляється із забезпеченням стійкості проекту.

І третя ситуація: команда проекту є висококомпетентною, має знання інструментів зниження ентропії та володіє навичками їх використання (тобто особливими компетентностями, які пов'язані з умінням чинити опір ентропії). Однак при цьому проект досить масштабний і складний, умови його реалізації характеризуються як невизначені. Інакше кажучи, складний проект реалізується за умов

повного хаосу. І тут можливі дві підсумкові ситуації: а) команда проєкту впоралася з такими умовами, проєкт виявився успішним та успішно реалізовувався протягом усього життєвого циклу, ентропія була в межах допустимого рівня; б) усі зусилля компетентної команди не змогли перемогти невизначеність і складні умови – реалізація проєкту оцінена як неуспішна (наприклад, проєкт реалізований зі значною затримкою та великим перевищенням бюджету), ентропія не зменшувалася протягом усього життєвого циклу проєкту.

Якщо в описаній вище ситуації «а» рівень якості управління може бути ідентифікований як задовільний або високий, то в ситуації «б», згідно з наданою вище шкалою оцінювання, якість управління ідентифікується як «незадовільна». Проте виникають певні сумніви щодо класифікації якості управління в цьому випадку, оскільки мав місце спочатку «провальний» проєкт.

Отже, в оцінці якості управління проєктом необхідно враховувати певним чином як його складність, так і умови зовнішнього середовища.

3. Оцінка якості управління проєктом

Досягнення успіху проєкту стає можливим, якщо його команда може забезпечити зниження невизначеності умов реалізації проєкту та в такий спосіб підвищити «впевненість» в успішності проєкту. У роботі вітчизняних авторів якість управління проєктом охарактеризовано як властивість команди проєкту справлятися з інформаційною ентропією, яка є мірою невизначеності результатів проєкту [19]. Інформаційна ентропія пропонується як індикатор якості управління проєктом. Такий підхід обґрунтований новою ентропійною концепцією управління, що розглядає управління з позиції протистояння ентропії [10; 14].

Можна сміливо сказати, що інформаційна ентропія проєкту (1) характеризує «впевненість» команди проєкту в його результатах. Для двох схожих проєктів, що реалізуються в однакових умовах зовнішнього середовища та за тих самих факторів ризику, інформаційна ентропія може бути різною залежно від компетентності команди і якості управління. Таким чином, якість управління проєктом оцінюється з позицій здатності команди адекватно оцінювати та мінімізувати інформаційну ентропію проєкту.

Отже, «ентропія» (інформаційна ентропія Шеннона) є показником, який відповідає зазначеним вище характеристикам – враховує як складність проєкту, так і умови його реалізації. Справді, уся складність і невизначеність проєкту виявляється в безлічі можливих підсумкових результатів та його ймовірностях. Тому інформаційна ентропія проєкту пропонується з метою оцінки якості управління ним.

Основними підсумковими результатами реалізації проєкту є $\langle T, R, V, K \rangle$, де відображені, відповідно, час реалізації проєкту T , витрати (бюджет) проєкту R , цінність проєкту V та оцінка якості продукту проєкту K . Природно, що цей набір може бути розширений з урахуванням специфіки проєкту та необхідності декомпозиції різних підсумкових показників його реалізації.

У роботі вітчизняних науковців встановлено, що згідно з ентропійною концепцією управління моніторинг якості управління здійснюється протягом усього життєвого циклу проєкту та пов'язаний із зіставленням фактичної ентропії проєкту з «ідеальною» її динамікою [19]. Під ідеальною динамікою розуміється поступове зниження невизначеності в міру реалізації проєкту. Тобто яким би складним не

був проєкт та умови його реалізації на початку життєвого циклу, забезпечення зниження початкової ентропії (яка саме й оцінює всю складність) є завданням «якісного» управління.

Пропонується розглядати співвідношення *фактичної ентропії проєкту* з «ідеальним значенням» як індекс динаміки ентропії проєкту:

$$D^H(t) = \frac{H(t)}{H^{id}(t)}, t = \overline{1, T-1}, \quad (1)$$

де $D^H(t)$ – індекс динаміки ентропії проєкту на момент часу t ;

$H^{id}(t)$ – значення ентропії за ідеальної динаміки на момент часу t (рівномірне зниження ентропії протягом усього часу проєкту);

$H(t)$ – фактична ентропія проєкту на момент часу t ;

T – кількість виділених моментів часу в життєвому циклі проєкту.

Значення рівнів ентропії за ідеальною динамікою визначають так:

$$H^{id}(t) = H(0) - \frac{H(0)}{T} \cdot t, \quad (2)$$
$$t = \overline{1, T-1}$$

де $H(0)$ – значення ентропії проєкту на початку його життєвого циклу.

За $D^H(t) > 1 + \delta, \delta > 0$ якість управління може бути охарактеризована як «низького рівня/незадовільна», за $D^H(t) < 1 - \delta$ – як «високого рівня», а умова $1 - \delta \leq D^H(t) \leq 1 + \delta$ дає можливість ідентифікувати «задовільну» якість управління проєктом. Величина δ встановлюється експериментальним шляхом з урахуванням галузевої специфіки проєкту та його складності. Власне δ дає змогу зробити «поправку» на спеціальні умови конкретного проєкту, що дає можливість адекватно оцінити якість управління ним.

Значення цього індексу дадуть можливість зробити висновок про якість управління проєктом у конкретний момент часу та загалом за проаналізований період. Ще раз зазначимо, що в цьому випадку ентропія $H(t)$ характеризує прогнозовані результати реалізації проєкту.

4. Співвідношення понять «успіх», «стійкість», «якість управління»

Зазначимо, що успішна реалізація етапів та окремих робіт проєкту пов'язана з поняттям «стійкість», тобто зі стабільністю в межах якогось «коридора стійкості» [20] незалежно від впливу безлічі негативних факторів. Як правило, стійкість у такому контексті розглядається в межах аналізу ризиків та їх впливу на проєкт. Зазначимо, що поняття «стійкість» відбиває переважно економічний підхід до аналізу проєкту на початковому етапі його життєвого циклу. У стандартах управління проєктами, наприклад [1], поняття «стійкість проєкту» набагато ширше. Стійкість проєкту передбачає як індивідуальну, так і організаційну відповідальність за забезпечення того, щоб виходи, результати та вигоди були стійкими протягом життєвого циклу, а також під час їх створення, утилізації та виведення з експлуатації. Поняття «стійкість проєкту» в цьому контексті та з позиції стандартів набагато ширше й масштабніше, воно зачіпає екологічні, соціальні, адміністративні та економічні аспекти впливу проєкту і на нього.

Якщо ж розглядати стійкість у традиційному розумінні, у контексті впливу невизначеності на результати кожної роботи та кожного етапу проєкту, тобто

в контексті стійкості реалізації проекту, то можна стверджувати, що успішне виконання кожної роботи проекту та кожного етапу (вчасно, у межах бюджету, із заданими результатами, заданої якості) формує стійкість реалізації проекту.

Таким чином, якість управління – це здатність забезпечувати стійкість та успішність реалізації проекту.

Зазначимо, що якщо ентропія проекту оцінює впевненість у результаті його реалізації, тобто пов'язана із закінченням проекту, то стійкість – з прогнозом ходу його реалізації та показників, які досягаються.

Отже, сформована логічна послідовність, представлена на рисунку 2, демонструє взаємозв'язок і сутність категорій «успішний проект», «ефективний проект», «стійкий проект», «якість управління». Таким чином, забезпечення успішності проекту базується на управлінні ним. Рисунок 2 відображає сутність кожної з представлених категорій. Позначення R_t, V_t, K_t та R^*, V^*, K^* , відповідно, – витрати, цінність і якість продукту проекту в момент часу t (фактичні та планові), T – термін реалізації проекту, $\Delta_R, \Delta_V, \Delta_K$ – допустиме відхилення планових показників.



Рис. 2. Взаємозв'язок успіху, стійкості та якості управління

Отже, ретельний аналіз стійкості проекту дає змогу адекватно оцінити підсумкові результати та намітити динаміку планових показників (що свідчить про «якісний» менеджмент на початковому етапі життєвого циклу проекту). Це своєю чергою дає змогу адекватно оцінити підсумкові результати проекту та їх імовірність (початкову ентропію), а також визначити планові результати та проміжні показники. Забезпечити їх досягнення – забезпечити успішну реалізацію проекту, що можливо за «якісного» менеджменту.

Висновки. У дослідженні ідентифікована сутність якості управління проектами як забезпечення успіху проекту та успішної реалізації кожного його етапу

й окремої роботи. Встановлено систему факторів, які впливають на якість управління, а також основні механізми його забезпечення.

Запропоновано підхід до оцінки якості управління проектами, який базується на ентропійній концепції управління, а ентропія розглядається як інтегральний показник оцінки якості управління проектом, характеризує «керованість» проектом і «впевненість» у певних результатах його реалізації. Це новий підхід до використання інформаційної ентропії, який не суперечить наявним теоріям і підходам, а доповнює та розвиває їх. Пропонується використання інформаційної ентропії як індикатора якості управління – здатності оцінювати й мінімізувати невизначеність, тобто забезпечувати успіх проекту. Запропоновано на розгляд поняття «ентропійний індекс» проекту як відносний показник рівня ентропії проекту. Встановлено взаємозв'язок категорій «якість управління», «успіх проекту», «стійкість проекту».

Представлені результати роблять внесок у теоретичну базу управління проектами як основу для оцінки й моніторингу якості управління проектами для забезпечення їх успіху.

ЛІТЕРАТУРА

1. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) / Project Management Institute. 5th ed. Newtown Square, 2013. 589 p. URL: https://repository.dinus.ac.id/docs/ajar/PMBOKGuide_5th_Ed.pdf
2. Zulu S., Brown A. Project management process quality: a conceptual measurement model. *Proceedings of 19th Annual ARCOM Conference*, Brighton, September 3–5, 2003 / ed. by D. Greenwood. Brighton : Association of Researchers in Construction Management, 2003. Vol. 2. P. 485–493.
3. Nicholas J., Steyn H. Project Quality Management. *Project Management for Engineering, Business, and Technology* / ed. by J. Nicholas, H. Steyn. 4th ed. London : Routledge, 2012. P. 320–350. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-096704-2.50020-X>
4. Kenneth R. Project Quality Management: Why, What and How. Boca Raton : J. Ross Pub, 2005. 193 p.
5. Evaluating Project Planning and Control System in Multi-project Organizations under Fuzzy Data Approach Considering Resource Constraints (Case Study: Wind Tunnel Construction Project) / M. Taghipour, N. Shamami, A. Lotfi, M. Parvaei. *Management*. 2020. Vol. 3. Iss. 1. P. 29–46.
6. Nusraningrum D., Jaswati J., Thamrin H. The Quality of IT Project Management: the Business Process and the Go Project Lean Application. *Manajemen Bisnis*. 2020. Vol. 10. № 1. P. 10–23. URL: <http://ejournal.umm.ac.id/index.php/jmb/article/view/10808>
7. Zulu S., Brown A. Quality of the project management process: an integrated approach. *Proceedings of 20th Annual ARCOM Conference*, Edinburgh, September 1–3, 2004 / ed. by F. Khosrowshahi. Edinburgh : Association of Researchers in Construction Management, 2004. Vol. 2. P. 1293–1301.

8. Creating the agile-model to manage the activities of project-oriented transport companies / N. Pavlova, S. Onyshchenko, A. Obronova, T. Chebanova, V. Andriievaska. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 1. № 3 (109). P. 51–59. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225529>
9. Modelling of creation organisations energy-entropy / A. Bondar, N. Bushuyeva, S. Bushuyev, S. Onyshchenko. *2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)*, Nur-Sultan (Kazakhstan), April 28–30, 2021. Nur-Sultan, 2021. P. 199–205. URL: <https://doi.org/10.1109/SIST50301.2021.9465911>
10. Complementary strategic model for managing entropy of the organization / A. Bondar, S. Bushuyev, V. Bushuieva, S. Onyshchenko. *Proceedings of the 2nd International Workshop IT Project Management (ITPM 2021)*, Slavsko (Ukraine), February 16–18, 2021. Lviv, 2021. P. 293–302. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2851/paper27.pdf>
11. Jung J.-Y., Chin C.-H., Cardoso J. An entropy-based uncertainty measure of process models. *Information Processing Letters*. 2011. Vol. 111. Iss. 3. P. 135–141.
12. Han W., Zhu B. Research on New Methods of Multi-project Based on Entropy and Particle Swarm Optimization for Resource Leveling Problem. *Advances in Engineering Research*. 2017. Vol. 124: 2nd International Symposium on Advances in Electrical, Electronics and Computer Engineering (ISAECE 2017). P. 215–221.
13. A model based on information entropy to measure developer turnover risk on software project / J. Rong, L. Hongzhi, Y. Jiankun, F. Tao, Z. Chenggui, L. Junlin. *2009 2nd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology*, Beijing (China), August 8–11, 2009. Beijing, 2009. P. 419–422. URL: <https://doi.org/10.1109/ICCSIT.2009.5234813>
14. Modelling of Creation Organisational Energy-Entropy / A. Bondar, N. Bushuyeva, S. Bushuyev, S. Onyshchenko. *2020 IEEE 15th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, Zbarazh (Ukraine), September 23–26, 2020. Zbarazh, 2020. P. 141–145. URL: <https://doi.org/10.1109/CSIT49958.2020.9321997>
15. Modeling the dynamics of information panic in society. COVID-19 case / S. Bushuyev, V. Bushuieva, S. Onyshchenko, A. Bondar. *CMIS-2021: The Fourth International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems*, Zaporizhzhia (Ukraine), April 27, 2021. Zaporizhzhia, 2021. P. 400–408. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2864/paper35.pdf>
16. Action-Entropy Approach to Modeling of “Infodemic-Pandemic” System on the COVID-19 Cases / A. Bondar, S. Bushuyev, V. Bushuieva, N. Bushuyeva, S. Onyshchenko. *Advances in Intelligent Systems and Computing V: Selected Papers from the International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT 2020)*, September 23–26, 2020, Zbarazh, Ukraine / ed. by

- N. Shakhovska, M. Medykovskyy. Cham : Springer, 2021. P. 890–903. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-63270-0_61
17. Бондарь А., Онищенко С. Оптимизация временных параметров проекта. *Управління розвитком складних систем*. 2019. № 39. С. 11–18. URL: <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.11340629.V1>
 18. Онищенко С., Арабаджи Е. Структура, цель, продукт и ценность программ развития предприятий. *Вісник Одеського національного морського університету*. 2011. № 33. С. 175–186.
 19. Constructing and investigating a model of the energy entropy dynamics of organizations / A. Bondar, S. Onyshchenko, D. Vishnevskiy, O. Vishnevska, S. Glovatska, A. Zelenskiy. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 3. № 3 (105). P. 50–56. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.206254>
 20. Constructing and exploring the model to form the road map of enterprise development / S. Onyshchenko, A. Bondar, V. Andrievska, N. Sudnyk, O. Lohinov. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 5. № 3. P. 33–42. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.179185>

REFERENCES

1. Project Management Institute (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. 5th ed. Newtown Square, 589 p. Retrieved from: https://repository.dinus.ac.id/docs/ajar/PMBOKGuide_5th_Ed.pdf [in English]
2. Zulu, S., Brown, A. (2003). Project management process quality: a conceptual measurement model. *Proceedings of 19th Annual ARCOM Conference* (Brighton, September 3–5, 2003) / ed. by D. Greenwood. Brighton : Association of Researchers in Construction Management, vol. 2, pp. 485–493. [in English]
3. Nicholas, J., Steyn, H. (2012). Project Quality Management. *Project Management for Engineering, Business, and Technology* / ed. by J. Nicholas, H. Steyn. 4th ed. London : Routledge, pp. 320–350. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-096704-2.50020-X> [in English]
4. Kenneth, R. (2005). *Project Quality Management: Why, What and How*. Boca Raton : J. Ross Pub, 193 p. [in English]
5. Taghipour, M., Shamami, N., Lotfi, A., Parvaei, M. (2020). Evaluating Project Planning and Control System in Multi-project Organizations under Fuzzy Data Approach Considering Resource Constraints (Case Study: Wind Tunnel Construction Project). *Management*, 3 (1), 29–46. [in English]
6. Nusraningrum, D., Jaswati, J., Thamrin, H. (2020). The Quality of IT Project Management: the Business Process and the Go Project Lean Application. *Manajemen Bisnis*, 10 (1), 10–23. Retrieved from: <http://ejournal.umm.ac.id/index.php/jmb/article/view/10808> [in English]
7. Zulu, S., Brown, A. (2004). Quality of the project management process: an integrated approach. *Proceedings of 20th Annual ARCOM Conference*

- (Edinburgh, September 1–3, 2004) / ed. by F. Khosrowshahi. Edinburgh : Association of Researchers in Construction Management, vol. 2, pp. 1293–1301. [in English]
8. Pavlova, N., Onyshchenko, S., Obronova, A., Chebanova, T., Andriievska, V. (2021). Creating the agile-model to manage the activities of project-oriented transport companies. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (3 (109)), 51–59. Retrieved from: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225529> [in English]
 9. Bondar, A., Bushuyeva, N., Bushuyev, S., Onyshchenko, S. (2021). Modelling of creation organisations energy-entropy. *2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)* (Nur-Sultan (Kazakhstan), April 28–30, 2021). Nur-Sultan, pp. 199–205. Retrieved from: <https://doi.org/10.1109/SIST50301.2021.9465911> [in English]
 10. Bondar, A., Bushuyev, S., Bushuieva, V., Onyshchenko, S. (2021). Complementary strategic model for managing entropy of the organization. *Proceedings of the 2nd International Workshop IT Project Management (ITPM 2021)* (Slavsko (Ukraine), February 16–18, 2021). Lviv, pp. 293–302. Retrieved from: <http://ceur-ws.org/Vol-2851/paper27.pdf> [in English]
 11. Jung, J.-Y., Chin, C.-H., Cardoso, J. (2011). An entropy-based uncertainty measure of process models. *Information Processing Letters*, 111 (3), 135–141. [in English]
 12. Han, W., Zhu, B. (2017). Research on New Methods of Multi-project Based on Entropy and Particle Swarm Optimization for Resource Leveling Problem. *Advances in Engineering Research*, vol. 124: 2nd International Symposium on Advances in Electrical, Electronics and Computer Engineering (ISAEECE 2017), pp. 215–221. [in English]
 13. Rong, J., Hongzhi, L., Jiankun, Y., Tao, F., Chenggui, Z., Junlin, L. (2009). A model based on information entropy to measure developer turnover risk on software project. *2009 2nd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology* (Beijing (China), August 8–11, 2009). Beijing, pp. 419–422. Retrieved from: <https://doi.org/10.1109/ICCSIT.2009.5234813> [in English]
 14. Bondar, A., Bushuyeva, N., Bushuyev, S., Onyshchenko, S. (2020). Modelling of Creation Organisational Energy-Entropy. *2020 IEEE 15th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)* (Zbarazh (Ukraine), September 23–26, 2020). Zbarazh, pp. 141–145. Retrieved from: <https://doi.org/10.1109/CSIT49958.2020.9321997> [in English]
 15. Bushuyev, S., Bushuieva, V., Onyshchenko, S., Bondar, A. (2021). Modeling the dynamics of information panic in society. COVID-19 case. *CMIS-2021: The Fourth International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems* (Zaporizhzhia (Ukraine), April 27, 2021). Zaporizhzhia, pp. 400–408. Retrieved from: <http://ceur-ws.org/Vol-2864/paper35.pdf> [in English]

16. Bondar, A., Bushuyev, S., Bushuieva, V., Bushuyeva, N., Onyshchenko, S. (2021). Action-Entropy Approach to Modeling of “Infodemic-Pandemic” System on the COVID-19 Cases. *Advances in Intelligent Systems and Computing V: Selected Papers from the International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT 2020), September 23–26, 2020, Zbarazh, Ukraine* / ed. by N. Shakhovska, M. Medykovskyy. Cham: Springer, pp. 890–903. Retrieved from: https://doi.org/10.1007/978-3-030-63270-0_61 [in English]
17. Bondar, A., Onyshchenko, S. (2019). Optimization of project time parameters [Optimizatsiya vremennykh parametrov proekta]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system – Management of the development of complex systems*, 39, 11–18. Retrieved from: <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.11340629.V1> [in Russian]
18. Onyshchenko, S., Arabadzhi, E. (2011). Structure, purpose, product and value of enterprise development programs [Struktura, tsel', produkt i tsennost' programm razvitiya predpriyatiy]. *Visnyk Odeskoho natsionalnoho morskoho universytetu – Bulletin of Odessa National Maritime University*, 33, 175–186. [in Russian]
19. Bondar, A., Onyshchenko, S., Vishnevskyy, D., Vishnevskaya, O., Glovatska, S., Zelenskyi, A. (2020). Constructing and investigating a model of the energy entropy dynamics of organizations. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (3 (105)), 50–56. Retrieved from: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.206254> [in English]
20. Onyshchenko, S., Bondar, A., Andrievska, V., Sudnyk, N., Lohinov, O. (2019). Constructing and exploring the model to form the road map of enterprise development. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (3), 33–42. Retrieved from: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.179185> [in English]

РІЧКОВИЙ ТА МОРСЬКИЙ ТРАНСПОРТ

УДК 535.651

DOI <https://doi.org/10.33082/td.2022.2-13.02>

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ГОЛОВНИХ КВАНТОВИХ ЧИСЕЛ ЛІНІЙ СЕРІЇ БАЛЬМЕРА: КОМПЕТЕНТНІСНІ НАВИЧКИ З ФІЗИКИ В КУРСАНТІВ-СУДНОВОДІВ

Н.Б. Тірон-Воробйова¹, О.Д. Іванов²

¹к. т. н., доцент кафедри загальнонаукових дисциплін,
Дунайський інститут Національного університету «Одеська морська академія»,
Ізмаїл, Одеська область, Україна,
ORCID ID: 0000-0002-8269-2682

²асистент кафедри загальнонаукових дисциплін, завідувач лабораторії фізики,
Дунайський інститут Національного університету «Одеська морська академія»,
Ізмаїл, Одеська область, Україна

Анотація

Вступ. Обґрунтовано актуальність теми дослідження щодо спектрів випромінювання/поглинання атомів, що не взаємодіють. Будова атома визначається інтенсивністю та частотами спектральних ліній, це відокремлена особливість – обґрунтування використання спектрального аналізу як методу ідентифікації відповідних природних речовин за їхньою хімічною будовою, внутрішнім складом, окремими фізичними характеристиками. Теоретичний опис станів атомів і молекул ґрунтується на застосуванні законів квантової механіки. **Метою** статті є вивчення головних квантових чисел ліній серії Бальмера із застосуванням відповідної послідовності конкретних дій, розроблених і втілених здобувачами вищої освіти морського спрямування, з установами структурних зв'язків між змінними та елементами досліджуваної системи на базі системного аналізу, а також підвищення компетентних якостей здобувачів вищої освіти з опрацювання експериментальної частини дослідження в межах освітньої компоненти «Фізика». **Результати.** Дослідження ґрунтується на певній послідовності дій, розроблених здобувачами вищої освіти, задля накопичення знань, умінь і навичок з освітньої компоненти «Фізика» (розділ «Квантова механіка»). У роботі використано монохроматор-спектроскоп УМ 2 (прилад 2-го покоління). Як наочний приклад показана послідовність дій на основі системного аналізу з отриманням відповідного результату – визначенням за відліком за мікрометричним обладнанням довжин хвиль (відповідного спектру), градування монохроматора з подальшим винаходженням значення головних квантових чисел ліній серії Бальмера. Побудовано фрагмент енергетичного спектра атома водню (із застосуванням як досліджуваної речовини водню у спектральній лампі). **Висновки.** Здобувачами вищої освіти отримано відпо-

© Тірон-Воробйова Н.Б., Іванов О.Д., 2022

відні навички, зокрема з розв'язування складних спеціалізованих завдань і практичних проблем у сфері квантової фізики відповідної компоненти. Сформовано здатність обґрунтовувати власну позицію, відробляти відповідні покрокові інструкції в межах застосування системного аналізу, застосовувати відповідні теорії, концепції у сфері морської інженерії.

Ключові слова: системний аналіз, фізика, судноводії, компетентнісні навички з фізики, квантові лінії серії Бальмера.

**SOME ASPECTS OF THE APPLICATION OF SYSTEMS ANALYSIS
IN THE STUDY OF THE MAIN QUANTUM NUMBERS OF THE LINES
OF THE BALMER SERIES: COMPETENCY SKILLS IN PHYSICS
IN CADETS-SEAFARERS**

N.B. Tiron-Vorobiova¹, O.D. Ivanov²

¹PhD, Associate Professor at the Department of General Scientific Disciplines,
Danube Institute of National University "Odessa Maritime Academy",
Izmail, Odesa region, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0002-8269-2682

²Assistant at the Department of General Scientific Disciplines,
Head of the Laboratory of Physics,
Danube Institute of National University "Odessa Maritime Academy",
Izmail, Odesa region, Ukraine

Summary

Introduction. The relevance of the research topic with respect to the emission/absorption spectra of non-interacting atoms is given. The structure of the atom is determined by the intensity and frequency of spectral lines, this is a separate feature – the rationale for the use of spectral analysis as a method of identifying relevant natural substances by their chemical structure, internal composition, and individual physical characteristics. The theoretical description of the states of atoms and molecules is based on the application of the laws of quantum mechanics. **Purpose.** Study of the main quantum numbers of the Balmer series, using the appropriate sequence of specific actions developed and implemented by marine higher education seekers, with the establishment of structural relationships between variables and elements of the studied system – based on systems analysis. Improving the competent qualities of higher education students in the development of the experimental part of the study within the educational component "Physics". **Results.** The research is based on a certain sequence of actions developed by applicants for higher education, in order to accumulate knowledge, skills, and abilities in the educational component "Physics" (section "Quantum Mechanics"). The monochromator spectroscope UM 2 (2nd generation device) was used in the work. As a clear example, the sequence of actions based on system analysis is shown, with the corresponding result – determination by reference to micrometric equipment of wavelengths (corresponding spectrum), Balmer. A fragment of the energy spectrum of a hydrogen atom was constructed (using hydrogen as a test substance in a spectral lamp). **Conclusions.** Applicants for higher education have acquired relevant skills, in particular in solving complex specialized problems and practical problems in the field of quantum physics of the relevant component; the ability to substantiate their own point of

view, to develop appropriate step-by-step instructions within the application of systems analysis, applying relevant theories, concepts in the field of marine engineering.

Key words: systems analysis, physics, navigators, competency skills in physics, quantum lines of the Balmer series.

Вступ. З дослідження відомо, що спектри випромінювання й поглинання атомів, що не взаємодіють, лінійчаті, тобто складаються з окремих вузьких смуг – спектральних ліній. Частоти (довжини хвиль) та інтенсивності спектральних ліній визначаються будовою атома і є строго індивідуальними: кожен сорт атомів має тільки йому властивий спектр. На цьому ґрунтується спектральний аналіз [1] – метод визначення хімічного складу речовини за її оптичним спектром. Вивчення оптичних спектрів є дуже цінним також для теорії, оскільки дає важливу інформацію про внутрішню будову та властивості атомів і молекул.

Атоми й молекули не підпорядковані законам класичної фізики. Теоретичний опис їхніх станів можливий тільки на основі квантової механіки та зводиться до розв'язання основного рівняння квантової механіки – рівняння Шредінгера, яке визначає закон еволюції квантової системи із часом [2, с. 389–394]:

$$\nabla^2\psi + \frac{2m}{\hbar^2}\left(E + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}\right)\psi = 0.$$

Розв'язання рівняння Шредінгера показує, що зв'язані стани електрона ($E < 0$) в атомі водню є дискретними («квантовими») і визначаються квантовими числами:

- головним квантовим числом $n = 1, 2, 3, \dots$;
- орбітальним квантовим числом $l = 0, 1, 2, \dots, (n-1)$;
- магнітним квантовим числом $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$.

Постановка проблеми. Е. Резерфорд у результаті аналізу дослідів із розсіювання α -частинок, що пройшли через тонку металеву фольгу, запропонував ядерну модель атома: атом складається з ядра, навколо якого обертаються електрони (1913 р.).

Однак ядерна модель увійшла у протиріччя із законами класичної фізики та електродинаміки. З погляду класичної електродинаміки такий атом має бути нестійким. Це пов'язано з тим, що обертання електрона навколо ядра (як і будь-який орбітальний рух) є прискореним, тому він повинен безупинно випромінювати електромагнітні хвилі. Процес випромінювання супроводжується втратою енергії, тому електрон повинен зрештою впасти на ядро. Крім того, спектр випромінювання такого атома має бути суцільним [3].

Тим часом атом – стійке утворення, і, як показує дослідження, його спектр випромінювання/поглинання лінійчатий. Наприклад, частоти ліній у спектрі випромінювання атома водню відповідають співвідношенню (узагальненій формулі Бальмера):

$$\nu = R\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right), \quad (1)$$

де R – стала Рідберга; m і n – цілі числа, причому $m > n$.

Останнє формулювання добре описує закономірності у спектрі випромінювання атома водню [4], які встановлені експериментально різними авторами.

У цьому спектрі були виділені серії, кожна з яких отримана з формули (1) за визначених фіксованих значень числа m та значень n , які є рівними $(m-1)$, $(m+2)$. Як приклад показано частину спектра випромінювання водню, що відповідає серії Бальмера.

Серія Лаймана	$\nu = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	$(n=2,3,4,\dots)$
Серія Бальмера	$\nu = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	$(n=3,4,5,\dots)$
Серія Пашена	$\nu = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	$(n=4,5,6,\dots)$
Серія Брекета	$\nu = R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	$(n=5,6,7,\dots)$
Серія Пфунда	$\nu = R \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	$(n=6,7,8,\dots)$

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У зв'язку з протиріччям законам класичної фізики та електродинаміки для усунення цих труднощів Н. Бор висунув два постулати.

З усієї безлічі можливих орбіт реалізуються тільки ті з них, для яких момент імпульсу електрона є цілим кратним величини $h/2\pi$:

$$mvr = n \frac{h}{2\pi}, \quad (2)$$

де h – стала Планка, $n = 1, 2, \dots$.

Орбіти, що відповідають умові (2), називають стаціонарними. Знаходячись на стаціонарних орбітах, електрон не випромінює та не поглинає енергію, тобто вона залишається *const*.

У разі переходу з однієї стаціонарної орбіти на іншу електрон поглинає/випромінює фотон, енергія якого становить:

$$h\nu = w_m - w_n, \quad (3)$$

де w_m – енергія електрона на n -ій орбіті.

З огляду на ці постулати Н. Бору вдалося пояснити закономірності у спектрах воднеподібних атомів, що описуються формулою (1).

У разі застосування системного аналізу – послідовності знаходження кожної з фізичних величин – шляхом інтерпретування формул винаходять радіус n -ої електронної орбіти: 1) радіус n -ої стаціонарної орбіти електрона; 2) радіус n -ої електронної орбіти з огляду на те, що під час руху електрона по колу радіуса r на нього діє доцентрова сила mv^2/r , якою є сила кулонівської взаємодії ядра й електрона.

Повна енергія атома водню складається з кінетичної та потенціальної енергії електрона (з «мінусом»: енергія притягання). Енергія атома може приймати лише

дискретні значення. Формула (1), відповідно, відображає винаходження частоти фотона з більшою енергією у стан із меншою енергією.

Формулювання цілей статті. Метою роботи є вивчення головних квантових чисел ліній серії Бальмера із застосуванням послідовності дій з установаження структурних зв'язків між змінними та елементами досліджуваної системи (системного аналізу), а також набуття здобувачами вищої освіти компетентнісних навичок з освітньої компоненти «Фізика».

Виклад основного матеріалу дослідження. В експерименті застосовувалися такі прилади та обладнання: монохроматор УМ-2, спектральна ртутна лампа ДРС-50, спектральна лампа водню.

У представленій роботі універсальний монохроматор УМ-2 використовується як спектроскоп (див. рис. 1, 2).

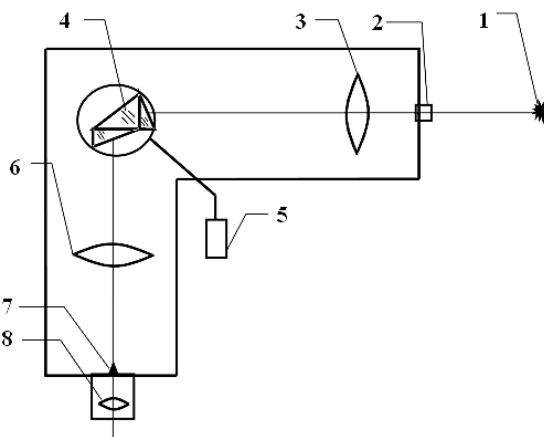


Рис. 1. Схематичне зображення монохроматора УМ-2:
1 – джерело світла (ртутна або інша лампа);
2 – вхідна щілина монохроматора; 3 – вхідний об'єктив;
4 – складна спектральна призма Аббе;
5 – мікрометричний гвинт із відліковим барабаном;
6 – вхідний об'єктив (коліматор); 7 – покажчик; 8 – окуляр

Перш ніж приступити до вивчення спектрів різних джерел, потрібно зробити градування монохроматора, тобто визначити довжини хвиль, що відповідають розподілам шкали барабана. Для цього використовується джерело світла з відомим спектром (наприклад, ртуті, неону, гелію). У представленій роботі для градування застосовується спектр ртуті [5; 6].

Примітка: ртутна лампа та лампа водню – потужні джерела світла, вибухонебезпечні. Під час роботи у ртутній лампі надзвичайно підвищується тиск, тому працювати з нею потрібно дуже обережно. Увімкнення та вимкнення ламп робить тільки завідувач лабораторії.


Порядок роботи:

1. Порядок виконання градування монохроматора УМ-2:

- 1) встановити ртутну лампу та зробити юстировку;
- 2) встановити ширину вхідної щілини (2) приладу (близько 0,1–0,2 мм);

3) сфокусувати окуляр (8);

4) викрутити барабан (5) призми так, щоб покажчик барабана був у крайньому

правому положенні. В окулярі можна побачити темне поле,  зліва буде видно фіолетову частину спектра ртуті;

5) повільно обертаючи барабан (5), зміщувати спектр вправо доти, доки не сполучиться покажчик окуляра з першою помітною лінією спектра ртуті (це фіолетова лінія). Перевірити фокусування окуляра (8) та добитися різкого зображення лінії. Ще раз перевірити сполучення лінії з покажчиком;

6) записати в таблицю 1 довжину лінії спектра λ (нм), орієнтуючись на рисунок 3 та значення n розподілу на барабані (кути повороту барабана);

7) так само повільно обертати барабан (5) до сполучення покажчика з кожною наступною відомою лінією (увесь спектр від фіолетових до червоних ліній), записати в таблицю 1 значення λ й n ;

8) пройшовши всю шкалу барабана до кінця, проробити зазначені дії у зворотному напрямі (усі виміри необхідно виконати тричі);

9) визначити середні значення всіх отриманих даних;

10) побудувати графік $n(\lambda)$, де будуть відображені дані таблиці 1 (див. рис. 4): по осі ординат відкласти довжини хвиль, по осі абсцис – відповідні кути n .



Рис. 2. Наочне зображення універсального монохроматора УМ-2

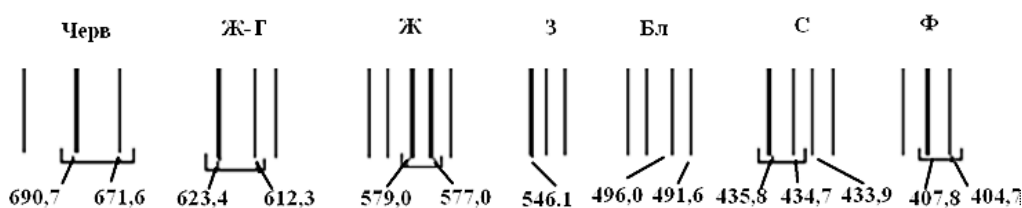


Рис. 3. Спектр ртуті, нм

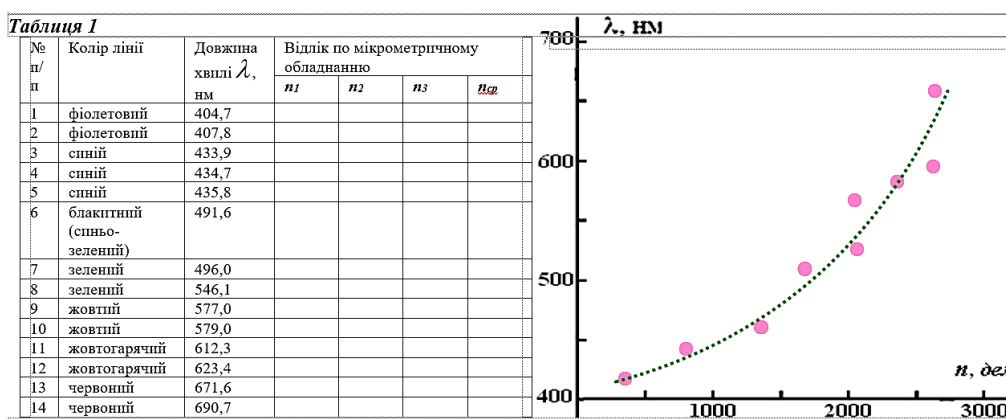


Рис. 4. Залежність n від λ згідно з проведеним градуванням монохроматора

2. Вивчення спектра випромінювання атома водню:

- перед щілиною монохроматора УМ-2 розмістити лампу, заповнену воднем, підключити до мережі;
- лінії водню по черзі наводяться на відлікове вістря, знімаються показання мікрометричного пристрою та за допомогою кривої градування визначаються довжини хвиль. Результати занести в таблицю 2;
- з використанням отриманих значень довжин хвиль побудувати на рисунку фрагмент енергетичного спектра атома водню (рис. 5).

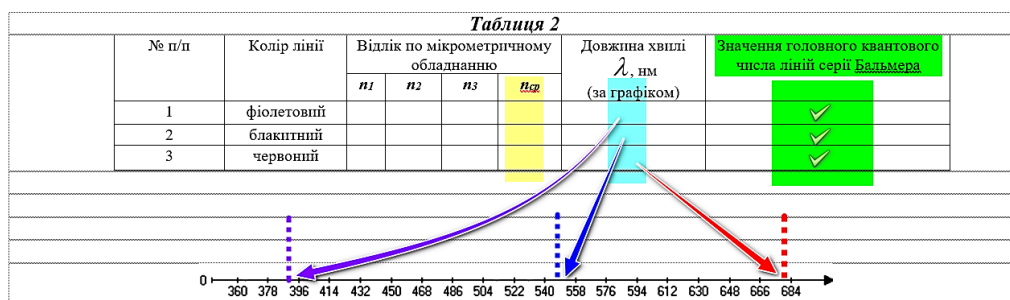


Рис. 5. Довжини хвиль атома водню

3. Визначення головних квантових ліній серії Бальмера.

Частота ліній серії Бальмера описується формулою:

$$\nu = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right). \quad (4)$$

Оскільки $v=c/\lambda$, де c – швидкість світла, то $\frac{c}{\lambda_n} = R(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2})$. Отже,
 $\frac{1}{\lambda_n} = R^*(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2})$, де $R^* = \frac{R}{c} = 1,097 \cdot 10^{-2} \text{ нм}^{-2}$.

У процесі розв'язання рівняння відносно n одержимо:

$$n = 2 \sqrt{\frac{\lambda_n R^*}{\lambda_n R^* - 4}} \quad (5)$$

Як приклад наочно продемонстровано методику виконання експериментальної частини роботи (рис. 6). Відповідно до застосування системного аналізу здобувачами вищої освіти побудовано алгоритм прийняття конкретного рішення, пов'язаного з формулюванням проблеми, визначенням цілей, визначенням критеріїв досягнення цілей, побудовою (графічно) моделі для обґрунтування рішень, пошуком найбільш оптимального варіанту рішення, узгодженням, затвердженням рішення, керуванням перебігом реалізації рішення (у цьому експерименті – достатня точність і результативність вимірювань), перевіркою ефективності рішення.

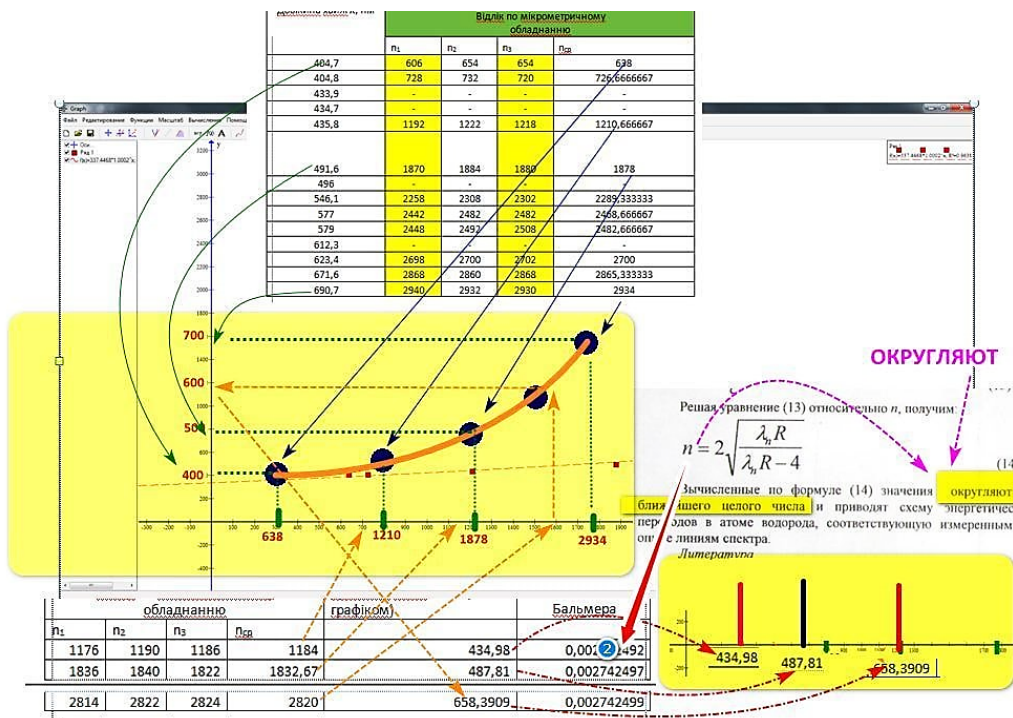


Рис. 6. Наочне відображення виконання експериментальної частини роботи (послідовність дій): застосування системного аналізу

Висновки та перспективи подальших досліджень. Здобувачами вищої освіти морської галузі у процесі вивчення освітньої компоненти «Фізика», а саме розділу «Квантова фізика», набуті такі компетентності:

- здатність розв’язувати складні спеціалізовані завдання та вирішувати практичні проблеми у сфері суднової інженерії, що передбачають застосування різноманітних теорій і методів, а також здатність до подальшого навчання;
- критичне осмислення основних теорій, принципів і понять сучасної морської інженерії;
- здатність збирати та інтерпретувати інформацію, вибирати методи й інструментальні засоби, застосовувати інноваційні підходи для розв’язання складних професійних завдань у сфері морської інженерії;
- здатність обґрунтовувати власну позицію та формулювати висновки з використанням основних теорій і концепцій у сфері морської інженерії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Катренко А. В. Системний аналіз : підручник / за ред. В. В. Пасічника. Львів : Новий Світ-2000, 2011. 396 с.
2. Михайленко В. І., Белоус В. М., Поповський Ю. М. Загальна фізика : підручник. Київ, 1993. 549 с.
3. Глосарій термінів з хімії / уклад.: Й. О. Опейда, О. П. Швайка. Донецьк : Вебер, 2008. 738 с.
4. The Hydrogen 21-cm Line. URL: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/quantum/h21.html>
5. Вакарчук І. О. Квантова механіка : підручник. 4-те вид., доп. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2012. 872 с.
6. Збірник задач з квантової механіки / І. О. Вакарчук, Т. В. Кулій, О. В. Книгінський, В. М. Ткачук. Львів : Львівський університет, 1996. 32 с.

REFERENCES

1. Katrenko, A. V. (2011). *System analysis : textbook [Systemnyi analiz : pidruchnyk]* / ed. by V. V. Pasichnyk. Lviv : Novyi Svit-2000, 396 p. [in Ukrainian]
2. Mykhailenko, V. I., Bielous, V. M., Popovskiy, Yu. M. (1993). *General physics : textbook [Zahalna fizyka : pidruchnyk]*. Kyiv, 549 p. [in Ukrainian]
3. Opeida, Y. O., Shvaika, O. P. (eds.) (2008). *Glossary of chemistry terms [Hlosarii terminiv z khimii]*. Donetsk : Veber, 738 p. [in Ukrainian]
4. N. d. (2022). The Hydrogen 21-cm Line. Retrieved from: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/quantum/h21.html> [in English]
5. Vakarchuk, I. O. (2012). *Quantum mechanics : textbook [Kvantova mekhanika : pidruchnyk]*, 4th ed., suppl. Lviv : Ivan Franko National University of Lviv, 872 p. [in Ukrainian]
6. Vakarchuk, I. O., Kulii, T. V., Knihinitskyi, O. V., Tkachuk, V. M. (1996). *Collection of problems in quantum mechanics [Zbirnyk zadach z kvantovoi mekhaniky]*. Lviv : Lviv University, 32 p. [in Ukrainian]

ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ (ЗА ВИДАМИ)

УДК 625.72

DOI <https://doi.org/10.33082/td.2022.2-13.03>

СУЧАСНІ ЗАКОРДОННІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Н.О. Арсеньєва¹, Г.Р. Фоменко²

¹к. т. н., доцент кафедри «Проектування доріг, геодезії і землеустрою»,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна,
ORCID ID: 0000-0002-6178-2558

²к. т. н., доцент кафедри «Проектування доріг, геодезії і землеустрою»,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна,
ORCID ID: 0000-0001-8789-7575

Анотація

Вступ. Аналіз сучасних процесів автоматизації проектування показує, що за допомогою автоматизації інженерних розрахунків і креслярських робіт можливе істотне зниження термінів розроблення проєктів та підвищення якості проектування. Сьогодні проектування автомобільних доріг виконується із широким застосуванням автоматизованих процедур, починаючи зі збору й обробки геодезичної інформації та закінчуючи підготовкою креслень і кошторисних розрахунків. Зараз проектування автомобільних доріг виконується переважно автоматизовано, тобто за допомогою систем автоматизованого проектування. Такі системи дають змогу створити цифрову модель автомобільної дороги та всю необхідну проєктну документацію. Нині в повному обсязі системи автоматизованого проектування, які використовують в Україні, відповідають нормам щодо проектування автомобільних доріг, а також вимогам фахівців. **Метою** статті є аналіз систем автоматизованого проектування транспортних споруд, а також аналіз можливості використання закордонних програмних продуктів в Україні. У роботі наведено характеристики програмних комплексів, проведено аналіз їхніх функціональних можливостей та виявлено основні особливості. **Результати.** Унаслідок аналізу систем автоматизованого проектування транспортних споруд встановлені основні принципи проектування автомобільних доріг. Практично всі програми базуються на загальноприйнятих підходах до проектування поздовжнього профілю, поперечних профілів, проектування транспортних розв'язок та інших елементів автомобільної дороги. **Висновки.** Аналіз програмних рішень у галузі систем автоматизованого проектування автомобільних доріг дає змогу виділити основні тенденції розвитку в дорожньому проектуванні. Сьогодні сучасні системи автоматизованого проектування вже не конкурують між собою, намагаючись надати користувачам якомога більший набір інструментів для вирішення практично всіх можливих завдань, що виникають у процесі проектування. Це

пов'язано з тим, що практично всі системи на цей час уже мають необхідний функціонал для виконання широкого кола завдань проектування. В одній системі трохи зручніші одні інструменти, у другій – інші. Тому вибір відповідної системи автоматизованого проектування часом перетворюється на суб'єктивне сприйняття системи, де важливу роль відіграє зручний і дружній інтерфейс системи, простота освоєння та навіть продумана й логічна технологія роботи.

Ключові слова: системи автоматизованого проектування автомобільних доріг, проектування поздовжнього профілю автомобільної дороги, проектування плану траси, проектування поперечних профілів, проектування транспортних розв'язок.

MODERN FOREIGN CAD FOR HIGHWAYS DESIGN

N.O. Arsenieva¹, G.R. Fomenko²

¹PhD., Associate Professor at the Department "Highway Desing, Geodesy and Land Management",

Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0002-6178-2558

²PhD., Associate Professor at the Department "Highway Desing, Geodesy and Land Management",

Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0001-8789-7575

Summary

Introduction. The analysis of modern processes of design automation shows that with the help of automation of engineering calculations and drawing works it is possible to significantly reduce the time of project development and improve the quality of design. At present, the design of roads is performed with the widespread use of automated procedures, ranging from the collection and processing of geodetic information and ending with the preparation of drawings and estimates. At present, the design of roads is mainly automated, with the help of computer-aided design systems. Computer-aided design allows you to create a digital model of the road and all the necessary design documentation. Currently, fully computer-aided design used in Ukraine meet the standards for road design, as well as the requirements of specialists. **Purpose.** The aim of the article is to analyze the systems of automated design of transport facilities, as well as the analysis of the possibility of using foreign software products in Ukraine. The characteristics of software complexes are given in the work, the analysis of their functional possibilities is carried out and the basic features are revealed. **Results.** After the analysis of computer-aided design systems of transport constructions the basic principles of designing of highways are established. Almost all programs are based on generally accepted approaches to the design of longitudinal profiles, cross sections, design of transport interchanges and other elements of the highway. **Conclusions.** The analysis of software solutions in the field of computer-aided design of highways allows to highlight the main trends in road design. Today, modern computer-aided design no longer compete with each other, trying to provide users with the widest possible set of tools to solve almost all possible problems that arise in the design process. This is due to the fact that almost all systems currently have the necessary functionality to perform

a wide range of design tasks. In one system some tools are a little more convenient, in another others. Therefore, the choice of appropriate computer-aided design sometimes turns into a subjective perception of the system, where an important role is played by a convenient and friendly interface of the system, ease of development, as well as thoughtful and logical technology.

Key words: *computer-aided design of highways, design of the longitudinal profile of the highway, design of the route plan, design of cross sections, design of transport interchanges.*

Вступ. Аналіз сучасних процесів автоматизації проектування показує, що за допомогою автоматизації інженерних розрахунків і креслярських робіт можливе істотне зниження термінів розроблення проектів та підвищення якості проектування. Сьогодні проектування автомобільних доріг виконується із широким застосуванням автоматизованих процедур, починаючи зі збору й обробки геодезичної інформації та закінчуючи підготовкою креслень і кошторисних розрахунків. Зараз проектування автомобільних доріг виконується переважно автоматизовано, тобто за допомогою систем автоматизованого проектування. Такі системи дають змогу створити цифрову модель автомобільної дороги та всю необхідну проектну документацію. Нині в повному обсязі системи автоматизованого проектування, які використовують в Україні, відповідають нормам щодо проектування автомобільних доріг, а також вимогам фахівців.

Формулювання цілей статті. Метою статті є аналіз систем автоматизованого проектування транспортних споруд, а також аналіз можливості використання закордонних програмних продуктів в Україні. У роботі наведено характеристики програмних комплексів, проведено аналіз їхніх функціональних можливостей та виявлено основні особливості.

Виклад основного матеріалу. Зараз на ринку програмних продуктів представлена велика кількість систем, що відповідають вимогам спеціалістів із проектування автомобільних доріг. Економічність та оптимальність прийнятих проектних рішень досягається завдяки як творчому потенціалу інженера-проектувальника, так і методам математичного моделювання та оптимізації, застосування яких можливе лише в умовах системної автоматизації проектних робіт. Розроблення перших програм автоматизації проектування автомобільних доріг за кордоном датується початком 1960-х рр. та пов'язане насамперед із проектуванням проектною лінією поздовжнього профілю [1–2].

У статті пропонується огляд закордонних систем автоматизованого проектування (далі – САПР) автомобільних доріг, які поки що не використовують в Україні. Однак аналіз різних САПР може бути дуже корисним, оскільки він дає змогу виділити основні тенденції розвитку програмного забезпечення для проектування автомобільних доріг. У роботі розглянуті такі програми: MXRoad (Infrasoft, BentleySystems, США), RoadEng (Softree, Канада), Novapoint Road (VIANOVA Systems AS, Норвегія), SierraSoft Roads (SierraSoft, Італія), Anadelta Tessera (Anadelta Software, Греція) [3]. Усі розглянуті програмні продукти оперують одними й тими самими термінами, що описують модель дороги: план, поздовжній і поперечні профілі, 3D-вигляд тощо. Також

концепція та технологія геометричного проектування дороги практично однакова в усіх зазначених продуктах [4; 5].

САПР автомобільних доріг MXRoad є одним із модулів сімейства продуктів MX від фірми Infracsoft (США). Крім MXRoad, до складу модулів входить система проектування залізниць та їх інфраструктури (MXRail), система планування земельних ділянок під забудову (MXSite), система проектування модернізації та ремонту вулиць і доріг (MXRenew), редактор підготовки проєктної документації (MXDraw) [3; 6] (див. рис. 1). На початку 1990-х рр. цей програмний продукт активно вийшов на ринок, однак під маркою англійської компанії MOSS, чії технології згодом були придбані компанією Infracsoft. Варто також зазначити, що Infracsoft у 2003 р. увійшла до складу компанії BentleySystems, одного зі світових лідерів у розробленні програм класу САПР та ГІС.

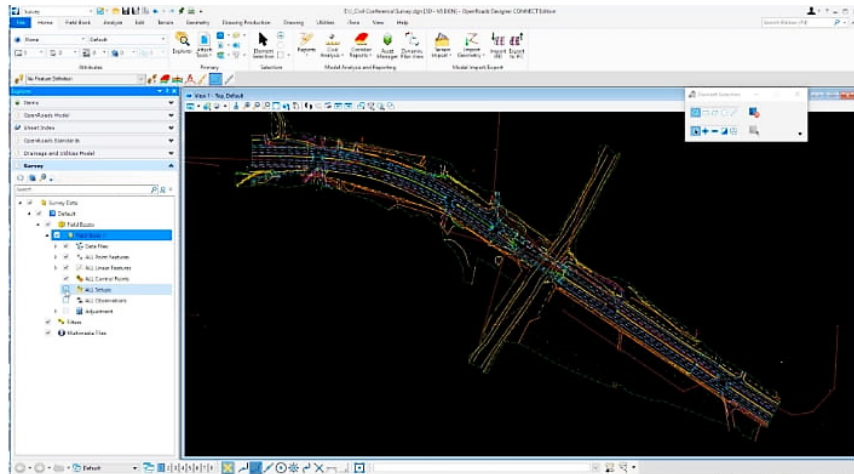


Рис. 1. Створення об'єктів у програмі MXRoad [6]

Нині програми серії MX повністю сумісні з MS Windows та здатні працювати з Windows або як самостійні програми, або серед найбільш популярних САПР AutoCAD і MicroStation [6]. MX в AutoCAD та MX в MicroStation привносять нові можливості в 3D-моделювання, які забезпечуються завдяки використанню останніх досягнень об'єктно орієнтованої технології. MX-моделі, створені в одному середовищі, можуть бути відкриті та використані без будь-якої трансляції в іншому середовищі. Головною концепцією, яка є основою продуктів MX, є моделювання струнами. Струни – це тривимірні ламані лінії, які є моделлю майбутнього об'єкта. Кожна струна повинна мати своє найменування та бути пов'язаною з певними характеристиками. MXRoad забезпечує введення вихідних даних і їх аналіз, проектування дороги за допомогою динамічного 3D-трасування, використання 3D-осьових ліній для визначення всіх елементів проїзної частини дороги й узбіччя, автоматичний розрахунок віражів та приведення у відповідність ухилів віражу до місцевих стандартів [6] (див. рис. 2).

Програмний комплекс RoadEng був розроблений компанією Softree Technical Systems Inc., яка розташована в Канаді [7]. Основною функцією програмного

комплексу вони вважають створення доступного та простого у використанні програмного забезпечення в галузі транспорту й цивільного будівництва.

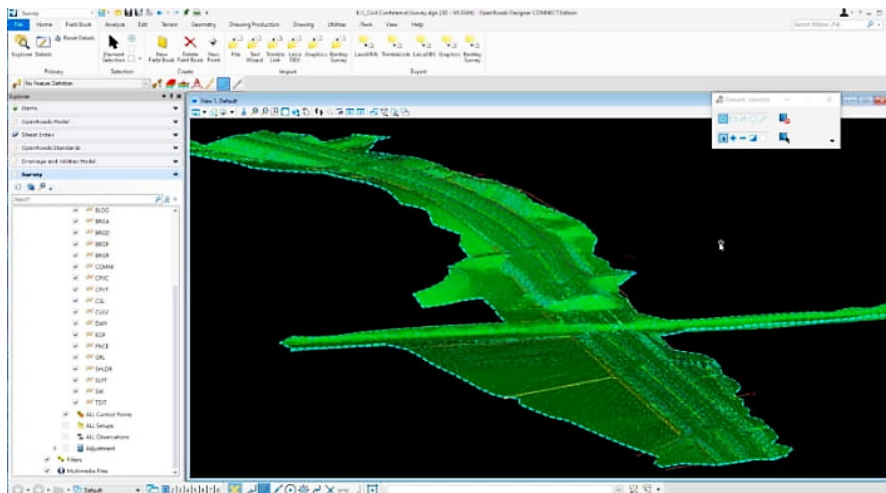


Рис. 2. Інтелектуальні моделі місцевості в MXRoad [6]

Програмні продукти компанії для проектування автомобільних доріг становлять три основні програми:

- Terrain Tools 3D – для створення тривимірних моделей місцевості;
- RoadEng – для проектування автомобільних доріг;
- Softree Optimal – оптимізація поздовжнього профілю дороги за критерієм найменшої вартості [7].

На ринку програмного забезпечення комплекс представлений із 2006 р. Основні користувачі – це США, Канада та Європа [7]. Вихідні дані для побудови моделі рельєфу можуть бути імпортовані з файлів різних форматів, зокрема GPS, DWG, GIS-даних та растрових зображень (див. рис. 3). Програма дає можливість керувати величезними масивами точок, такими як хмари точок лазерного сканування. Робоча область являє собою стандартний набір із чотирьох робочих вікон: план, поздовжній профіль, поперечний профіль тощо. Усі вікна взаємопов'язані – будь-які зміни, зроблені в одному з вікон, відразу відображаються в інших. Під час створення плану траси можна відразу контролювати положення підосви укосів, меж смуг відводу, ухилів та об'ємів. RoadEng – це проста й зручна в роботі програма, яка має мінімальний набір функцій для проектування лінійно-протяжних об'єктів. Програма найбільше підходить для виконання невеликих за масштабом проєктів. Сумісність з іншим програмним забезпеченням реалізована за допомогою LandXML.

У RoadEng широко використовуються шаблони для виконання типових операцій. Редактор шаблонів дає змогу моделювати типові поперечні профілі, задаючи кювети, дорожній одяг, матеріали основи, смуги розширення, бортові камені, тротуари (див. рис. 4) [7].

Цікавим рішенням є програма Softree Optimal, яка може використовуватися спільно з RoadEng. Вона дає можливість шукати оптимальну геометрію

для проєктування дорожніх знаків Novapoint Road Signs, модуль для проєктування дорожньої розмітки Novapoint Road Marking та низка інших.

Novapoint Road Standard – це програмне забезпечення для ефективного проєктування всіх типів доріг і вулиць та транспортних розв’язок. Програмне забезпечення містить функції для проєктування осьових ліній і дорожнього покриття, виконання загальних розрахунків та звітів. Novapoint Road Standard добре підходить для креслення доріг із повними розрізами ґрунту та засипки, а також для експорту викладених даних. Цей інструмент проєктування також добре обладнаний для експорту моделей доріг для використання в 3D-моделях та контролю [8].

Novapoint Road Professional – це більш просунута та професійна версія Novapoint Road Standard. Функції в Road Professional мають більше можливостей, ніж у Road Standard, і програма може аналізувати видимість, генерує висоту й розширення на дорожньому покритті на основі національних стандартів. Novapoint Road Professional має спеціальні функції для проєктування розв’язок. Це повна програма для використання у проєктуванні та плануванні доріг [8].

Novapoint Road – це інструмент для створення планів будівництва автомобільних доріг усіх категорій, вулиць та перетинів. Він інтегрований з іншими модулями Novapoint та може надати їм вихідні дані, щоб виконати, наприклад, проєктування водовідводу, проєктування мостів і тунелів тощо. Novapoint Road складається з таких основних блоків: проєктування планів траси, проєктування структури доріг, проєктування перетинів, проєктування поздовжнього профілю, обчислення об’ємів, випуск креслень та 3D-моделювання (див. рис. 5).

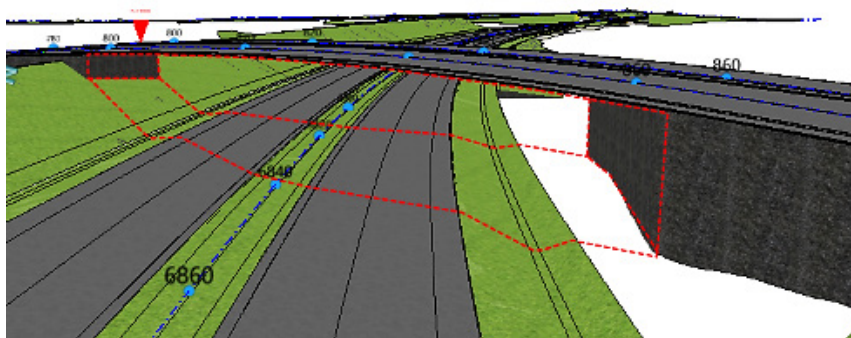


Рис. 5. Моделювання перетинів у програмі Novapoint Road [8]

Проєктування перетинів представлено функціями для створення кільцевих перехресть, Т- та Х-образних перетинів. Проєктування базується на шаблонах і виконується після встановлення низки базових параметрів. Novapoint Road містить прямий експорт у Novapoint Virtual Map, яка призначена для встановлення, візуалізації моделей, підготовлених у програмах VIANOVA Systems, та виявлення в цих моделях конфліктів (див. рис. 6) [8]. Програма Novapoint Road найбільше орієнтована на Північну Європу. Має англomовний інтерфейс, крім того, є підтримка стандартів та мов скандинавських країн: Норвегії, Швеції, Данії, Фінляндії. Сучасні тенденції розвитку програмного забезпечення VIANOVA Systems включають також нові рішення для BIM-технологій.

SierraSoft Roads – це продукт італійської компанії SierraSoft, яка спеціалізується на розробленні програмного забезпечення для завдань вишукувань, проектування та будівництва транспортних об'єктів. Продукти компанії поширені в більше ніж 15 країнах світу [9]. Самі програми та технічна підтримка доступні різними мовами. Архітектура програмних продуктів компанії дає можливість адаптувати їх під місцеві норми й правила. Перше покоління системи проектування доріг вийшло в 1992 р. Нове покоління системи для проектування доріг SierraSoft Roads вийшло у 2015 р.

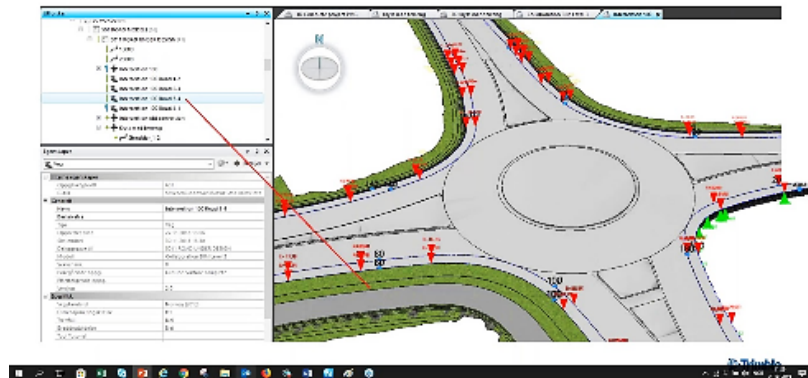


Рис. 6. Проектування кільцевих перетинів у програмі Novapoint Road [8]

Відмінною особливістю програмного комплексу Sierra Roads для проектування автомобільних доріг можна назвати нову платформу M3 Framework, на якій побудовано нестандартний інтерфейс програмних систем компанії SierraSoft. У системі відсутні вкладки та головне меню. Інструменти представлені у вигляді невеликої кількості згрупованих кнопок створення об'єктів. При цьому всі операції з редагування й аналізу проекту винесено до спеціалізованої галузі, де у вигляді таблиць представлені елементи активної траси [9].

У програмних продуктах SierraSoft підтримуються об'єкти, що динамічно вивантажуються, які допомагають тримати в пам'яті тільки ті дані, які використовуються у програмі. Це дає можливість працювати з великими файлами вихідних даних і знімає обмеження на обсяг оперативної пам'яті [9]. Наприклад, проектування осі в SierraSoft Roads реалізоване через побудову послідовності сполучених елементів. Це досить зручно в тому випадку, якщо спочатку зрозумілі вихідні дані проектування: радіуси, напрямок руху тощо. Однак якщо проектувальнику необхідно постійно змінювати планове положення осі, добиваючись оптимальної конфігурації, такий підхід викликає досить сильні труднощі. У програмі дуже зручно опрацьовані інструменти побудови примикань і перетинів. Багато інформації виводиться та редагується у табличному вигляді. Є зручна й універсальна бібліотека поперечних профілів та дорожнього одягу. Ще однією особливістю Sierra Roads є можливість обертання плану траси у тривимірному просторі та перегляду проектного рішення у «дротяному» вигляді. При цьому можна ввімкнути спеціальний режим перегляду виділеного поперечного профілю, у разі активації якого наочно відображається проектна поверхня та конструкція дорожнього одягу [9] (див. рис. 7).

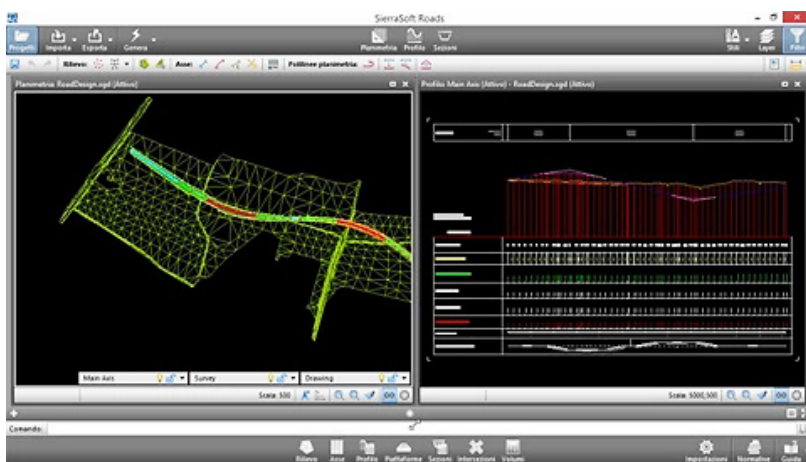


Рис. 7. Інтерфейс програми SierraSoft Roads [9]

SierraSoft Roads має великі функції з аналізу проектних рішень (відповідність нормам у плані, профілі, графік видимості тощо). У вигляді таблиць виводяться площі та обсяги земляних робіт і дорожнього одягу (див. рис. 8). Компанія SierraSoft позиціонує свій продукт як BIM-сумісний. Він містить функціональні й матеріальні характеристики різних частин проекту та може бути використаний як база даних для надання знань під час вирішення взаємопов'язаних завдань у межах усього етапу проектування. Функції BIM SierraSoft Roads дають можливість створювати, змінювати, аналізувати інформаційні моделі доріг та обмінюватися даними. Проектування й інформаційне моделювання відбуваються одночасно із сильною оптимізацією діяльності та стримуванням витрат.

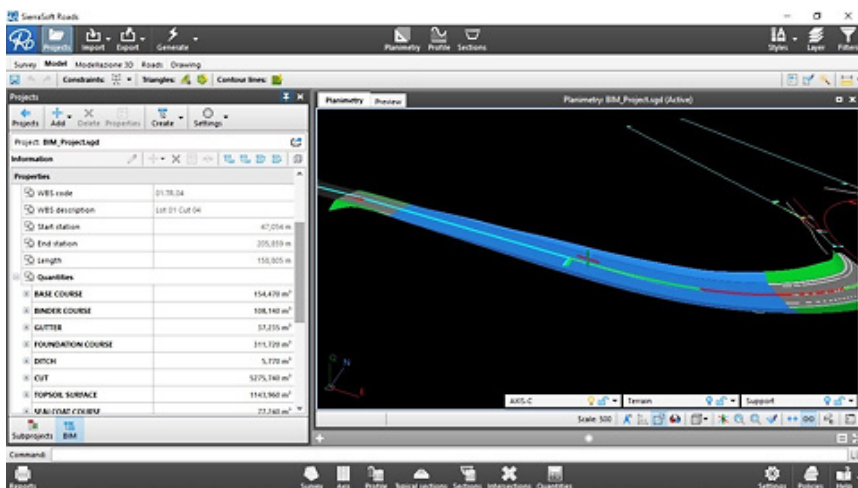


Рис. 8. Проектування у програмі SierraSoft Roads [9]

Anadelta Software – це грецька компанія з багаторічним досвідом розроблення програмного забезпечення для проектування автомобільних доріг. Вона була заснована в 1993 р. Головний продукт компанії – програма Anadelta Tessera – дуже

поширений у Греції. Програма відрізняється дружнім інтерфейсом і дає змогу вирішувати всі основні завдання, що виникають у процесі проектування автомобільних доріг [10].

Інтерфейс програми доступний англійською, французькою та грецькою мовами. Робота у програмі Anadelta Tessera організована за принципами, які характерні для всіх наявних САПР, – у декількох робочих вікнах (план, поздовжній профіль, поперечні профілі, 3D-вид). Планова геометрія траси може бути визначена декількома способами: візуально на плані, шляхом імпорту даних із текстового файлу, встановленням необхідних координат у спеціальній таблиці. Під час трасування у плані працює наочна система сповіщень про помилки. У програмі Anadelta Tessera традиційні принципи трасування у плані розширені можливістю створення складових кривих, що одержуються об'єднанням двох вершин, які послідовно йдуть одна за одною (див. рис. 9). Цей тип вершин використовується для моделювання крутих поворотів під гострим кутом та послідовності «клотоїда – кругова крива – клотоїда – кругова крива – клотоїда». Така вершина сприймається системою як єдине ціле, і у процесі редагування будь-якого параметра перелічуються всі інші [10]. Також у системі реалізовані параболічні криві (парабола – кругова крива – парабола). Вони використовуються переважно під час проектування залізниць. Типові поперечні профілі підтримують дороги з двома проїзними частинами, а також вичерпний набір елементів, таких як зміцнення кюветів, водовідвідні лотки, огороження New Jersey тощо.

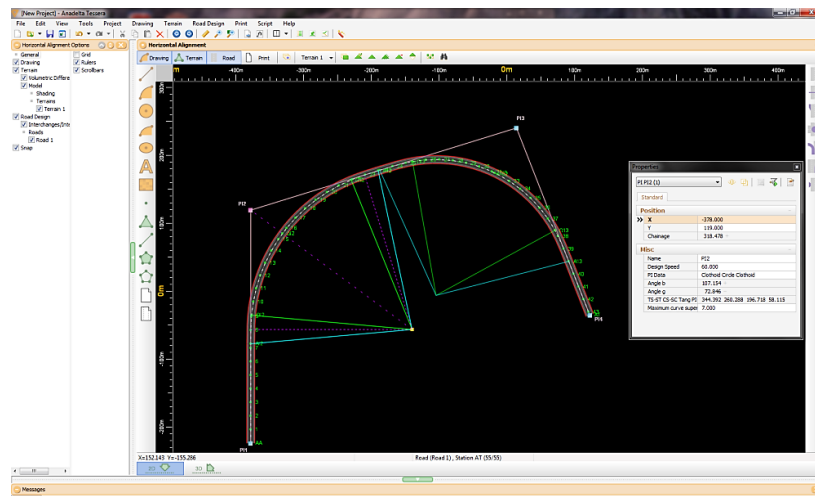


Рис. 9. Моделювання кривих у програмі Anadelta Tessera [10]

Базовий сценарій передбачає проектування поздовжнього профілю та використання типових поперечних профілів, які можуть бути змінені (див. рис. 10). Однією з найсильніших сторін розробника системи Anadelta Tessera вважають просте та зручне створення розв'язок в автоматичному режимі [10]. У процесі створення розв'язки користувач вказує точки злиття та поділу потоків, при цьому система створює смуги розгону й гальмування з урахуванням параметрів доріг та заданих обмежень. Далі система виконує автоматичну синхронізацію

поперечних профілів основних доріг і з'їздів. Для аналізу розв'язки можна сформувати поперечний профіль, який показує перетин основної дороги та з'їзду. Anadelta Tessera може обчислювати необхідні відстані видимості відповідно до заданої розрахункової швидкості. Крім цього, аналізується видимість у виїмці: програма малює криві видимості та обчислює потрібний простір, необхідний для забезпечення видимості. Також програма може сама внести потрібні модифікації у проект (наприклад, існуючу поверхню), щоб забезпечити видимість. Модуль 3D-зображення є частиною САПР-платформи Tessera [10]. Він доступний на будь-якому етапі проектування. Унаслідок аналізу моделі дороги у 3D-виді можна отримувати докладні дані про вихідну поверхню та структуру поперечних профілів дороги.

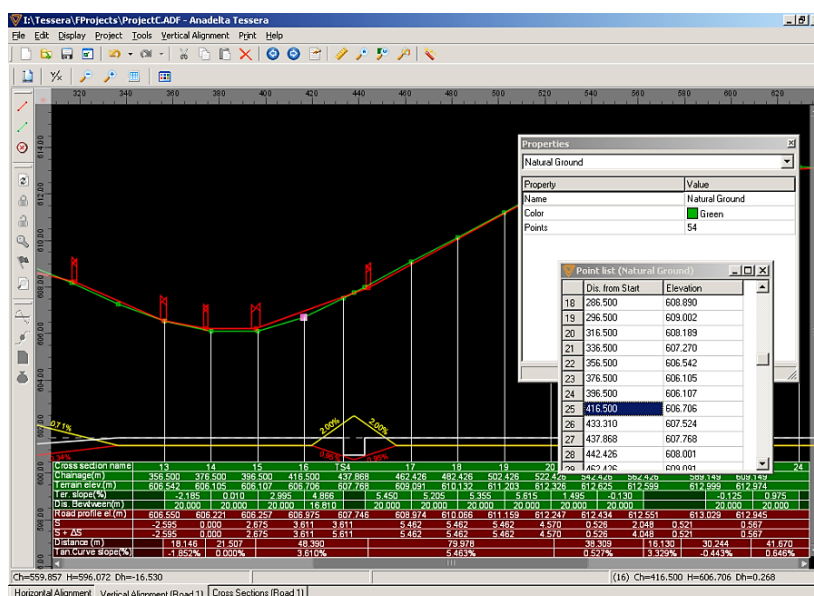


Рис. 10. Проектування поздовжнього профілю у програмі Anadelta Tessera [10]

Також у режимі рендерингу Anadelta Tessera відображає додаткову інфраструктуру дороги: огорожі, підпірні стінки, освітлення, дорожню розмітку тощо. Для більшої реалістичності налаштовується час доби та погодні умови.

Висновки. Ринок ІТ-технологій пропонує безліч програмних продуктів класу САПР, які різняться між собою за комплексністю, зручністю інтерфейсу, відповідністю технологіям проектування. Однак головним способом позиціонування сучасних САПР автомобільних доріг на ринку стає декларація BIM-сумісності. З-поміж перелічених вище зарубіжних САПР до таких належать Novapoint Road та SierraSoft Roads. Таким чином, розробники програмного забезпечення намагаються залишатися затребуваними в нових умовах, коли повсюдно обговорюється тема застосування BIM до інфраструктурних об'єктів і навіть робляться перші кроки з розроблення стандарту BIM для автомобільних доріг. Також на ринку програмного забезпечення представлені системи, які позиціонують себе як «чисто САПР-системи» (RoadEng, Anadelta Tessera). Однак вони також намагаються

не відставати від лідерів і вбудовуватися в технологічний ланцюжок BIM-проектування, підтримуючи популярні обмінні формати.

Таким чином, який би шлях розвитку не вибрали сучасні САПР-системи, головне, щоб вигоду із цього отримали в результаті основні учасники проектного процесу – користувачі програмних продуктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Fischer M., Kunz J. The scope and role of information technology in construction. *Doboku Gakkai Ronbunshu*. 2004. № 763. P. 1–31. DOI: 10.2208/jscej.2004.763_1
2. Rebolj D. Integrated Information System Supporting Road Design, Evaluation, and Construction. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*. 1998. Vol. 13. № 3. P. 179–187. DOI: 10.1111/0885-9507.00097
3. Арсенєва Н. О., Крухмальова О. В. Аналіз програмних комплексів автоматизованого проектування автомобільних доріг. *Комунальне господарство міст*. 2018. № 140. С. 25–29. URL: <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/5138>
4. Філіппов В. В., Величко Г. В., Смирнова Н. В. Автоматизоване проектування автомобільних доріг. Харків : ХНАДУ, 2011. 288 с.
5. Автоматизация проектирования автомобильных дорог / под ред. Я. В. Хомяка. Киев : Вища школа, 1987. 192 с.
6. Construction-driven Road Design Software – OpenRoads Designer. *BentleySystems*. URL: <https://www.bentley.com/en/products/product-line/civil-design-software/openroads-designer> (date of access: 27.05.2022).
7. RoadEng: Interactive civil engineering design software for road, rail, and pipeline projects. *Softree: Engineering an Easier Way*. URL: <https://www.softree.com/products/corridor-design> (date of access: 27.05.2022).
8. Novapoint Road. *Trimble Solutions*. URL: <https://www.novapoint.com/products/novapoint/novapoint-road> (date of access: 27.05.2022).
9. BIM software for road design. *SierraSoft*. URL: <https://www.sierrasoft.com/en/products/roads/> (date of access: 27.05.2022).
10. Anadelta Tessera: Road Design Software. *Anadelta Software*. URL: <https://anadelta.com/index-en.php?s=tessera> (date of access: 27.05.2022).

REFERENCES

1. Fischer, M. & Kunz, J. (2004). The scope and role of Information Technology in Construction. *Doboku Gakkai Ronbunshu*, 763, 1–31. DOI: 10.2208/jscej.2004.763_1 [in English]
2. Rebolj, D. (1998). Integrated Information System Supporting Road Design, Evaluation, and Construction. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 13 (3), 179–187. DOI: 10.1111/0885-9507.00097 [in English]
3. Arsenieva, N. O. & Krukhmalova, O. V. (2018). Analysis of software complexes of automated design of highways [Analiz prohramnykh

- kompleksiv avtomatyzovanoho proektuvannia avtomobilnykh dorih]. *Komunalne hospodarstvo mist – Municipal utilities of cities*, 140, 25–29. Retrieved from: <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/5138> [in Ukrainian]
4. Filippov, V. V., Velichko, G. V. & Smirnova, N. V. (2011). Automated design of roads [Avtomatyzovane proektuvannia avtomobilnykh dorih]. Kharkiv : KhNADU. [in Ukrainian]
 5. Khomyak, J. V. (ed.) (1987). Automation of design of highways [Avtomatizaciya proektirovaniya avtomobil'nyh dorog]. Kyiv : Higher School [in Russian]
 6. Bentley Systems (2022). Construction-driven Road Design Software – OpenRoads Designer. Retrieved from: <https://www.bentley.com/en/products/product-line/civil-design-software/openroads-designer> [in English]
 7. Softree: Engineering an Easier Way (2022). RoadEng: Interactive civil engineering design software for road, rail, and pipeline projects. Retrieved from: <https://www.softree.com/products/corridor-design> [in English]
 8. Trimble Solutions (2022). Novapoint Road. Retrieved from: <https://www.novapoint.com/products/novapoint/novapoint-road> [in English]
 9. SierraSoft (2022). BIM software for road design. Retrieved from: <https://www.sierrasoft.com/en/products/roads/> [in English]
 10. Anadelta Software (2022). Anadelta Tessera: Road Design Software. Retrieved from: <https://anadelta.com/index-en.php?s=tessera> [in English]

МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗБІЖЖЯ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ АГРОХОЛДИНГУ

О.А. Воронков¹, І.Л. Роговський²

¹Голова циклової комісії «Транспортні технології»,
Відокремлений структурний підрозділ «Фаховий коледж інформаційних технологій
та землевпорядкування Національного авіаційного університету», Київ, Україна,
ORCID ID: 0000-0003-0955-9081

²д. т. н., професор, завідувач кафедри технічного сервісу
та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка,
Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна,
ORCID ID: 0000-0002-6957-1616

Анотація

Вступ. У багатьох роботах отримано дані, що ефективність зернового виробництва та прискорення його розвитку мають забезпечуватися прогресивною системою побудови виробничих процесів, що складається з трьох взаємопов'язаних параметрів: техніки, технології та організації. **Мета.** Стаття розширює аналітичні положення опису технологічної системи перевезення збіжжя збирально-транспортного комплексу в умовах агрохолдингу. **Результати.** Встановлено, що у складі збирально-транспортного комплексу агрохолдингу зернового спрямування автомобільний транспорт має свій транспортний процес. Перелік вантажів, якими є збіжжя зернової групи сільськогосподарських культур, $X(x_1, x_2, \dots, x_n)$ зі своїми технологічними властивостями $U(u_1, u_2, \dots, u_n)$ представлені як операнд, причому у процесі транспортування їхні властивості не змінюються, змінюється лише їх просторове розташування. Технологія транспортного процесу перевезення збіжжя складається з безлічі перевізних циклів $\Pi(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n)$, кожен із яких є функцією його параметрів. Уся технологічна система перевезень збіжжя збирально-транспортного комплексу може бути представлена математичною моделлю. Ця модель враховує технологічні параметри складних технічних систем: сумісність транспортних машин із сільськогосподарськими машинами, адаптивність складних технічних систем до умов навколишнього середовища й технологічних властивостей операнда, параметри транспортно-технологічних циклів. У реальних перевізних процесах операнда протягом доби виконується декілька транспортних циклів, кожен із яких має свої параметри. **Висновки.** У статті показано, що технологію перевезення збіжжя агрохолдингу необхідно розглядати методом об'ємного моделювання, за якого за основу розрахунків береться неподільний елементарний цикл, і встановлено всі втрати транспортного процесу перевезення зернових сільськогосподарських культур у період жнив.

Ключові слова: збіжжя, модель, агропромисловий комплекс, транспортна система, операнд.

MODEL OF TECHNOLOGICAL SYSTEM OF GRAIN TRANSPORTATION
OF HARVESTING AND TRANSPORT COMPLEX OF AGROHOLDING

O.A. Voronkov¹, I.L. Rogovskii²

¹Chairman of the Cycle Commission of Transport Technologies,
Separate structural subdivision "Professional College of Information Technologies
and Land Management of National Aviation University", Kyiv, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0003-0955-9081

²DS, Professor, Head of the Department of Technical Service and Engineering Management
named after M. P. Momotenko,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0002-6957-1616

Summary

Introduction. In many works it was found that the efficiency of grain production and its accelerated development should be provided by a progressive system of construction of production processes, consisting of three interrelated parameters: machinery, technology and organization. **Purpose.** This article expands the analytical provisions of the description of the technological system of grain transportation of the harvesting and transport complex in the conditions of agricultural holdings. **Results.** It was obtained that as part of the harvesting and transport complex of the agricultural holding of grain direction, road transport has its own transport process. The list of cargoes, which are grains of grain group of agricultural crops, $X(x_1, x_2, \dots, x_n)$ with their technological properties $U(u_1, u_2, \dots, u_n)$ are presented as an operand, and in the process of transportation their properties do not change, changes only their spatial location. The technology of the transport process of grain transportation consists of many transport cycles $\Pi(u_1, u_2, \dots, u_n)$, each of which is a function of its parameters. The whole technological system of grain transportation of the harvesting and transport complex can be represented by a mathematical model. This model takes into account the technological parameters of complex technical systems: compatibility of transport machines with agricultural machines, adaptability of complex technical systems to environmental conditions and technological properties of the operand, parameters of transport and technological cycles. In real transport processes, the operand performs several transport cycles during the day, each of which has its own parameters. **Conclusions.** In this paper, we show that the technology of grain transportation of agricultural holdings should be considered by the method of volumetric modeling, which is based on the calculations of the indivisible elementary cycle, and shows all the losses of the transport process of grain crops during harvest.

Key words: grains, model, agricultural complex, transport system, operand.

Вступ. Зростання обсягу зернової сільськогосподарської продукції потребує нових підходів під час вирішення транспортних проблем агропромислового комплексу України, що сприяють докорінному поліпшенню транспортного обслуговування його галузей. Нині транспортний потенціал агропромислового комплексу України є досить високим, його раціональні можливості досить значні. Проте розкрити їх повністю поки що не вдається, а показники ефективного використання автомобільного парку агропромислового комплексу України досі не найкращі.

Повне розкриття потенційних можливостей транспортного комплексу у крупнотоварному сільськогосподарському виробництві, якими є агрохолдинги, на сьогодні є актуальною науковою проблемою. Формування збирально-транспортних комплексів та вибір автомобілів має здійснюватися з урахуванням специфічних особливостей агрохолдингів, технологій перевізних процесів, а також особливостей конструкцій автомобілів, що визначають їх технологічну адаптивність до повного використання своїх експлуатаційних параметрів в умовах жнив зернових сільськогосподарських культур.

Постановка проблеми. Вирішення цих проблемних питань дасть змогу підвищити ефективність використання транспортних засобів агропромислового комплексу України завдяки повній реалізації потенційних можливостей кожної транспортної одиниці. Це зумовить зменшення частки транспортних витрат у собівартості виробництва зернової сільськогосподарської продукції та сприятиме значній економії коштів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Висока ефективність зернового виробництва та прискорений його розвиток мають забезпечуватися прогресивною системою побудови виробничих процесів, що складається з трьох взаємопов'язаних параметрів: техніки, технології та організації [1].

Під технологією розуміється сукупність біологічних, хімічних, фізичних та агротехнічних процесів, необхідних для отримання збіжжя [2]. Застосовувані в агропромисловому комплексі технології утворюють технологічну систему, тобто сукупність технічних систем (машин), навколишньої реальності – середовища та людей (операторів), які управляють виробництвом зернової продукції [3]. У процесі перетворень предмета впливу він змінюється, стан його доводиться до кінцевого моменту, готового до вживання [4]. При цьому операнд набуває нових властивостей і вищої вартості [5]. В основі побудови моделі технологічної системи перевезення збіжжя збирально-транспортного комплексу лежать такі кроки:

- щоб задовольнити потребу населення, вибирають об'єкт або задають необхідний його стан; він є кінцевим станом операнда (збіжжя), що є метою перетворення [6];
- операндом перетворень можуть бути будь-які предмети сільськогосподарського виробництва [7];
- вибирають відповідний початковий стан операнда як вхідну величину (або вона задається) – кінцевий стан операнда (збіжжя) може бути досягнутий із декількох початкових станів [8];
- зміна «початковий стан операнда → кінцевий стан операнда» називається перетворенням [9];
- перетворення викликається потребою в кінцевому стані операнда [10];
- перетворення виконується на основі деякої технології, являє собою впорядковану сукупність цілеспрямованих часткових змін [11];
- перетворення здійснюється шляхом матеріального, енергетичного або інформаційного впливу на операнд [12];
- вплив здійснюється трьома системами: операторами (людьми), технічними системами (машинами) та реальним оточенням (середовищем) [1].

Основними елементами системи перетворень є операнд, оператори, технологія [13]. Операнд – це пасивний елемент аналізованої системи. Він може ставитися до будь-якої категорії чи їх комбінації [14].

Формулювання цілей статті. Метою досліджень є формування аналітичних положень опису технологічної системи перевезення збіжжя збирально-транспортного комплексу в умовах агрохолдингів.

Виклад основного матеріалу. У складі збирально-транспортного комплексу агрохолдингу зернового спрямування автомобільний транспорт має свій виробничий процес – транспортний. З нього складається визначена технологічна система перевезення збіжжя (див. рис. 1).

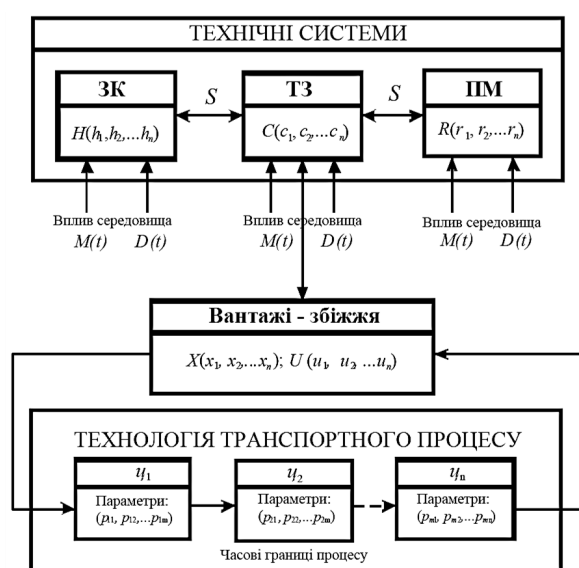


Рис. 1. Технологічна система перевезення збіжжя збирально-транспортного комплексу

У наведеній графічній моделі технологічної системи перевезення збіжжя беруть участь складні технічні системи: збиральні комбайни (ЗК) або перевантажувальні машини (ПМ) та транспортні засоби (ТЗ). Вони мають свої технологічні параметри: $H(h_1, h_2, \dots, h_n)$, $R(r_1, r_2, \dots, r_n)$ та $C(c_1, c_2, \dots, c_n)$ відповідно. Пристосованість або відповідність цих машин одна одній характеризується показником S . На складні технічні системи впливає навколишнє середовище (у домінуючому характері) – метеорологічні умови $M(t)$ та дорожні умови $D(t)$. Перелік вантажів, якими є збіжжя зернової групи сільськогосподарських культур, $X(x_1, x_2, \dots, x_n)$ зі своїми технологічними властивостями $U(u_1, u_2, \dots, u_n)$ представлені як операнд, причому у процесі транспортування їхні властивості не змінюються, змінюється лише їх просторове розташування.

Технологія транспортного процесу перевезення збіжжя складається з безлічі перевізних циклів $\Pi(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n)$, кожен із яких є функцією його параметрів. Уся технологічна система перевезень збіжжя збирально-транспортного комплексу може бути представлена такою математичною моделлю:

$$\left\{ \begin{array}{l} Com = f[H(h_1, h_2, \dots, h_n), R(r_1, r_2, \dots, r_n), C(c_1, c_2, \dots, c_n)] \\ Adap = f(H, R, C) \\ OR = f[M(t), D(t)] \\ OC = f[X(x_1, x_2, \dots, x_n), U(u_1, u_2, \dots, u_n)] \\ OP = f[\Pi(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n)] = \sum \Pi_i(p_j) \end{array} \right. \quad (1)$$

Ця модель (1) враховує технологічні параметри складних технічних систем (перше рівняння системи (1)), сумісність транспортних машин із сільськогосподарськими машинами (друге рівняння системи (1)), адаптивність складних технічних систем до умов навколишнього середовища та технологічних властивостей операнда (третє та четверте рівняння системи (1)), параметри транспортно-технологічних циклів (п'яте рівняння системи (1)). Таким чином, у моделі (1) враховані всі найбільш значущі фактори технологічних умов.

Для здійснення транспортного процесу у складі збирально-технологічного комплексу, крім переміщення операнда, необхідно не тільки завантажити його в потрібному місці технологічного ланцюжка, а й вивантажити в точці призначення. Таким чином, елементарний технологічний цикл транспортного процесу складається з подачі транспортного засобу під навантаження, процесу навантаження, переміщення вантажу (перевезення) та вивантаження операнда.

Під технологією процесу перевезення збіжжя розуміється спосіб реалізації перевізного процесу шляхом розчленування його на систему послідовних взаємопов'язаних операцій та етапів. Операції, з яких складається процес перевезення, неоднорідні та відрізняються своєю тривалістю. Деякі операції, об'єднуючись, створюють певні етапи цього процесу, кожен із яких виконує свої завдання. Графічна об'ємна модель елементарного транспортного циклу вантажної роботи A_Q (обсягу перевезень збіжжя) у координатах q , V і t показана на рисунку 2,а.

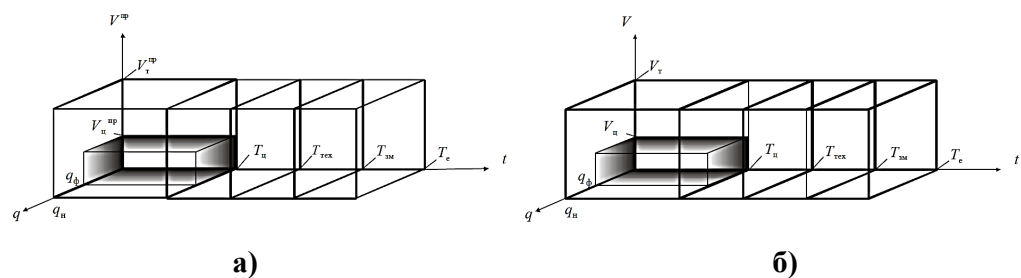


Рис. 2. Графічне зображення обсягів вантажної (а) та транспортної (б) роботи збирально-транспортного комплексу

Номінальна величина вантажної роботи, яка може бути виконана за добу A_{Q_n} , становить:

$$A_{Q_n} = q_n \cdot V_m^{np} \cdot T_e = N_{Q_n} \cdot T_e, \quad (2)$$

де T_e – експлуатаційний час за добу, год.

Фактична величина вантажної роботи A_{Q_ϕ} :

$$A_{Q_\phi} = q_\phi \cdot V_u^{np} \cdot T_u = N_{Q_\phi} \cdot T_u, \quad (3)$$

де T_u – сумарний час циклів за добу, год.

Графічна об'ємна модель елементарного транспортного циклу транспортної роботи A_p (вантажобігу) у координатах q , V і t показана на рисунку 2,б. Номінальна величина транспортної роботи за добу A_{p_n} в ткм:

$$A_{p_n} = q_n \cdot V_m \cdot T_e, \quad (4)$$

Фактична величина транспортної роботи A_{Q_ϕ} за той самий час:

$$A_{p_\phi} = q_\phi \cdot V_u \cdot T_u, \quad (5)$$

де V_u – циклова швидкість руху транспортної машини, км/год.

Терміни вантажної, транспортної роботи за їх виразами (2) та (4) узгоджуються з трактуванням роботи у фізиці, а також згадуються в роботах авторів у галузі теорії автомобільних перевезень. Можлива (номінальна) вантажна робота за добу A_{Q_n} укладена в об'ємі паралелепіпеда, що визначається добутком величин q_n , V_n^{np} , T_e , тобто виразом (2). За час роботи транспортного засобу протягом зміни $T_{зм}$ вантажна робота визначиться з виразу

$$A_Q = q_n \cdot V_m^{np} \cdot T_{зм}$$

за час циклу

$$A_Q = q_n \cdot V_m^{np} \cdot T_u.$$

Фактична вантажна робота A_{Q_n} менша за можливу через втрати невикористання номінальної вантажопідйомності q_n та циклові втрати швидкості руху транспортного засобу V_n^{np} , а також втрати добового фонду часу. На рисунку 2,а фактична вантажна робота протягом сумарного часу циклу показана у вигляді затемненого паралелепіпеда; решта об'єму (прозорий) виражає втрати вантажної роботи транспортної машини в тонах.

На рисунку 2,б показане графічне зображення об'ємів транспортної роботи, що відповідають значенням коефіцієнтів використання. Можлива (номінальна) транспортна робота за добу A_{p_n} укладена в об'ємі паралелепіпеда, що визначається добутком величин q_n , V_m , T_e згідно з виразом (4). За час роботи транспортного засобу протягом усєї зміни $T_{зм}$ транспортна робота визначиться з виразу

$$A_{p_n} = q_n \cdot V_m \cdot T_{зм}$$

за час циклу

$$A_{p_n} = q_n \cdot V_m \cdot T_u.$$

Фактична транспортна робота A_{p_ϕ} менша за можливу через втрати невикористання номінальної вантажопідйомності q_n , втрати часу циклу та річного фонду часу. На рисунку 2,б вона показана у вигляді затемненого паралелепіпеда. Реальні технології перевізних процесів під час виробництва зернової сільськогосподарської продукції складаються з безлічі операцій та етапів. Наприклад, етап навантаження є сумою операцій: установки під навантаження, відкриття бортів, навантаження, навантаження на ходу, переїзду від комбайна до комбайна, ущільнення операнда (вантажу) тощо, причому їх наявність і послідовність залежать від тієї

чи іншої прийнятої технології перевезень. Така сама картина спостерігається за багатьма іншими етапами. Із цього постає, що час циклу $T_{\text{ц}}$ складається із сумарних витрат часу на вантажні операції $T_{\text{во}}$, сумарних витрат часу на рух $T_{\text{р}}$ та сумарних витрат часу на розвантажувальні операції $T_{\text{ро}}$.

$$T_{\text{ц}} = \sum T_{\text{во}} + \sum T_{\text{ро}} + \sum T_{\text{р}}, \text{ год.} \quad (6)$$

Технологічний час $T_{\text{тех}}$:

$$T_{\text{тех}} = T_{\text{ц}} + \sum T_{\text{утв}}, \text{ год,} \quad (7)$$

де $T_{\text{утв}}$ – сумарний час операцій усунення технологічних відмов (дозавантаження, очищення вручну самоскидних кузовів, бортових у разі розвантаження за допомогою автоперекидачів, буксирування тощо).

Змінний час $T_{\text{зм}}$:

$$T_{\text{зм}} = T_{\text{тех}} + \sum T_{\text{дво}}, \text{ год,} \quad (8)$$

де $T_{\text{дво}}$ – сумарний час на додаткові внутрішньозмінні операції (отримання наряду, витрати часу на відпочинок та особисті потреби, щозмінне технічне обслуговування тощо).

Експлуатаційний час $T_{\text{е}}$:

$$T_{\text{е}} = T_{\text{зм}} + \sum T_{\text{уте}}, \text{ год,} \quad (9)$$

де $T_{\text{уте}}$ – сумарний час на усунення технічних відмов, сезонне обслуговування, переобладнання у зв'язку з переходом на іншу технологію тощо.

На рисунку 2 показані величини вантажної та транспортної робіт за один цикл. У реальних перевізних процесах операнда протягом доби виконується декілька транспортних циклів, кожен із яких має свої параметри. На рисунку 3 показана вантажна робота в розрізі часу доби під час виконання шести транспортних циклів: $c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6$. Вони мають певні параметри фактичного завантаження кузова $q_{\text{ф}}$: $q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6$; швидкості вантажно-розвантажувальних робіт $V^{\text{нр}}$: $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6$; тривалості часу циклу $t_{\text{ц}}$: $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$.

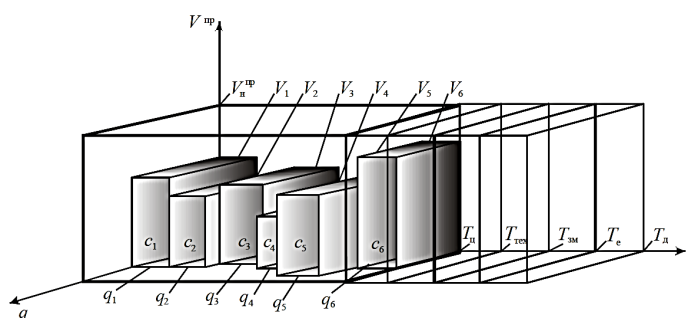


Рис. 3. Графічне зображення обсягів вантажної роботи під час виконання шести транспортних циклів збирально-транспортного комплексу за добу

Вантажна робота протягом доби $A_{Q_i}^c$ визначається за виразом:

$$A_{Q_i}^c = \sum_1^n (q_{\text{ф}i} \cdot V_i^{\text{нр}} \cdot t_{\text{ц}i}), \text{ т,} \quad (10)$$

де i – порядковий номер циклу; n – кількість циклів.

Транспортна робота протягом доби A_{pi}^c (див. рис. 4) визначається за виразом:

$$A_{pi}^c = \sum_1^n (q_{\phi_i} \cdot V_i^m \cdot t_{u_i}), \text{ ТКМ.} \quad (11)$$

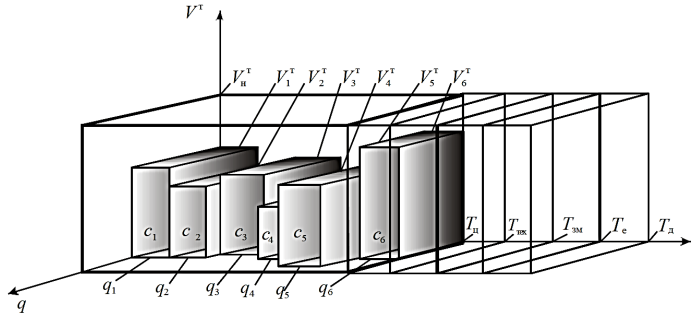


Рис. 4. Графічне зображення обсягів транспортної роботи під час виконання шести транспортних циклів збирально-транспортного комплексу за добу

Для парку автомобілів за добу вантажна A_{Qij}^c та транспортна роботи A_{pij}^c становлять:

$$A_{Qij}^c = \sum_1^J \sum_1^n (q_{\phi_{ij}} \cdot V_{ij}^{np} \cdot t_{u_{ij}}), \text{ Т} \quad (12)$$

$$A_{pij}^c = \sum_1^J \sum_1^n (q_{\phi_{ij}} \cdot V_{ij}^m \cdot t_{u_{ij}}), \text{ ТКМ,} \quad (13)$$

де j – порядковий номер автомобіля; J – кількість автомобілів, що перебувають в експлуатації.

Формули для визначення вантажної A_{Qijy}^c та транспортної A_{pijy}^c роботи для парку автомобілів за рік матимуть такий вигляд:

$$A_{Qijy}^c = \sum_1^Y \sum_1^J \sum_1^n (q_{\phi_{ijy}} \cdot V_{ijy}^{np} \cdot t_{u_{ijy}}), \text{ Т,} \quad (14)$$

$$A_{pijy}^c = \sum_1^Y \sum_1^J \sum_1^n (q_{\phi_{ijy}} \cdot V_{ijy}^m \cdot t_{u_{ijy}}), \text{ ТКМ,} \quad (15)$$

де y – порядковий номер дня експлуатації; Y – кількість днів в експлуатації кожного j -го автомобіля.

Запропонована система параметрів рухомого складу та технологічного процесу перевезень збіжжя збирально-транспортного комплексу дає можливість представити їх у графічному вигляді, підвищивши візуальну інформативність. Крім того, вона дає змогу розробити аналітичні вирази та на основі графіки – формули для розрахунку втрат за конкретними факторами технології перевезень збіжжя збирально-транспортного комплексу.

Висновки. Технологію перевезення збіжжя агрохолдингів необхідно розглядати методом об'ємного моделювання, за якого за основу розрахунків береться неподільний елементарний цикл, що показує всі втрати транспортного процесу перевезення зернових сільськогосподарських культур у період жнив.

ЛІТЕРАТУРА

1. Last generation instrument for agriculture multispectral data collection / M. Dubbini, A. Pezzuolo, M. De Giglio, M. Gattelli, L. Curzio, D. Covi. *CIGR Journal*. 2017. Vol. 19. P. 158–163.
2. Brown R., Richards A. Engineering principles of agricultural machinery. *ASABE*. 2018. Vol. 84. Iss. 2. P. 1120–1132.
3. Influence of the combine harvester parameter settings on harvest losses / M. Šotnar, J. Pospíšil, J. Mareček, T. Dokukilová, V. Novotný. *Acta Technologica Agriculturae*. 2018. Vol. 3. P. 105–108. URL: <https://doi.org/10.2478/ata-2018-0019>
4. Jain A., Palekar U. Aggregate production planning for a continuous reconfigurable manufacturing process. *Computers & Operations Research*. 2005. Vol. 32. Iss. 5. P. 1213–1236. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cor.2003.11.001>
5. Change of technical condition and productivity of grain harvesters depending on term of operation / I. L. Rogovskii, L. L. Titova, S. A. Voinash, I. P. Troyanovskaya, V. A. Sokolova. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 720. P. 012110. URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/720/1/012110>
6. Almosawi A., ALkhafaji A., Alqazzaz K. Vibration transmission by combine harvester to the driver at different operative conditions during paddy harvest. *International Journal of Science and Nature*. 2016. Vol. 7. Iss. 1. P. 127–133.
7. Voronkov O. A., Rogovskii I. L. Analytical prerequisites to transport and technological systems of transportation of production of crop production. *Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects* : Theses of International Scientific Conference, Dresden (Germany), Paris (France), May 3–12, 2017. Severodonetsk, 2017. P. 47–50.
8. On the tactical and operational vehicle routing selection problem / M. Samà, P. Pellegrini, A. D’Ariano, J. Rodriguez, D. Pacciarelli. *Transportation Research*. 2017. Vol. 76. Iss. 1. P. 1–15. URL: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.12.010>
9. Research of passage capacity of combine harvesters depending on agrobiological state of bread mass / I. M. Kuzmich, I. L. Rogovskii, L. L. Titova, O. V. Nadtochiy. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 677. P. 052002. URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052002>
10. Harvesting and transport operations to optimise biomass supply chain and industrial biorefinery processes / R. Matindi, M. Masoud, P. Hobson, G. Kent, S. Liu. *International Journal of Industrial Engineering Computations*. 2018. Vol. 9. Iss. 3. P. 265–288. URL: <https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2017.9.001>
11. Engine idling: a major cause of co emissions & increased fuel costs / M. Sarwar, S. Ullah, U. Farooq, M. Durrani. *Journal*

- of Operations and Logistics Management*. 2017. Vol. 6. Iss. 2. P. 44–54.
12. Voronkov O. A., Rogovskii I. L. Intensification of transport process transport grain bread service working trailers. *Strategy of Quality in Industry and Education : Proceedings of XIV International Conference, Varna (Bulgaria), June 4–7, 2018: in 2 vols. Varna, 2018. Vol. 2. P. 45–49.*
 13. Conceptual bases of system technology of designing of logistic schemes of harvesting and transportation of grain crops / I. L. Rogovskii, L. L. Titova, S. A. Voinash, L. V. Berezova, E. V. Timofeev, M. N. Kalimullin, V. A. Sokolova. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 723. P. 032032. URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/723/3/032032>
 14. Modelling of harvesting machines' technical parameters and prices / T. Yezekyan, F. Marinello, G. Armentano, S. Trestini, L. Sartori. *Agriculture*. 2020. Vol. 10. P. 194–203. URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture10060194>

REFERENCES

1. Dubbini, M., Pezzuolo, A., De Giglio, M., Gattelli, M., Curzio, L. & Covi, D. (2017). Last generation instrument for agriculture multispectral data collection. *CIGR Journal*, 19, 158–163. [in English]
2. Brown, R. & Richards, A. (2018). Engineering principles of agricultural machinery. *ASABE*, 84 (2), 1120–1132. [in English]
3. Šotnar, M., Pospíšil, J., Mareček, J., Dokukilová, T. & Novotný, V. (2018). Influence of the combine harvester parameter settings on harvest losses. *Acta Technologica Agriculturae*, 3, 105–108. Retrieved from: <https://doi.org/10.2478/ata-2018-0019> [in English]
4. Jain, A. & Palekar, U. (2005). Aggregate production planning for a continuous reconfigurable manufacturing process. *Computers & Operations Research*, 32 (5), 1213–1236. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.cor.2003.11.001> [in English]
5. Rogovskii, I. L., Titova, L. L., Voinash, S. A., Troyanovskaya, I. P. & Sokolova, V. A. (2021). Change of technical condition and productivity of grain harvesters depending on term of operation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 720, 012110. Retrieved from: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/720/1/012110> [in English]
6. Almosawi, A., Alkhafaji, A. & Alqazzaz, K. (2016). Vibration transmission by combine harvester to the driver at different operative conditions during paddy harvest. *International Journal of Science and Nature*, 7 (1), 127–133. [in English]
7. Voronkov, O. A. & Rogovskii, I. L. (2017). Analytical prerequisites to transport and technological systems of transportation of production of crop production. *Theses of International Scientific Conference "Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems,*

- experience, prospects*” (Dresden (Germany), Paris (France), May 3–12, 2017). Severodonetsk, 47–50. [in English]
8. Samà, M., Pellegrini, P., D’Ariano, A., Rodriguez, J. & Pacciarelli, D. (2017). On the tactical and operational vehicle routing selection problem. *Transportation Research*, 76 (1), 1–15. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.12.010> [in English]
 9. Kuzmich, I. M., Rogovskii, I. L., Titova, L. L. & Nadtochiy, O. V. (2021). Research of passage capacity of combine harvesters depending on agrobiological state of bread mass. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 677, 052002. Retrieved from: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052002> [in English]
 10. Matindi, R., Masoud, M., Hobson, P., Kent, G. & Liu, S. (2018). Harvesting and transport operations to optimise biomass supply chain and industrial biorefinery processes. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 9 (3), 265–288. Retrieved from: <https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2017.9.001> [in English]
 11. Sarwar, M., Ullah, S., Farooq, U. & Durrani, M. (2017). Engine idling: a major cause of co emissions & increased fuel costs. *Journal of Operations and Logistics Management*, 6 (2), 44–54. [in English]
 12. Voronkov, O. A. & Rogovskii, I. L. (2018). Intensification of transport process transport grain bread service working trailers. *Proceedings of XIV International conference “Strategy of Quality in Industry and Education”* (Varna, Bulgaria, June 4–7, 2018), in 2 vols. Varna, vol. 2, 45–49. [in English]
 13. Rogovskii, I. L., Titova, L. L., Voinash, S. A., Berezova, L. V., Timofeev, E. V., Kalimullin, M. N. & Sokolova, V. A. (2021). Conceptual bases of system technology of designing of logistic schemes of harvesting and transportation of grain crops. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 723, 032032. Retrieved from: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/723/3/032032> [in English]
 14. Yezekyan, T., Marinello, F., Armentano, G., Trestini, S. & Sartori, L. (2020). Modelling of harvesting machines’ technical parameters and prices. *Agriculture*, 10, 194–203. Retrieved from: <https://doi.org/10.3390/agriculture10060194> [in English]

УПРОВАДЖЕННЯ МОТИВАЦІЙНОЇ ПОЛІТИКИ ДІЯЛЬНОСТІ ДЕПАРТАМЕНТІВ ЛОГІСТИКИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ

К.Г. Ковцур¹, Н.В. Птиця², І.О. Кузєв³

¹к. т. н., доцент, доцент кафедри транспортних систем і логістики,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна,
ORCID ID: 0000-0002-0445-5438

²к. т. н., доцент кафедри транспортних систем і логістики,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна,
ORCID ID: 0000-0002-4559-7651

³старший викладач кафедри транспортних технологій,
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського,
Кременчук, Полтавська область, Україна,
ORCID ID: 0000-0002-3403-7069

Анотація

Вступ. На сьогодні найбільш придатним способом підвищення ефективності виконання логістичної діяльності є створення й упровадження в дію таких інструментів вимірювання ефективності логістичної діяльності, які би найбільш адекватно відображали як результати функціонування всього інтегрованого логістичного ланцюга постачань товарів, так і результати, отримані внаслідок функціонування окремих структурних підрозділів підприємств, співвідношення отриманих результатів із використаними для цього ресурсами. У повсякденному діловому житті доступна велика кількість показників, що являють собою важіль ефективності функціонування підприємств, проте невизначеним є питання вибору найвагоміших із них, визначення меж їх вимірювання та моніторинг їх змін. Вирішення цього питання може суттєво вплинути на загальну ефективність компанії. **Мета.** Дослідження спрямоване на виявлення зв'язку мотиваційної політики, ключових показників ефективності діяльності та сталої логістики виробничих підприємств. У статті пропонується методика, що дає змогу підвищити ефективність функціонування логістичної системи підприємства завдяки впровадженню системи контролінгу функціонування департаменту логістики. **Результати.** Проаналізовано наявні атрибути оцінки функціонування логістики та базові ключові показники ефективності. Запропоновано ключові показники ефективності для контролінгу й упровадження мотиваційної політики діяльності співробітників департаменту логістики. Результати аналізу наявних підходів до оцінювання ефективності управління персоналом у системі логістичного контролінгу дали можливість встановити, що результативними показниками, які характеризують ефективність управління персоналом, є тариф за надані транспортні послуги, час виконання замовлення та якість його виконання. Запропоновано систему нарахування щоквартальних бонусів логісту, яка враховує визначені критерії. Запропонована методика враховує наявні обмеження та нормує показники діяльності департаменту. **Висновки.** З огляду на запропоновану методику розглядається чисельний приклад, щоб довести доцільність

упровадження мотиваційної політики на підприємстві, що зумовлений отриманим економічним ефектом. Отримані результати становлять інтерес для всіх зацікавлених сторін галузей виробництва та дистрибуції, у структурних розділах яких функціонує департамент логістики.

Ключові слова: логістична система, ефективність, ключові показники ефективності, система збалансованих показників, департамент логістики.

IMPLEMENTATION OF A MOTIVATIONAL POLICY FOR THE ACTIVITIES OF LOGISTICS DEPARTMENTS AT ENTERPRISES

К.Н. Kovtsur¹, N.V. Ptytsia², I.O. Kuziev³

¹Ph.D. of Engineering, Associate Professor, Associate Professor
at the Department of Transport Systems and Logistics,
Kharkiv National Automobile and Road University, Kharkiv, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0002-0445-5438

²Ph.D. of Engineering, Associate Professor
at the Department of Transport Systems and Logistics,
Kharkiv National Automobile and Road University, Kharkiv, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0002-4559-7651

³Senior Lecturer at the Department of Transport Technology,
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University,
Kremenchuk, Poltava region, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0002-3403-7069

Summary

Introduction. To date, the most appropriate way to improve the efficiency of logistics activities is to create and implement such tools for measuring the effectiveness of logistics activities that most adequately represent both the results of the functioning of the entire integrated logistics supply chain of goods, and the results obtained as a result of the functioning of individual structural divisions of companies, the ratio of the results obtained with the resources used for this. In everyday business life, a large number of indicators are available that are a lever for the efficiency of enterprises, but the question of choosing the most important of them, determining the limits of their measurement and monitoring changes is uncertain. The solution of this issue can have a significant impact on the overall efficiency of the company. **Purpose.** This study is aimed at identifying the relationship between motivational policy, key performance indicators and sustainable logistics of manufacturing enterprises. The article proposes a methodology that allows to increase the efficiency of the enterprise logistics system through the introduction of a controlling system for the functioning of the logistics department. **Results.** Analyzed the existing attributes of evaluation of the functioning of logistics and the main key performance indicators. Key performance indicators for controlling and implementing a motivational policy for the activities of employees of the logistics department are proposed. The results of the analysis of existing approaches to assessing the effectiveness of personnel management in the logistics controlling system made it possible to establish that the effective indicators characterizing the effectiveness of personnel management are the tariff for the provided transport services, the time of order fulfillment and the quality of their implementation. A system for accruing quarterly

*bonuses for a logistician is proposed in the work, taking into account certain criteria. The proposed methodology takes into account the existing limitations and normalizes the performance of the department. **Conclusions.** Based on the proposed methodology, a numerical example is considered to prove the feasibility of introducing a motivational policy at an enterprise, due to the obtained economic effect. The results obtained are of interest to all stakeholders in the production and distribution industries, in the structural sections of which there is a logistics department.*

***Key words:** logistics system, efficiency, key performance indicators, system of balanced indicators, logistics departments.*

Вступ. В умовах функціонування сучасного підприємництва на ринку компанії прагнуть збільшення продуктивності й рентабельності з одночасним зменшенням витрат. У таких умовах для досягнення успіху в підприємницькій діяльності не досить використовувати тільки маркетингові підходи, доцільним стає застосування сучасних ефективних способів і методів управління діяльністю окремих структурних департаментів. Ефективність функціонування підприємств залежить здебільшого від ступеня розвитку логістичної інфраструктури. Підприємству для отримання більшого прибутку та зайняття конкурентоспроможного місця на ринку товарів і послуг потрібен не лише «фундамент», завдяки якому будуть відбуватися всі необхідні логістичні процеси й операції з матеріальними та іншими супутніми їм потоками, а й політика стимулювання діяльності департаментів різних галузей. Саме тому в дослідженні розглядається питання розроблення методики, що дасть змогу досягти ефективності функціонування підприємства в умовах підвищених вимог до якості послуг за рахунок мотивування роботи логістів департаменту.

Постановка проблеми. Визначення ефективності логістичної діяльності підприємства є одним із ключових завдань як для дослідження поточного стану логістичної системи, так і для формування стратегій розвитку підприємства. Вагоме значення дослідження ефективності як із наукової, так і з практичної позиції полягає у формуванні дієвої сукупності індикаторів, що характеризують стан логістичної системи. Для оцінки ефективності функціонування логістичної діяльності підприємства необхідне виконання процедури вимірювання результатів рішень, прийнятих персоналом департаменту логістики. Вимірювання результатів управління логістикою є необхідною умовою досягнення завдань діяльності підприємства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оцінювання ефективності управління персоналом на підприємстві вимагає систематичного досвіду, вимірів витрат і вигід загальної програми управління персоналом та порівняння її ефективності з ефективністю роботи підприємства загалом за той самий період [1]. Ефективність функціонування системи управління персоналом на підприємстві визначається її внеском у досягнення організаційних завдань. Управління персоналом ефективно настільки, наскільки успішно персонал підприємства використовує свій потенціал для реалізації поставлених перед ним завдань. Ефективність управління персоналом найчастіше визначається з огляду на обсяг, повноту, якість, своєчасність виконання закріплених за ним функцій [2].

У сучасній системі менеджменту персоналу є декілька основних систем управління ефективністю, які успішно використовуються багатьма зарубіжними компаніями. Використовуються такі поширені світові методики управління ефективністю діяльності департаментів різних галузей:

- управління ефективністю бізнесу [3];
- економічна додана вартість [4];
- вартісно орієнтоване управління [5];
- європейська фундація управління якістю [6];
- модель досконалості [7];
- управління за цілями П. Друкера [8];
- винагорода за якість Малькольма та Болдріджа [9].

Найпоширеніша нині методика управління ефективністю бізнесу, головним та основним елементом якої є система збалансованих показників.

До набору основних вимірників мають входити такі, які базуються на системі збалансованих показників, наприклад:

- ступінь задоволення споживачів щодо якості їх обслуговування;
- ефективність використання інвестицій у логістичну інфраструктуру;
- логістичні витрати або економічний ефект;
- тривалість виконання поставлених завдань;
- продуктивність діяльності [10; 11].

Формулювання цілей статті. Основною метою роботи є визначення ключових показників ефективності (далі – КПЕ) функціонування департаменту логістики, які чинять істотний вплив на ефективність управління підприємством та на повне задоволення транспортних потреб користувачів цих послуг.

Виклад основного матеріалу. Для підприємств, що є виробниками або дистрибуторами продукції, які не мають власного парку рухомого складу та користуються найманим транспортом за разовими договорами, логістична діяльність є одним із важливих допоміжних напрямів, оскільки вона забезпечує зв'язки з навколишнім оточенням підприємства, доставку вантажу клієнтам.

Основними функціями департаменту логістики таких підприємств є:

- контроль своєчасної доставки вантажу клієнту відповідно до замовлень та укладених договорів;
- своєчасне і якісне оформлення збутової документації;
- забезпечення підготовки ефективних маршрутів доставки;
- облік виконання замовлень;
- підтримання оптимального рівня витрат на оплату транспортно-експедиторських послуг.

Особистий дохід співробітника департаменту логістики має складатися з трьох складників:

- а) заробітної плати (ставки) – виплачується щомісяця однією або двома частинами;
- б) бонусів – виплачуються щокварталу до *i*-го числа місяця, що настає після місяця проведення звітних зборів у періоді;
- в) премії – виплачується один раз на рік після підбиття підсумків роботи департаменту за поточний рік, сплачується до *i*-го числа місяця, що настає після місяця проведення звіту зборів за підсумками року.

На підприємствах має бути прийнята базова сума річного бонусу (B_0), що буде виплачуватися у гривнях за курсом міжбанку на останній день звітного періоду. Бонус має розраховуватися й виплачуватися щокварталу рівними частинами.

На сьогодні є вимірювачі, які характеризують як зовнішню (спрямовану на споживача), так і внутрішню (пов'язану з логістичними активами) ефективність діяльності департаменту логістики підприємств. Практика показує, що більшість КПЕ є абсолютними величинами, які порівнюються з граничними «стандартними» значеннями, отриманими на основі статистичної обробки, проте використовуються й питомі або відносні до показника обсягу (обсягу виробництва, продажу). Встановлені та прийняті граничні значення показників повинні розраховуватися вищим рівнем персоналу служби логістики та контролюватися топ-менеджерами компанії. Важливим моментом є встановлення періодичності вимірювання чи контролю даних КПЕ та, відповідно, стандартів показників. Практика показує стандарти, що встановлені у кварталному розрізі контролінг, що передбачає можливість тактичного їх вимірювання раз на квартал. І тільки після впровадження й контролю за КПЕ необхідне порівняння їх значень із результатами роботи конкурентів, тобто реалізація процедури бенчмаркінгу, яка являє собою постійний і систематичний процес удосконалення бізнес-процесів підприємства на основі вивчення досвіду передових компаній. Однак необхідно зазначити, що є проблема, з якою стикаються українські компанії: більшість компаній, які є конкурентами на ринку, представляються для замовника у вигляді кібернетичного «чорного ящика». Відомою інформацією є ціна товару, деякі показники сервісу, представлені в засобах масової інформації. У таких умовах про стратегічне позиціонування підприємства за порівняно з конкурентами системою КПЕ діяльності логістики говорити не доводиться.

Результати аналізу наявних підходів до оцінювання ефективності управління персоналом у системі логістичного контролінгу дали змогу встановити, що результативними показниками, які характеризують ефективність управління персоналом департаменту логістики, є тариф за транспортні послуги, час на виконання замовлення та якість його виконання. Таким чином, щоквартальний бонус розраховується за такою залежністю:

$$B = B_{\text{тариф}} + B_{\text{час}} + B_{\text{якість}}, \quad (1)$$

де $B_{\text{тариф}}$ – бонус, що нараховується за виконання замовлення, де тариф за перевезення не перевищує граничні значення, визначені підприємством, євро;

$B_{\text{час}}$ – бонус, що нараховується за виконання замовлення, де час на виконання замовлення до моменту розвантаження не перевищує встановлений підприємством строк, євро;

$B_{\text{якість}}$ – бонус, що нараховується за високу якість виконання замовлення, євро.

Оцінка ефективності управління персоналом ґрунтується на критеріях, що виражені в об'єктивних показниках розвитку департаменту. Отже, за рахунок контролінгу тарифу за перевезення, часу виконання та якості рекомендується мотивувати логіста.

Бонус за «тариф» нараховується за замовлення, тариф на перевезення яких не перевищує граничні значення під час виконання міжміських перевезень і перевезень усередині однієї області. Він встановлюється за формулою:

$$B_{\text{тариф}} = B_{\text{б}} \cdot \frac{x}{100} \cdot \frac{N_{\text{гран}}}{N_{\text{зам}}}, \quad (2)$$

де $B_{\text{б}}$ – номінальний базовий квартальний бонус;

x – вага параметру «тариф» у системі бонусних нарахувань згідно зі стратегією розвитку підприємства, %;

$N_{\text{гран}}$ – кількість виконаних замовлень на перевезення за звітний період, тариф на перевезення яких не перевищив граничні значення;

$N_{\text{зам}}$ – загальна кількість виконаних замовлень на перевезення за звітний період.

Бонус за «час» нараховується за ті замовлення, час на виконання яких не перевищує встановлений термін. Час на виконання замовлення починається з моменту отримання замовлення логістом від продукт-менеджера до моменту підписання документів про вивантаження вантажу в пункті розвантаження. Він встановлюється за формулою:

$$B_{\text{час}} = B_{\text{б}} \cdot \frac{y}{100} \cdot \frac{N_{\text{строк}}}{N_{\text{зам}}}, \quad (3)$$

де $N_{\text{строк}}$ – кількість виконаних замовлень на перевезення за звітний період, строк на перевезення яких не перевищив граничні значення;

y – вага параметру «час» у системі бонусних нарахувань згідно зі стратегією розвитку підприємства, %.

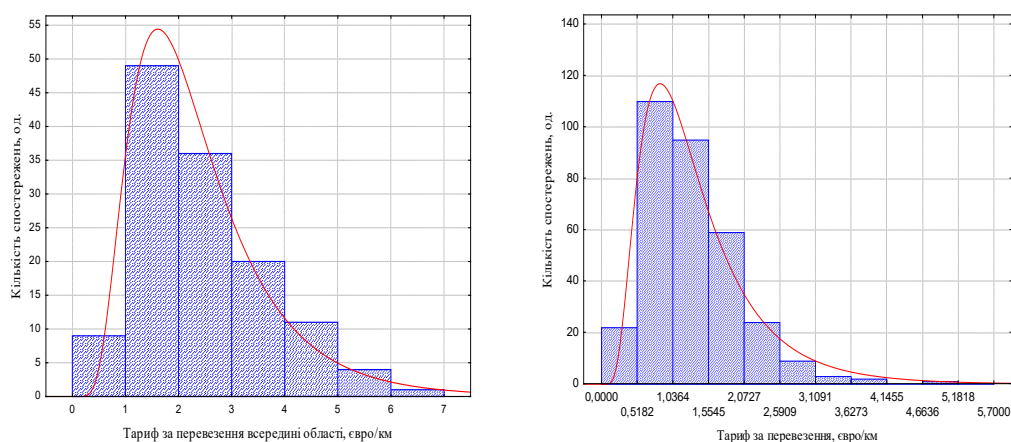
Показник, що оцінює якість обробки замовлення, визначається балом від 1 до 5, який отримується шляхом онлайн-анкетування внутрішніми споживачами послуг таких працівників: співробітників департаменту транспортної логістики техніки, продукт-менеджерів, регіональних директорів тощо. Він встановлюється за формулою:

$$B_{\text{якість}} = B_{\text{б}} \cdot \frac{z}{100} \cdot \frac{k_{\text{якість}}}{5}, \quad (4)$$

де $k_{\text{якість}}$ – бал за якість наданих послуг, отриманий за результатами анкетування;
 z – вага параметру «якість» у системі бонусних нарахувань згідно зі стратегією розвитку підприємства, %.

Поточні витрати на функціонування системи доставки вантажів департаменту логістики підприємства без наявного парку рухомого складу залежать від тарифу за перевезення, розмір якого здебільшого визначається залежно від наявного попиту на ринку транспортних послуг та умов поставок. Він є основним статистично невизначеним показником і потребує нормування. Тому економічні результати діяльності департаменту мають стохастичний характер, який негативно впливає на поточну й перспективну діяльність усього підприємства. Порівняння транспортних послуг, що надаються різними перевізниками, необхідно проводити на базі конкурентних споживчих властивостей шляхом з'ясування ступеня відповідності власної потреби.

Аналіз тарифів за надані транспортні послуги показав, що тариф у разі перевезень на території однієї адміністративної області України більший, ніж у разі здійснення міжміських перевезень. Головною причиною цього є нульові пробіги, довжини яких іноді перевищують пробіг із вантажем (див. рис. 1).



а) усередині однієї області

б) у міжміському сполученні

Рис. 1. Розподіл тарифу за транспортні послуги

Унаслідок аналізу статистичних даних тарифів за надані транспортні послуги за досліджуваний період встановлено, що ця величина має випадковий характер. З урахуванням статистичних значень тарифів за перевезення для підприємства – дистриб'ютора сільськогосподарської техніки в Україні, а також з огляду на використання статистичних методів визначення статистичного закону розподілу варіаційного ряду визначено, що коливання тарифів за перевезення можна описати логнормальним законом розподілу.

Перевірка гіпотези про належність досліджуваної вибірки теоретичній кривій виду логнормального закону розподілу проведена за критерієм відповідності Пірсона (див. табл. 1).

Таблиця 1

Показники визначення закону розподілу та характеристик тарифу за перевезення

Показник	Значення	
	усередині однієї області	у міжміському сполученні
Логарифм середнього значення вибірки	0,874	1,211
Логарифм стандартного відхилення	0,206	0,312
$\chi^2_{розр}$	1,913	1,861
$\chi^2_{табл}$ при $p=0,05$	9,5	3,63

Для того щоб унормувати тариф за надані послуги, необхідно знайти граничне значення допустимого тарифу. Для цього проведено розрахунок квантиля – однієї із числових характеристик випадкових величин, що застосовується в математичній статистиці. Квантилі дають змогу відсікти в межах ряду певну частину його членів. У полі L маємо результат – значення квантиля дорівнює 3,36. Це свідчить про те, що 95-й процентиль тарифу за перевезення всередині області становить 3,36 євро/км, що означає 95 % значень (див. рис. 2).

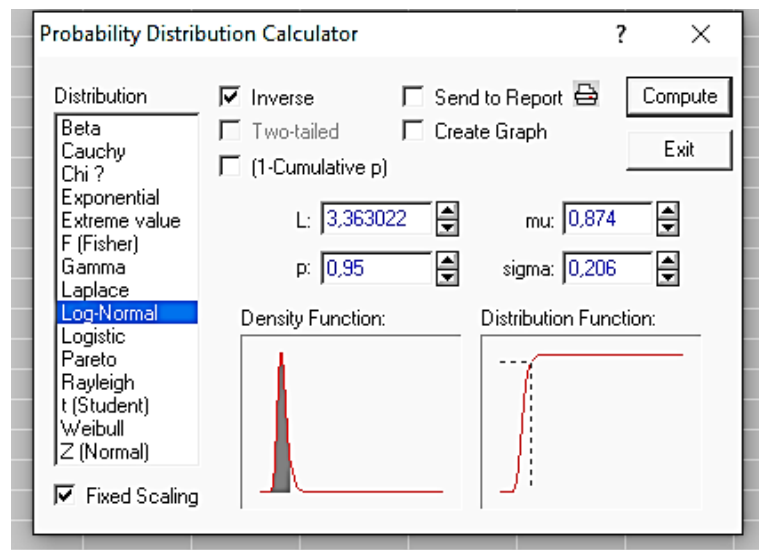


Рис. 2. Приклад знаходження граничного значення тарифу за транспортні послуги, що виконувалися всередині однієї області

Аналогічно визначається граничне значення тарифу за перевезення в між-міському сполученні. За результатами розрахунку визначено 95-й процентиль тарифу за перевезення в разі міжміських перевезень, що становить 2,37 євро/км, що є граничним тарифом для цього виду транспортних послуг. Порівняння середніх і граничних значень тарифів за перевезення представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

Середні та граничні значення тарифу за перевезення

Тариф за перевезення	Середнє значення тарифу за вибіркою, євро/км	Граничне значення тарифу, євро/км
Усередині області	2,40	3,36
У міжміському сполученні	1,34	2,37

На основі отриманих граничних значень тарифів за надані транспортні послуги та тарифів за перевезення, які фактично виконані, доцільно визначити можливий ефект від упровадження запропонованих рішень.

У процесі порівняння показників до та після впровадження заходів використовуємо метод виділення прибутку, що залишається в розпорядженні підприємства.

Для розрахунку загального прибутку знаходимо вигаш підприємства за кожним маршрутом шляхом порівняння тарифу, який використовувався, з граничним значенням тарифу. У випадку, якщо останній є меншим за фактичний, прибуток становитиме 0. Якщо ж фактичний тариф є меншим за граничне значення, то визначається вигаш, що залишається в розпорядженні підприємства. У загальному випадку прибуток, що залишається в розпорядженні підприємства для маршруту, можна представити так:

$$\Delta_j = \begin{cases} \text{якщо } T_{\phi_i} \leq T_{\epsilon p_i}, \text{ то } 0; \\ \text{якщо } T_{\phi_i} > T_{\epsilon p_i}, \text{ то } (T_{\phi_i} - T_{\epsilon p_i}) \cdot L_{\text{пер}}, \end{cases} \quad (5)$$

де T_{ϕ_i} – фактичний тариф за транспортні послуги для j -го маршруту за перевезення в i -му місяці, євро;

$T_{\epsilon p_i}$ – граничне значення тарифу за транспортні послуги за перевезення в i -му місяці, євро;

$L_{\text{пер}}$ – відстань перевезень, км.

Так, прибуток, що залишається в розпорядженні підприємства за міжміськими маршрутами, міг би становити 18567,4 євро, а за маршрутами, які виконувалися всередині області, – 4021,34 євро, що свідчить про отримані високі показники ефективності запропонованих рішень.

Висновки. Ключові показники ефективності – це кількісний дієвий інструмент, який дасть змогу підприємствам оцінити продуктивність діяльності департаментів логістики. КПЕ департаменту логістики можуть включати різні параметри, однак ці параметри мають кількісно охарактеризувати наявні на підприємстві логістичні процеси. Правильно визначені та впроваджені КПЕ дають змогу не тільки знизити витрати підприємства, а й підвищити рівень обслуговування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Elwy Habib E. Logistics chain processes KPIs in the Egyptian food processing industry. *Scientific Journal for Economic and Commerce, Faculty of Commerce, Ain Shams University*. 2015. № 3. P. 1–21. DOI: 10.21608/JSEC.2015.163953
2. Construction of KPI-based motivation policy for advancing sustainable procurement logistics of agricultural enterprises: competence approach / L. Lypych, O. Zelenko, S. Zelenko, M. Kushnir, O. Khilukha. *Law, Business and Sustainability Herald*. 2021. Vol. 1. Iss. 1. P. 4–13. DOI: 10.46489/lbsh.2021-1-1-1
3. Darudiato S. Business performance management: an implementation model. *Cogito Smart Journal*. 2020. Vol. 6. № 2. P. 262–271. DOI: 10.31154/cogito.v6i2.163.262-271
4. Deyá Tortella B., Brusco S. The economic value added (EVA): an analysis of market reaction. *Advances in Accounting*. 2003. Vol. 20. P. 265–290. DOI: 10.1016/S0882-6110(03)20012-2
5. Firk S., Schmidt T., Wolff M. CFO emphasis on value-based management: performance implications and the challenge of CFO succession. *Management Accounting Research*. 2019. Vol. 44. P. 26–43. DOI: 10.1016/j.mar.2018.11.001
6. The EFQM Model: European Foundation for Quality Management. *EFQM: Organisational Change Management*. URL: <https://efqm.org/>
7. Helmold M. Strategic Management Tools and Excellence Models. *Successful Management Strategies and Tools* / ed. by M. Helmold. Cham : Springer, 2021. P. 53–63. DOI: 10.1007/978-3-030-77661-9_5

8. Management by objectives (MBO): an effective tool for organizational management / V. Chowhan, P. Kambale, Ch. Ballid, R. Bhatthad. *Contemporary Development Issues in South Asia* / ed. by G. Deep Sharma. Bhavnagar : Krishna Publication House, 2022. P. 90–101.
9. Gaspersz V., Fontana A. Malcolm Baldrige criteria for performance excellence – contoh Aplikasi Pemenang Malcolm Baldrige Award. Bogor : Vinchristo Publication, 2011. 500 p.
10. Darousos E., Visvikis I., Mejia M. Corporate governance and the Human Element: a KPI approach from the transportation industry. *27th Annual Conference of the International Association of Maritime Economists (IAME)*, Athens (Greece), June 25–28, 2019. Athens, 2019. P. 1–22.
11. Radović D., Stević Ž. Evaluation and selection of KPI in transport using SWARA method. *Transport & Logistics: The International Journal*. 2018. Vol. 18. Iss. 44. P. 60–68.

REFERENCES

1. Elwy Habib, E. (2015). Logistics chain processes KPIs in the Egyptian food processing industry. *Scientific Journal for Economic and Commerce, Faculty of Commerce, Ain Shams University*, 3, 1–21. DOI: 10.21608/jsec.2015.163953 [in English]
2. Lypych, L., Zelenko, O., Zelenko, S., Kushnir, M., Khilukha, O. (2021). Construction of KPI-based motivation policy for advancing sustainable procurement logistics of agricultural enterprises: competence approach. *Law, Business and Sustainability Herald*, 1 (1), 4–13. DOI: 10.46489/lbsh.2021-1-1-1 [in English]
3. Darudiato, S. (2020). Business performance management: an implementation model. *Cogito Smart Journal*, 6 (2). 262–271. DOI: 10.31154/cogito.v6i2.163.262-271 [in English]
4. Deyá Tortella, B., Brusco, S. (2003). The economic value added (EVA): an analysis of market reaction. *Advances in Accounting*, 20. 265–290. DOI: 10.1016/S0882-6110(03)20012-2 [in English]
5. Firk, S., Schmidt, T., Wolff, M. (2019). CFO emphasis on value-based management: performance implications and the challenge of CFO succession. *Management Accounting Research*, 44, 26–43. DOI: 10.1016/j.mar.2018.11.001 [in English]
6. EFQM: Organisational Change Management (2022). The EFQM Model: European Foundation for Quality Management. Retrieved from: <https://efqm.org/> [in English]
7. Helmold, M. (2021). Strategic Management Tools and Excellence Models. *Successful Management Strategies and Tools* / ed. by M. Helmold. Cham: Springer, pp. 53–63. DOI: 10.1007/978-3-030-77661-9_5 [in English]
8. Chowhan, V., Kambale, P., Ballid, Ch., Bhatthad, R. (2022). Management by objectives (MBO): an effective tool for organizational management. *Contemporary Development Issues in South Asia* / ed. by G. Deep Sharma. Bhavnagar : Krishna Publication House, pp. 90–101. [in English]

9. Gaspersz, V., Fontana, A. (2011). Malcolm Baldrige criteria for performance excellence – contoh aplikasi pemenang Malcolm Baldrige Award. Bogor : Vinchristo Publication, 500 p. [in English]
10. Darousos, E., Visvikis, I., Mejia, M. (2019). Corporate governance and the Human Element: A KPI approach from the transportation industry. *27th Annual Conference of the International Association of Maritime Economists (IAME)*, Athens (Greece), June 25–28, 2019. Athens, pp. 1–22. [in English]
11. Radović, D., Stević, Ž. (2018). Evaluation and selection of KPI in transport using SWARA method. *Transport & Logistics: The International Journal*, 8 (44), 60–68. [in English]

**НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ
ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ
ТА НАПРЯМИ ЙОГО ВДОСКОНАЛЕННЯ**

О.В. Чорна¹, Н.М. Фалович², О.С. Шевчук³, П.В. Попович⁴, М.В. Буряк⁵

¹к. е. н., старший викладач кафедри транспорту і логістики,
Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна,
ORCID ID: 0000-0002-4204-1551

²к. е. н., доцент, доцент кафедри транспорту і логістики,
Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна,
ORCID ID: 0000-0003-1651-3022

³к. т. н., доцент, доцент кафедри транспорту і логістики,
Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна,
ORCID ID: 0000-0001-8283-4620

⁴д. т. н., професор, завідувач кафедри транспорту і логістики,
Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна,
ORCID ID: 0000-0001-5516-852X

⁵к. т. н., доцент, доцент кафедри транспорту і логістики,
Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна,
ORCID ID: 0000-0001-5332-1498

Анотація

Вступ. Нормативно-правове забезпечення є важливим фактором розвитку транспортних систем. В умовах динамічних змін воно має відігравати не тільки регулюючу, а й стимулюючу роль за рахунок швидкої адаптації правових норм до викликів, які постають перед транспортною системою. **Мета.** Стаття пропонує напрями вдосконалення нормативно-правового забезпечення функціонування транспортних систем відповідно до зміни середовища їх існування. **Результати.** У роботі акцентовано на необхідності постійного вдосконалення нормативно-правового забезпечення функціонування транспортних систем відповідно до обставин, що змінюються. Охарактеризовано систему правового забезпечення функціонування транспорту, встановлено її ієрархічний характер. Визначено та згруповано стратегічні завдання державного управління в галузі транспорту. Встановлено, що в сьогоденних умовах важливим інструментом удосконалення правових норм регулювання транспортного сектору є міжнародні акти, які формують вимоги щодо відповідності глобальним цілям розвитку, посилення ступеня інтегрованості транспортної мережі і її високої логістичної ефективності, а також забезпечення інноваційного розвитку галузі на засадах декарбонізації та сталості. Проаналізовано реалізацію окреслених завдань у чинних нормативно-правових актах, а також визначено перспективні напрями їх удосконалення. У межах окреслених перспектив сформовано підхід до запровадження дворівневої системи обговорення законодавчих ініціатив, які охоплюють близьку й віддалену перспективу. У випадку близької перспективи запропоновано обговорювати нормативне врегулювання викликів, які вже сто-

ють перед транспортною галуззю, з використанням успішного досвіду передових країн. У випадку обговорення норм віддаленої перспективи запропоновано долучатися до обговорення концептуальних положень та інновацій на етапах їх розроблення з метою впливу на цей процес, а також підготовки до їх упровадження у правове поле в майбутньому. **Висновки.** Сьогодні нормативно-правове забезпечення функціонування транспортних систем в Україні перебуває у стані трансформації, причому здебільшого під впливом міжнародних норм. У цьому контексті важливо, щоб упровадження та адаптація змін до чинного законодавства відбувалися оперативнo або з випередженням ситуації, що дасть змогу підвищити рівень розвитку транспортної галузі.

Ключові слова: нормативно-правове забезпечення, нормативно-правове поле, правові акти, транспортна система, транспортна галузь.

REGULATORY AND LEGAL PROVISION OF TRANSPORT SYSTEMS FUNCTIONING CONDITIONS AND DIRECTIONS OF ITS IMPROVEMENT

O.V. Chorna¹, N.M. Falovych², O.S. Shevchuk³, P.V. Popovich⁴, M.V. Buryak⁵

¹Ph.D of Economic Sciences, Senior Lecturer at the Department of Transport and Logistics,
Western Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0002-4204-1551

²Ph.D of Economic Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Transport and Logistics,
Western Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0003-1651-3022

³Ph.D of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Transport and Logistics,
Western Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0001-8283-4620

⁴Dr. of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Transport and Logistics,
Western Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0001-5516-852X

⁵Ph.D of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Transport and Logistics,
Western Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0001-5332-1498

Summary

Introduction. Regulatory support is an important factor in the development of transport systems. In the conditions of dynamic changes, it should play not only a regulatory but also a stimulating role due to the rapid adaptation of legal norms to the challenges facing the transport system. **Purpose.** The article offers directions for improving the regulatory and legal support for the functioning of transport systems in accordance with changes in their environment. **Results.** The paper emphasizes the need for continuous improvement of regulatory and legal support for the functioning of transport systems in accordance with changing circumstances. The system of legal support of transport functioning is characterized, its hierarchical character is defined. The strategic tasks of public administration in the field of transport are defined and grouped. It is established that in today's conditions an important tool for improving the

*legal regulations of the transport sector are international acts that form requirements for compliance with global development goals, strengthening the integration of the transport network and its high logistics efficiency, and ensuring innovative development on the basis of decarbonisation and sustainability. The realization of the outlined tasks in the current normative-legal acts is analyzed, and also perspective directions of their improvement are determined. Within the outlined perspectives, an approach to the introduction of a two-tier system of discussion of legislative initiatives, covering the short and long term, has been formed. In the near future, it is proposed to discuss the regulatory settlement of challenges already facing the transport industry using the successful experience of advanced countries. In the case of discussing the norms of the long term, it is proposed to join the discussion of conceptual provisions and innovations at the stages of their development in order to influence this process, as well as preparation for their implementation in the legal field in the future. **Conclusions.** Today, regulatory and legal support for the functioning of transport systems in Ukraine is in a state of transformation, mainly under the influence of international norms. In this context, it is important that the implementation and adaptation of changes in existing legislation is rapid or ahead of schedule, which will increase the level of development of the transport sector.*

Key words: *normative-legal provision, normative-legal field, legal acts, transport system, transport branch.*

Вступ. У високодинамічному світі в різних сферах життєдіяльності постійно виникають нові виклики, пов'язані із загальносвітовими та локальними процесами. Сьогодні серед ключових викликів, які визначають розвиток транспортної системи, особливе місце посідають питання зниження навантаження на навколишнє природне середовище й простір, швидка адаптація технологічних новинок у сферу транспортного будування та транспортної інфраструктури, людиноцентричність транспорту й інфраструктури, посилення інклюзивності, інтеграція логістичних систем у реальному, технологічному й інформаційному просторі тощо. Наведені виклики вимагають відповідного оперативного реагування з боку всіх учасників транспортного процесу. Проте ключовим елементом у цьому випадку є нормативно-правове поле як середовище врегулювання відносин між суб'єктами транспортних систем.

Нормативно-правове забезпечення функціонування транспортних систем виконує важливу функцію в контексті розбудови держави, забезпечення її конкурентоспроможності та досягнення високого рівня добробуту громадян. Сьогодні в умовах динамічної трансформації світових економічних і технологічних процесів, всеосяжної глобалізації та стрімкого розвитку науково-технічної сфери законодавче поле не може залишатися сталим і незмінним. У таких умовах догматичність законодавчих норм повинна завжди переглядатися й коригуватися не тільки як засіб реагування на зміну ситуації, а й як інструмент випередження розвитку транспорту. Згідно із цим нормативні акти повинні не створювати додаткові обмеження для вдосконалення транспортної системи, а, навпаки, стимулювати її розвиток відповідно до успішних передових практик.

Аналіз останніх досліджень і публікацій та постановка проблеми. Актуальність проблем удосконалення нормативного поля в будь-якій сфері тісно пов'язана з динамікою зміни середовища, щодо якого застосовується нормативно-регулюючий вплив. Нормативно-правове середовище має досить інертний характер, що постає з встановлених процедур, регламентних умов і заполітизованості цієї сфери. Водночас правові питання функціонування транспорту та його вдосконалення є предметом дослідження багатьох науковців. У цьому контексті варто згадати праці Е. Деркач, О. Клепікової, А. Присяжнюка, О. Соколової та інших фахівців, які досить детально розглянули ключові аспекти правового забезпечення умов функціонування транспортних систем із позиції його вдосконалення, визначення перспектив подальшого розвитку та відповідної адаптації правового поля до визначених умов [1–4].

Однак поставлені перед транспортною системою виклики вимагають постійного перегляду й удосконалення правових норм функціонування транспорту. Більше того, в умовах динамічних змін середовища важливо, щоб правове поле швидко адаптувалося до нових умов і давало змогу врегульовувати питання, які виникають у сфері транспорту через технологічні зміни чи інші обставини.

Формулювання цілей статті. Метою дослідження є визначення ключових напрямів удосконалення нормативно-правового забезпечення функціонування транспортних систем відповідно до зміни середовища їх існування. Для вирішення цієї мети в роботі досліджено наявну систему правового регулювання галузі, визначено її стратегічні завдання та структуру, встановлено сфери, у яких окремі питання функціонування транспорту залишаються нерегульованими, а також обґрунтовано напрями їх урегулювання й удосконалення.

Виклад основного матеріалу. Система правового забезпечення функціонування транспорту являє собою складну багаторівневу структуру, яка охоплює та регулює діяльність у багатьох сферах життєдіяльності суспільства. За ступенем поширення та впливу всі нормативні акти поділяються на акти загального і спеціального характеру. При цьому перші врегульовують різні аспекти функціонування транспорту, які постають із загальних умов правового забезпечення, визначених конституційними, цивільно-правовими, господарськими, адміністративними та іншими галузями прав. Натомість дія других спрямовується на врегулювання відносин, які виникають і здійснюються в середовищі транспортної системи. Як загальні, так і спеціальні нормативно-правові акти мають ієрархічну структуру та утворюють три основні рівні: загальнодержавний, галузевий, міжнародний.

До загальнодержавного рівня відносять такі нормативно-праві акти загального характеру: Господарський кодекс України, Цивільний кодекс України, закони України «Про ліцензування видів господарської діяльності» від 2 березня 2015 р., «Про захист економічної конкуренції» від 11 січня 2001 р., «Про електронні документи та електронний документообіг» від 22 травня 2003 р., «Про державно-приватне партнерство» від 1 липня 2010 р., «Про технічні регламенти та оцінки відповідності» від 15 січня 2015 р. тощо. До спеціальних нормативних актів цього ж рівня відносять закони України «Про транспорт» від 10 листопада 1994 р., «Про транзит вантажів» від 20 жовтня 1999 р., «Про транспортно-експедиторську діяльність» від 1 липня 2004 р., «Про перевезення небезпечних вантажів» від 6 квітня 2000 р. тощо.

Галузевий рівень нормативно-правового забезпечення утворює сукупність нормативних актів, пов'язаних із відповідним видом транспорту, а саме: Повітряний кодекс України, Кодекс торговельного мореплавства України, закони України «Про залізничний транспорт» від 4 липня 1996 р., «Про автомобільний транспорт» від 5 квітня 2001 р., «Про морські порти України» від 17 травня 2012 р., «Про дорожній рух» від 30 червня 1993 р., «Про особливості утворення публічного акціонерного товариства залізничного транспорту загального користування» від 23 лютого 2012 р., «Про внутрішній водний транспорт» від 3 грудня 2020 р. До цього рівня відносять також транспортні статuti, правила перевезення вантажів і пасажирів, збірники штрафів, затверджені умови експлуатації транспортних засобів та об'єктів транспортної інфраструктури тощо.

Міжнародний рівень нормативно-правового забезпечення функціонування транспортної галузі становлять основоположні міжнародні конвенції (наприклад, «Про уніфікацію деяких правил міжнародних повітряних перевезень» (1999 р.), «Про договір міжнародного автомобільного перевезення вантажів» (1956 р.), «Про морське перевезення вантажів (Гамбурзькі правила)» (1978 р.), «Про міжнародні залізничні перевезення (КОТІФ)» (1980 р.) та інші), а також міжнародні дво- й багатосторонні угоди між Україною та іншими країнами чи їх групами.

Транспортна система охоплює всю територію України та функціонує на всіх рівнях адміністративно-територіального устрою. Ключові положення, які визначають умови функціонування транспортної системи на кожному рівні, визначено в Законі України «Про транспорт». При цьому органи державного управління забезпечують виконання стратегічних завдань щодо адміністрування транспортного сектору, які є загальними для всієї країни (див. рис. 1). На регіональному й місцевому рівнях виконуються завдання щодо забезпечення ефективної експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури, підвищення рівня якості обслуговування в межах своїх територій [5].

3-поміж стратегічних завдань державного управління у сфері транспорту, які врегульовуються завдяки нормативно-правовому полю, – стимулювання, захист, регулювання та забезпечення екологічності транспорту. Кожне із цих завдань включає складну систему правових норм, які утворюють цілісний комплекс правових актів, що інтегрують усі галузі права та всі сфери функціонування транспортних систем. При цьому, як зазначає А. Присяжнюк, ефективність правового регулювання означає досягнення оптимального цілеспрямованого впливу норми права на суспільні відносини, що дає можливість одержувати передбачувані й бажані для суб'єкта прийняття рішення результати [3].

Важливим фактором, який сьогодні спрямовує трансформування нормативно-правового регулювання умов роботи транспорту, є відповідні вимоги, закладені на міжнародному рівні. Після ратифікації Україною Угоди про асоціацію з Європейським Союзом наша держава прийняла на себе зобов'язання щодо трансформації системи державного управління в багатьох галузях, зокрема транспортному господарстві [6]. Відповідно до цього було започатковано процеси лібералізації відносин між сторонами угоди, співпраці у сфері транспорту, а також реструктуризацію й оновлення транспортних систем, покрокову гармонізацію українського транспортного законодавства відповідно до європейських стандартів.

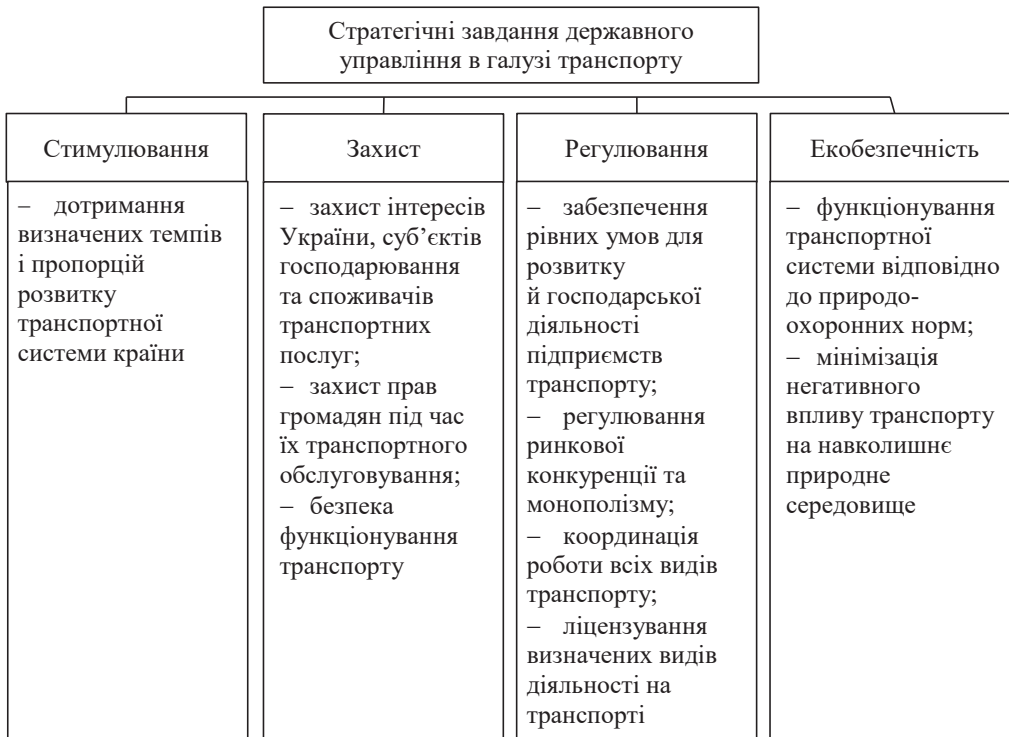


Рис. 1. Стратегічні завдання державного управління в галузі транспорту
Джерело: сформовано авторами на основі [5]

Таким чином, напрями вдосконалення українського правового поля у транспортній галузі сьогодні значною мірою визначаються європейською транспортною політикою. Вона заснована на ефективному міждержавному співробітництві та положеннях таких вагомих документів, як «Біла книга», «Зелена книга», великий перелік планів і програм, а також відповідних директив Європейського Союзу. Особливе значення в цьому питанні має «Біла книга» Європейського Союзу, яка зазнає безперервного коригування відповідно до завдань і викликів, що виникають. Цей документ є базовим концептуально-стратегічним актом транспортної політики Європейського Союзу, який дає орієнтири на просування до нових стандартів і рівня розвитку [1].

Наразі ключовими стратегічними завданнями, які стоять перед європейською транспортною системою та потребують відповідного відображення в українському правовому полі, є такі:

- посилення міжнародної інтегрованості та стійкості транспортних систем в умовах створення єдиного транспортного простору та спільного ринку транспортних послуг;
- реалізація логістичного підходу у транспортній діяльності, що потребує врегулювання в законодавстві умов функціонування інтер-, мультимодальних і термінальних систем перевезення вантажів, технології перевезення «від дверей до дверей», сучасних телекомунікаційних систем супроводу вантажоперевезень [7];

– досягнення Цілей сталого розвитку Організації Об'єднаних Націй (далі – ООН), що у сфері транспорту передбачають створення сталої інфраструктури, стимулювання інновацій, боротьбу зі зміною клімату та його наслідками, глобальне партнерство з метою сталого розвитку тощо (транспорт має стати екологічно відповідальним, інклюзивним, ефективним та економічно стійким) [8];

– досягнення низьких викидів та посилення інноваційних транспортних послуг і технологій, які сприяють декарбонізації транспортної діяльності;

– забезпечення ефективних, безпечних і конкурентоспроможних транспортних систем, що зменшують викиди діоксиду вуглецю, тощо.

Серед інших викликів, які стоять як перед європейською, так і перед українською системою правового регулювання транспорту, виділимо потребу в реагуванні на транспортні інновації та їх відповідне відображення у правових актах, урегулювання відносин у сфері управління транспортним господарством у контексті децентралізації, раціональної організації простору в умовах розвитку транспорту. Відповідно до цього транспортна система повинна бути клієнтоорієнтованою, інтегрованою, інтернаціональною, інтермодальною, інтелектуальною, інноваційною та екологоорієнтованою [9, с. 32, 209].

Відповідно до наведених вимог і тенденцій в Україні сьогодні відбуваються процеси вдосконалення нормативно-правового забезпечення транспорту. Ці процеси відбуваються на засадах сталого розвитку та інтегрованого підходу, що забезпечує збалансування інтересів держави, приватного інвестора й суспільства, потреб охорони навколишнього природного середовища, а також враховує соціальні, економічні, екологічні та інноваційні складники державної транспортної політики [1].

Значна частина наведених вимог викладена в Національній транспортній стратегії України на період до 2030 р. Стратегія створює умови для формування інтегрованого підходу до правового поля, яке має враховувати інтереси всіх учасників транспортної системи (держави, інвестора, суспільства та споживачів транспортних послуг) у контексті реалізації Цілей сталого розвитку ООН із відповідним відображенням в економічному, політичному, екологічному й інноваційному середовищі. Сьогодні ця стратегія є одним з основних програмних документів, який визначає напрям розвитку транспортної галузі до 2030 р. та забезпечує створення інтегрованого до світової транспортної мережі, безпечно функціонуючого та ефективного транспортного комплексу України, задоволення потреб населення в перевезеннях, покращення умов ведення бізнесу для забезпечення конкурентоспроможності та ефективності національної економіки [10]. При цьому особлива увага приділяється напрямам, які відповідають сучасним викликам: конкурентоспроможності та ефективності, інноваційності та інтеграції у глобальні інвестиційні процеси, безпечності, екологічності та енергоефективності, безперешкодній мобільності та міжрегіональній інтеграції.

Для повноцінної реалізації наведених у стратегії положень розроблено План заходів з реалізації Національної транспортної стратегії України на період до 2030 р., у межах якого визначено конкретні етапи та терміни виконання заходів, що необхідні для забезпечення ефективної діяльності та комплексного розвитку галузі загалом. Особливий акцент зроблено на виконанні «євроінтеграційних» зобов'язань нашої країни, які передбачають упровадження європейського

«зеленого курсу», забезпечення оновлення громадського транспорту за рахунок інноваційних та екологічних зразків, покращення якості транспортної інфраструктури, мобільності, доступності й інклюзивності [11].

Також особливий акцент у програмних документах робиться на формуванні безбар'єрного простору, що відповідає вимогам комфортності, людиноцентричності та інклюзивності. Головна увага при цьому зосереджується на фізичній безбар'єрності, яка насамперед актуальна для маломобільних груп населення та потребує відповідних удосконалень як у технологічному плані, так і у правовому полі.

З огляду на виключну цінність життя і здоров'я людей та високі технологічні можливості сучасного транспорту окремим напрямом удосконалення нормативно-правового регулювання є підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні. У цьому контексті прийнято Програму зниження в Україні рівня аварійності та ступеня тяжкості наслідків дорожньо-транспортних пригод. Зазначені ініціативи передбачають поступове впровадження у правове поле дій і заходів, що спрямовані на зниження рівня смертності від дорожньо-транспортних пригод на 30 %, зменшення наслідків від дорожнього травматизму, удосконалення системи управління безпекою дорожнього руху, створення безпечних умов для всіх учасників руху транспорту.

Окремим напрямом удосконалення нормативно-правового забезпечення умов функціонування транспортної системи відповідно до реформи децентралізації є забезпечення права територіальних громад на розвиток місцевих систем життєдіяльності. У цьому контексті в межах Закону України «Про дорожній рух» здійснено розподіл відповідальності й повноважень щодо створення та експлуатації транспортної системи між державними та місцевими органами влади, які поширюються також на заходи з охорони й безпечного використання природного навколишнього середовища.

У контексті перерозподілу повноважень між різними рівнями влади внесено зміни до Закону України «Про автомобільний транспорт». Ці зміни стосуються організації пасажирських перевезень на маршрутах, які не виходять за межі територіальної громади. У таких межах забезпечення організації пасажирських перевезень покладене на місцеві органи влади. Це дає можливість краще враховувати місцеві особливості транспортної системи та потреби населення, а також відповідає викликам децентралізації.

Ефективним інструментом правового врегулювання відносин у сфері розбудови й експлуатації транспорту на місцевому рівні є Закон України «Про міський електричний транспорт», у межах якого визначено правові, організаційні та соціально-економічні засади функціонування міського електричного транспорту загального користування. Згідно із цим законом погоджено функції транспортної системи та органів місцевого самоврядування щодо забезпечення й координації роботи електротранспорту, облаштування та раціонального використання маршрутної мережі, забезпечення тарифного регулювання, безпеки, належних дорожніх умов тощо.

Таким чином, значна частина питань, задекларованих у програмних документах, які охоплюють також міжнародні норми й Цілі сталого розвитку ООН,

розкриті та значною мірою реалізовані в чинних нормативно-правових актах України. Зокрема, досить повно реалізовані Ціль № 9 та Ціль № 11 Цілей сталого розвитку ООН, дія яких спрямована на розвиток національного транспорту й мобільності в містах і спільнотах. У межах завдання 2 Цілі № 11 здійснено забезпечення розвитку поселень і територій виключно на засадах комплексного планування та управління за участю громадськості, а в межах завдань Цілі № 9 забезпечено розширення використання електротранспорту та відповідної мережі інфраструктури.

Незважаючи на загальне охоплення більшості актуальних питань і викликів завдяки їх відповідному відображенню в нормативно-правовій системі, частина актуальних завдань поки що перебуває на етапі розроблення або потребує детального опрацювання задля включення в чинне нормативно-правове поле. Серед проєктів, які містять значний потенціал для вдосконалення правових актів у сфері транспорту, – проєкти «Міський громадський транспорт в Україні II» та законопроєкт № 3023, спрямований на врегулювання питань мікромобільності. Перший проєкт є масштабним концептуальним документом, у якому враховано більшість сучасних викликів, що стоять перед транспортною системою та органами влади. Його основні цілі включають розвиток електротранспорту, підвищення його оснащення, розвиток інфраструктури, урахування вимог маломобільних груп населення, створення ефективної системи міського пасажирського транспорту, зменшення антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище, поліпшення просторового планування та стану екології, повноцінне виконання соціальної функції системами транспорту, а також стимулювання розвитку сучасних типів рухомого складу українського виробництва. У межах законопроєкту № 3023 розроблено ключові умови використання засобів мікромобільності (електросамокатів, скутерів, гіробордів тощо). Більшість питань у цьому контексті пов'язані з безпекою дорожнього руху, інфраструктурою та благоустроєм міст, місцем цих засобів у міській транспортній системі.

Таким чином, нормативно-правове забезпечення умов функціонування транспортних систем в Україні сьогодні перебуває на етапі трансформації. Частина викликів, більшість із яких врахована в європейському транспортному законодавстві, уже врахована у вітчизняних нормативних актах і програмних документах. Інша ж частина перебуває на етапі розроблення, обговорення або прийняття законопроєкту. У будь-якому разі зміна чинних норм законодавства в досліджуваній сфері спрямовується на інтеграцію Цілей сталого розвитку ООН у систему регулювання транспортних систем. Це дасть змогу пришвидшити їх перехід на вищий рівень розвитку та ефективно реагувати на наявні суспільні виклики. Що ж стосується змін, які не враховані на цьому етапі, то вони повинні бути реалізовані у вигляді нормативних актів у найбільш оперативні строки та з урахуванням наявного світового досвіду й перспектив подальшого розвитку галузі.

Правовий аспект упровадження зазначених норм у законодавчі норми сьогодні також потребує активного обговорення, оскільки від форми регламентації правових відносин у сфері транспорту залежать також умови їх дотримання та реалізації. У цьому аспекті О. Клепікова акцентує на необхідності кодифікування транспортного законодавства з метою кращої узгодженості норм, а також досягнення

їх повної відповідності наявним викликам. Дослідниця зазначає, що кодифікованими актами спеціальної дії можуть стати (шляхом поглинання норм 530 відповідних транспортних статутів і законів) Кодекс законів України про автомобільний транспорт, Кодекс законів України про залізничний транспорт та Кодекс законів України про внутрішній водний транспорт.

Загалом вважаємо, що сучасний стан нормативно-правового забезпечення функціонування транспортних систем характеризується високою актуальністю з погляду на адаптацію до передових світових і європейських норм регулювання, а також на активний нормотворчий та науковий процес. Однак в умовах посилення темпів інноваційного розвитку вважаємо за доцільне підвищити оперативну здатність законотворчої системи до реагування на нові виклики або посилення значення вже існуючих. Із цією метою пропонуємо запровадити дворівневу систему законодавчого обговорення, що охоплює близьку й віддалену перспективу.

Обговорення законодавчих змін близької перспективи повинне стосуватися розгляду умов використання наявних транспортних новинок або задекларованих міжнародними організаціями цілей і цінностей. Воно має ґрунтуватися на аналізі наявних моделей їх нормативного регулювання в інших країнах з урахуванням національних чи локальних особливостей. Що ж стосується обговорення законодавчих змін віддаленої перспективи, то воно повинне стосуватися концептуальних програмних положень чи технічних новинок, які перебувають на стадії розроблення або проектування. У цьому випадку наша країна повинна брати активну участь в окреслених процесах і виступати ініціатором обговорення нормативних актів, які могли би врегулювати майбутні процеси у сфері функціонування транспортних систем.

Висновки. Отже, транспортна система України функціонує в умовах усталеного нормативно-правового поля, яке містить норми загального та спеціального права державного, галузевого й міжнародного рівнів. В умовах високого динамізму світових процесів важливо, щоб правове забезпечення було об'єктивним фактором адаптації інновацій і сучасних цінностей до практичної діяльності транспортної сфери. Сьогодні ключовим фактором удосконалення нормативно-правового забезпечення у транспортній галузі є міжнародні норми, зокрема Угода про асоціацію із Європейським Союзом. Відповідно до неї у процесі узгодження норм вітчизняного законодавства з нормами європейського права відбувається лібералізація українського законодавства, посилення інтегрованості транспортної мережі у світову систему, реалізація логістичного підходу у транспортній галузі, а також досягнення Цілей сталого розвитку ООН, що включає декарбонізацію транспорту, безпечність і комфортність його функціонування. Більшість зазначених норм сьогодні враховані у програмних документах, а також у відповідних законодавчих актах України. Ці зміни стосуються переважно забезпечення ефективності та інноваційності транспортної системи, забезпечення безперешкодної мобільності й екологічності, децентралізації окремих процесів щодо регулювання діяльності транспорту, раціональної організації простору та розвитку електро-транспорту. Не до кінця вирішеними питаннями, які поки що перебувають на етапі розроблення, є врегулювання транспортних аспектів мікромобільності, розвиток міського транспорту, а також низка інших.

У контексті отриманих висновків вважаємо за доцільне запропонувати дві стадії обговорення законодавчих змін задля їх швидкого впровадження в нормативне поле. При цьому заходи близької перспективи повинні стосуватися наявних технологій і концепцій, які впроваджені в передових країнах світу та потребують уточнення й адаптації до умов України. Що ж до заходів далекої перспективи, то вони є інструментом випередження розвитку транспортної системи й стосуються концептуальних змін та інновацій. У цьому випадку обговорення законодавчих ініціатив дасть змогу впливати на їх упровадження та швидко адаптувати правову систему, як тільки технічні чи концептуальні новинки будуть упроваджені на транспорті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Укравтодор: Державне агентство автомобільних доріг України. URL: <http://www.ukravtodor.gov.ua/>
2. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
3. Міністерство інфраструктури України. URL: <http://www.mintrans.gov.ua>
4. Тернопільська обласна державна адміністрація. URL: <http://sed.te.gov.ua/main/ua/304.htm>
5. Попович П. Аналітичні технології в забезпеченні економічної ефективності логістичних систем. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2016. Вип. 169. С. 223–225.
6. Попович П., Шевчук О., Мурований І. Підвищення ефективності технологій перевезень організаційними шляхами надання транспортних послуг. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2017. Вип. 184. С. 124–130.
7. Прокудін Г., Омаров Д., Прокудін О. Підвищення продуктивності та якості автобусних пасажирських перевезень в місцях-конгломераціях. *Вісник Національного транспортного університету*. 2016. № 1. С. 378–387.
8. Фалович В., Фалович Н., Семенюк С. Засади розвитку координування як емерджентної якості ланцюга поставок інвестиційних товарів. *Галицький економічний вісник*. 2021. Т. 69. № 2. С. 146–152.
9. Фалович В. Використання засобів логістичної інфраструктури в ланцюгу поставок. *Економіка та суспільство*. 2017. Вип. 10. С. 389–395. URL: http://economyandsociety.in.ua/journal/10_ukr/68.pdf
10. Фалович В. Структурування ланцюга поставок у контексті ідентифікації джерел формування емерджентних властивостей. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Серія «Логістика». 2017. № 862. С. 213–232.
11. Попович П., Шевчук О. Організація діяльності автомобільного транспорту як функції безпеки дорожнього руху. *Безпека дорожнього руху: правові та організаційні аспекти* : матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції (в авторській редакції), м. Кривий Ріг, 17 листопада 2017 р. Кривий Ріг, 2017. С. 180–184.

REFERENCES

1. Ukravtodor: State Agency of Highways of Ukraine [Ukravtodor: Derzhavne ahentstvo avtomobilnykh dorih Ukrainy]. Retrieved from: <http://www.ukravtodor.gov.ua/> [in Ukrainian]
2. State Statistics Service of Ukraine [Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy]. Retrieved from: <http://www.ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian]
3. Ministry of Infrastructure of Ukraine [Ministerstvo infrastruktury Ukrainy]. Retrieved from: <http://www.mintrans.gov.ua> [in Ukrainian]
4. Ternopil Regional State Administration [Ternopilska oblasna derzhavna administratsiia]. Retrieved from: <http://sed.te.gov.ua/main/ua/304.htm> [in Ukrainian]
5. Popovych, P. (2016). Analytical technologies in ensuring the economic efficiency of logistics systems [Analitychni tekhnolohii v zabezpechenni ekonomichnoi efektyvnosti lohistychnykh system]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka – Bulletin of Petro Vasylenko Kharkiv National Technical University of Agriculture*, 169, 223–225. [in Ukrainian]
6. Popovych, P., Shevchuk, O., Murovanyi, I. (2017). Increasing the efficiency of transportation technologies through organizational ways of providing transport services [Pidvyshchennia efektyvnosti tekhnolohii perevezen orhanizatsiinymy shliakhamy nadannia transportnykh posluh]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka – Bulletin of Petro Vasylenko Kharkiv National Technical University of Agriculture*, 184, 124–130. [in Ukrainian]
7. Prokudin, H., Omarov, D., Prokudin, O. (2016). Increasing the productivity and quality of bus passenger transportation in conglomeration areas [Pidvyshchennia produktyvnosti ta yakosti avtobusnykh pasazhyrskykh perevezen v mistsiakh-konhlomeratsiakh]. *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu – Bulletin of the National Transport University*, 1, 378–387. [in Ukrainian]
8. Falovych, V., Falovych, N., Semeniuk, S. (2021). Principles of development of coordination as an emergent quality of the supply chain of investment goods [Zasady rozvytku koordynuvannia yak emerdzhentnoi yakosti lantsiuha postavok investytsiinnykh tovariv]. *Halyskyi ekonomichnyi visnyk – Galician Economic Bulletin*, 69 (2), 146–152. [in Ukrainian]
9. Falovych, V. (2017a). Use of logistics infrastructure in the supply chain [Vykorystannia zasobiv lohistychnoi infrastruktury v lantsiuha postavok]. *Ekonomika ta suspilstvo – Economy and society*, 10, 389–395. Retrieved from: http://economyandsociety.in.ua/journal/10_ukr/68.pdf [in Ukrainian]
10. Falovych, V. (2017b). Structuring of the supply chain in the context of identification of the sources of formation of emergent properties [Strukturuvannia lantsiuha postavok u konteksti identyfikatsii dzherel formuvannia emerdzhentnykh vlastyvostei]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu “Lvivska politehnika”. Seriya “Lohistyka” – Bulletin of the*

Lviv Polytechnic National University. Series "Logistics", 862, 213–232. [in Ukrainian]

11. Popovych, P., Shevchuk, O. (2017). Organization of road transport activities as a function of road safety [Orhanizatsiia diialnosti avtomobilnoho transportu yak funktsii bezpeky dorozhnoho rukhu]. *Materialy XII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (v avtorskii redaktsii) "Bezpeka dorozhnoho rukhu: pravovi ta orhanizatsiini aspekty" [Materials of the 12th International Scientific and Practical Conference (edited by the author) "Road Safety: Legal and Organizational Aspects"]* (Kryvyi Rih, November 17, 2017). Kryvyi Rih, pp. 180–184. [in Ukrainian]

Наукове видання

РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ

Науковий журнал

Випуск 2(13), 2022

Засновник – Одеський національний морський університет

*Українською
та англійською мовами*

Видається з жовтня 2016 р.

Формат 70×108/16. Гарнітура Times New Roman.
Папір офсет. Цифровий друк. Ум. друк. арк. 8,82.
Замов. № 0722/274. Наклад 200 прим.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Телефон +38 (048) 709 38 69
+38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.

Scientific publication

TRANSPORT DEVELOPMENT

Scientific journal

Issue 2(13), 2022

Founded by Odessa National Maritime University

In Ukrainian and English

Since October 2016

Format 70×108/16. Times New Roman Font.
Offset. Digital printing. Conventional printed sheet 8,82.
Order No 0722/274. Edition of 200 copies.

Publishing House “Helvetica”
65101, Ukraine, Odessa, 6/1 Inglizi St.
Phone +38 (048) 709 38 69
+38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Certificate of publishing entity
ДК № 7623 as of 22.06.2022