

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ВАСИЛЬЄВ ІГОР АНАТОЛІЙОВИЧ

УДК 005.8:656.1/.5:711.4

ДИСЕРТАЦІЯ

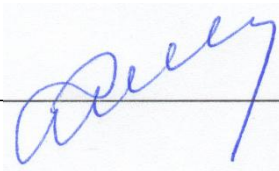
МЕНЕДЖМЕНТ ПРОЄКТІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОРГАНІЗУВАННЯ ДОРОЖНЬОГО
РУХУ В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ

Спеціальність: 073 «Менеджмент»

Галузь знань: 07 «Управління та адміністрування»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії вперше

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

 I.A. Васильєв

Науковий керівник: Бушуєв Сергій Дмитрович, д. т. н., професор

Київ – 2025

АНОТАЦІЯ

Васильєв І.А. Менеджмент проєктів модернізації організування дорожнього руху в населених пунктах. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 073 «Менеджмент». – Київський національний університет будівництва і архітектури Міністерство освіти і науки України, Київ, 2025.

Дисертаційна робота присвячена розробці науково обґрунтованих моделей, методів та процесів менеджменту проєктів модернізації ОДР в населених пунктах шляхом діджиталізації виробничих процесів з упровадження ОДР для підвищення безпеки, зменшення завантаженості вулично-дорожньої мережі, зниження екологічного впливу, забезпечення економічної ефективності та збільшення транспортної стійкості населених пунктів в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення на принципах сталої мобільності.

Переважне використання «жорстких» заходів у розвитку транспортних систем населених пунктів у довоєнний час призвело в населених пунктах до збільшення часу поїздок, зростання заторів, погіршення екологічного стану, зменшення ефективності перевезень пасажирів та вантажів, перетворення території у некомфортне для проживання середовище. В умовах загроз та викликів воєнного стану та повоєнного відновлення, постійної зовнішньої загрози з боку країни-агресора, ускладнення характеру управлінських задач, зростання інформаційного навантаження на прийняття управлінських рішень, переважне використання «жорстких» заходів призводить до зменшення стійкості транспортних систем населених пунктів, погіршує керованість дорожнім рухом, та в цілому послаблює обороноздатність країни.

З приводу цього модернізація транспортних систем населених пунктів на основі принципів сталої мобільності набуває особливого значення. Вона орієнтується на зважене використання, як «жорстких» заходів з розвитку транспортних систем (наприклад, будівництво об'єктів інфраструктури), так і «м'яких» заходів, таких як удосконалення керуючої системи транспортної системи, зокрема шляхом модернізації системи управління ОДР, наприклад, на

підприємствах, що відповідають за реалізацію заходів з упровадження ОДР в межах населених пунктів.

Забезпечення ефективного управління ОДР, особливо в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення, потребує наявності адаптивної керуючої системи, здатної оперативно ухвалювати обґрунтовані рішення на базі достовірної та актуальної інформації. З приводу цього, одним із пріоритетних напрямів модернізації системи управління ОДР є оновлення діяльності підприємств через діджиталізацію виробничих процесів з упровадженням ОДР.

Рішення цієї задачі, враховуючи її комплексний характер, ризики та виклики воєнного стану та повоєнного відновлення, можливе за умов цілісного та системного упровадження проєктного менеджменту та розробки цілісного комплексу моделей та методів управління проєктами модернізації ОДР, у тому числі, проєктів модернізації системи управління ОДР в рамках упровадження сталої мобільності в населених пунктах в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення. Реалізація зазначених проєктів передбачає більш широке застосування сучасних інформаційних технологій на всіх етапах реалізації заходів з ОДР.

Запропонований підхід щодо модернізації ОДР, забезпечує збільшення керованості транспортних систем населених пунктів, підвищує їх транспортну стійкість, покращує умови проживання та забезпечує підвищення рівня обороноздатності країни на певній території.

Основна частин дисертаційної роботи складається з вступу, чотирьох розділів та загальних висновків.

У Розділі 1 представлений аналіз функціонування ОДР в населених пунктах у мирний час, під час воєнного стану та повоєнного відновлення. Розроблені концептуальна та математична моделі менеджменту проєктів модернізації ОДР в населених пунктах розглядаються у Розділі 2. Розділ 3 присвячений результатам моделювання модернізації системи управління ОДР з врахуванням принципів сталої мобільності в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення. У Розділі 4

представлені практичні рекомендації з модернізації системи управління ОДР на прикладі комунального підприємства, що здійснює діяльність з упровадження ОДР.

Основними результатами дисертаційного дослідження є:

- аналіз функціонування системи управління ОДР в населених пунктах у мирний час, під час воєнного стану та повоєнного відновлення;

- розроблена інтегрована концептуальна модель менеджменту проєктів модернізації ОДР в населених пунктах, яка включає адаптивний цикл «аналіз – планування – реалізація – моніторинг – коригування», що забезпечує гнучкість у динамічних умовах населених пунктів;

- розроблена математична модель менеджменту проєктів модернізації ОДР в населених пунктах, яка акцентується на сталості шляхом оптимізації індексу сталості проєкту модернізації ОДР;

- розроблена математична модель модернізації системи управління ОДР у великих містах України з врахуванням умов воєнного стану та повоєнного відновлення, яка максимізує індекс модернізації керуючої системи;

- проведений розрахунок індексу сталості проєкту модернізації ОДР за трьома варіантами (сценаріями) модернізації: оптимістичним, ризик-орієнтованим та песимістичним, за результатом аналізу яких сформовані пропозиції щодо заходів з підвищення сталості проєкту модернізації ОДР для кожного із запропонованих сценаріїв;

- аналіз чутливості індексу сталості проєкту щодо визначення ступеня впливу на нього технологічних параметрів та ймовірності збоїв;

- обґрунтована модель модернізації системи управління ОДР у великих містах України з врахуванням умов воєнного стану та повоєнного відновлення на базі гібридної методології Waterfall-Scrumban;

- розроблені рекомендації щодо модернізації Підприємства шляхом діджиталізації виробничих процесів з упровадження ОДР в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення.

Наукова новизна дисертаційного дослідження полягає у запропонованому цілісному комплексі моделей та методів управління проєктами модернізації ОДР,

який об'єднує інфраструктурні, технологічні та соціальні компоненти з урахуванням взаємодії зовнішніх факторів, ресурсів і зацікавлених сторін.

Вперше запропонована:

- інтегрована концептуальна модель менеджменту проєктів модернізації ОДР в населених пунктах яка включає адаптивний цикл «аналіз – планування – реалізація – моніторинг – коригування»;

- розроблено математичну модель менеджменту проєктів модернізації ОДР в населених пунктах, яка акцентується на сталості шляхом оптимізації індексу сталості проєкту модернізації ОДР;

- формалізовано математичну модель модернізації системи управління ОДР у великих містах України з врахуванням умов воєнного стану та повоєнного відновлення, яка максимізує індекс модернізації керуючої системи.

Удосконалені:

- моделювання специфічних характеристик населених пунктів, як змінних;
- терміни та визначення понять у сфері дорожнього руху та ОДР;
- вимоги щодо модернізації ОДР з урахуванням умов воєнного стану та повоєнного відновлення.

Подальший розвиток отримали:

- гібридна методологія Waterfall-Scrumban;
- вимоги та положення сталої мобільності, що ураховують ризики та виклики воєнного стану та повоєнного відновлення;
- використання сучасних інформаційних технологій (ГІС, веб-картографії, ІІІ) в здійсненні виробничих процесів з упровадження ОДР в населених пунктах.

Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості їх використання при реалізації в населених пунктах проєктів модернізації ОДР шляхом діджиталізації виробничих процесів з упровадження ОДР в комунальному підприємстві, що знаходиться у сфері управління місцевими органами влади. Цей підхід може бути використаний у великих містах, обласних центрах, містах-центрах промисловості та містах з населенням більше 50 тис. осіб, в яких відповідно до операційного плану заходів з реалізації у 2025-2027 роках

Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року, до 2027 року включно повинні бути розроблені плани сталої міської мобільності.

Практичне значення отриманих результатів підтверджується апробацією результатів у роботі одного з комунальних підприємств, що здійснює діяльність з упровадження ОДР у м. Київ, трьома свідоцтвами про реєстрацію авторського права на твір. Результати дослідження представлялись та доповідались на міжнародних конференціях, круглому столі та науковому семінарі.

Ключові слова: аналіз чутливості, виробничий процес, гібридна методологія, діджиталізація, модель менеджменту проєкту, модернізація, населений пункт, організування дорожнього руху, план сталої міської мобільності, система управління, стала мобільність, сталий розвиток, транспортна система, управління проєктами.

ABSTRACT

Vasyliiev I.A. Project management of modernizing traffic control in urban settlements.
– Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 073 “Management”. – Kyiv National University of Construction and Architecture, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2025.

The dissertation is dedicated to the development of scientifically grounded models, methods, and processes for project management in the modernization of traffic control in urban areas through the digitalization of production processes related to the implementation of traffic control. The aim is to improve safety, reduce congestion on the street and road network, lower environmental impact, ensure economic efficiency, and increase the transport resilience of communities under martial law and during post-war recovery, all within the framework of sustainable mobility principles.

The predominant reliance on “hard” measures in the development of transport systems in the pre-war period led to longer travel times, increased congestion, deteriorating environmental conditions, decreased efficiency of passenger and freight transportation, and the transformation of urban space into an uncomfortable living environment. Under the threats and challenges of martial law and post-war recovery, constant external aggression, the growing complexity of management tasks, and the increased information load on decision-making processes, further reliance on “hard” measures leads to decreased resilience of transport systems, worsens traffic control, and undermines the overall national defense capability.

In this context, the modernization of urban transport systems based on the principles of sustainable mobility is of particular importance. This modernization includes both “hard” measures (e.g., infrastructure development) and “soft” measures such as improving the management subsystem of the transport system—particularly through the modernization of the traffic control system, including enterprises responsible for implementing traffic control measures within urban areas.

Effective traffic control management, especially during wartime and post-war recovery, requires an adaptive management system capable of promptly making well-

grounded decisions based on reliable and up-to-date information. Therefore, one of the priority directions for traffic control system modernization is updating enterprise operations through the digitalization of traffic control production processes.

Given the complex nature of this task, its associated risks, and the challenges posed by martial law and post-war recovery, successful implementation requires the holistic and systematic application of project management and the development of an integrated set of models and methods for managing traffic control modernization projects. This includes projects aimed at modernizing the traffic control system within the implementation of sustainable urban mobility plans in conditions of war and post-war reconstruction. These projects involve the broader application of modern information technologies at all stages of traffic control measure implementation through the digitalization of related production processes.

The proposed approach to traffic control modernization enhances the manageability of urban transport systems, increases their resilience, improves the living environment, and strengthens the national defense capabilities in specific territories.

The main body of the dissertation consists of the introduction, four chapters, and general conclusions.

Chapter 1 presents an analysis of traffic control functioning in urban areas during peacetime, martial law, and post-war recovery. Chapter 2 develops the conceptual and mathematical models of project management for traffic control modernization in urban areas. Chapter 3 is dedicated to the results of modeling the modernization of traffic control systems based on sustainable mobility principles in the context of war and post-war reconstruction. Chapter 4 provides practical recommendations for modernizing the traffic control system using the case of a municipal enterprise responsible for traffic control implementation.

The main results of the dissertation include:

- an analysis of traffic control system functioning in urban areas during peacetime, wartime, and post-war recovery;
- development of an integrated conceptual model for managing traffic control modernization projects in urban areas, incorporating the adaptive cycle "analysis –

planning – implementation – monitoring – adjustment" to ensure flexibility in dynamic urban conditions;

- development of a mathematical model for managing traffic control modernization projects focused on sustainability through optimization of the traffic control project sustainability index;

- development of a mathematical model for traffic control system modernization in large Ukrainian cities during wartime and post-war recovery, aimed at maximizing the modernization index of the management system;

- calculation of the sustainability index for traffic control modernization projects under three modernization scenarios—optimistic, risk-oriented, and pessimistic—with proposals to enhance sustainability under each scenario;

- sensitivity analysis of the sustainability index to determine the influence of technological parameters and failure probabilities;

- justification of a traffic control system modernization model for large Ukrainian cities under martial law and post-war recovery, based on the hybrid Waterfall–Scrum methodology;

- development of practical recommendations for enterprise modernization through digitalization of traffic control-related production processes under martial law and post-war conditions.

The scientific novelty lies in the proposed integrated set of models and methods for managing traffic control modernization projects, which combine infrastructure, technological, and social components, accounting for interactions among external factors, resources, and stakeholders.

First proposed:

- an integrated conceptual model for traffic control modernization project management in urban areas was proposed, including the adaptive cycle “analysis – planning – implementation – monitoring – adjustment”;

- a mathematical model for managing traffic control modernization projects was developed, focused on optimizing the sustainability index of such projects;

- a mathematical model for traffic control system modernization in large Ukrainian cities was formalized to maximize the modernization index of the management system, considering wartime and post-war conditions.

The study further develops:

- the modeling of urban-specific characteristics as variables;
- terminology and definitions in the field of traffic and traffic control;
- requirements for traffic control modernization under conditions of martial law and post-war recovery.

Additionally, the study advances on:

- the hybrid Waterfall–Scrumban methodology;
- requirements and provisions of sustainable mobility under risk and uncertainty;
- the use of modern IT solutions (GIS, web-mapping, AI) in production processes for traffic control implementation in urban areas.

The practical significance of the results lies in their applicability to the implementation of traffic control modernization projects through the digitalization of production processes in municipal enterprises under local government management. This approach can be applied in large cities, regional centers, industrial hubs, and cities with a population over 50,000, where—according to the 2025–2027 Operational Action Plan for the implementation of the National Transport Strategy of Ukraine until 2030—sustainable urban mobility plans must be developed by 2027.

The practical value of the results is confirmed by their pilot application at a municipal enterprise responsible for traffic control in Kyiv, three registered copyright certificates, and presentation of the research outcomes at international conferences, a roundtable, and a scientific seminar.

Keywords: sensitivity analysis, production process, hybrid methodology, digitalization, project management model, modernization, urban area, traffic control, sustainable urban mobility plan, management system, sustainable mobility, sustainable development, transport system, project management.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, які відображають основні наукові результати:

1. Verenych O., Bezshapkin S., Vasyliiev I., Verenych D. GIS-Technologies Using for Spatial Data Analyse of the Road Traffic Accidences on the Example of Kyiv. 2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), 18-20 December 2019. DOI: <https://doi.org/10.1109/ATIT49449.2019.9030467>.

Особистий внесок здобувача: обґрунтування використання цифрових технологій, у тому числі геоінформаційних технологій, у сфері безпеки та організування дорожнього руху;

2. Cherniy V., Bezshapkin S., Verenych O., Vasyliiev I. Sharovara O. Modern Approach to the Road Traffic Management in Cities of Ukraine: Case Study of Kyiv Municipal Company "Road Traffic Management Center". 2020 IEEE E-TEMS 2020, pp. 180-185. DOI: <https://doi.org/10.1109/E-TEMS46250.2020.9111757>. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9111757>.

Особистий внесок здобувача: опис робочого прототипу загальної міської схеми управління дорожнім рухом; аналіз заходів з методичної підтримки та інформаційного забезпечення розробки прототипу схеми, як пілотного проєкту модернізації організування дорожнього руху на прикладі м. Києва;

3. Bezshapkin S., Korzh R., Verenych O., Vasyliiev I. State-of-the-art Geoinformation Technologies Use in the Road Traffic Management. Proceedings of the ITPM 2021. 2021. С. 217-227. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2851/paper20.pdf>.

Особистий внесок здобувача: аналіз положень організування дорожнього руху, як базового підходу для забезпечення безпеки дорожнього руху; розробка та основних заходів з розробки геоінформаційної системи організування дорожнього руху, як елементу інфраструктурного проєкту зі створення діючого прототипу загальної схеми організування дорожнього руху;

4. Васильєв І. А., Безшапкін С. М., Тимченко С. І. Проєкти організації дорожнього руху: питання понятійного апарату та нормативно-правового забезпечення в контексті національної безпеки та оборони країни. Управління

розвитком складних систем. 2023. № 56. С. 31–39. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.56.31-39>.

Особистий внесок здобувача: аналіз визначень та відношень понять у сфері організування дорожнього руху, надання пропозицій щодо уточнення визначень базових понять з позицій методології управління проектами модернізації організації дорожнього руху;

5. Васильєв І. А. Реалізація інфраструктурних проєктів із цифровізації процесів управління організацією дорожнього руху: термінологічний аспект. Управління розвитком складних систем. 2024. № 58. С. 15–24. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.58.15-24>.

6. Бушуєв С. Д., Васильєв І. А. Проєктний підхід щодо створення керуючої системи для модернізації організації дорожнього руху під час відбудови територіальних громад. Управління розвитком складних систем. 2024. № 59. С. 24–33. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.59.24-33>.

Особистий внесок здобувача: аналіз організаційної структури та складу керуючої системи дорожніми умовами та транспортними потоками на прикладі Києва, Харкова, Одеси, Дніпра, Львова; аналіз відкритих даних щодо завантаженості доріг та дорожньо-транспортних пригод; обґрунтування необхідності переходу до принципів сталої мобільності для забезпечення підвищення транспортної стійкості територіальних громад в умовах викликів воєнного часу та перманентних загроз під час їх відбудови;

7. Войтенко О. С., Васильєв І. А. Упровадження проєктного підходу при модернізації комунального підприємства у сфері організування дорожнього руху під час повоєнної відбудови громади. Управління розвитком складних систем. 2024. № 60. С. 33–43. DOI: <https://dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.60.33-43>.

Особистий внесок здобувача: аналіз етапів розвитку мобільності в територіальних громадах; обґрунтування застосування проєктного підходу при модернізації організування дорожнього руху, у тому числі, системи управління шляхом цифровізації процесів управління в територіальні громаді; розробка базових положень проєкту модернізації підприємства з упровадження

організування дорожнього руху в умовах воєнної та повоєнної відбудови громади відповідно до принципів сталості.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації та засвідчують їх апробацію:

8. Веренич О. В., Безшапкін С. М., Васильєв І. А., Войтенко О. С., Тимченко С. І. Методичні підходи щодо модернізації організації дорожнього руху. Управління проєктами у розвитку суспільства. Управління проєктами післявоєнної розбудови України: тези доповідей XX Міжнар. конф. / відповідальний за випуск С. Д. Бушуєв. м. Київ, 12 травня 2023 р. Київ: КНУБА, 2023. С. 69–73. URL: <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/4632/1/Тези%20Київ-2023.pdf>.

Особистий внесок здобувача: визначення складу організаційних заходів та методичного супроводу в рамках модернізації організації дорожнього руху;

9. Веренич О. В., Васильєв І. А. Методології управління проєктами для діджиталізації організації дорожнього руху. Сучасні тренди соціально-економічних перетворень та інтелектуалізації суспільства в умовах сталого розвитку: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. / ред. кол. О. М. Ложачевська та ін. м. Запоріжжя, 10 листопада 2023 р. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2023. С. 80–82. URL: https://zp.edu.ua/uploads/dept_s&r/2023/conf/1.7/STSEPtaiS_2023_proc.pdf.

Особистий внесок здобувача: обґрунтування застосування традиційної методології та гнучких підходів при реалізації проєктів з цифровізації організації дорожнього руху;

10. Веренич О. В., Безшапкін С. М., Васильєв І. А., Тимченко С. І. Роль просторових даних у реалізації інфраструктурних проєктів на прикладі організації дорожнього руху територіальних громад. Управління проєктами у розвитку суспільства. Управління проєктами післявоєнної розбудови України: тези доповідей XXI Міжнар. конф. / відповідальний за випуск С. Д. Бушуєв. м. Київ, 24 травня 2024 р. Київ: КНУБА, 2024. С. 86–90. URL: <https://repository.knuba.edu.ua/items/75f03d2e-0c9a-479a-b27a-37b3a64422c1>.

Особистий внесок здобувача: визначення особливостей реалізації інфраструктурних проєктів, пов'язаних з просторовими властивостями інфраструктури.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	18
ВСТУП	21
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОРГАНІЗУВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ У МИРНИЙ ЧАС, ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ ТА ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ.....	37
1.1 Огляд літературних джерел щодо менеджменту модернізації організування дорожнього руху	37
1.2 Аналіз термінологічної системи у сфері організування дорожнього руху.....	38
1.3 Аналіз стану транспортної системи України у мирний час та під час воєнного стану.....	41
1.4 Визначення ролі населених пунктів у транспортній системі України	61
1.5 Склад та зміст організування дорожнього руху в населених пунктах	66
1.6 Вимоги щодо модернізації організування дорожнього руху в населених пунктах відповідно до умов воєнного стану та повоєнного відновлення.....	69
1.7 Загальна характеристика керуючої системи дорожнім рухом в населених пунктах	73
Висновки до Розділу 1	88
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛІ МЕНЕДЖМЕНТУ ПРОЄКТІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОРГАНІЗУВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ	90
2.1 Концептуальна модель менеджменту проєктів модернізації організування дорожнього руху в населених пунктах	90
2.2 Математична модель менеджменту проєктів модернізації організування дорожнього руху в населених пунктах	94
2.3 Аналіз чутливості проєктів модернізації організування дорожнього руху.....	104

	16
Висновки до Розділу 2	114
РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЬ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗУВАННЯМ ДОРОЖНЬОГО РУХУ З ВРАХУВАННЯМ ПРИНЦИПІВ СТАЛОЇ МОБІЛЬНОСТІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ТА ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ	116
3.1 Аналіз розвитку транспортної мобільності в населених пунктах в умовах мирного часу, воєнного стану та повоєнного відновлення.....	116
3.2 Заходи з розвитку транспортної системи населених пунктів у рамках упровадження сталої мобільності	134
3.3 Математична модель модернізації системи управління організуванням дорожнього руху	141
Висновки до Розділу 3	146
РОЗДІЛ 4. РЕКОМЕНДАЦІЇ З МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗУВАННЯМ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПРИКЛАДІ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	148
4.1 Обґрунтування стратегії модернізації системи управління організуванням дорожнього руху в населених пунктах	148
4.2 Загальні положення проєкту модернізації системи управління організуванням дорожнього руху	153
4.3 Основні напрями реалізації проєкту модернізації системи управління організуванням дорожнього руху	154
4.4 Обґрунтування методології реалізації проєкту модернізації системи управління організуванням дорожнього руху	157
4.5 Заходи з модернізації	163
4.5.1 Організаційні заходи	163
4.5.2 Визначення складу геопросторової інформації.....	165
4.5.3 Технологічний аспект модернізації	167
4.5.4 Кадрове забезпечення.....	176
4.5.5 Нормативне забезпечення та методичний супровід.....	176
4.5.6 Інформаційне забезпечення	177

	17
4.5.7 Програмно-технічне забезпечення.....	183
Висновки до Розділу 4	184
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	186
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	188
ДОДАТКИ	213
ДОДАТОК А	214
ДОДАТОК Б.....	215
ДОДАТОК В.....	218
ДОДАТОК Г	219
ДОДАТОК Д.....	222
ДОДАТОК Е.....	226
ДОДАТОК Ж.....	229
ДОДАТОК И	231
ДОДАТОК К.....	234
ДОДАТОК Л.....	236
ДОДАТОК М.....	238
ДОДАТОК Н	240
ДОДАТОК П	243
ДОДАТОК Р	245
ДОДАТОК С.....	249
ДОДАТОК Т.....	250
ДОДАТОК У	252
ДОДАТОК Ф.....	255
ДОДАТОК Х	258

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- Агентство відновлення – Державне агентство відновлення та розвитку інфраструктури України;
- АСКДР – автоматизована система керування дорожнім рухом;
- АСУДР – автоматизована система управління дорожнім рухом;
- АТ – акціонерне товариство;
- ВВП – валовий внутрішній продукт;
- ВДМ – вулично-дорожня мережа;
- ВПО – внутрішньо переміщена особа;
- ГІС – геоінформаційна система;
- ГО – громадська організація;
- ДСТУ – Державний стандарт України;
- ДТП – дорожньо-транспортна пригода;
- ДУ – дорожні умови;
- ЄДР – єдиний державний реєстр;
- ЄЗК – Європейський зелений курс;
- ЄС – Європейський Союз;
- ІББ – індекс багатовимірної бідності;
- ІЕЕ – індекс екологічної ефективності;
- ІЛР – індекс людського розвитку;
- ІР – Інтернет речей;
- ІРЛП – індекс розвитку людського потенціалу;
- ІТС – інтелектуальна транспортна система;
- КІРТ – концепція інтегрованого розвитку території;
- КК – комунальна корпорація;
- КМДА – Київська міська державна адміністрація;
- КП – комунальне підприємство;
- КПП – контрольно-пропускний пункт;

- КС – керуюча система;
- КСР – Комісії ООН зі сталого розвитку;
- КУ – комунальна установа;
- МЕР – місцевий економічний розвиток;
- МКНСР – Міжнародна комісія з навколишнього середовища і розвитку;
- НДР – науково-дослідна робота;
- ОДР – організування (організація) дорожнього руху;
- ООН – Організація Об’єднаних Націй;
- ПДР – Правила дорожнього руху;
- ПКВ - програма комплексного відновлення;
- ПММ – піраміда міської мобільності;
- ППЗШ – пристроїв примусового зменшення швидкості;
- ПСММ – план сталої міської мобільності;
- ССРМ – Стратегія сталої та розумної мобільності;
- ТЗ – транспортний засіб;
- ТЗОДР – технічний засіб організування дорожнього руху;
- ТЗРДР – технічний засіб регулювання дорожнім рухом;
- ТП – транспортний потік;
- ТС – транспортна система;
- ТТМ – Транс’європейська транспортна мережа;
- ШІ – штучний інтелект;
- ЮНЕП – Програма ООН з довкілля;
- BSC – Balance Scorecard;
- CDS – City Development Strategy;
- Dow Jones Sustainability Index – Індекс стійкості Dow Jones;
- EGD – European Green Deal;
- GPS – Global Position System;
- IoT – Internet of Things (Інтернет речей);

- KPI – Key Performance Indicators;
- LED - Local Economic Development;
- MaaS – Mobility as a Service (мобільність як послуга);
- NUTS – Номенклатура територіальних одиниць для статистичного обліку;
- PM – particulate matter (тверді частинки);
- RDNA – Rapid Damage and Needs Assessment;
- SD – Sustainable Development;
- SSMS – Sustainable and Smart Mobility Strategy;
- SWOT – Strengths Weaknesses Opportunities Threats;
- TEN-T – Trans-European Transport Network;
- UNEP – United Nations Environment Programme;
- WCED – World Commission on Environment and Development.

ВСТУП

Обґрунтування вибору та актуальність теми дослідження. В структурі транспортної системи країни населені пункти виконують функції транспортних вузлів, поєднуючи в єдине ціле шляхи сполучення різних видів транспорту, та, по відношенню до транспортної системи країни, виступають просторовими системами більш нижчого рівня організування.

Найбільш складними є транспортні вузли у містах, що пов'язано з кількома факторами: виконанням кількох функцій; особливостями просторової організації та планувальної структури; значною концентрацією на відносно невеликій площі населення, транспортних засобів, виробництв, об'єктів соціального призначення; високою щільністю вулично-дорожньої мережі (ВДМ); значним розвитком дорожньої інфраструктури. Для транспортних вузлів в межах великих міст також характерними є значні розміри внутрішніх міських, приміських, міжміських, міжнародних прямих та транзитних перевезень пасажирів та вантажів різними видами транспорту, серед яких найбільш провідну роль відіграють автомобільний транспорт та міський наземний (тролейбусний та трамвайний) електротранспорт (далі – дорожній транспорт).

Зі збільшенням в населених пунктах розмірів перевезень зростає інтенсивність дорожнього руху, що має негативні наслідки, особливо у великих містах, які виконують функції головних транспортних вузлів країни. Це проявляється у збільшенні завантаженості доріг, втрат часу у заторах, витрат ресурсів на перевезення пасажирів та вантажів, кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП), погіршенні якості повітря. В результаті зменшується ефективність перевезень та якість транспортних послуг, погіршується екологічний стан та транспортна мобільність (далі – мобільність), міста перетворюються у некомфортне для проживання та недружнє для пересування середовище.

Однією з причин такого стану речей в Україні довгий час вважали її значну автомобілізацію. Але, як свідчить аналіз даних щодо автомобілізації, Україна займає останнє місце серед країн Європи щодо кількості автомобілів відносно

кількості населення, що дещо суперечить сприйняттю ситуації на ВДМ великих міст, таких як Київ, Харків, Одеса, Дніпро, Львів. Тому виникає питання щодо інших причин погіршення транспортної ситуації в населених пунктах.

У теперішній час серед головних причин негативних тенденцій у дорожньому транспорті необхідно назвати екстенсивний підхід у розвитку транспортних систем (ТС), який можна зв'язати з індустріальним (промисловим) типом суспільства. Для цього підходу характерним є застосування переважно жорстких заходів з розвитку транспорту, що передбачає в якості пріоритету капіталомістке та довготривале будівництво інфраструктурних об'єктів (автомобільних доріг, розв'язок, споруд мостового типу тощо). У період індустріального суспільства це є одним із проявів розвитку країни. У подальшому із зростанням економіки країни та добробуту її населення, прискорюється процес автомобілізації, який призводить до збільшення кількості транспортних засобів, що у свою чергу потребує подальшого розвитку транспортної інфраструктури. Виникає своєрідне замкнуте коло. В результаті збільшується кількість автомобілів, зростає автомобілізація населення, розвивається дорожня інфраструктура, але міста поступово наповнюються великими та нескінченими потоками транспорту. Міста, особливо їх центральна та ділова частина, стають все менш привабливими для проживання. Починається поступовий відтік населення в передмістя, збільшується відстані між місцем проживання, роботою та об'єктами соціальної інфраструктури (лікарськими закладами, навчальними закладами, торгівельно-розважальними центрами, спортивними спорудами тощо), що в подальшому призводить до збільшення кількості автомобілів.

Розуміння негативних наслідків цього процесу, в першу чергу в країнах Європи, призвело до проведення з 1990-их років поступової модернізації ТС населених пунктів шляхом реалізації в населених пунктах положень Концепції сталої мобільності, принципи якої передбачають реалізацію економічно ефективних, соціально орієнтованих та екологічно безпечних транспортних рішень. Це обумовлює відмову від переважного застосування екстенсивного підходу у розвитку ТС населених пунктах та перехід до інтенсивного типу розвитку із більш

широким застосуванням менш капіталомістких та тривалих за часом м'яких заходів, таких як: розвиток громадського транспорту та засобів мікромобільності; розвиток велосипедної інфраструктури; створення перехоплюючих автостоянок; запровадження інтеграції перевізного процесу шляхом здійснення мультимодальних (перевезення пасажирів та вантажів за одним договором) та інтермодальних (змішані перевезення «від дверей до дверей», що підготовлюються і виконуються під єдиним керівництвом одного транспортного оператора) перевезень; проведення організування дорожнього руху (ОДР), у тому числі, з використанням інтелектуальних транспортних систем (ІТС) та автоматизованих систем керування дорожнім рухом (АСКДР); упровадження проектування та контролю стану ОДР, транспортного моделювання та прогнозування із застосуванням сучасних інформаційних технологій; підвищення освіченості мешканців питаннями розвитку транспорту та безпеки дорожнього руху.

Модернізація на принципах сталої мобільності ТС в населених пунктах Європи, незважаючи на певні недоліки та складності в реалізації, сприяла в цілому к більш збалансованому застосуванню жорстких та м'яких заходів розвитку транспорту, зменшенню завантаженості доріг, розвитку громадського транспорту та транспортних засобів мікромобільності, покращенню екології міст, упровадженню сучасних інформаційних технологій в управління дорожнім рухом, розширенню цифрових мультимодальних та інтермодальних транспортних послуг.

В той же час в Україні модернізація ТС населених пунктів на принципах сталої мобільності відбувалася дуже повільно. У значній більшості випадків, розвиток ТС продовжував здійснюватися екстенсивним шляхом без більш широкого застосування м'яких заходів. При цьому застосування жорстких заходів також не завжди було достатнім, як, наприклад, у місті Києві, в якому дотепер кількість мостів не відповідає рівню автомобілізації та щільності ВДМ [1]. Українські міста продовжували становитися «великими автомобільними паркувальними майданчиками». Найбільш яскраво цю тезу підтверджують дані щодо середньорічного завантаження доріг за 2021 рік. Згідно цих даних, міста Київ,

Одеса, Харків та Дніпро серед 404 міст з 58 країн світу у антирейтингу середньорічної завантаженості доріг зайняли відповідно 3, 6, 12 та 25 міста [2].

Ситуація в Україні почала поступово змінюватися з 2010 років з початком реформування містобудівної діяльності. За підтримкою європейських партнерів та місцевого самоврядування в деяких українських містах почали розроблятися та реалізуватися плани сталої міської мобільності (ПСММ). Але цей процес не мав системного характеру. У довоєнний час з найбільших міст тільки у Львові був розроблений ПСММ.

З початком у лютому 2022 року широкомасштабної збройної агресії проти України (далі – збройна агресія) процес модернізації ТС населених пунктів призупинився. До невирішених у мирний час проблемних питань ТС населених пунктів додалися загрози та виклики воєнного стану та повоєнного відновлення країни, які пов'язані із забезпеченням обороноздатності країни, зміцненням транспортної стійкості населених пунктів та розвитком міської мобільності на принципах сталості. Це обумовило виникнення різнопланових за змістом, часом походження та територіальною локалізацією нових практичних задач, які ТС населених пунктів потрібно вирішувати як можна скоріше. В першу чергу, це стосується великих міст, які характеризуються найбільшою вразливістю до воєнних дій та їх наслідків.

В умовах зменшення ефективності перевезень та якості транспортних послуг, погіршення екологічного стану та мобільності, перетворення міст у некомфортне для проживання та недружнє для пересування середовище, негативного впливу наслідків воєнного стану й воєнних дій, перманентних небезпек під час повоєнного відновлення, для успішного та ефективного подальшого соціально-економічного розвитку країни та підвищення її обороноздатності важливим є проведення модернізації ТС населених пунктів відповідно до принципів сталої мобільності, адаптованої до загроз та викликів, пов'язаних із збройною агресією. Згідно до цього, транспортні рішення повинні бути не тільки економічно ефективними, соціально орієнтованими та екологічно безпечними, але й також повинні бути

орієнтованими на забезпечення відповідного рівня обороноздатності країни від існуючих та передбачуваних загроз та викликів.

Успішна модернізація ТС населеного пункту можлива тільки за умов планування, розробки, здійснення та контролю виконання певних заходів з її модернізації. При цьому важливо, щоб ТС під час своєї модернізації залишалась працездатною, тобто здійснювала перевезення пасажирів та вантажів на визначені відстані та час за певним маршрутом, що не можливо здійснити у разі відсутності керуваності ТС. Звісно, що у разі модернізації ТС населеного пункту, виникне необхідність координації та модернізації нових транспортних рішень з вже існуючими. Це, у свою чергу, вимагатиме відповідної модернізації системи керування, яка, з одного боку, буде забезпечувати модернізацію ТС населеного пункту, з іншого боку, буде забезпечувати поточну працездатність ТС та переведення виробничих процесів після їх модернізації в операційну діяльність. Тому одним із напрямів модернізації ТС населеного пункту необхідно вважати модернізацію системи керування.

Ще більш важливим питання керуваності ТС населеного пункту стає в умовах воєнного стану та воєнних дій, коли її повна або часткова втрата може мати катастрофічні наслідки для стійкості та обороноздатності населеного пункту, регіону де він розташований, а в окремих випадках всієї країни.

Так як головним виробничим процесом в ТС населеного пункту є дорожній рух, який представляє собою упорядковане у складі транспортних потоків переміщення транспортних засобів по ВДМ населеного пункту відповідно до встановлених правил в певних дорожніх умовах, керуваність ТС населеного пункту забезпечує керуюча система (система управління) дорожніми умовами та транспортними потоками в населеному пункті (далі – КС).

Дорожній рух здійснюється в результаті функціонування системи «Дорожні умови – транспортні потоки» (далі – система ДУ-ТП), де кожний транспортний потік складається з елементарних систем «транспортний засіб – водій – дорога», в яких водій є керуючим органом, що здійснює управління транспортним засобом через керування ним відповідно до дорожніх умов. У разі включення елементарної

системи «транспортний засіб – водій – дорога» до транспортного потоку можливості водія щодо управління транспортним засобом значно обмежуються – управляти транспортним засобом водій може тільки у складі транспортного потоку відповідно до закономірностей, які в ньому діють. В свою чергу закономірності в транспортному потоці виникають в результаті взаємодії чисельних внутрішніх та зовнішніх факторів (стану та параметрів дороги, метеорологічних умов, технічних характеристик, стану та кількості транспортних засобів, стану водіїв, інформаційного забезпечення, правил дорожнього руху (ПДР), заходів з ОДР).

Ускладнення транспортних потоків, збільшення їх кількості, поєднання або перетинання призводять до ускладнення системи ДУ-ТП, що робить її менш керованою та стабільною. Так як дорожні умови та транспортні потоки не в змозі самотійно привести себе у відповідність один до одного без зовнішнього впливу, виникає потреба у КС, яка б здійснювала в рамках контуру управління у часі та просторі управлінський вплив на систему ДУ-ТП шляхом прийняття управлінських рішень, їх реалізації, контролю їх виконання, моніторингу отриманих результатів, та, у разі необхідності, корегування управлінських рішень.

Аналіз даних щодо середньорічної завантаженості доріг, кількості автотransпортних засобів, стану повітря свідчить про те, що попри певні переваги в роботі, організаційна структура та склад КС у містах Києві, Харкові, Одесі, Дніпрі має певні недоліки в роботі [3], що потребувало ще у довоєнний час її модернізації та було одним з підтверджень необхідності переходу до інтенсивного розвитку ТС міст з урахуванням принципів сталої мобільності.

В умовах воєнного стану та повоєнного відновлення модернізація КС населених пунктів стає ще більш актуальною, так як її реалізація забезпечує підвищення їх транспортної стійкості до рівня, який дозволяє органам влади приймати своєчасні та обґрунтовані рішення щодо функціонування ТС та розв’язання практичних задач цивільного або військового характеру.

В цілому задачі пов’язані з перевезенням пасажирів та вантажів у звичайному режимі мають визначений характер із певною динамікою дорожнього руху у часі та просторі. Однак в певних критичних моментах (надзвичайних або шоківих

ситуаціях) виникають задачі цивільного та військового характеру, які потребують оперативного реагування та швидкого рішення з боку КС (переміщення силовиків та спеціальних служб, переміщення спеціальних транспортних засобів, ліквідація наслідків ДТП, аварій на виробництві та катастроф, перевезення військ та військових вантажів, евакуація цивільного населення та матеріальних цінностей). В окремих випадках перебіг подій може бути передбачуваним, для яких розробляються відповідні рішення, наприклад, план евакуації при аварії на підприємстві або тимчасова схема альтернативного маршруту у разі знищення мостової споруди.

Здебільшого рішення зазначених задач можливо здійснити тільки із застосуванням більш гнучких та менш затратних м'яких заходів з ОДР. Це необхідно враховувати в рамках модернізації КС, за результатами якої більш провідну роль в управлінні ТС населеного пункту повинна відігравати ланка, що відповідає за цей напрям роботи КС. На даний час на прикладі великих міст цей напрям роботи КС представлений профільним департаментом виконавчого органу місцевої влади та комунальним підприємством/комунальною установою (далі – Підприємство). Діяльність Підприємства спрямована на реалізацію, пов'язаних з ОДР, управлінських рішень профільного департаменту, якому Підприємство підпорядковується.

Прийняття КС швидких та якісних рішень, особливо в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення, потребує опрацювання великих обсягів достовірної та актуальної інформації про стан транспортних потоків та дорожніх умов. Це можливо здійснити тільки при застосуванні сучасних інформаційних технологій (ГІС, веб-картографії, ІІІ) в процесі збору, обробки, збереження, аналізу, відображення інформації під час транспортного моделювання та прогнозування, проектування ОДР, утримання та контролю стану технічних засобів організування дорожнього руху (ТЗОДР), моніторингу та управління дорожнім рухом із застосуванням ІТС та АСКДР, аналізу аварійності, надання сервісів зацікавленим особам.

Проаналізувавши: 1) проблемні питання розвитку транспортних систем населених пунктів у мирний час, 2) загрози та виклики в умовах воєнного стану і повоєнного відновлення, 3) перманентні зовнішні загрози, 4) необхідність модернізації ТС населених пунктів і КС в населених пунктах (в першу чергу у великих містах, обласних центрах, містах-центрах промисловості та в містах з населенням більше 50 тис. осіб), 5) зростання рівня складності задач і вимог щодо оперативності, швидкості, гнучкості та якості прийняття управлінських рішень, 6) інформаційного навантаження, 7) сучасний рівень розвитку інформаційних технологій, 8) розподіл функцій між структурними елементами КС, 9) провідну роль Підприємства в інформаційному забезпеченні процесів управління дорожнім рухом та його організуванням, вважається за доцільним в рамках модернізації КС насамперед зосередитися на модернізації Підприємства.

Враховуючи складність та важливість процесу модернізації Підприємства, переважну роль інформаційної складової в її реалізації, ризики та виклики воєнного стану та повоєнного відновлення, реалізація модернізації Підприємства на всіх стадіях можлива за умов комплексного та системного застосування методологій проєктного менеджменту, для чого пропонується реалізація проєкту модернізації Підприємства шляхом діджиталізації виробничих процесів з упровадження ОДР.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота над дисертацією виконувалась на кафедрі управління проєктами Київського національного університету будівництва і архітектури. Дисертація відповідає тематичному спрямуванню наукових розробок в рамках: науково-дослідної роботи (НДР) «Методологія управління проєктами модернізації організування дорожнього руху воєнної та повоєнної відбудови територіальних громад (№ 4 ДБ-2023)», номер державної реєстрації 0123U101943, керівник роботи д. т. н. професор, С. Д. Бушуєв (станом на кінець 2024 року реалізовано два етапи НДР); науково-дослідної роботи «Ціннісно-орієнтоване управління в умовах дигіталізації суспільства» (державний реєстраційний номер 0121U114473).

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є розробка науково обґрунтованих моделей, методів та процесів менеджменту проєктів модернізації

ОДР в населених пунктах шляхом діджиталізації виробничих процесів з упровадження ОДР для підвищення безпеки, зменшення завантаженості вулично-дорожньої мережі, зниження екологічного впливу, забезпечення економічної ефективності та збільшення транспортної стійкості населених пунктів в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення на принципах сталої мобільності.

Для досягнення мети дослідження необхідно виконати наступні завдання:

- проаналізувати функціонування системи управління ОДР в населених пунктах у мирний час, під час воєнного стану та повоєнного відновлення;

- на основі цілісного підходу розробити інтегровану концептуальну модель менеджменту проєктів модернізації ОДР в населених пунктах, яка включає адаптивний цикл «аналіз – планування – реалізація – моніторинг – коригування», що забезпечує гнучкість у динамічних умовах населених пунктів;

- розробити математичну модель менеджменту проєктів модернізації ОДР в населених пунктах, яка акцентується на сталості шляхом оптимізації індексу сталості проєкту модернізації ОДР (S);

- розробити математичну модель модернізації системи управління ОДР у великих містах України з врахуванням умов воєнного стану та повоєнного відновлення, яка максимізує індекс модернізації КС (M);

- провести розрахунок індексу сталості проєкту модернізації ОДР за трьома варіантами (сценаріями) модернізації: оптимістичним, ризик-орієнтованим та песимістичним, за результатом аналізу яких сформулювати пропозиції щодо заходів з підвищення сталості проєкту модернізації ОДР для кожного із запропонованих сценаріїв;

- провести аналіз чутливості індексу сталості проєкту S щодо визначення ступеня впливу на нього технологічних параметрів та ймовірності збоїв;

- обґрунтувати модель модернізації системи управління ОДР у великих містах України з врахуванням умов воєнного стану та повоєнного відновлення на базі гібридної методології Waterfall-Scrumban;

– розробити рекомендації щодо модернізації Підприємства шляхом діджиталізації виробничих процесів з упровадження ОДР в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення.

Об’єктом дослідження є система ОДР як комплекс моделей та методів упровадження шляхом застосування технічних засобів та сучасних інформаційних технологій, людських та матеріальних ресурсів, а також процесів управління, які функціонують у межах населених пунктів. Об’єкт включає взаємодію між дорожніми умовами, транспортними потоками, зацікавленими сторонами (учасники дорожнього руху, органи місцевого самоврядування, громади) та зовнішніми факторами, у тому числі воєнною агресією та її наслідками.

Предметом дослідження є процеси менеджменту проєктів модернізації ОДР для забезпечення сталості, безпеки та ефективності транспортних систем населених пунктів.

Предмет охоплює:

- розробку та впровадження стратегій модернізації;
- оптимізацію ресурсів у процесі реалізації проєктів;
- оцінку впливу модернізації на ключові показники: час у дорозі (Tr), аварійність (Ar), екологічний вплив (Ec);
- адаптацію менеджменту до зовнішніх і внутрішніх умов (наприклад, ймовірність збоїв P , щільність населення D).

Гіпотеза дослідження полягає в припущенні, що ефективно та успішно підвищення стійкості населених пунктів в умовах невирішених у мирний час проблемних питань ТС населених пунктів, загроз і викликів воєнного стану та повоєнного відновлення, можливо тільки за умов переходу до інтенсивного розвитку ТС населених пунктах на основі принципів сталої мобільності та збалансованого використання м’яких та жорстких заходів з розвитку ТС, у тому числі ОДР, за умов діджиталізації виробничих процесів з упровадження ОДР в населених пунктах.

Методи дослідження. Здійснення дослідження ґрунтується на методологічних засадах наукової школи професора Бушуєва С. Д., орієнтованої на

розробку нових концептуальних і методологічних підходів до управління проєктами та програмами, а також на комплексі взаємопов'язаних методів, що охоплюють теоретичний аналіз, моделювання, оцінювання та розробку управлінських рішень у сфері ОДР.

У рамках теоретико-аналітичного блоку застосовано методи аналізу та синтезу наукової літератури для вивчення сучасних підходів до управління дорожнім рухом і проєктного менеджменту, аналіз нормативно-правових актів, системний аналіз структури КС, а також класифікацію та типологізацію підходів до розвитку транспортної системи в умовах мирного часу, воєнного стану та повоєнного відновлення.

Для обґрунтування та побудови моделей менеджменту проєктів використано концептуальне та математичне моделювання, що дозволило формалізувати індекс сталості модернізації (S) та визначити вплив технологічних і ризикових параметрів. Метод чутливості забезпечив оцінювання впливу ключових змінних, а сценарний аналіз – моделювання поведінки системи за різних умов. Урахування особливостей населених пунктів здійснювалося шляхом параметризації моделі за показниками щільності населення, кількості ДТП, обсягів трафіку, кількості автотранспортних засобів.

У практичній частині дослідження використано методи проєктного аналізу, управління життєвим циклом проєктів, інструменти цифрової трансформації та гібридні методології (зокрема гібридної методології Waterfall–Scrumban), що забезпечують розробку алгоритмів модернізації підприємств, відповідальних за ОДР.

Формування висновків та узагальнень здійснювалося за допомогою методів індукції, дедукції, систематизації, порівняння та експертного оцінювання.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному: Запропоновано цілісний комплекс моделей та методів управління проєктами модернізації організування дорожнього руху, який об'єднує інфраструктурні, технологічні та соціальні компоненти з урахуванням взаємодії зовнішніх факторів, ресурсів і зацікавлених сторін.

Вперше:

– запропонована інтегрована концептуальна модель менеджменту проєктів модернізації ОДР в населених пунктах яка включає адаптивний цикл «аналіз – планування – реалізація – моніторинг – коригування», що забезпечує гнучкість у динамічних умовах населених пунктів;

– розроблено математичну модель менеджменту проєктів модернізації ОДР в населених пунктах, яка акцентується на сталості шляхом оптимізації індексу сталості проєкту модернізації ОДР (S) через комбінацію показників часу в дорозі (Tr), аварійності (Ar) та екологічного впливу (Ec), враховуючи технологічну ефективність (Te) і покриття технологіями (Tc) з уведенням у модель штрафного коефіцієнта ймовірності збоїв ($\lambda \cdot P$), що дозволяє кількісно оцінити ризики в процесі модернізації ОДР;

– формалізовано математичну модель модернізації системи управління ОДР у великих містах України з врахуванням умов воєнного стану та повоєнного відновлення, яка максимізує індекс модернізації КС (M) через комбінацію показників індексу стійкості системи ОДР (S), ефективності транспортних потоків (Ef), безпеки дорожнього руху (Bd) та адаптивності КС (Ad), враховуючи рівень діджиталізації (Td) та інформаційну інтеграцію (Ti) з уведенням у модель штрафного коефіцієнта (λ) за вплив наслідків воєнних дій та ресурсні обмеження ($W+R$).

Удосконалено:

– моделювання специфічних характеристик населених пунктів, як змінних, що на відміну від існуючих впливають на ефективність проєктів та робить моделі контекстно-залежними;

– терміни та визначення понять у сфері дорожнього руху та ОДР що на відміну від існуючих охоплюють питання транспортних систем населених пунктів, загроз і викликів воєнного стану та повоєнного відновлення, що вимагають підвищення транспортної стійкості населених пунктів;

– вимоги щодо модернізації ОДР з урахуванням умов воєнного стану та повоєнного відновлення.

Отримали подальший розвиток:

– гібридна методологія, яка поєднує елементи Waterfall (каскадної моделі) та Scrumban (гнучкої адаптивної методології, що базується на конвергенції фреймворків Scrum та Kanban);

– вимоги та положення сталої мобільності, що на відміну від існуючих ураховують ризики та виклики воєнного стану та повоєнного відновлення;

– використання сучасних інформаційних технологій при: обробці геопросторових даних (створення та використання планово-картографічної основи ОДР; веденні дислокації ТЗРДР в електронному вигляді; зборі вихідних даних щодо розташування, складу та стану ТЗРДР; створенні та використанні загальної електронної схеми ОДР; роботі з геопросторовими даними у мережі; роботі з паперовими документами; проєктуванні, моделюванні та аналізі ОДР; виконанні робіт з встановлення, ремонту та утримання ТЗРДР; аналізі ДТП.

Практичне значення отриманих результатів. В умовах невирішених у мирний час проблемних питань ТС населених пунктів, загроз і викликів воєнного стану та повоєнного відновлення, що вимагають підвищення транспортної стійкості населених пунктів задля оперативного, швидкого, гнучкого та якісного прийняття управлінських рішень щодо розв’язання транспортних задач цивільного або військового характеру, отримані результати дисертаційного дослідження можуть бути використані при реалізації в населених пунктах проєктів модернізації ОДР шляхом діджиталізації виробничих процесів з упровадження ОДР в комунальному підприємстві, що знаходиться у сфері управління місцевими органами влади. Цей підхід може бути використаний у великих містах, обласних центрах, містах-центрах промисловості та містах з населенням більше 50 тис. осіб, в яких відповідно до операційного плану заходів з реалізації у 2025-2027 роках Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 27.12.2024 № 1550, до 2027 року включно повинні бути розроблені ПСММ [4].

Практичне значення отриманих результатів підтверджується:

- апробацією результатів у роботі відділу картографії та геоінформаційних технологій служби дислокації ТЗРДР комунального підприємства «Центр організації дорожнього руху» (м. Київ) при здійсненні виробничих процесів та окремих технологічних операцій, пов'язаних із упровадженням ОДР (додаток А):

- свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір № 132661 «Літературний письмовий твір наукового характеру «Рекомендації щодо змін у нормативно-правовій базі щодо організації дорожнього руху з врахуванням вимог до національної безпеки та оборони країни», зареєстровано 13.01.2025 (додаток Б);

- свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір № 132662 «Літературний письмовий твір наукового характеру «Звіт щодо впливу наслідків воєнних дій в контексті організації дорожнього руху щодо безпеки вулично-дорожньої мережі для населення територіальних громад та впливу на національну безпеку та оборону країни», зареєстровано 13.01.2025 (додаток Б);

- свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір № 132663 «Літературний письмовий твір наукового характеру «Звіт щодо існуючих методологій управління проєктами для інфраструктурних проєктів та програм в контексті їх застосування для організації дорожнього руху із зазначенням переваг та недоліків та визначенням пріоритетних методології чи їх конвергенції для управління інфраструктурними проєктами в контексті їх використання для організації дорожнього руху», зареєстрованого 13.01.2025 (додаток Б).

Особистий внесок здобувача. Усі представлені в дисертаційному дослідженні наукові положення та результати отримані здобувачем особисто. У представленій дисертації з наукових праць, які були опубліковані у співавторстві, використано лише ті положення та ідеї, що були отримані здобувачем в результаті особистих наукових досліджень.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та наукові результати дисертаційних досліджень представлялись та доповідались на наступних заходах:

- XX Міжнародній конференції «Управління проєктами у розвитку суспільства» (Київ, 12 травня 2023 року);

– II Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні тренди соціально-економічних перетворень та інтелектуалізації суспільства в умовах сталого розвитку» (Запоріжжя, 12 листопада 2023 року);

– XXI Міжнародній конференції «Управління проектами у розвитку суспільства» (Київ, 24 травня 2024 року);

– науковому семінарі “Project management in the context of EU urban transformation. Smart Cities and Data-Driven Society” (Slovak University of Technology in Bratislava, Institute of Management, SPECTRA Centre of Excellence EU, Словачька Республіка, Братислава, 19 квітня 2024 року), доповідь Olena Verenych, Ihor Vasyliiev на тему “Data and process digitalization in infrastructure projects for territorial transformation: Ukraine's case”;

– круглому столі “Inclusive and Cohesive Urban Development in European Cities. European Reflections and Learnings for a Post-War Urban Planning” (Slovak University of Technology in Bratislava, Institute of Management, AESOP Thematic Group “Transboundary planning and governance”, SPECTRA Centre of Excellence EU, Словачька Республіка, Братислава, 18 жовтня 2024 року), доповідь Olena Verenych, Ihor Vasyliiev на тему “Traffic control as a method of transformation of Sustainable Urban Mobility in wartime and to the needs of post-war reconstruction of communities”. Участь у круглому столі із зазначеною доповіддю підтверджується відповідним сертифікатом (додаток В).

Наукові результати дисертаційного дослідження були апробовані в роботі відділу картографії та геоінформаційних технологій служби дислокації ТЗРДР комунального підприємства «Центр організації дорожнього руху» (м. Київ) при здійсненні виробничих процесів та окремих технологічних операцій, пов'язаних зі створенням планово-картографічної основи ОДР; веденням дислокації ТЗРДР в електронному вигляді; збором вихідних даних щодо розташування, складу та стану ТЗРДР; створенням та використанням загальної електронної схеми ОДР; роботою з даними під час проєктування, моделювання та аналізу ОДР; аналізом дорожньо-транспортних пригод (ДТП) (додаток А).

Публікації. За результатами проведеного дисертаційного дослідження опубліковано 10 наукових праць, з них 4 статті в наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України з присвоєнням категорії «Б», затверджених Міністерством освіти і науки України, у тому числі 1 одноосібно, 3 статті – в закордонних виданнях, проіндексованих у базі даних Scopus та 3 – тези у збірниках матеріалів міжнародних конференцій. Список опублікованих праць за темою дисертаційного дослідження, поданий в додатку Г.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків та 19 додатків. У роботі містяться посилання на 192 літературних джерела. Загальний обсяг дисертації становить 259 сторінки, з них 167 сторінок основної частини, яка містить 25 рисунків та 8 таблиць.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОРГАНІЗУВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ У МИРНИЙ ЧАС, ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ ТА ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ

1.1 Огляд літературних джерел щодо менеджменту модернізації організування дорожнього руху

Комплексний характер менеджменту проєктів модернізації організування дорожнього руху в населених пунктах обумовлює синтез наукових досліджень, які виникають на перетині менеджменту, цифрової трансформації транспортних систем, просторовим плануванням та інформаційними технологіями, у тому числі, пов'язаних із обробкою просторових даних, аналіз яких за останні роки дозволяє виділити декілька основних напрямів таких досліджень.

Обґрунтування та вибір методології управління інфраструктурними проєктами, у тому числі, в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення розглядали С. Бушуєв, Н. Бушуєва, О. Веренич, О. Войтенко, В. Демчина, А. Заприводе, С. Захарчишин, О. Зачко, І. Зачко, А. Івко, І. Кирчата, Б. Козиір, Ю. Кирчатий, А. Ратушний, А. Тригуба, О. Чуб, О. Черниш, О. Шершенюк [5–17]. Засади інноваційного менеджменту щодо розвитку підприємств, у тому числі, в умовах діджиталізації та цифрової трансформації, вивчали О. Ложачевська, П. Гречан, О. Ольшанський, І. Гнатенко, В. Ігнатюк, М. Зось-Кіор, Є. Снітко, Є. Бойко [18–23].

У сфері автомобільного транспорту та дорожнього руху за останні роки були проведені дослідження щодо застосування проєктного підходу у вирішенні різнопланових практичних завдань: В. Біліченко та С. Романюк досліджували використання системної моделі проєктного управління стратегіями розвитку організацій автомобільного транспорту [24]; В. Харута, В. Маруніч, В. Харута та М. Григоревська М.Я. вивчали застосування проєктного підходу в управлінні транспортною галуззю на стратегічному рівні [25]; В. Іщенко та В. Харута проаналізували особливості проєктів у сфері пасажирських перевезень та

доцільність застосування до них ціннісно-орієнтованого управління [26]; В. Мінаков, І. Болокан та інші досліджували поточний стан управління проектами підприємств та організацій, що використовують автомобільний транспорт [27]; В. Кисельов, В. Доля та О. Доля запропонували алгоритм розрахунку параметрів проектів міських пасажирських перевезень [28]; А. Харченко досліджував місце і роль проектування річної програми робіт в системі управління проектами та програмами експлуатації автомобільних доріг [29]. Щодо сталої мобільності зазначимо дослідження індикації сталої мобільності (Д. Тарасенко, О. Тарасенок, М. Тіщенко [30]); управління сталою міською мобільністю (О. Приймаченко, О. Чередніченко [31], Ю. Полянський, М. Карпишин, П. Артимович П. [32], Н. Маргіта, Р. Вороніна, О. Карий [33]); розробку ПСММ (О. Чередніченко [34]).

1.2 Аналіз термінологічної системи у сфері організування дорожнього руху

Реалізація проектів модернізації ОДР в населених потребує розроблення відповідної методології управління проектами, впровадження якої можливо за умов розуміння предметної сфери, що не можливо досягнути без відповідної термінологічної системи.

Термінологічна система у сфері ОДР має певні недоліки, які полягають у відсутності унормованих визначень понять; невизначеності безпосередніх і опосередкованих зв'язків понять між собою та родовим поняттям «дорожній рух»; повній або частковій невідповідності терміну та визначення поняття встановленим вимогам [35; 36].

В першу чергу це стосується базових термінів, як-от: «організація/організування дорожнього руху», «управління дорожнім рухом» та «регулювання дорожнього руху», тривалий час не мали унормованих визначень у законодавстві та стандартах. Часткове унормування було здійснене завдяки впровадженню ДСТУ Б А.1.1-100:2013, ДСТУ 2935:2018 та ДСТУ 9214:2023 [37; 38; 39]. Проте поняття «управління дорожнім рухом» та «регулювання дорожнім

рухом» залишаються неузгодженими, що призводить до суперечностей у нормативних та наукових джерелах. Відсутність чітких зв'язків між поняттями ускладнює формування ієрархічної терміносистеми у сфері ОДР.

На основі аналізу семантичної структури зазначених термінів, їх відношень між собою та зв'язків з родовим поняттям «дорожній рух» пропонуються наступні визначення [36], де:

– організування [організація] дорожнього руху – це комплекс дій із реалізації заходів правового, адміністративного, інженерного-технічного, організаційного та оборонного характеру на регіональному, районному та базовому рівнях адміністративно-територіального устрою з використанням відповідних технічних засобів управління та регулювання дорожнім рухом;

– управління дорожнім рухом – це комплекс дій із реалізації заходів цілеспрямованого впливу на дорожні умови та транспортні потоки довгострокового і постійного характеру із застосуванням відповідних технічних засобів управління на вулично-дорожній мережі адміністративно-територіальної одиниці;

– регулювання дорожнього руху – це комплекс дій із реалізації заходів цілеспрямованого впливу на транспортні потоки тимчасового і короткострокового характеру із застосуванням відповідних технічних засобів регулювання на окремій ділянці вулично-дорожній мережі адміністративно-територіальної одиниці.

Запропоновані визначення враховують родо-видові ієрархічні зв'язки на трьох рівнях абстракції: перший рівень включає поняття «дорожній рух», другий рівень – поняття «організування [організація] дорожнього руху», третій рівень – поняття управління дорожнім рухом» та «регулювання дорожнього руху» [36].

Визначення інших термінів також містять певні недоліки та суперечності в їх використанні. Так, наприклад, це стосується використання термінів «технічні засоби організування (організації) дорожнього руху», «технічні засоби управління (керування) дорожнім рухом», «технічні засоби регулювання дорожнім рухом» як синонімів, або як узагальнюючих один одного термінів. З приводу цього, пропонується розділяти технічні засоби організування (організації) дорожнього

руху на дві підпорядковані групи: технічні засоби управління (керування) дорожнім рухом та технічні засоби регулювання дорожнім рухом [36].

В науковій, навчальній, публіцистичній літературі поряд з поняттям «мобільність» у сфері транспорту та дорожнього руху використовується декілька похідних понять: «транспортна мобільність», «стала мобільність», «стала міська мобільність», які не завжди вживаються коректним чином по відношенню до об'єкта, що розглядається в тій чи іншій публікації. В першу чергу це пов'язано з нормативною неврегульованістю деяких понять у сфері транспорту, у тому числі пов'язаних з дорожнім рухом та ОДР [35; 36]. По друге, є певна практика використання того чи іншого поняття. Так, наприклад, в європейській практиці широко застосовується поняття «стала міська мобільність», яке почало широко застосовуватися в останні роки в Україні, у тому числі по відношенню до українських міст, в яких реалізуються ПСММ. Але, враховуючи особливості адміністративно-територіального устрою України, незавершеність адміністративної реформи, реформування містобудівної діяльності та нормативну неврегульованість у цих сферах, автори застосовують поняття «стала міська мобільність» по відношенню не тільки до населених пунктів, але також і до міжселенної території, яка знаходиться за межами населених пунктів. Таким чином, більш коректним та обґрунтованим є вживання понять «стала мобільність» та «план сталої мобільності», а не понять «стала міська мобільність» та «план сталої міської мобільності», якщо мова не йде саме про певне місто (населений пункт).

Невизначеність у цьому питанні знаходить свій прояв у Порядку формування Концепції інтегрованого розвитку території територіальної громади, затвердженого наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 22.09.2022 № 172 [40]. Хоча у зазначеному порядку мова йде про територіальні громади, у пункті 10 розділу «IV. Склад та зміст Концепції інтегрованого розвитку» цього порядку зазначено, що додатком до проєкту Концепції інтегрованого розвитку може бути план сталої міської мобільності. Це має певне логічне протиріччя з тим, що в порядку мова йде про територіальні громади, у тому числі міські, селищні, сільські.

З приводу цього, у подальшому в тексті терміни використовуються за варіантом «стала мобільність» та «план сталої мобільності». Якщо в джерелі, на яке є посилання у цьому тексті, використовувався варіант «стала міська мобільність» та «план сталої міської мобільності», то він використовується без змін відносно джерела, якщо це не протирічить суті викладених у звіті результатів дослідження.

1.3 Аналіз стану транспортної системи України у мирний час та під час воєнного стану

Лідуюча роль дорожнього транспорту в перевезеннях пасажирів та вантажів. Згідно до статті 1 Закону України «Про транспорт» «Транспорт є однією з найважливіших галузей суспільного виробництва і покликаний задовольняти потреби населення та суспільного виробництва в перевезеннях», до складу якого згідно зі статтею 21 цього Закону України входять: транспорт загального користування (залізничний, морський, річковий, автомобільний та авіаційний, а також міський електротранспорт, у тому числі метрополітен); промисловий залізничний транспорт; відомчий транспорт; трубопровідний транспорт та шляхи сполучення загального користування [41].

Інформація щодо розмірів пасажирських та вантажних перевезень у 2015-2023 роках (додаток Д) підтверджує провідну роль автомобільного та наземного міського електротранспорту в міжміських, приміських, внутрішньоміських перевезеннях пасажирів, а також автомобільного транспорту в перевезеннях вантажів.

Автомобільний транспорт випереджає залізничний транспорт в перевезеннях пасажирів у 12,5 разів та в перевезеннях вантажів у 4,5 рази. За цей період спостерігається поступове збільшення частки автомобільного транспорту в перевезеннях вантажів з 73% у 2018 році до 77% у 2023 році та зменшення частки залізничного транспорту за аналогічний період з 20% до 17%.

В цілому лідуючі позиції автомобільного транспорту на ринку транспортних послуг також підтверджуються в міжнародних перевезеннях. За

даними Міністерства розвитку громад та територій України (Мінінфраструктури) у 2023 році за кордон було перевезено автобусами 7,5 млн пасажирів та залізницею 2,2 млн пасажирів. У 2023 році в порівнянні з 2021 роком кількість пасажирів перевезених автобусами за кордон зросла приблизно з 1 млн пасажирів в понад 7 разів [42].

За даними Євростату, в торгівлі між Україною та ЄС автомобільний транспорт у 2021 році забезпечив перевезення вантажів на суму 31,6 млрд євро, що складає більше 60% від загального товарообігу в цей рік, та пояснюється більшою вартістю вантажів (у розрахунку на одиницю ваги), які перевозить автомобільний транспорт в порівнянні із залізницею або судами. Через збройну агресію роль автомобільного транспорту у міжнародних перевезеннях збільшилась. У 2022 році автомобільним транспортом було перевезено 12 млн т експортних вантажів (12% від загального обсягу експорту). Серед перевізників імпорتنих вантажів автомобільний транспорт став першим, забезпечивши ввезення 10,67 млн т (35% від загального обсягу імпорту та 64% від вартості імпорту) [43].

У перевезеннях пасажирів за видами сполучення окремими видами транспорту (додаток Д) також спостерігається перевага автомобільного (автобуси) транспорту над залізничним (далеке сполучення) транспортом у міжміському та приміському сполученні із значними зниженням частки залізничного транспорту у останньому з 43,1% у 2015 році до 24% у 2023 році. У внутрішньоміському сполученні автомобільний (автобуси) транспорт та наземний міський електротранспорт забезпечували основну кількість перевезених пасажирів, за незначним виключенням міст, в яких функціонує метрополітен.

Фактори, що обумовлюють збільшення ролі дорожнього транспорту. Зазначений стан речей пов'язаний з декількома факторами, в першу чергу з перевагами та недоліками кожного з видів транспорту.

Для автомобільного транспорту характерними є швидкість, можливість доставки вантажу «від дверей до дверей» без перевантаження, висока маневреність, регулярність поставки, можливість відправлення вантажу малими партіями (додаток Е). Важливими є також гнучкість та доступність автомобільного

транспорту, як в плані керування транспортними засобами, так і можливості їх придбання або оренди, що особливо характерно для легкових автомобілів. Автомобільний транспорт є основним перевізником «останнього кілометра», що обумовлює меншу середню відстань, на яку здійснюється перевезення. В багатьох випадках, особливо в районах з пошкодженою через воєнні дії залізничною інфраструктурою, автомобільний транспорт є єдиним доступним варіантом здійснення перевезень.

Значна руйнація інфраструктури залізничного транспорту, особливо на сході та півдні країни, ускладнює його використання для перевезення вантажів за рахунок труднощів при пошуку альтернативних шляхів у разі пошкодження або руйнації залізничних колій та інших об'єктів залізничної інфраструктури [44]. У цьому випадку автомобільний транспорт часто використовується як тимчасова заміна для перевезення вантажів, оскільки він менш залежний від дорожньої інфраструктури, навіть якщо вона постраждала в результаті воєнних дій, та дозволяє оперативно змінювати маршрути, що є критичним у зонах бойових дій.

Зміни у структурі перевезень обумовлюють потребу у використанні більш швидких та зручних транспортних засобів, якими є автомобілі.

В умовах ринку існує конкуренція, яка також притаманна у секторі транспортних послуг. Простота входу на ринок автомобільних перевезень у порівнянні із залізничними перевезеннями сприяє зростанню кількості суб'єктів господарювання, що здійснюють автомобільні перевезення. По суті АТ «Укрзалізниця» є монополістом на ринку перевезень вантажів залізничним транспортом [45]. Станом на початок 2020 року кількість діючих ліцензій на право впровадження господарської діяльності з міжнародних перевезень вантажів вантажними автомобілями (крім перевезень небезпечних вантажів та небезпечних відходів) дорівнювала 10,4 тис. [46]. Також автомобільний транспорт пропонує конкурентоспроможні тарифи на короткі та середні відстані, що є вигіднішим для клієнтів. Стосовно морського транспорту необхідно зауважити, що він використовується майже виключно в міжнародних перевезеннях, тому не є конкурентом на внутрішніх перевезеннях. Частка внутрішнього водного

транспорту завжди була незначною, що не дозволяла йому конкурувати в обсягах перевезення з іншими видами транспорту.

Із трансформацією логістичних схем, ланцюгів поставок та логістичних маршрутів змінилась їх географія, що вимагає пошуку відповідних шляхів сполучення, що, наприклад, для залізничного транспорту в бік морських портів Дунайського регіону є проблематичним, в порівнянні з автомобільним транспортом внаслідок обмеженості шляхів сполучення.

Збільшення ролі наземного міського електротранспорту обумовлено їх екологічністю (зменшення шкідливих викидів, зменшення шумового забруднення, енергоефективність), соціальним значенням (збільшення попиту, комфорт і безпека, покращення іміджу), економічністю (довгострокова вигода, зниження транспортних витрат, стимулювання інвестицій та фінансування «зелених проєктів»), технологічністю (розвиток інноваційних технологій, інтеграція з цифровими технологіями), урбаністичною привабливістю (зменшення заторів, покращення мобільності, розвиток мультимодальності).

Враховуючи провідну роль дорожнього транспорту в національній економіці, розвитку територіальних громад та населених пунктів, реалізації євроінтеграційних процесів та виконанні вкрай важливих завдань, пов'язаних із обороноздатністю країни, вважається за необхідним здійснення цілого комплексу системних заходів щодо забезпечення функціонування під час воєнного стану та сталого розвитку в умовах повоєнного відновлення всіх видів транспорту, у тому числі автомобільного транспорту та наземного міського електротранспорту.

Аналізуючи приведену у додатку Д інформацію щодо розмірів пасажирських та вантажних перевезень у 2015-2023 роках у розвитку дорожнього транспорту можна виділити три часових періоду.

До **першого періоду** можна віднести термін до 2019 року включно, під час якого спостерігалось домінування дорожнього транспорту над залізничним транспортом в перевезенні пасажирів та вантажів.

Другий період, якому відповідають 2020 та 2021 роки, пов'язаний із наслідками пандемії COVID-19. В цей період продовжується домінування у

перевезені пасажирів дорожнього автомобільного транспорту над залізничним транспортом. Також цей період характеризується значним (приблизно на 60%) зменшенням кількості перевезених пасажирів усіма видами транспорту, що було обумовлено введенням карантинних обмежень, які майже не вплинули на обсяги вантажних перевезень.

У цей період продовжувалось зростання частки автомобільного транспорту у вантажних перевезеннях, в той самий час, як частка інших видів транспорту зменшувалась. Це викликало занепокоєння через кілька важливих аспектів, які стосуються екологічних, економічних та міжнародних зобов'язань України у рамках Європейського зеленого курсу (ЄЗК), згідно до яких залізничний і водний види транспорту повинні були збільшити свою ринкову частину [44].

Зазначена тенденція знайшла своє відображення у збільшені середньої відстані перевезень залізничним транспортом та її зменшенням при перевезеннях автомобільним транспортом – тобто залізничний транспорт почав відходити від перевезень на коротких відрізках логістичних ланцюгів, де його місце став займати автомобільний транспорт, що призвело до збільшення навантаження одного умовного транспортного засобу, і як наслідок – збільшення «знищення» автомобільних доріг та зменшення частки більш енергоефективного залізничного транспорту у здійсненні пасажирських та вантажних перевезень [47].

В умовах карантину транспортна логістика країни почала функціонувати в умовах: виходу із ринку слабких гравців, зростання попиту на послугу «збірні вантажі», формування повноцінних бірж транспортних послуг, зростання попиту на послуги ремонту та технічного обслуговування автопарків та відмови від закупівель, розвитку Ant-Logistics, впровадження «цифрових двійників», безконтактної кур'єрської доставки, розвитку «автопілотних» доставок, розвитку внутрішніх вантажоперевезень, впровадження аутсорсингу, переорієнтації на залізничний транспорт, кадрової політики стосовно віддалених умов праці співробітників, дотримання санітарних норм зі сторони логістичних компаній та проведення логістичних заходів у онлайн-форматі [48]. Таким чином, різке економічне падіння, запровадження жорстких карантинних заходів, перехід на

онлайн-навчання, соціальне дистанціювання та закриття кордонів суттєво вплинули на пасажирські та вантажні перевезення у 2020 та 2021 роках [49].

Автомобілізація. Під час першого та другого періодів розвиток дорожнього транспорту в Україні характеризувався зростанням рівня автомобілізації населення.

Станом на 01 січня 2021 року за даними Єдиного державного реєстру транспортних засобів (ЄДР ТЗ) кількість зареєстрованих транспортних засобів (легкові та вантажні автомобілі, причеви/напівпричеви, автобуси) в Україні складала 13 469 тис. од., у тому числі в місті Києві 1 326 тис. од. [50]. Порівняно з початком 2009 року кількість легкових автомобілів з приблизно 7 млн од. збільшилась за 12 років на 3,1 млн од. [51].

Найбільшу динаміку зростання кількості автомобілів демонстрував м. Київ, в якому кількість зареєстрованих автомобілів зросла майже у два рази з 2015 року (695 тис. зареєстрованих автомобілів) до 2022 року (1 376 тис. зареєстрованих автомобілів) [52].

Незважаючи на збільшення кількості автомобілів Україна продовжувала значно відставати за своєю автомобілізацією (кількість одиниць автомобілів на 1 тис. жителів) порівняно з іншими країнами світу: 192 в Україні проти 869 у Новій Зеландії, 860 у США, 761 у Польщі, 756 в Італії, 737 в Австралії) [53].

Ця інформація дещо дисонує з ситуацією на дорогах деяких міст України щодо завантаженості доріг, що підтверджує тези відносно недостатнього розвитку шляхів сполучення та транспортної інфраструктури, а також екстенсивного підходу щодо розвитку транспортної мобільності в населених пунктах, особливо у великих містах таких, як Київ, Харків, Одеса, Дніпро, Львів. Так, наприклад у місті Києві за 2019-2022 роки: зросла кількість приватного транспорту у півтора рази з 927 тис. автомобілів у 2019 році до 1,375 млн автомобілів у 2022 році, а також збільшилось більше ніж у два рази навантаження на ВДМ міста, яка була розрахована 0,5 млн автомобілів [54]. За підрахунками експертів у місті Києві вже у 2025 році на 1000 мешканців може припадати 450 автомобілів, а поїздка в одну сторону в середньому буде займати дві години [55].

Дещо ситуацію повинна була виправити реалізація Національної програми «Велике будівництво», яка при певних позитивних результатах (у 2020-2021 роках було збудовано і оновлено: 9,15 тис. км автомобільних доріг державного значення та 408 штучних споруд [56]), отримала значної критики з боку преси, громадськості та фахівців, супроводжуючись великою кількістю кримінальних проваджень, внаслідок збройної агресії була згорнута.

Завантаженість доріг. До початку збройної агресії найбільші міста країни найбільші міста країни характеризувались значним завантаженням доріг (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Рейтинг найбільших міст України серед міст у світі з найбільшим середньорічним завантаженням доріг у 2019-2021 роках згідно із рейтингом TomTom Traffic Index. Джерело: складено автором на основі [2; 57; 58]

Місто	2019 р. (серед 416 міст з 57 країн)			2020 рік (серед 416 міст з 57 країн)			2021 рік (серед 404 міст з 58 країн)		
	Позиція у рейтингу	Завантаженість, %	Приріст завантаженості, %	Позиція у рейтингу	Приріст завантаженості, %	Приріст, %	Позиція у рейтингу	Завантаженість, %	Приріст завантаженості, %
Київ	12	53	+7	7	51	-2	3	56	+5
Одеса	18	47	-	11	44	-3	6	51	+7
Харків	29	43	-	13	43	0	12	46	+3
Дніпро	47	37	-	22	38	+1	25	40	+2

Так, за даними щорічного рейтингу міст з найбільшим середньорічним завантаженням доріг TomTom Traffic Index за 2019-2021 роки:

- місто Київ з 12 позиції при 53% завантаженості у 2019 році піднявся у 2021 році на 3 позицію з 56% завантаженості (+9 позицій рейтингу, +3% завантаженості);
- місто Одеса з 18 позиції при 47% завантаженості у 2019 році піднявся у 2021 році на 6 позицію з 51% завантаженості (+12 позицій рейтингу, +4% завантаженості);
- місто Харків з 29 позиції при 43% завантаженості у 2019 році піднявся у 2021 році на 12 позицію з 46% завантаженості (+17 позицій рейтингу, +3% завантаженості);
- місто Дніпро з 47 позиції при 37% завантаженості у 2019 році піднявся у 2021 році на 25 позицію з 40% завантаженості (+22 позиції рейтингу, +3% завантаженості).

Якщо враховувати дані TomTom Traffic Index щодо середньорічної завантаженості доріг у 2017 та 2018 роках, то місто Київ у рейтингу піднялось з 2017 року (14 позиція, 44% завантаженості) до 2021 року (3 позиція, 56% завантаженості) на 11 позицій із збільшенням завантаженості доріг на 12% [59].

Таким чином в цілому ситуація по зазначеним містам погіршилась, як в абсолютних значеннях відсотка середньорічного завантаження доріг, так і в значенні позиції у рейтингу TomTom Traffic Index.

Також за даними TomTom Traffic Index [59] у:

- Києві у 2017-2020 роки середня довжина заторів становила 107,1 км та виникало 22 постійних затори;
- Одесі у 2019-2020 роки середня довжина заторів становила 49,5 км та виникало 14 постійних заторів;
- Харкові у 2019-2020 роки середня довжина заторів становила 30,6 км та виникало 12 постійних заторів;
- Дніпрі у 2019-2020 роки середня довжина заторів становила 29,7 км та виникало 4 постійних затори.

Аналіз більш детальної інформації щодо завантаженості доріг, наприклад, у місті Києві, свідчить про значні втрати часу у заторах та велику пікову завантаженість ВДМ міста Києва у ранковий та вечірній час (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – Інформація щодо втрат часу у заторах та пікової завантаженості ВДМ міста Києва у 2017-2020 роках за даними TomTom Traffic Index. Джерело: складено автором на основі [59]

Рік	Збільшення часу із-за заторів			Завантаженість	
	Ранковий пік, хв	Вечірній пік, хв	Разом за рік, годин	Ранковий пік, %	Вечірній пік, %
2017	+24	+25	+188	80	84
2018	+26	+27	+202	86	89
2019	+28	+31	+227	94	104
2020	+25	+29	+207	82	98

Такий стан справ підтверджується іншою інформацією стосовно автомобільного транспорту та дорожнього руху у місті Києві.

За інформацією, оприлюдненою КМДА, станом на 2020 рік у місті Києві спостерігалось значне перевантаження вулично-дорожньої мережі, що перевищувало допустимий рівень у 3–4 рази. Загальна кількість зареєстрованих автотранспортних засобів сягнула 1,2 мільйона одиниць, з яких приблизно 20% становили вантажні автомобілі. При цьому зафіксовано зростання кількості автомобілів на 30% порівняно з попередніми роками. Водночас, відповідно до розрахункових техніко-експлуатаційних показників, оптимальна кількість транспортних засобів для щоденного використання в межах міста складає 300–400 тисяч одиниць [60].

Під час презентації Концепції транспортної та паркувальної політики столиці, яка відбулась 07.10.2021 року, Київський міський голова В. Кличко привів цікаві факти стосовно: транзитного транспорту (06.10.2021 року через місто Київ проїхало 4611 вантажівок, ланцюг яких складав би 92 км); стану мостів (більшість мостів не оновлювались 40-50 років); кількості автотранспортних засобів на ВДМ міста Києва (у 2015 році на ВДМ щоденно виїжджали близько 620 тис. автомобілів, у 2021 році 1,06 млн автомобілів, з яких 60% це автомобілі киян, 30% - автомобілі мешканців передмість, 10% - транзитний транспорт, який прямує через місто).

Вирішення проблем за словами голови міста полягає у будівництві об'їзних шляхів по яким буде проїжджати транзитний транспорт, будівництві нових та реконструкції наявних автомобільних мостів [61].

Дорожньо-транспортні пригоди. Інформація про ДТП становить певну аналітичну цінність для оцінки ефективності функціонування керуючої системи (КС) у сфері організації дорожнього руху. Оскільки відкриті статистичні дані щодо ДТП публікуються Департаментом патрульної поліції з розподілом за регіонами, з-поміж перелічених міст доступними є лише показники по місту Київ (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Дані щодо ДТП у місті Києві за 2017-2023 роки згідно даних Департаменту патрульної поліції. Джерело: складено автором на основі [62]

Рік	Кількість ДТП з загиблими та/або травмованими	Кількість загиблих	Кількість травмованих
2017	2556	180	2965
2018	2179	139	2524
2019	2278	137	2655
2020	2077	111	2349
2021	2124	114	2348
2022	1487	83	1648
2023	1894	103	2133

Згідно із наведеними даними зниження показників пов'язаних із ДТП спостерігалось у 2017-2019 роках з подальшою їх стабілізацією у 2020 та 2021 роках та зменшенням у 2022 та 2023 роках пов'язаних із наслідками військової агресії проти України.

Якість повітря. Ще одним показником, що характеризує дорожній рух у великих містах є якість повітря. Так забруднення атмосферного повітря міста Києва на 85% пов'язане з викидами від транспорту і на 15% від стаціонарних джерел. При цьому 96% забруднення припадає на автомобільний транспорт і тільки 4% на інші види транспорту (авіа, залізничний, водний) [59]. Майже дворазове за даними IQAir

World Air Quality Report зменшення забруднення повітря за концентрацією пилу фракції PM 2,5 у 2022 році свідчать про зниження антропогенного впливу від початку військової агресії проти України, в якому головну роль відіграє автомобільний транспорт (таблиця 1.4).

Таблиця 1.4 – Концентрація у місті Києві пилу фракції PM 2,5 за 2018-2023 роки за даними IQAir World Air Quality Report. Джерело: складено автором на основі [63]

Рік	Концентрація пилу фракції PM 2,5, мг/м ³	Рівень забрудненості повітря
2018	13,8	жовтий
2019	2278	помаранчевий
2020	2077	помаранчевий
2021	2124	помаранчевий
2022	1487	зелений
2023	1894	зелений

Як свідчить наведена вище інформація, незважаючи на окремі позитивні зрушення, у сфері ОДР в великих містах України все ще спостерігаються системні проблеми. Їхня природа зумовлена комплексом чинників, що сформувалися як упродовж періоду незалежності країни, включаючи інерцію радянського підходу до планування міського середовища, так і новими викликами, спричиненими збройною агресією проти України.

Інші проблемні питання розвитку транспортної системи країни. Значна завантаженість ВДМ призвела до прискорення зношення об'єктів дорожнього господарства, значна частина яких стала обмежено справними та обмежено працездатними, або в загальні непрацездатними. Так, у місті Києві з 175 мостових споруд справними є 10,9% об'єктів, обмежено справними – 14,3% об'єктів, працездатними – 25,7% об'єктів, обмежено працездатними – 33,7% та непрацездатними – 15,4% об'єктів [54].

Характерною для великих міст України стала значна залежність населення від автомобіля, що проявляється у високому рівні використання автомобіля та обмеженій можливості вибору альтернативних видів транспорту, яку можна визначити через коефіцієнт автомобілекористування (K_a). Наприклад, для міста Києва K_a складає 0,88, а для європейських міст з розвинутою транспортною інфраструктурою K_a дорівнює – 0,3 [31].

Недостатню розвиненість транспортних систем і вулично-дорожньої інфраструктури великих міст України можна продемонструвати на прикладі проекту Міської цільової програми розвитку транспортної інфраструктури міста Києва на 2024-2025 роки. Запропонована програма спрямована на вирішення таких питань: відсутність (ПСММ; невідповідність сучасним європейським вимогам інфраструктури вулиць та автомобільних доріг; низький рівень впровадження та практичного застосування новітніх технологій, автоматизованих засобів контролю, регулювання дорожнього руху; недосконалість системи впорядкування паркувального простору; невідповідність існуючого освітлення сучасним вимогам та нормативам енергозбереження; низький рівень доступності транспортної інфраструктури для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення; відсутність єдиної велосипедної мережі та велоінфраструктури; недостатній рівень розвитку громадського транспорту та забезпечення якісної транспортної пропозиції; необхідність утримання в належному стані та модернізації транспортних об'єктів критичної інфраструктури [54].

Підсумовуючи приведену вище інформацію проблеми міських транспортних систем можна об'єднати у чотири групи: задоволення потреби в перевезеннях, підвищення економічної ефективності, підвищення безпеки руху, зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище [64, с. 353].

Третій період, пов'язаний із збройною агресією, під час якого транспортна система України стикнулася з паливною кризою на початку воєнних дій, порушеннями електропостачання, зростанням собівартості перевезень, змінами у попиті на транспортні послуги, змінами у структурі перевізників, чергами на кордоні, недостатньою розвиненістю транспортної інфраструктури в прикордонних

районах та пунктів пропуску на кордоні, невідповідністю європейським стандартам, неодноразовим блокуванням у 2023 та 2024 роках українсько-польського кордону збоку польських автоперевізників та фермерів, нестачею водіїв та технічного персоналу, скороченням персоналу, значним переміщенням населення всередині країни та за кордон, значним руйнуванням транспортної інфраструктури, шляхів сполучення та об'єктів дорожнього господарства. Все це докорінно змінило ситуацію з внутрішніми та міжнародними перевезеннями пасажирів і вантажів, що знайшло своє відображення у зменшенні розмірів перевезень, зміні структури перевезень, трансформації логістичних схем, ланцюгів поставок та логістичних маршрутів, зміні європейських транспортних коридорів TEN-T.

Зменшення розмірів перевезень. У цей період значно зменшились, як кількість перевезених пасажирів, так і обсяг перевезених вантажів усіма видами транспорту. Наприклад, перевезення вантажів залізничним транспортом зменшилось більше ніж у два рази – з 314 млн т у 2021 році до 151 млн т у 2022 році та 149 млн т у 2023 році, що пов'язано з більшою вразливістю залізничного транспорту в порівнянні з автомобільним транспортом [65].

Зміна структури перевезень. З початком збройної агресії змінилась структура перевезень. Україна частково втратила можливості перевезення таких традиційних для залізниці вантажів, як вугілля, руда, метали, зерно у зв'язку з тимчасовою окупацією території або руйнацією виробничих потужностей. З іншого боку відновлення роботи морських портів Великої Одеси та збільшення обсягів переробки вантажів в морських портах Дунайського регіону дало змогу частково відновити обсяги переробки вантажів у 2022 році на рівні 59 млн т та у 2023 році на рівні 62 млн т, що відповідно у 2,6 та 2,5 разів менше відносно 153,7 млн т вантажів оброблених у 2021 році [66]. Значну частку складають вантажі спеціального призначення, що забезпечують обороноздатність країни. Також зросла частка перевезень товарів для малого та середнього бізнесу.

Трансформація логістичних схем, ланцюгів поставок та логістичних маршрутів. Серед дванадцяти потрясінь у глобальному масштабі, які виникли в

наслідок збройної агресії, міжнародна консалтингова компанія McKinsey визначила, у тому числі, трансформацію логістичних схем та ланцюгів поставок. Це призвело до впровадження з боку керівників ланцюгів постачання заходів із забезпечення «подвійного постачання» ключових товарів, таких, як кольорові метали, енергоресурси, жири, олія, зернові, вироби з деревини, переходячи від доставки «точно вчасно» до підготовки непередбачуваних обставин «про всяк випадок» [67].

Найбільш показовий приклад змін у трансформації логістичних схем та ланцюгів поставок, пов'язаний з блокадою та окупацією українських морських портів, через що у 2022 році перевезення зерна для його подальшого експорту було переорієнтовано з морських портів на залізницю та автомобільний транспорт, які стикнулися з необхідністю оперативного вирішення цілого комплексу проблемних задач, що були пов'язані з негативним впливом наслідків збройної агресії та старими «хворобами» транспортної галузі.

Зміни у вантажних перевезеннях автомобільними дорогами, які відбулися в наслідок збройної агресії, визначили зміни в логістичних маршрутах. Зменшилась активність на сході та півдні, а також по напрямку «північ – південь» (Київ – Одеса). Відбулося збільшення активності по напрямку «захід – схід» (Львів – Тернопіль – Вінниця – Умань). На заході, порівняно зі сходом, стало більше починатися або закінчуватися маршрутів. Після відновлення роботи морських портів Великої Одеси (Одеський, Чорноморський, «Південний») посилення напрямку в бік морських портів Дунайського регіону (Ізмаїльський, Ренійський, Усть-Дунайськ) та через кордон до румунського порту Константи більш активно почав використовуватися напрям на півдні Одеської області. Аналіз маршрутів дозволив виділити між Києвом, Уманню та Хмельницьким трикутник сегментів автомобільних доріг, через який проходить більшість логістичних маршрутів по території України (рисунок 1.1).

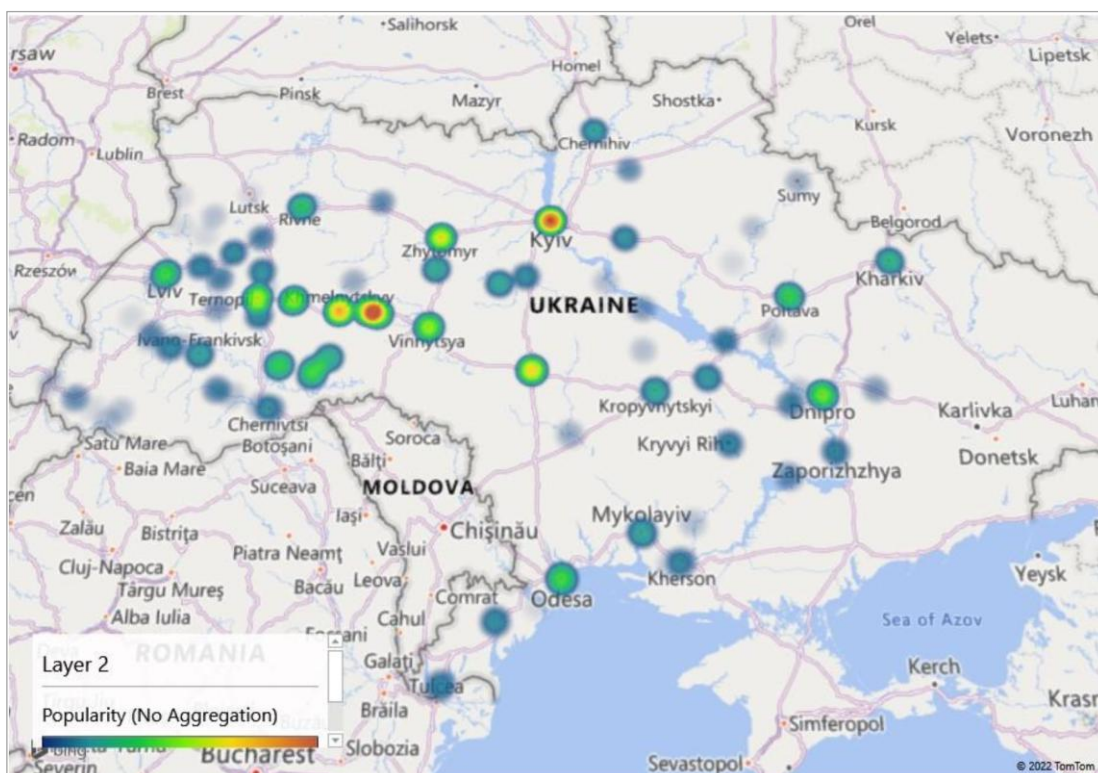


Рисунок 1.1 – Теплова карта населених пунктів за частотою їх включення до маршрутів автомобільних перевезень вантажів за даними бази замовлень Lardi-Trans за 16.01.2023. Джерело: [43]

Зміна європейських транспортних коридорів Транс'європейської транспортної мережі. Наслідком збройної агресії стало внесення Європейською комісією змін до індикативних мап автомобільних та залізничних шляхів Транс'європейської транспортної мережі (Trans-European Transport Network, TEN-T), включивши до неї українські логістичні шляхи та виключивши з неї маршрути з Росії та Білорусі. Ці зміни розглядаються, як стратегічний крок на шляху інтеграції України до ЄС, який повинен сприяти реалізації ініціативи «Шляхи солідарності», запровадженої для підтримки українського експорту аграрної продукції та доставки в Україну гуманітарної допомоги [68; 69].

Загальна схема оновлених європейських транспортних коридорів TEN-T станом на початок 2025 року наведена на рисунку 1.2.

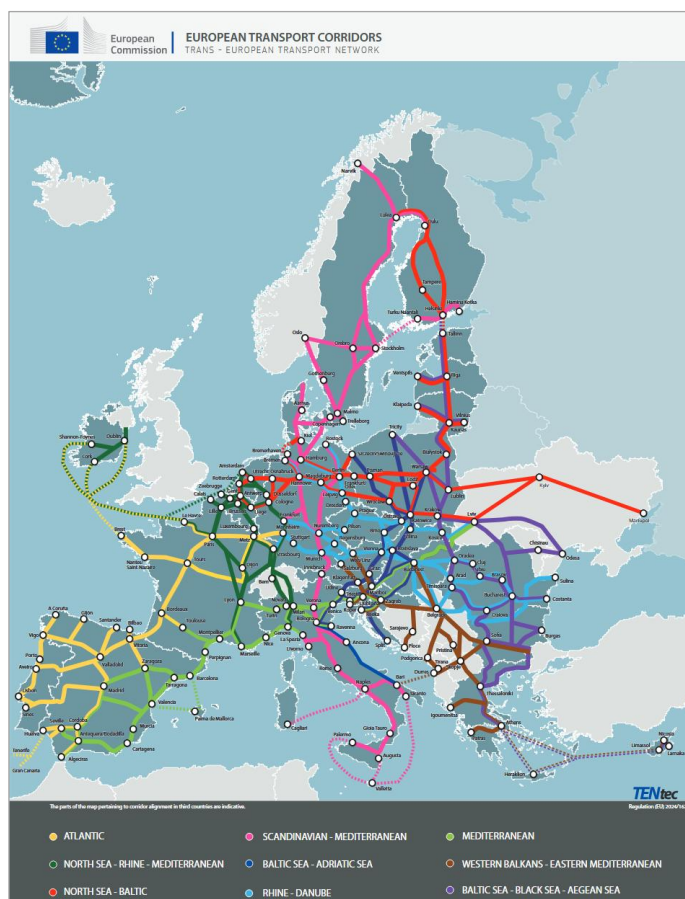


Рисунок 1.2 – Загальна схема оновлених європейських транспортних коридорів TEN-T станом на початок 2025 року. Джерело: [70]

Руйнація транспортної інфраструктури. Найбільший негативний вплив на транспортну систему України має руйнація її інфраструктури. За даними Світового банку, отриманими в рамках Третьої швидкої оцінки завданої шкоди та потреб на відновлення (The Third Ukraine Rapid Damage and Needs Assessment, RDNA3), станом на 31 грудня 2023 року загальні втрати транспортного сектору оцінювалися у 30,5 млрд євро, тоді як для реконструкції та термінового відновлення необхідно 66,8 млрд євро. Найбільших фінансових вкладень потребує відновлення автомобільних доріг державного значення (29%), залізничної інфраструктури, рухомого складу, обладнання та інших активів (24%), а також місцевих автомобільних доріг (16%) [4].

За оцінкою Київської школи економіки на початок 2024 року прямі збитки інфраструктури склали 36,8 млрд доларів та транспортних засобів – 3,1 млрд

доларів, що відповідає 23,4% та 2% від загальної суми прямих втрат від руйнувань та пошкоджень оцінених у 157.2 млрд доларів [71]. Розподіли прямих грошових втрат доріг, мостів і мостових переходів та залізниці по областях визначений у звіті Київської школи економіки разом із профільними міністерствами та Національним банком України, представлені на схемах у додатку Ж.

Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року.

Одним із напрямків, який матиме забезпечити покращення функціонування транспортної системи, полягає в удосконаленні нормативно-правового забезпечення функціонування галузі транспорту, що вимагатиме постійного перегляду відповідної законодавчої бази, актуалізації галузевих стратегічних та програмних документів, враховуючи виклики воєнного стану, повоєнного відновлення та їх адаптації до законодавства ЄС.

Першим системним кроком у цьому напрямі необхідно вважати схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року (далі – Стратегія 2030), яка є «основним програмним рамковим документом розвитку галузі транспорту, що визначає курс формування та реалізації політики у відповідних сферах транспорту на середньостроковий період, пріоритетні напрями комплексного розвитку транспортної системи та транспортних технологій, напрями реформування галузі та забезпечення ефективного державного управління, а також основні напрями розвитку галузі транспорту на період до 2030 року та є орієнтиром спрямування і мобілізації приватного фінансування для потенційних інвесторів» [4].

Стратегія 2030 спрямована на відновлення транспортної системи України, яка зазнала руйнувань через збройну агресію, виведення її на якісно новий рівень та подальший розвиток відповідно до політики та стандартів ЄС. Основні пріоритети включають впровадження сталої, інклюзивної та кризостійкої мобільності, інтеграцію у транспортну систему ЄС та світову мережу, підвищення безпеки руху, забезпечення потреб населення та бізнесу у транспортних послугах, зміцнення обороноздатності країни, а також підвищенні конкурентоспроможності та стійкості національної економіки.

Стратегією 2030 передбачено виконання завдань за чотирьома стратегічними цілями:

- відновлення та розвиток конкурентоспроможної та ефективної транспортної системи, інтегрованої до транс'європейської транспортної мережі, відповідно до політики та стандартів ЄС;

- забезпечення якісних пасажирських перевезень та безперешкодної мобільності;

- безпечний, людиноцентричний, екологічний та енергоефективний транспорт з курсом на декарбонізацію;

- досягнення інституційної спроможності, розвиток людського капіталу та забезпечення ефективного управління у галузі транспорту.

Реалізацію Стратегії 2030 передбачається здійснити у два етапи (перший етап – 2025-2027 роки, другий етап – 2028-2030 роки) шляхом виконання заходів відповідно до операційного плану по семи напрямках: ефективне управління відновленням та розвитком галузі транспорту; залізничний транспорт; автомобільний транспорт та дорожнє господарство; морський та внутрішній водний транспорт; авіаційний транспорт; мультимодальні перевезення і транспортна логістика; громадський транспорт та безперешкодна мобільність. Операційні плани визначають строки та індикатори виконання заходів.

Заплановані заходи включають вдосконалення правового регулювання транспортної сфери, розробку стратегічних планів розвитку та інвестиційних програм для ключових державних підприємств, а також оновлення галузевих стратегій та програмних документів.

Стратегією 2030 передбачається певна послідовність в реалізації заходів. Перша черга – заходи та інвестиційні проекти, які стосуються невідкладного подолання наслідків збройної агресії проти України. Друга черга – заходи та інвестиційні проекти, які потрібні для подолання довгострокової відсутності технічного обслуговування та ремонту існуючої транспортної інфраструктури.

Третя черга – заходи та інвестиційні проекти, які потрібні для покращення існуючої або розвитку нової транспортної інфраструктури.

Серед завдань, які визначені Стратегією 2030 необхідно виділити завдання, які пов'язані із діджиталізацією розвитку транспортної системи, стратегічним плануванням її розвитку, розвитком мобільності та ОДР.

Для забезпечення виконання зазначених завдань операційним планом заходів з реалізації у 2025-2027 роках Стратегії 2030 визначені відповідні заходи (додаток И), у тому числі, розробка та затвердження планів сталої міської мобільності у містах з населенням більше 50 тис. осіб з урахуванням міського планування транс'європейської транспортної мережі зі строком виконання 2027 рік.

Висновки щодо розвитку транспортної системи країни у мирний час та під час воєнного стану. На основі вище викладеного можна зазначити наступне:

- автомобільний транспорт та наземний міський електротранспорт відіграють провідну роль в міжміських, приміських, внутрішньоміських перевезеннях пасажирів;

- автомобільний транспорт забезпечує перевезення більшої частини вантажів;

- спостерігається стійка тенденція збільшення ролі автомобільного транспорту в міжміських та приміських перевезеннях пасажирів, а також в перевезеннях вантажів у порівнянні і з залізничним транспортом;

- у період 2020-2022 років спостерігалось падіння кількості перевезених пасажирів та обсягів перевезених вантажів, що було обумовлено наслідками пандемії COVID-19 та збройної агресії проти України;

- у 2023 році спостерігались збільшення кількості перевезених пасажирів та стабілізація обсягів перевезених вантажів, що було обумовлено вибудовою у 2022 та 2023 роках нових логістичних схем, ланцюгів поставок та логістичних маршрутів замість старих, які існували до початку збройної агресії проти України;

- у 2022 та 2023 роках відбулася переорієнтація північного та східного напрямів на західний і південний напрями в бік західного кордону з європейськими країнами та в бік морських портів Великої Одеси і Дунайського регіону;

– переорієнтація логістичних маршрутів в бік західного кордону сприятиме подальшій інтеграції національної транспортної мережі з європейськими транспортними коридорами TEN-T;

– значно зростає роль населених пунктів на заході та півдні країни, як мультимодальних транспортних вузлів, особливо розташованих в прикордонних областях країни та в Одеській області;

– залишається не вирішеною ціла низка проблемних питань пов'язаних з: якістю шляхів сполучення та об'єктів транспортної інфраструктури; їх відповідністю нормам acquis законодавства ЄС; впровадженням та дотриманням європейських стандартів у галузі транспорту; інтеграції національної транспортної мережі з TEN-T; гармонізацією національної транспортної політики з політиками ЄС, у тому числі, в частині Європейського зеленого курсу; переходом до інтенсивного типу розвитку транспортних систем, які базуються на принципах сталої міської мобільності; розвитком мультимодальних та інтермодальних перевезень; впровадженням сучасних інформаційних технологій в транспортне моделювання та проектування; забезпеченням відповідно до норм ЄС безпеки дорожнього руху та якості транспортних послуг;

– з початком збройної агресії значно зростає значення функцій транспорту, які пов'язані із забезпеченням обороноздатності країни, що можливо за умов підвищення стійкості транспортних систем та їх керованості в умовах воєнного стану, у тому числі транспортних вузлів, розташованих в межах великих населених пунктів;

– подальший розвиток транспортних систем повинен здійснюватися в рамках відповідних стратегій та програм повоєнного відновлення, які крім економічного, соціального, екологічного факторів, повинні враховувати задачі обороноздатності країни в умовах перманентної загрози з боку країн-агресорів;

– як позитивний крок потрібно розглядати прийняття Стратегії 2030, що визначається, як основний програмний рамковий документ розвитку галузі транспорту;

– незважаючи на декларування сприяння обороноздатності держави, операційний план заходів з реалізації у 2025-2027 роках Стратегії 2030 містить недостатньо заходів щодо підвищення стійкості транспортних систем та їх керованості в умовах воєнного стану, а також подальшого розвитку транспортних систем під час повоєнного відновлення територій в умовах перманентної загрози з боку країн-агресорів, що потребує негайного врахування та відповідного законодавчого врегулювання.

1.4 Визначення ролі населених пунктів у транспортній системі України

У процесі історичного розвитку людства склалась сучасна система розселення населення, основу якої складають населенні пункти.

Під населеним пунктом розуміють «компактно заселене місце проживання людей, що утворилося внаслідок історичних традицій, господарської та іншої діяльності, має сталий склад населення, власну назву та відокремлену територію із встановленими у передбаченому законом порядку межами» [72].

Згідно зі статтею 133 Конституції України виділяють міста, селища та села, які разом із Автономною Республікою Крим, областями, районами та районами в містах складають систему адміністративно-територіального устрою України [73].

Законом України «Про порядок вирішення окремих питань адміністративно-територіального устрою України» склад категорій населених пунктів приведений у відповідність до статті 133 Конституції України. Серед населених пунктів за містобудівними та соціально-економічними характеристиками виділяються три їх категорії – міста, селища та села. Цим Законом України встановлюється, що міста є міськими населеними пунктами, а селища та села – сільськими населеними пунктами [72].

На 01 січня 2022 року в Україні нараховувалось 461 місто, 881 селище міського типу 28369 сільських населених пунктів. Незважаючи на значну перевагу у кількості, в сільських населених пунктах мешкало 30,3 % населення, а в міських населених пунктах – 69,7 % населення [74]. Це дозволяє відносити Україну до

високо-урбанізованих країн з рівнем урбанізації від 50 % до 80 %, який на початок 2018 року випереджав рівень урбанізації в Словаччині (53,7 %), Польщі (60,1 %) [75] та середньосвітовій рівень у 2016 році (54,4 %) [76].

Якщо розглядати структуру міського населення, то станом на 01 січня 2022 року у восьми великих містах з населенням більше 500 тис. (Київ, Харків, Одеса, Дніпро, Донецьк, Львів та Кривий Ріг) мешкало 32,4 % міського населення України, а з врахуванням населення, що мешкало в функціональних приміських зонах коло цих міст, частка міського населення сягнула 62 % [77]. Станом на 2013 рік міське населення між категоріями міських населених пунктів розподілялось наступним чином: великі міста (понад 500 тис.) – 34 %, середні міста (100-500 тис.) – 32 %, малі міста (50-100 тис.) – 11 %, великі селища (20-50 тис.) – 13 %, середні селища (10-20 тис.) – 8 % та малі селища (до 10 тис.) – 2% [77].

Одним з важливих критеріїв, що визначає поділ населених пунктів на міські та сільські, є їх функціональність. Сільські населені пункти головним чином орієнтовані на виконання сільськогосподарських функцій. Для них характерні значно нижча щільність населення, незначна кількість виробництв, мала мобільність, більш низький рівень інновацій та наукової діяльності, розтягнутість комунікацій, нижчий рівень публічних послуг та сервісів, які населення отримує за місцем проживання [78]. Для міських населених пунктів характерним є виконання значно більшої кількості функцій за винятком сільськогосподарської функції [79].

Серед головних функцій міст виділяють, у тому числі, транспортно-комунікаційну функцію [80], яка в умовах збройної агресії проти України стає вкрай важливою для забезпечення обороноздатності країни. З приводу цього найбільше значення мають великі міста в силу їх значно більшої вразливості щодо загроз та викликів воєнного стану й повоєнного відновлення. Це обумовлено їхньою великою площею та складною територіальною структурою, розгалуженою адміністративно-управлінською системою, високим транспортним навантаженням, а також значною чисельністю й щільністю населення, що проживає компактно на обмеженій території. Додатковим чинником є тісне сусідство житлової, громадської та промислової забудови, частина якої становить підвищену потенційну небезпеку.

Один з проявів виконання населеними пунктами транспортно-комунікаційної функції полягає у виконанні ними ролі транспортних вузлів у складі транспортної системи країни, які є вершинами транспортної мережі (рисунок 1.3).

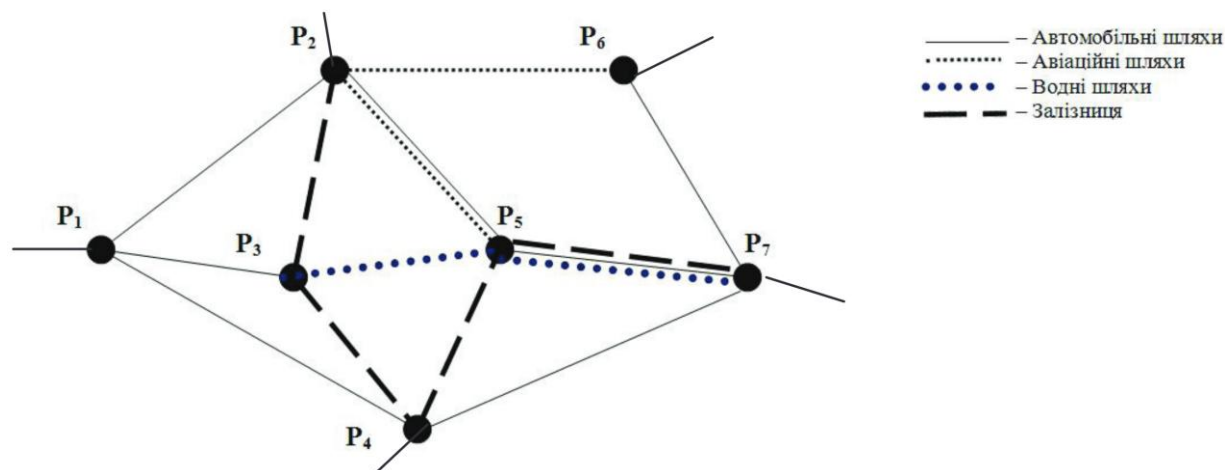


Рисунок 1.3 – Схематичне представлення фрагменту моделі мультимодальної транспортно-маршрутної мережі. Джерело: [81]

Транспортний вузол в широкому значенні цього поняття представляє собою на рівні населеного пункту складну просторову систему стикування різних видів транспорту під час здійснення операцій з перевезення пасажирів та вантажів, які пов'язані з внутрішніми, зовнішніми та транзитними логістичними схемами та маршрутами.

Транспортний вузол на рівні населеного пункту представляє собою структуру, яка включає транспортні вузли в узькому значенні цього поняття у вигляді хабів, терміналів, складів, логістичних центрів, внутрішньо міських пасажирських транспортних утворень (вокзали, станції, зупинки), пов'язаних між собою шляхами сполучення.

Для міських населених пунктів, особливо для великих міст у внутрішніх перевезеннях пасажирів значну роль відіграє система громадського транспорту, яка по суті є підсистемою транспортного вузла на рівні населеного пункту, що складається з транспортних утворень, які за масштабом поділяються на:

внутрішньо міські транспортні вузли, транспортні центри та транспортні пункти [82].

В межах міської агломерації за функціональною ознакою виділяється три рівня пасажирських транспортних утворень: I рівень це утворення в районі вокзалів, залізничних станцій, аеропортів, автостанцій, які здійснюють прийом та відправлення зовнішніх пасажиропотоків спрямованих у місто; II рівень складають станції метро, зупинки швидкісного трамваю, деякі станції міської електрички, які в межах міської агломерації регулюють головним чином внутрішньо міські пасажиропотоки та до деяких з яких зав'язані кінцеві та проміжні зупинки зовнішнього пасажирського транспорту (приміські та рейсові автобуси, маршрутні, таксі, електрички); III рівень це зупинкові пункти, платформи, термінали міського громадського транспорту, на яких здійснюється посадка та висадка або пересадка пасажирів [82].

Через просторові особливості, які пов'язані із планувальною структурою, щільністю забудови, компактністю заселення, для населених пунктів в порівнянні з міжнаселеними територіями характерним є в середньому більш високі: щільність шляхів сполучення, кількість та концентрація транспортних засобів (у тому числі, транспортних засобів громадського транспорту, велосипедів, засобів мікромобільності), завантаженість вулично-дорожньої мережі, інтенсивність дорожнього руху, обсяги пасажиропотоку, ступінь модальності, кількість та концентрація об'єктів транспортної інфраструктури.

Загальну характеристику транспортного вузла великого населеного пункту можна розглянути на прикладі м. Києва – одного з великих мультимодальних транспортних вузлів [81], який є столицею держави, головним адміністративно-політичним, індустріальним, науковим, культурним центром [83], найбільш населеним в Україні населеним пунктом та центром великої міської агломерації (додаток К).

Крім м. Києва великими мультимодальними центрами вважаються такі міста, як Одеса, Миколаїв, Черкаси, Львів, Запоріжжя, Кременчук, Дніпро, а також міста розташовані на тимчасово окупованій території міста Бердянськ та Маріуполь [81].

У підсумку необхідно зазначити наступне:

- населені пункти відіграють ключову роль у розвитку території, оскільки є центрами економічної, соціальної та культурної активності, формуючи зв'язки між територіями, сприяючи їх економічному зростанню;

- населені пункти та особливо міста є транспортними вузлами, які об'єднують транспортної мережі, формуючи транспортну систему країни та регіону;

- транспортний вузол міського населеного пункту представляє собою складно організовану просторову ієрархічну суспільно-економічну систему, яка характеризується значною концентрацією шляхів сполучення, транспортних засобів, об'єктів транспортної інфраструктури, інтенсивним дорожнім рухом, значними обсягами внутрішньоміських перевезень пасажирів та вантажів, крім перевезень значну роль відіграють операції з прийому, відправлення, перевантаження вантажів та пересадки пасажирів, мультімодальністю;

- транспортний вузол забезпечує крім внутрішньоміських перевезень також приміські, міжміські та міжнародні перевезення пасажирів та вантажів, а також їх внутрішній та міжнародний транзит;

- переважна частка перевезень пасажирів та вантажів в межах населеного пункту здійснюється автомобільним транспортом та наземним міським тролейбусним та трамвайним електротранспортом (далі – дорожній транспорт) під час дорожнього руху;

- в умовах збройної агресії, воєнного стану та повоєнного відновлення в силу більшої вразливості та багатофункціональності особливу увагу потрібно приділяти збільшенню стійкості транспортних вузлів великих міст.

Транспортні вузли (в узькому значенні цього поняття) разом із транспортними мережами (комунікаціями), рухомим складом для транспортування, засобами обслуговування клієнтів, системами управління транспортом, підприємствами та засобами для технічної експлуатації засобів транспорту та інші елементами інфраструктури формують на певному адміністративно-територіальному рівні відповідну ТС, у тому числі, на рівні міста [84].

Елементом ТС є її керуюча складова, яка у разі забезпечення функціонування ТС є її керуючою підсистемою, а раз у забезпечення організації, координації, контролю і регулювання дорожнього руху є керуючою системою дорожніми умовами та транспортними потоками в межах керованої території.

1.5 Склад та зміст організування дорожнього руху в населених пунктах

Склад організування дорожнього руху. Одним із напрямів діяльності КС з приведення у відповідність дорожніх умов та транспортних потоків полягає в ОДР, яке представляє собою «... комплекс дій із реалізації заходів правового, адміністративного, інженерного-технічного, організаційного та оборонного характеру на регіональному, районному та базовому рівнях адміністративно-територіального устрою з використанням відповідних технічних засобів управління та регулювання дорожнім рухом» [39].

У контексті ускладнення дорожнього руху в Україні в останні роки, що зумовлено різким зростанням рівня автомобілізації, а також впливами збройної агресії та потребами повоєнного відновлення, виникає нагальна потреба у формуванні та реалізації цілісної державної політики у транспортній сфері, зокрема у сфері ОДР. Така політика повинна охоплювати всі рівні державного управління та ґрунтуватися на системному підході, в межах якого дорожній рух розглядається як інтегрований компонент керованої системи, що забезпечує реалізацію економічних, соціальних та оборонних функцій держави.

У складі ОДР виділяється декілька фаз [85]:

- визначення існуючого стану транспортних систем і розвитку транспорту;
- обробка перспективних моделей руху транспорту;
- використання прогнозних моделей руху в галузі планування і проектування вулично-дорожньої мережі;
- установлення закономірностей поведінки транспортного потоку;
- розроблення проєктів оперативного і стратегічного вирішення транспортних ситуацій;

– використання методів оцінки існуючих або проєктованих транспортних систем і режимів руху.

Етапи реалізації ОДР. Діяльність щодо ОДР може бути розглянута як послідовний процес, метою якого є забезпечення безпечності та комфортності дорожнього руху, що реалізується на трьох рівнях [86]:

– **перший рівень** передбачає розробку системи нормативно-правових актів та нормативних документів (стандартів, технічних правил) щодо ОДР, які містять її загальні норми, що відповідають вимогам безпеки та комфортності дорожнього руху;

– **другий рівень** містить заходи, які безпосередньо реалізують вимоги нормативно-правових актів та нормативних документів щодо ОДР у процесі її планування, проєктування та впровадження під час проведення містобудівної діяльності, у тому числі у процесі будівництва, реконструкції і утримання ВДМ;

– **третій рівень** включає заходи з контролю реалізації ОДР; вивченню її впливу на транспортні потоки та дорожні умови; моніторингу та аналізу поточного стану безпеки та комфортності дорожнього руху за результатами впровадження заходів з ОДР; підтримки, а у разі необхідності, відновлення необхідного рівня безпеки та комфортності дорожнього руху.

Основні напрями та способи реалізації ОДР. Основні способи, якими реалізуються методи ОДР можна поділити на сім основних напрямків [86]:

- розподіл руху у просторі;
- розподіл руху у часі;
- формування однорідного транспортного потоку;
- оптимізація швидкості руху на вулицях і дорогах;
- розв’язування проблем організації руху пішоходів;
- розв’язування проблем тимчасових стоянок;
- впровадження АСУДР (АСКДР).

Характеристика способів реалізації ОДР приведена у додатку Л.

Інженерні задачі. З метою забезпечення реалізації ОДР здійснюється вирішення цілого кола інженерних задач, які передбачають:

- проведення досліджень транспортних, пішохідних потоків та дорожньо-транспортних пригод;
- виявлення місць підвищеної небезпеки для руху транспортних засобів і пішоходів та розробка заходів для їх ліквідації;
- виявлення «вузьких» місць на ВДМ (місць виникнення затримок руху) та розробка заходів з підвищення пропускної здатності доріг;
- розробку раціональних схем руху транспортних засобів та їх корегування відповідно до зміни умов та потреб в транспортних та пішохідних сполученнях;
- впровадження в експлуатацію нових технічних засобів керування рухом;
- оцінювання ефективності впроваджуваних заходів з організації та регулювання дорожнього руху;
- прогнозування розвитку дорожнього руху;
- моделювання транспортних систем.

На практиці ці задачі тісно пов'язані між собою. Так, розробка раціональних схем руху для транспортних та пішохідних сполучень сприяє скороченню невиробничих затримок і ДТП. Ліквідація місць підвищеної небезпеки, як правило, одночасно сприяє підвищенню швидкості руху транспортних засобів. Корегування схем організації руху відповідно до змін обстановки підвищує зручність руху тощо. Поняття зручності руху, крім можливості безпечно та з мінімальною втратою часу рухатись по дорогах, має більш широке розуміння. В поняття зручності входить легкість орієнтування водіїв та пішоходів на потрібних маршрутах, тобто наявність достатньої інформації. Зручність користування масовим пасажирським транспортом забезпечується не тільки розміщенням зупинок поблизу пасажироутворювальних центрів, а й вдалим взаємним розташуванням в пересадних вузлах. Створення мережі тимчасових автостоянок є не тільки необхідною умовою зручності користування індивідуальними легковими автомобілями, а і служить для розвантаження проїзної частини магістралей. Це ще раз підкреслює тісний взаємозв'язок усіх напрямків діяльності з організації дорожнього руху.

Важливо відмітити, що оперативні заходи організації руху з ліквідації заторів можуть дати ефект лише в межах певної інтенсивності руху, оскільки відомі методи можуть в найоптимальніших випадках забезпечити підвищення пропускної здатності смуги не більше ніж на 25–30%. Тому, якщо обсяг транспортного потоку систематично перевищує величину 1000 од/час на кожній смузі, необхідні заходи з реконструкції та розвитку вулично-дорожньої мережі.

Під час реалізації ОДР застосовуються різноманітні технічні засоби, АСУДР, ІТС. Так, наприклад, опис застосування ІТС, або послуг для користувачів в рамках вузлів послуг для користувачів ІТС, які включають інфраструктуру, транспортні засоби та людей, наведено у додатку М.

1.6 Вимоги щодо модернізації організування дорожнього руху в населених пунктах відповідно до умов воєнного стану та повоєнного відновлення

Досвід окремих територіальних громад та результати науково-дослідних робіт свідчать, що в умовах воєнної агресії для збільшення транспортної стійкості, модернізація заходів ОДР до умов воєнного стану та повоєнного відновлення є вкрай важливою.

Модернізація заходів ОДР повинна проводитися у декілька етапів та включати: аналіз загроз; оцінку ризиків; приведення різнорівневих стратегій та планів до сучасних умов, враховуючи транскордонну взаємодію з Україною.

Одночасно з цим повинна здійснюватися адаптація нормативно-правової і методичної бази щодо проєктування ОДР разом із моделюванням та прогнозуванням транспортних потоків.

Модернізовані заходи ОДР пропонується розділити на три групи:

- заходи короткої тривалості (тимчасові або критично відновлювальні заходи) для забезпечення евакуації, переміщення спеціальних служб, ліквідації наслідків локальних руйнувань);

– заходи середньої тривалості для забезпечення функціонування та відновлення об'єктів критичної інфраструктури, ліквідації наслідків локальних руйнувань у період середньої тривалості;

– заходи довгої тривалості для відновлення сталої мобільності, а також адаптації мобільності до умов воєнного часу або її трансформації до умов повоєнного відновлення відповідно до принципів сталості.

Заходи короткої тривалості (тимчасові або критично відновлювальні заходи) необхідні для забезпечення безперебійного функціонування основних доріг, магістралей, штучних споруд, та в цілому ВДМ в період перед, під час та в перший період після початку збройної агресії або загрози виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій.

В цей період починається екстрена та не організована евакуація частини населення приватним транспортом. Створюються великі черги за паливом та товарами першої необхідності. У наслідку цих подій збільшується кількість ДТП. Водії не чекаючи відповідні служби кидають автомобілі і евакуюються альтернативними шляхами. Всі ці події і їх наслідки створюють великі затримки в русі, що призводить до великих матеріальних, людських витрат та витрат часу.

Для запобігання таких наслідків в майбутньому необхідно розробити заходи для:

- швидкого розмежування транспортних потоків;
- забезпечення безперешкодного руху спеціальних служб;
- організованої евакуації приватним транспортом;
- стримування надмірних транспортних потоків;
- забезпечення фільтраційних заходів;
- ліквідації локальних руйнувань дорожньо-транспортної інфраструктури.

Реалізація наведених заходів потребує розробки проєктів або схем ОДР з розміщенням тимчасових ТЗОДР. У відповідності до [87] схема ОДР - це кресленик, на якому у вигляді умовних познач показано розміщення технічних засобів ОДР на ділянці дороги (вулиці) або в місцях розташування об'єктів дорожнього сервісу.

Схеми ОДР не визначають геометрію дороги, маршрути слідування, блок-пости та інше.

Розробка схем ОДР повинна здійснюватися згідно розроблених і затверджених у встановленому порядку планів евакуації населення, а також визначених місць розташування фільтраційних пунктів, блок постів, маршрутів руху спеціальних служб, тощо.

Заходи середньої тривалості. Відновлення дорожньо-транспортної інфраструктури на прифронтових територіях та звільнених після тимчасової окупації, потребує як аварійних заходів так і заходів середньої тривалості.

Заходи для забезпечення функціонування та відновлення критичної інфраструктури треба розділяти за обсягом і масштабом, взявши за основу досвід ремонтів і відновлення великих міст що знаходились в частковій окупації чи на лінії бойових зіткнень, як наприклад, у Миколаєві, Чернігові, Харкові, Сумах. В цих містах за період з початку збройної агресії були зруйновані й частково відновлені штучні споруди, дороги, полотно рейкового транспорту, контактна мережа електрифікованого громадського транспорту.

Для відновлення значних руйнувань основних конструкцій необхідно розробляти проектно-кошторисну документацію з необхідними погодженнями, проходженням експертизи і затвердженням. Терміни такого проектування, в залежності від ступеня руйнування, можуть складати від двох місяців до двох років. Терміни будівництва в залежності від фінансування і ситуації теж можуть складати до декількох років. Для функціонування критичної інфраструктури необхідні швидкі, тимчасові рішення на період проектування і будівництва повноцінного об'єкта. Такими рішеннями можуть бути тимчасові споруди модульного або індивідуального проектування. Такі рішення були застосовані після того, як 25.02.2022 року під час оборони Києва, були підірвані мости (через річку Ірпінь) на Новоірпінській трасі [88].

Заходи довгої тривалості. У контексті сучасних викликів, пов'язаних зі знищенням та повоєнним відновленням, стає важливим розглядати цей процес як унікальну можливість для створення не лише нової інфраструктури, а й

прогресивного розвитку території громад та населених пунктів. Зокрема, відновлення територій, які були піддані воєнній агресії, вимагає не тільки технічних та інженерних рішень, але й врахування сучасних тенденцій у територіальному плануванні та сталому розвитку [89].

Під час повоєнного відновлення слід враховувати принципи сталого розвитку, що дозволяє задовольняти потреби сучасного суспільства, створюючи загрозу можливості майбутніх поколінь задовольняти свої потреби. Важливо працювати над зниженням викидів та в підвищенні енергоефективності, враховуючи 17 положень сталого розвитку, які Україна підписала до 2030 року. Території громад поділені на три частини: населені пункти, їх околиці та територія між населеними пунктами. Більшість проблем вирішується в населених пунктах, де концентрується населення, об'єкти промисловості, транспортна інфраструктура, об'єкти соціального призначення. Проте, це веде до перевантаження транспортних мереж, заторів та інших проблем. Три рівні управління, зокрема управління потоками, мобільністю та просторовим плануванням, мають на меті вирішити ці проблеми, вдосконалюючи перехрестя та розширюючи транспортні мережі [89].

В результаті аналізу сучасних тенденцій проектування вулиць і доріг населених пунктів і світового досвіду реалізації цих тенденцій, сформульовано наступні принципи перерозподілу вулично-дорожнього простору: принцип рівності у праві використання, заснований на доступності простору для людей будь-якого соціального прошарку, віку та стану здоров'я; принцип безпеки, що полягає у наданні громадянам можливості почувати себе захищеними на вулицях свого міста; принцип розмаїття видів діяльності, який має на меті забезпечення усіх соціальних груп доступними та різноманітними видами відпочинку та проведення часу у громадських просторах; принцип комфортабельного мікроклімату, що полягає у забезпеченні комфорту перебування мешканців на вулицях населених пунктів, і принцип естетичності, тобто забезпечення привабливого вигляду міських просторів [90].

1.7 Загальна характеристика керуючої системи дорожнім рухом в населених пунктах

Особливості дорожнього руху в транспортному потоці. Дорожній рух як основний робочий процес, що забезпечує переміщення у просторі та часі пасажирів та вантажів, є результатом взаємодії дорожніх умов та транспортних потоків, що обмежується шляхами сполучення.

Найбільш спрощеним варіантом такої взаємодії є елементарна система «автомобіль – водій – дорога», в якій водій є керуючим органом, що управляє відповідно до умов руху транспортним засобом, використовуючи прямий зв'язок з ним [91].

Включаючись до загального транспортного потоку, можливості водія щодо впливу на умови руху стають більш обмеженими. У цьому випадку кожна елементарна система «автомобіль – водій – дорога» стає частиною транспортного потоку, рухаючись відповідно до загальних для всіх транспортних засобів у його складі закономірностей. Так як рух транспортного потоку може здійснюватися в межах автомобільної дороги, то його здійснення в значній мірі залежить від дорожніх умов. Виникає більш складна система: система «Дорожні умови – транспортні потоки» (система ДУ-ТП) [85], в рамках якої на рух транспортного потоку впливає низка факторів: параметри дороги та її стан, характеристики транспортного потоку (інтенсивність, склад, рівень інтенсивності), метеорологічні умови, водії та їх стан, автомобілі та їх технічний стан [92].

Зазначене вище необхідно віднести до тролейбусних машин, а також в певній мірі до трамвайних вагонів, з урахуванням обмеженості їх можливостей щодо переміщення, що пов'язано із використанням контактних мереж та трамвайних колій.

Збільшення інтенсивності та щільності дорожнього руху у визначених дорожніх умовах, зростання та ускладнення дорожнього потоку, збільшення кількості дорожніх потоків та їх перетинань між собою призводить до зменшення економічної ефективності автомобільних перевезень, збільшення

психофізіологічного та фізичного навантаження на водіїв, погіршення безпеки дорожнього руху, збільшення негативного впливу автомобільного транспорту на природне середовище і місця проживання населення. Дорожній рух стає більш витратним та небезпечним. В таких умовах водії вже не в змозі вплинути на характеристики руху, а дорожні умови не здатні самостійно удосконалюватись без втручання зовні. Система ДУ-ТП стає менш керованою та менш стабільною, у зв'язку з чим виникає потреба «створення відповідної спеціальної керуючої підсистеми, яка повинна сприймати і опрацьовувати інформацію про стан транспортних потоків, оцінювати стан системи в цілому, складати прогнози про розвиток окремих елементів системи і розробляти рекомендації щодо оптимізації її функціонування» [85].

Визначення керуючої системи. Приведення дорожніх умов та транспортних потоків у відповідність один до одного можливо зробити за допомогою зовнішнього впливу створивши відповідну КС (суб'єкт управління), яка б здійснювала керування системою ДУ-ТП (об'єкт управління) шляхом: прийняття та перетворення суб'єктом інформації про стан об'єкту до та після управлінського впливу на нього; прийняття суб'єктом рішень щодо управлінського впливу направленного на приведення у відповідність дорожніх умов та транспортних потоків один до одного; здійснення управлінського впливу на суб'єкт відповідно до прийнятих об'єктом управлінських рішень [3] (рисунок. 1.4).



Рисунок 1.4 – Спрощена схема взаємодії КС та системи ДУ-ТП. Джерело: розроблено автором [3] на основі [85]

Одним із головних процесів, що забезпечує управління системою є передача каналом зворотного зв'язку інформації про стан керованого об'єкта до керуючої системи, перетворення у керуючій системі інформації про керований об'єкт та її передача каналами прямого зв'язку від керуючого об'єкта до керованого об'єкту. Для реалізації зазначеного процесу необхідна наявність елементу, який забезпечуватиме збір та опрацювання інформації про дорожні умови та транспортні потоки. Враховуючи це, КС повинна мати у своєму складі додатковий елемент системи управління дорожніми умовами та транспортними потоками, який безпосередньо здійснює заходи з управління відповідно до визначених цілей. До складу цього елементу відносять: служби планування розвитку дорожніх мереж, утримання автомобільних доріг, організацію дорожнього руху та автотранспортну службу [85].

Враховуючи, що на системи ДУ-ТП впливає велика кількість зовнішніх факторів правового, соціально-економічного, організаційного, територіального характеру прямого та непрямого впливу (наприклад, зміни у законодавстві у сфері дорожнього руху, зростання цін на пально-мастильні матеріали, збільшення забудови території), приведення у відповідність дорожніх умов та транспортних потоків може здійснюватися у різний спосіб. Але у будь-якому випадку він повинен забезпечувати керованість системи ДУ-ТП з боку суб'єкта управління.

Вимоги до керуючої системи. КС повинна мати структурно-організаційну побудову, яка забезпечує ефективне виконання повного управлінського циклу, що відповідає функціональним завданням, покладеним на систему.

До складу КС входять:

- органи управління, наділені чітко визначеною компетенцією;
- технічні засоби, що забезпечують реалізацію управлінських дій;
- нормативно-методичне забезпечення, яке регламентує процеси управління.

Ці елементи взаємодіють на ключових етапах управлінського циклу – формування, ухвалення, реалізація та контроль управлінських рішень, – дозволяючи системі виконувати такі функції:

- збір, оброблення та передавання інформації;
- прогнозування та планування управлінських впливів;
- організація виконання прийнятих рішень;
- облік, аналіз та оцінка ефективності управлінського впливу.

Для керування дорожнім рухом важливим є також врахування: рівня прийняття управлінського рішення та здійснення управлінського впливу (загальнодержавний, регіональний, місцевий); нормативно-правового забезпечення; значення автомобільної дороги (державна, місцева) [93]; поточної фази життєвого циклу автомобільної дороги (концепція, вишукування, проектування, будівництво, експлуатація, реконструкція) [94]; потреб модернізації транспортної інфраструктури відповідно до сучасних вимог у економічній сфері [95; 96], соціальній політиці [97], містобудуванні [90], екології [98]; змін кліматичних умов [99].

Ще одним зовнішнім фактором, що впливає на керування ДУ-ТП, та яким небезпечно нехтувати, є збройна агресія проти України та потреби повоєнного відновлення країни, у тому числі населених пунктів.

Таким чином, КС впливаючи на систему ДУ-ТП, здійснює керування дорожнім рухом, який здійснюється у складі транспортних потоків, які здійснюються в певних дорожніх умовах на фоні зовнішніх факторів, у тому числі, пов'язаних з наслідками збройної агресії.

Руйнування автодорожньої інфраструктури, погіршення технічного стану дорожнього покриття, а також невідповідність транспортно-експлуатаційних характеристик доріг потребам, пов'язаним із забезпеченням обороноздатності держави, доповнюються негативними змінами у психофізіологічному стані водіїв, загальним погіршенням стану здоров'я, зниженням рівня технічного обслуговування транспортних засобів та старінням автопарку. Усі ці чинники вимагають невідкладного врахування в процесі управління системою ДУ-ТП, а також здійснення своєчасних і системних заходів щодо перегляду та адаптації управлінських підходів, з урахуванням нових викликів і умов функціонування транспортної системи [89; 100; 101].

Рівні управління транспортними системами та дорожнім рухом.

Ефективність дорожнього руху як кінцевого результату функціонування системи ДУ-ТП визначається ефективністю керуючих впливів, прийнятих на різних рівнях діяльності органів виконавчої влади, місцевого самоврядування, підприємств та установ різних форм власності.

За своїм значенням всі керуючі впливи можуть бути розділені на впливи стратегічного або програмного характеру та впливи оперативного або поточного характеру. При цьому деякі впливи на різних рівнях діяльності можуть переходити з одного типу до іншого.

Основу управління ТС становлять заходи стратегічного характеру. Найбільше значення з яких мають аналіз стану та прогноз розвитку вантажних і пасажирських перевезень, умов автомобілізації, перспектив розвитку ВДМ населеного пункту.

Рівні управління, рівні та напрямки діяльності по управлінню ТС та дорожнім рухом приведені у додатку Н.

На рівні управління дорожнім рухом стратегічний характер має розробка загальних схем організації руху і його розподіл по дорожній мережі, організація перевезень масових вантажів і пасажирів в окремі періоди року, заборона або обмеження руху по окремих маршрутах, розробка та впровадження методів і технічних засобів організації й керування рухом.

Поточне управління містить у собі:

- постійне вивчення та аналіз умов руху на даній автомобільній дорозі або мережі доріг, виявлення найбільш завантажених і небезпечних для руху ділянок, розробку й реалізацію гнучких систем організації руху на основі вивчення закономірностей руху в процесі експлуатації дороги;
- розробку і реалізацію схем розміщення дорожніх ділянок, показників і іншої дорожньої інформації;
- розробку й реалізацію схем розмітки автомобільних доріг відповідно до загальної схеми організації руху;
- організування та регулювання руху на найнебезпечніших ділянках доріг (перетинання, населені пункти, криві малого радіуса, ділянки ремонтних робіт).

Оперативне керування здійснює також:

- постійний контроль за станом доріг, метеорологічними умовами, параметрами транспортного потоку й обстановкою дороги, вироблення оптимальних режимів руху в цілому по дорозі і окремих її ділянках, інформацію водіїв про ці режими та контроль за виконанням команд;

- виявлення місць ДТП, заторів, ушкоджень доріг, штучних споруд та інших небезпечних ситуацій, вживання заходів по забезпеченню умов руху на цих ділянках, а також заходів до ліквідації наслідків ДТП й інших небезпечних ситуацій з використанням ресурсів дорожньої організації;

- планування робіт з ремонту та поточного утримання дороги, у тому числі при несприятливих періодах і у складних погодних умовах;

- розробку пропозицій по подальшому вдосконаленню технічного рівня дороги, її інженерного устаткування, реконструкції окремих ділянок і дороги в цілому;

- організування та регулювання дорожнім рухом у місцях провадження робіт.

Саме широке застосування на практиці знаходять заходи оперативного управління рухом, що найчастіше розуміється як управління дорожнім рухом.

На цьому рівні зайнята найбільша кількість людських і технічних ресурсів, що обумовлює доцільність впровадження діджиталізації управління ТС та дорожнім рухом.

Повноваження органів управління. У сфері дорожнього руху суспільні відносини, а також права, обов'язки та відповідальність учасників дорожнього руху, органів влади, підприємств, установ і організацій регулюються Законом України «Про дорожній рух», який разом із актами законодавства України, що видаються відповідно до нього, складає законодавство про дорожній рух [102].

Згідно до статті 3 цього Закону державне управління у сфері дорожнього руху та його безпеки здійснюється Кабінетом Міністрів України, спеціально уповноваженим на це центральним органом виконавчої влади, місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування.

З огляду на суб'єктність КС дорожнім рухом, для визначення кола питань у сфері дорожнього руху по яких центральні і місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування мають приймати рішення, важливим є розуміння компетенції органів, яку можна визначити як «обсяг державної діяльності, покладений на конкретний орган, або коло питань, передбачених законодавством, іншими нормативно-правовими актами, які він має право вирішувати в процесі практичної діяльності ...» [103].

В частині ОДР та процесів, які на нього впливають (розробка нормативно-правових актів, розробка державних програм розвитку дорожнього руху, їх фінансування та контроль за їх виконанням, державний нагляд та контроль за дотриманням законодавства про дорожній рух, забезпечення розвитку мережі автомобільних доріг тощо) згідно до Закону «Про дорожній рух» визначені наступні компетенції:

- Кабінет Міністрів України: визначення його єдиного порядку;
- органи влади Автономної Республіки Крим, обласні, Київська та Севастопольська міські ради, обласні, Київська та Севастопольська державні адміністрації: керівництво діяльністю по ОДР;
- міські ради та їх виконавчі органи, районні ради та районні державні адміністрації: організація дорожнього руху на території міста і району згідно з відповідними генеральними планами, проектами детального планування та забудови населених пунктів, автоматизованих систем керування дорожнім рухом, комплексних транспортних схем і схем ОДР та з екологічно безпечними умовами;
- власники автомобільних доріг (вулиць): впровадження на аварійно-небезпечних ділянках та місцях концентрації дорожньо-транспортних пригод заходів щодо удосконалення організації дорожнього руху.

Згідно до статті 27 Закону України «Про дорожній рух» ОДР здійснюється спеціалізованими службами, що створюються відповідними органами: на автомобільних дорогах, що перебувають у власності громад, - органами місцевого самоврядування; на інших автомобільних дорогах - центральним органом

виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері дорожнього господарства та управління автомобільними дорогами [102].

Відповідно до цього до КС дорожнім рухом крім таких виконавчих органів, як служба планування розвитку дорожніх мереж, служба утримання автомобільних доріг, автотранспортна служб, також відносять службу ОДР [85].

Державну політику у сфері дорожнього господарства та управління автомобільними дорогами загального користування державного значення згідно до положення затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 10.09.2014 № 439 реалізує Державне агентство відновлення та розвитку інфраструктури України (Агентство відновлення) [104]. У 2018 році в рамках реформи децентралізації зі сфери управління колишнього Укравтодору до сфери управління обласних державних адміністрацій було передано 122,8 тис. км обласних та районних автомобільних доріг місцевого значення [105].

Статтею 17 Закону України «Про автомобільні дороги» визначається, що управління функціонуванням та розвитком вулиць і доріг міст та інших населених пунктів здійснюється відповідними органами місцевого самоврядування, у віданні яких вони знаходяться [93].

Аналіз організаційної структури та складу керуючої системи в частині організування дорожнього руху на прикладі великих міст. Аналізуючи на прикладі таких міст, як Київ, Харків, Одеса, Дніпро та Львів склад виконавчих органів місцевого самоврядування, до організаційної структури КС дорожнім рухом в частині ОДР, можна віднести структурний підрозділ виконавчого органу (профільний департамент) із повноваженнями щодо ОДР та підпорядковане йому комунальне підприємство (комунальну установу), що виконує завдання пов'язані з ОДР. Разом профільний департамент та комунальне підприємство (комунальна установа) формують систему управління організуванням дорожнього руху (таблиця 1.5).

Таблиця 1.5 – Структура та склад системи управління організуванням дорожнього руху (на прикладі міст Київ, Харків, Одеса, Дніпро та Львів). Джерело: складено автором на основі [106-110]

Місто	Орган місцевого самоврядування	Виконавчий орган міської ради	Структурний підрозділ виконавчого органу	Підпорядковане комунальне підприємство (КП)/ комунальна установа (КУ)
Київ	Київська міська рада (Київрада)	Київська міська державна адміністрація	Департамент транспортної інфраструктури	КП «Центр організації дорожнього руху» [106]
Харків	Харківська міська рада	Виконавчий комітет Харківської міської ради	Департамент інфраструктури	КП «Харків-Сигнал» [107]
Одеса	Одеська міська рада	Виконавчий комітет Одеської міської ради	Департамент транспорту, зв'язку та організації дорожнього руху	КУ «Спеціалізований монтажно-експлуатаційний підрозділ» [108]
Дніпро	Дніпровська міська рада	Виконавчий комітет Дніпровської міської ради	Департамент транспорту та транспортної інфраструктури	КП «Транспортна інфраструктура міста» [109]
Львів	Львівська міська рада	Виконавчий комітет Львівської міської ради	Департамент міської мобільності та вуличної інфраструктури	Львівське КП «Львівавтодор» [110] https://lvivavtodor.com.ua/

Аналізуючи положення та статuti визначених вище профільних департаментів та комунальних підприємств (комунальної установи) можна зазначити їх основні завдання та функції з ОДР.

Для профільних департаментів міських рад завдання щодо забезпечення ОДР на території міської ради реалізується в межах їх повноважень через виконання

таких функцій, як організація виконання та контроль реалізації вимог законодавства; розробка цільових програм; розробка проєктів нормативних документів; забезпечення використання бюджетних коштів; здійснення публічних закупівель товарів, робіт та послуг; здійснення контролю та координації діяльності підпорядкованих підприємств; затвердження схем ОДР; здійснення заходів спрямованих на підвищення безпеки дорожнього руху; сприяння впровадження нових технологій та підвищення технічного рівня надання послуг. В деяких випадках профільні департаменти здійснюють більш широкі повноваження пов'язані зі сферою транспорту та дорожнього господарства: виконання функцій замовника будівництва (реконструкції, ремонту) об'єктів транспортної інфраструктури; організація роботи щодо визначення поточної та перспективної потреби в послугах та роботах у сферах транспорту та дорожнього господарства; підготовка пропозицій щодо реформування і розвитку автомобільного транспорту.

Для підпорядкованих профільним департаментам комунальних підприємств (комунальної установи) перелік завдань пов'язаних з ОДР характеризується більшою різноманітністю.

Так, наприклад, згідно статутів [109; 111] предметом діяльності КП «Центр організації дорожнього руху» (м. Київ) та КП «Транспортна інфраструктура міста» (м. Дніпро) є досить великий перелік завдань пов'язаних з ОДР: встановлення, експлуатація та утримання ТЗРДР; ведення (розробка) дислокації ТЗРДР; розроблення (виготовлення) схем ОДР; забезпечення роботи АСКДР; інформування учасників дорожнього руху про умови дорожнього руху; контроль (моніторинг) стану ТЗРДР. В порівнянні з КП «Транспортна інфраструктура міста» (м. Дніпро), КП «Центр організації дорожнього руху» (м. Київ) має більш розширений перелік завдань стосовно проведення моніторингу та здійснення прогнозу дорожньо-транспортної ситуації на ВДМ міста, а також забезпечення моделювання транспортних потоків.

КУ «Спеціалізований монтажно-експлуатаційний підрозділ» (м. Одеса) має завдання в основному орієнтовані на будівництво, ремонт, утримання та експлуатацію ТЗРДР, а також виконання комплексу робіт із забезпечення керування

та контролю ТЗРДР за допомогою автоматизованих систем керування дорожнім рухом [112]. В свою чергу в ЛКП «Львівавтодор» значна увага приділяється інженерно-технічному проєктуванню, впровадженню автоматизованих систем, транспортному моделюванню [113].

Є певні відмінності у складі робіт з будівництва, ремонту, утримання та експлуатації ТЗРДР. Так, наприклад, КУ «Спеціалізований монтажньо-експлуатаційний підрозділ» (м. Одеса) згідно статуту здійснює нанесення та/або відновлення дорожньої розмітки, в той самий час таке завдання відсутнє у статуті КП «Центр організації дорожнього руху (м. Київ). Роботи з цього напрямку здійснюють інші підприємства м. Києва (комунальні підприємства КК» Київавтодор» або сторонні особи). Або навпаки для київського підприємства визначене завдання щодо забезпечення моделювання транспортних потоків, яке відсутнє у одеського підприємства.

З наведених вище прикладів можна зазначити наступне:

- КС дорожнім рухом в частині ОДР в кожному із наведених міст мають однакову структуру у складі відповідного структурного підрозділу виконавчого органу (профільного департаменту) та підпорядкованого йому комунального підприємства (комунальної установи) або кількох комунальних підприємств;

- профільні департаменти, як структурні підрозділи виконавчого органу ради, здійснюють притаманні виконавчим органам в межах делегованих їм повноважень представницьким органом місцевого самоврядування (міською радою) функції щодо планування, прийняття управлінських рішень, організації діяльності, контролю;

- профільні департаменти можуть здійснювати повноваження не тільки пов'язані з ОДР, но також інші повноваження у сфері транспорту та дорожнього господарства;

- комунальні підприємства (комунальна установа) виконують широкий перелік завдань пов'язаних з ОДР, який частково відрізняється між підприємствами, та в силу певних факторів може відрізнятися наявністю або відсутністю окремих завдань, наприклад, розробки схем ОДР або моделювання транспортних потоків,

які можуть виконуватися іншими підприємствами, що знаходяться у підпорядкуванні департаментів, або сторонніми особами.

Зрозуміло, що приведені вище організаційна структура та склад КС обумовлені низкою об'єктивних та суб'єктивних причин. Але незважаючи на певні переваги у роботі, наявні організаційна структура та склад мають певні недоліки:

- конфлікт інтересів в рамках профільного департаменту, в повноваженнях якого суміщаються забезпечення проведення ОДР та інші напрямки у сфері транспорту та дорожнього господарства;

- декілька підприємств, що виконують завдання пов'язані з ОДР, одне з яких є головним у цьому напрямку;

- відносне різноманіття переліку завдань пов'язаних з ОДР, які виконують підприємства в різних містах;

- відсутність унормованих карт технологічних процесів що існують у складі робіт з ОДР.

Зазначені недоліки разом із зростанням кількості автомобілів, збільшенням транспортних потоків, невідповідністю дорожніх умов та транспортних потоків, екстенсивним підходом до розвитку ТС населеного пункту, відсутністю зваженої політики у сфері містобудування та просторового планування унеможливають ефективне управління ОДР. Це відображається на стані дорожнього руху в населених пунктах та має негативний прояв у вигляді завантаженості доріг при відносно незначній в середньому по країні автомобілізації населених пунктів, збільшення витрат часу у заторах, значного рівня ДТП, кількість яких не має тенденції до зниження, погіршення якості повітря, що призводить до зниження ефективності перевезень, погіршенню соціально-економічної ситуації та екологічного стану в населених пунктах. Нажаль стан речей, який склався, має найбільш негативні наслідки у великих містах.

З метою подолання наявних проблем у сфері ОДР в населених пунктах, зокрема у великих містах України, раніше вже здійснювались спроби їх вирішення шляхом розроблення та впровадження стратегічних і програмних документів (стратегій, концепцій, програм) як на державному, так і на регіональному та

муніципальному рівнях, у тому числі за підтримки європейських партнерів. Водночас, заходи, передбачені цими документами, не дозволили досягти очікуваних результатів, а розгортання збройної агресії проти України значною мірою унеможливило їх реалізацію.

У сучасних умовах виникає об'єктивна необхідність переосмислення підходів до вирішення проблем дорожнього руху, його ефективного організування та забезпечення належного рівня безпеки. Цей пошук має здійснюватися з урахуванням нових викликів, пов'язаних із забезпеченням обороноздатності країни, підвищенням стійкості населених пунктів, а також оптимізацією дорожньо-транспортних витрат за умов дотримання заданих параметрів: обсягу перевезень, швидкості пересування та рівня безпеки дорожнього руху.

Разом, все вище перелічене приводить до розуміння необхідності відмовлення від екстенсивного розвитку транспортної системи населених пунктів (збільшення відсотка вулиць та доріг по відношенню до загальної площі міста), за результатами якого міста, особливо великі міста, перетворюються у «великі паркувальні майданчики», та потреби у переході до інтенсивного розвитку шляхом впровадження нових концептуальних підходів до розвитку транспортної системи країни, її регіонів, населених пунктів, міст та в першу чергу великих міст, як найбільш вразливих територій.

Висновки щодо функціонування керуючої системи в частині ОДР у мирний час, під час воєнного стану та повоєнного відновлення. Проведені дослідження щодо функціонування системи управління ОДР в населених пунктах у мирний час, під час воєнного стану та повоєнного відновлення дозволяють сформулювати наступні висновки:

- населені пункти в транспортній системі України є транспортними вузлами зі складною структурою, забезпечуючи внутрішні, приміські, міжміські та міжнародні перевезення пасажирів та вантажів;

- найбільше значення відграють великі міста, які є великими мультимодальними транспортними вузлами;

– все більш значну роль у здійсненні внутрішніх та міжнародних перевезень пасажирів та вантажів здійснює автомобільний транспорт, а в великих містах наземний міський електротранспорт в перевезеннях пасажирів;

– умовно розвиток транспортної системи населених пунктів можна поділити на три часових періоди: до включно 2019 року, 2020-2021 роки, пов'язаний із пандемією COVID-19 та з 2022 року коли почалась збройна агресія проти України, кожний з яких мав певні особливості щодо розвитку транспортної системи населеного пункту;

– з початком збройної агресії проти України її транспортна система зазнала значних змін, що призвело до переорієнтації логістичних маршрутів переважно у західному та південному напрямках та їх перетинанню в центральній частині країни;

– незважаючи на руйнівні процеси, пов'язані зі збройною агресією, та завдяки роботам щодо відновлення транспортної інфраструктури та міжнародного співробітництва з нашими європейськими партнерами, транспортна система у 2023 році почала поступова відновлювати свою роботу, забезпечуючи вирішення економічних та соціальних задач, а також забезпечуючи обороноздатність країни;

– в наслідок збройної агресії до невирішених проблемних питань мирного часу транспортної системи додалися питання, пов'язані з необхідністю забезпечення транспортної стійкості під час воєнного стану та повоєнного відновлення, яке буде здійснюватися в умовах перманентної загрози з боку країн-агресорів;

– враховуючи, що для дорожнього транспорту дорожній рух є основним виробничим процесом, його ефективність в умовах невирішених проблемних питань мирного часу та збройної агресії, значною мірою залежить від відповідності дорожніх умов та транспортних потоків, що неможливо здійснити без відповідного управлінського впливу на них керуючої системи;

– у зв'язку із значною кількістю факторів найбільш складним дорожній рух є в населених пунктах, особливо у великих містах, які відрізняються найбільшою вразливістю, що в умовах збройної агресії має велике значення в питаннях

обороздатності, забезпечення економічної діяльності та захисту цивільного населення;

– одним з напрямів діяльності КС з приведення у відповідність дорожніх умов та транспортних потоків полягає в модернізації ОДР та самої КС в частині управління ОДР відповідно до впливу на них наслідків збройної агресії та вимог повоєнного відновлення шляхом модернізації, наприклад, у великих містах виконавчих органів місцевої влади представлених профільним департаментом та комунальним підприємством (комунальною установою);

– незважаючи на певні переваги у роботі, наявна організаційна структура та склад мають певні недоліки, які разом з іншими факторами мають негативні наслідки для розвитку транспортної системи населеного пункту, що проявляється у невирішеності проблемних питань мирного часу та їх поглибленні в результаті впливу наслідків збройної агресії;

– для забезпечення під час воєнного стану та повоєнного відновлення подальшого сталого розвитку населених пунктів у умовах невирішеності транспортних проблемних питань мирного часу та їх поглиблення в результаті впливу наслідків збройної агресії, вбачається за необхідним відмовлення від екстенсивного розвитку транспортної системи населених пунктів та здійснення переходу до її інтенсивного розвитку на базі принципів Концепції сталої мобільності, що потребує модернізації системи управління ОДР в населених пунктах, в першу чергу, у містах з населенням більше 50 тис. осіб, як це зазначено у Операційному плані заходів з реалізації Стратегії 2030 [4];

– враховуючи структуру КС, функціональність її елементів, умови воєнного стану та повоєнного відновлення, одним з напрямів модернізації системи управління ОДР є модернізація підприємств, що здійснюють в населених пунктах упровадження заходів з ОДР;

– модернізація Підприємства, передбачає цифровізацію (діджиталізацію) виробничих процесів із паралельним впровадженням сучасних рішень в систему ОДР;

– з огляду на складність, масштабність та стратегічну значущість процесу модернізації Підприємства, а також вирішальне значення інформаційної складової у його реалізації, з урахуванням ризиків і викликів, пов'язаних із воєнним станом та повоєнним відновленням, ефективне впровадження змін на всіх етапах можливе виключно за умов комплексного і системного застосування принципів проєктного менеджменту.

Висновки до Розділу 1

За результатами досліджень, проведених у рамках першого розділу, можна зробити наступні висновки:

- уточненні визначення понять «організування [організація] дорожнього руху», «управління дорожнім рухом» та «регулювання дорожнього руху»;
- на основі інформації щодо розмірів в Україні пасажирських та вантажних перевезень у 2015-2023 роках обґрунтовано збільшення значення дорожнього транспорту у розвитку транспортних систем населених пунктів;
- виділено три періоди у розвитку дорожнього транспорту в населених пунктах України, у тому числі, з врахуванням негативного впливу наслідків автомобілізації в Україні та збройної агресії проти України;
- проаналізовані негативні процеси розвитку транспортних систем в містах Києві, Харкові, Одесі, Дніпро та Львові, що відображається на збільшенні завантаженості доріг, високому рівні ДТП, погіршенні якості повітря;
- проаналізовані положення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року щодо діджиталізації розвитку транспортної системи, стратегічним плануванням її розвитку, розвитком мобільності та ОДР;
- проаналізована роль населених пунктів у транспортній системі України, як транспортних вузлів;
- визначені та сформовані вимоги щодо модернізації ОДР в населених пунктах відповідно до умовах воєнного стану та повоєнного відновлення з виділенням заходів з ОДР короткої, середньої та довгої тривалості;

- проаналізовані організаційна структура та склад керуючої системи в частині ОДР на прикладі великих міст;

- зроблені висновки стосовно функціонування керуючої системи в частині ОДР у мирний час, під час воєнного стану та повоєнного відновлення.

За результатами дослідження в науковому фаховому виданні України опубліковано 1 одноосібну наукову працю [36] та розділи у 1 науковій праці [35].

РОЗДІЛ 2. МОДЕЛІ МЕНЕДЖМЕНТУ ПРОЄКТІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОРГАНІЗУВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ

2.1 Концептуальна модель менеджменту проєктів модернізації організування дорожнього руху в населених пунктах

Концептуальна модель менеджменту проєктів модернізації ОДР в населених пунктах (далі – концептуальна модель) – це узагальнене логічне та структуроване представлення основних елементів управління зазначеними проєктами, взаємозв'язків між елементами та послідовності дій, необхідних для ефективної реалізації змін в ОДР. Така модель забезпечує загальне бачення процесу управління проєктами, дозволяє визначити ключові цілі, ресурси, зацікавлені сторони, методи реалізації та очікувані результати.

Метою концептуальної моделі є забезпечення ефективного управління проєктами, спрямованими на вдосконалення ОДР, підвищення безпеки дорожнього руху та ефективності перевезення пасажирів та вантажів, більш широкого застосування сучасних інформаційних технологій в умовах упровадження сталої мобільності в населених пунктах.

Розробка концептуальної моделі забезпечує реалізацію системного підходу до упровадження інновацій у сфері ОДР, що дозволяє підвищити якість управління дорожнім рухом в населеному пункті, покращити мобільність, зменшити негативний вплив транспорту на середовище, зробити ТС населеного пункту більш стійкою до негативних впливів.

Концептуальна модель є необхідним інструментом стратегічного управління проєктами модернізації ОДР. Вона дозволяє забезпечити узгодженість дій усіх учасників, ефективне використання ресурсів та досягнення поставлених цілей у сфері транспортної політики населених пунктів.

Для забезпечення під час воєнного стану та повоєнного відновлення подальшого сталого розвитку населених пунктів в умовах невирішеності транспортних проблемних питань мирного часу та їх поглиблення в результаті

впливу наслідків збройної агресії, пропонується в концептуальній моделі враховувати принципи:

- сталості: будь-яке транспортне рішення ТС населеного пункту в рамках ОДР повинно бути економічно ефективним (забезпечується шляхом оптимізації транспортних потоків і скорочення часу в дорозі), екологічним (орієнтується на зменшення викидів CO₂, шумового забруднення та енергоспоживання) та соціально орієнтованим (пріоритезує найменш захищені верстви населення). Економічну ефективність в рамках моделі, що пропонується, також можна розглядати, як окремий принцип;

- безпечності: упровадження заходів ОДР повинно орієнтується на зниження аварійності дорожнього руху, запобіганню виникненню місць концентрації ДТП, покращення умов руху пішоходів, маломобільних осіб, засобів мікромобільності, велосипедистів;

- адаптивності: заходи з ОДР повинні забезпечувати гнучкість ТС до змін у дорожньому русі в межах ВДМ населеного пункту, пов'язаних із змінами дорожніх умов та зовнішніх умов, пов'язаних із автомобілізацією, демографією, просторовим плануванням, змінами у законодавстві, розвитком технологій, а також ризиками та викликами воєнного стану та повоєнного відновлення країни;

- технологічності: заходи з ОДР повинні використовувати сучасні технології (ШІ, ІР, ГІС, веб-картографування) для аналізу актуальної інформації щодо стану дорожнього руху та приймання своєчасних обґрунтованих управлінських рішень з управління дорожнім рухом.

Концептуальна модель, що пропонується характеризується наступними основними структурними елементами (компонентами), як то:

- зацікавлені сторони (стейкхолдери): органи державної та місцевої влади, патрульна поліція, перевізники, підрядні організації, громада, учасники дорожнього руху;

- ресурси: фінансові (бюджет), матеріальні (обладнання), людські (персонал, фахівці, управлінці, проєктна команда), інформація (поточні та архівні координатні, атрибутивні та мета- дані про дорожній рух, ТЗРДР, ВДМ);

– етапи впровадження, які реалізуються через наступні процеси: аналіз поточного стану (дані про дорожній рух, аварійність, стан екології), планування (визначення цілей, пріоритетів в технологій модернізації, виявлення проблемних питань, складання планів та графіків), проєктування (розробка рішень щодо модернізації ОДР), реалізація (упровадження рішень щодо модернізації ОДР), моніторинг (оцінка ефективності через KPI, наприклад, рівень аварійності, завантаженість ВДМ, втрати часу у заторах), коригування (уточнення, внесення змін та адаптація задач та графіків на основі зворотного зв'язку та оновлених даних);

– технології та інструменти їх реалізації: методології управління проєктами (PMBOK, PRINCE2 тощо), діаграми Ганта для планування термінів, SWOT-аналіз для визначення сильних і слабких сторін проєкту), ключові показники ефективності (KPI), програмне забезпечення для контролю виконання (наприклад, MS Project);

– зовнішні фактори (погодні умови, стан ВДМ та транспортних засобів, просторова організація території, нормативно-правова база, сезонні, тижневі, добові коливання трафіку тощо), що впливають на реалізацію комплексної моделі;

– інфраструктура ОДР: дорожні знаки, світлофори, дорожня розмітка, камери відеоспостереження, ІТС, АСКДР.

Усі елементи концептуальної моделі взаємопов'язані між собою. Наприклад, ресурси використовуються для досягнення цілей через впровадження певних рішень, а інструменти менеджменту дозволяють відстежувати ефективність кожного етапу та своєчасно вносити корективи.

Реалізація проєктів за цією моделлю дозволяє досягти очікуваних результатів щодо зменшення аварійності на ВДМ, скорочення часу в дорозі, покращення екологічного стану населеного пункту особливо на ділянках ВДМ з найбільш інтенсивним дорожнім рухом, зростання задоволеності населення якістю послуг, що надаються ТС, прийняття більш обґрунтованих управлінських рішень, що стосуються розвитку та планування ТС населеного пункту, просторового планування території населеного пункту, підвищення керованості та стійкості ТС,

у тому числі по відношенню до ризиків та викликів воєнного стану та повоєнного відновлення.

Для кращого розуміння структури концептуальної моделі її доцільно відобразити у вигляді блок-схеми (графічної структурної моделі), яка відображає динамічний процес управління проектом, основні компоненти моделі та їх зв'язки між собою (рисунк 2.1).



Рисунок 2.1 - Блок-схема концептуальної моделі менеджменту проектів модернізації ОДР в населених пунктах. Джерело: розроблено автором

Згідно блок-схеми «зовнішні фактори» впливають на дорожній рух в населеному пункті, «аналіз стану» якого дозволяє його оцінити. За результатами «аналізу стану» здійснюється «планування» модернізації, яке включає визначення її цілей та стратегій. На основі проведеного «планування» проводиться «реалізація» модернізації, яка підтримується «технологіями». «Реалізація» модернізації супроводжується «моніторингом», який дозволяє контролювати процес модернізації та отримувати інформацію про його стан для подальшого, у разі необхідності, «коригування». Різноманітні «ресурси» забезпечують процес модернізації, отримуючи інформацію від «моніторингу» щодо його стану.

«Зацікавлені сторони», впливають на «ресурси» та беруть участь у «коригуванні» процесу модернізації, замикаючи цикл модернізації.

2.2 Математична модель менеджменту проєктів модернізації організування дорожнього руху в населених пунктах

Для формалізації процесу управління проєктами модернізації ОДР у населених пунктах пропонується використовувати математичну модель, яка дозволяє кількісно оцінити ефективність проєкту з позицій сталості, технологічної ефективності, безпеки дорожнього руху та екологічності, використовуючи цільову функцію.

У моделі пропонується використовувати наступні змінні, які поділяються на кілька груп.

Цільові змінні:

- S – індекс сталості проєкту (0–1);
- Tr – середній час у дорозі після модернізації (хв);
- Ar – рівень аварійності після модернізації (ДТП/рік);
- Ec – екологічний вплив після модернізації (тон CO₂/рік).

Ресурсні змінні:

- B – бюджет (млн грн);
- H – людські ресурси (кількість працівників, осіб);
- I – інфраструктурні ресурси (кількість ТЗРДР, од).

Технологічні параметри:

- Te – ефективність технологій (0–1, частка оптимізованого трафіку);
- Tc – покриття технологіями (0–1, частка оснащених зон).

Обмеження:

- T_{max} – максимальний час реалізації проєкту (кількість місяців);
- B_{max} – максимальний бюджет;
- H_{min} – мінімальна кількість працівників (осіб);

- I_{min} – мінімальна кількість об'єктів (од);
- P – ймовірність збоїв (0–1, наприклад, через погодні умови або технічні фактори).

Зовнішні фактори:

- D – щільність населення (осіб/км²);
- V – обсяг трафіку, кількість транспортних засобів (авто/год).

Цільова функція полягає у максимізації індексу сталості проєкту (S), яка приймає вигляд наступного математичного виразу:

$$S = w_1 \cdot (1 - Tr/Tr_0) + w_2 \cdot (1 - Ar/Ar_0) + w_3 \cdot (1 - Ec/Ec_0) - \lambda \cdot P, \quad (2.1)$$

де Tr_0, Ar_0, Ec_0 – базові значення цільових змінних до модернізації;

w_1, w_2, w_3 – вагові коефіцієнти впливу для часу, безпеки та екології (0-1);

λ – штраф за збої (0-1).

Для цільової функції приймається наступна система обмежень:

- час: $\sum T_i \leq T_{max}$ – час на підетапи: планування, будівництво, тестування;
- бюджет: $\sum B_i \leq B_{max}$ – витрати на інфраструктуру, технології, персонал;
- ресурси: $H \geq H_{min}, I \geq I_{min}$ – мінімальні вимоги до ресурсів;
- ефективність технологій: $Tr \leq Tr_0 \cdot (1 - Te \cdot Tc)$ – зменшення часу залежить від технологій;
- аварійність: $Ar \leq Ar_0 \cdot (1 - k \cdot I \cdot Tc)$ – зниження аварійності залежить від інфраструктури та технологій, де k – коефіцієнт ефективності впливу заходів;
- екологічність: $Ec \leq Ec_0 \cdot (1 - m \cdot Te)$ – зменшення викидів залежить від технологій, де m – коефіцієнт ефективності впливу заходів.

Вплив технологічних параметрів на цільові змінні можна визначити наступними виразами:

- для **середнього часу у дорозі**

$$Tr = Tr_0 \cdot (1 - Te \cdot Tc \cdot V/V_{max}), \quad (2.2)$$

де $V_{max}=0.5(D)$, що визначає взаємозв'язок максимального обсягу трафіку з щільністю населення, яка збільшується в десятки разів в міських населених пунктах в порівнянні з сільським населеними пунктами;

– для **рівня аварійності**

$$Ar=Ar_0 \cdot (1-Tc \cdot I/I_{max}); \quad (2.3)$$

– для **рівня викидів CO₂**

$$Ec=Ec_0 \cdot (1-Te \cdot H/H_{max}). \quad (2.4)$$

Для рівня викидів CO₂ цей вплив характеризується тим, що чим більше кваліфікованих працівників (H) використовують ефективні технології (Te), тим сильніше знижується кількість шкідливих викидів. Іншими словами: технології (Te) не дадуть ніякого ефекту без їх реалізації працівниками (H), які в свою чергу без нових технологій не зменшать викиди CO₂.

З врахуванням зазначеного вище цільова функція приймає наступний вигляд:

$$\max S=w_1 \cdot (1-Tr/Tr_0)+w_2 \cdot (1-Ar/Ar_0)+w_3 \cdot (1-Ec/Ec_0)-\lambda \cdot P \quad (2.5)$$

з наступними обмеженнями: $\sum T_i \leq T_{max}$, $\sum B_i \leq B_{max}$, $H \geq H_{min}$, $I \geq I_{min}$.

У разі, якщо Tr , Ar та Ec мають різномасштабні розмірності (наприклад, хвилини часу у дорозі проти тон CO₂), незважаючи на використання ваг, у розрахунках може виникнути перекіс, що може бути вирішено за рахунок нормалізації цільової функції шляхом уведення очікуваних діапазонів покращення цільових змінних – ΔTr , ΔAr та ΔEc .

У цьому випадку вираз, що описує нормалізовану цільову функцію буде мати наступний вигляд:

$$\max S=w_1 \cdot (Tr_0-Tr)/\Delta Tr+w_2 \cdot (Ar_0-Ar)/\Delta Ar +w_3 \cdot (Ec_0-Ec)/\Delta Ec -\lambda \cdot P, \quad (2.6)$$

де $\Delta Tr=Tr_0-Tr_{min}$ – очікуваний діапазон покращення середнього часу у дорозі;

$\Delta Ar=Ar_0-Ar_{min}$ – очікуваний діапазон покращення рівня аварійності;

$\Delta Ec=Ec_0-Ec_{min}$ – очікуваний діапазон покращення екологічного впливу.

Застосування запропонованого нормування дозволяє об'єктивно порівнювати прогрес у різних вимірах.

У разі, якщо ваги критеріїв важко визначити, багатокритеріальність можна визначити через альтернативу, наприклад, використовуючи метод Парето або multi-objective optimization з функціями-орієнтирами по кожному з показників Tr , Ar та Ec .

Визначення коефіцієнтів k , m , λ можливо прив'язати до емпіричних даних або сценаріїв. Наприклад, коефіцієнт λ залежить від типу населеного пункту (сільський, міський).

Ефективність технологій (Te) та покриття технологіями (Tc) можна зробити функціями часу або фаз реалізації проєкту. Наприклад:

$$Te(t)=f(\text{оснащення, навчання персоналу, адаптація системи}). \quad (2.7)$$

Це дозволить будувати динамічну модель, наприклад, для симуляції ефектів за п'ятирічний період.

При застосуванні просторового моделювання, деякі змінні має сенс визначати у просторі, роблячи їх прив'язаними до нього. Наприклад, щільність населення (D) та обсяг трафіку (V) можуть мати різні значення для населених пунктів, що обумовить різницю в значенні S для різних населених пунктів.

Розглянемо запропоновану цільову функцію, задавши на прикладі міста Києва наступні вхідні значення:

- $T_{max}=36$ міс, $B_{max}=300$ млн грн (враховується оплата праці [114], асигнування у 2024 році на фінансування капітальних вкладень та капітального ремонту [115], передбачених Програмою економічного та соціального розвитку міста Києва на 2024-2026 роки);

- $Tr_0=30$ хв [59]; $Ar_0=40000$ ДТП/рік (за даними Департаменту патрульної поліції за період з 2017 до 2020 роки [62]), $Ec_0=800$ тис. тон CO_2 /рік (виходячи з розміру викиду CO_2 143 грама/км [116], середньої відстані у 25 км, яку проїжджає автомобіль за один день у місті Києві, кількості автомобілів у 1 млн, що виїжджають в середньому кожен день на ВДМ міста Києва);

- $H=100$ працівників, $H_{min}=50$ працівників, $H_{max}=150$ працівників;

- $I=800$ світлофорів, $I_{min}=500$ світлофорів, $I_{max}=1000$ світлофорів;

– $D=3500$ осіб/км², $V=1000$ авто/год, $V_{max}=1750$ авто/год;

– $w_1=0,3$, $w_2=0,4$, $w_3=0,3$, $\lambda=0,2$;

та три варіанта модернізації з наступними значеннями параметрів Te , Tc та P :

– варіант 1, оптимістичний – $Te=0,8$, $Tc=0,7$, $P=0,2$;

– варіант 2, ризик-орієнтований – $Te=0,8$, $Tc=0,7$, $P=0,5$;

– варіант 3, песимістичний – $Te=0,5$, $Tc=0,5$, $P=0,5$.

За проведеними розрахунками згідно вище наведених формул отримаємо наступні результати (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Розраховані значення Tr , Ar , Ec та S при різних варіантах модернізації. Джерело: розроблено автором

Параметр	Варіант 1 (B1)	Варіант 2 (B2)	Варіант 3 (B3)	Примітка
Te	0,8	0,8	0,5	Впливає на Tr та Ec
Tc	0,7	0,7	0,5	Впливає на Tr та Ar
P	0,2	0,5	0,5	Впливає прямо через $\lambda \cdot P$
Tr , хв	20,4	20,4	25,71	Найкраще у B1 і B2
Зміна Tr відносно Tr_0 , %	-32,0%	-32,0%	-14,3%	
Ar , ДТП/рік	17600,0	17600,0	24000,0	Найкраще у B1 і B2
Зміна Ar відносно Ar_0 , %	-56,0%	-56,0%	-40,0%	
Ec , тон/рік	373333,0	373333,0	533333,0	Найкраще у B1 і B2

Кінець таблиці 2.1

Зміна E_c відносно E_{c0} , %	-53.3%	-53.3%	-33.3%	
S	0,44	0,38	0,203	Найгірше у ВЗ через технології та ризики

Варіант 1 (оптимістичний). Характеризується високою ефективністю технологій ($Te=0,8$), високим рівнем покриття території технологіями ($Tc=0,7$) та низьким рівнем ризиків ($P=0,2$), що забезпечує порівняно з еталонними значеннями значні покращення середнього часу у дорозі на 32.0%, зниження аварійності на 56,0% зниження викидів CO_2 на 53.3%. Розрахований коефіцієнт сталості S дорівнює 0,44, що є помірно високим значенням, яке вказує на ефективну та збалансовану модернізацію, позитивні зміни у роботі ТС, підвищення безпеки дорожнього руху, збільшення рівня екологічної ефективності роботи дорожнього транспорту.

Варіант 2 (ризик-орієнтований). Характеризується високою ефективністю технологій ($Te=0,8$), високим рівнем покриття території технологіями ($Tc=0,7$) та підвищеним рівнем ризиків ($P=0,5$), що забезпечує такий же самий рівень Tr , Ar та E_c , як у варіанті 1. Але високий рівень ризиків знижує в порівнянні з варіантом 1 значення коефіцієнту сталості S на 0,06 або приблизно на 14%, що свідчить про високу чутливість проєкту модернізації до ризиків, попри технічно успішну модернізацію.

Варіант 3 (песимістичний). Характеризується помірною ефективністю технологій ($Te=0,5$), середнім рівнем покриття території технологіями ($Tc=0,5$) та підвищеним рівнем ризиків ($P=0,5$), що забезпечує порівняно з еталонними значеннями незначне покращення середнього часу у дорозі на 14.3%, більш помірно в порівнянні з варіантами 1 та 2 зниження аварійності на 40,0% та зниження викидів CO_2 на 33.3%. Розрахований коефіцієнт сталості S дорівнює 0,203, що є низьким значенням, яке падає до критичного рівня. Це свідчить про

обмежену сталість проєкту та низьку ефективність його впровадження, які забезпечують тільки часткове зменшення часу у дорозі, скорочення аварійності та екологічне навантаження.

Щодо запропонованих варіантів модернізації можна зробити наступний загальний висновок:

– **варіант 1 (оптимістичний)** є найбільш ефективним за результатами реалізації, мінімальним за ризиками та максимальним за використанням технологій;

– **варіант 2 (ризик-орієнтований)** є технічно вдалим, але за рахунок високого рівня ризиків, що обумовлені внутрішніми та зовнішніми загрозами, в порівнянні з варіантом є менш сталим та має більш високу вірогідність невдалої реалізації;

– **варіант 3 (песимістичний)** є невдалим, як у технічному плані, так і в плані реалізації за рахунок низької сталості, що обумовлено низьким рівнем технологічності та високим рівнем ризиків. Це обумовлює потребу щодо оптимізації проєкту модернізації, збільшення технологічності та зменшення впливу ризиків на реалізацію проєкту.

Аналіз трьох варіантів впровадження проєкту модернізації ОДР продемонстрував, що успішність реалізації проєкту суттєво залежить від рівня впровадження сучасних технологій, ступеня цифровізації, рівня ризиків, а також організаційних заходів у сфері управління транспортними потоками.

Розраховані значення показників Tr , Ar , Ec та S по трьох варіантах модернізації можна представити у вигляді радар-графіку (рисунок 2.2).

Згідно графіку більш кращі значення показників лежать ближче до зовнішнього кола, що підтверджує вище наведені висновки.

Для підвищення індексу сталості проєкту S у кожному з розглянутих сценаріїв доцільно реалізувати певні заходи, враховуючи аспекти, пов'язані безпосередньо з ОДР.

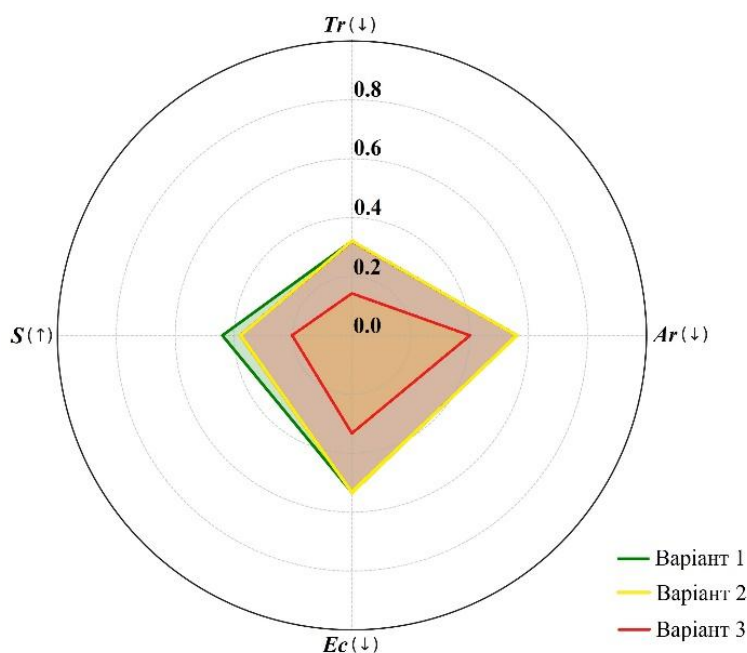


Рисунок 2.2 – Порівняння варіантів модернізації по розрахованим значенням показників Tr , Ar , Ec та S . Джерело: розроблено автором

Для варіанту 1 (оптимістичний) з високою технологічністю, низькими ризиками та помірно високим значенням ($S=0,44$) пропонується:

- подальше зниження ризиків: рекомендується зменшити індекс ризику до рівня 0,1–0,15 шляхом впровадження антикризових механізмів, резервного фінансування та підвищення інституційної спроможності;
- оптимізація кадрового потенціалу: доцільне збільшення кількості кваліфікованих працівників до 120–130 осіб;
- розширення покриття технологіями: модернізація світлофорних об'єктів з розширенням функції «зеленої хвилі», що дозволить покращити регулювання трафіку та безпеку;
- вдосконалення маршрутної мережі: локальна оптимізація маршрутів з урахуванням даних моніторингу трафіку;
- впровадження адаптивних систем пріоритету для громадського транспорту на найбільш завантажених маршрутах громадського транспорту;
- розширення зон з обмеженням швидкості в житлових районах міста;

– модернізація перехресть та розширення паркувальних просторів для зменшення конфліктних точок.

Для варіанту 2 (ризик-орієнтований) з високою технологічністю, високими ризиками та відносно варіанта 3 високим значенням ($S=0,38$) пропонується:

– зниження ризиків: основним напрямом покращення має стати зниження ризику до 0,2, що суттєво вплине на підвищення сталості без необхідності технічної модернізації;

– вдосконалення управління ризиками: розробка сценаріїв реагування на непередбачувані виклики, кризові ситуації, логістичні збої;

– залучення додаткових партнерств: як державних, так і приватних, для компенсації потенційних втрат та зниження вразливості;

– підтримка кадрового потенціалу та технічної бази: додаткове підсилення персоналу та технічного забезпечення може покращити екологічні та безпекові показники;

– оптимізація перевантажених ділянок: точкове коригування маршрутів, розробка тимчасових схем ОДР з врахуванням викликів, кризових ситуацій, та логістичних збоїв;

– пілотні проєкти впровадження зон безпеки для перевірки ефективності локальних обмежень та адаптивного управління.

Для варіанту 3 (песимістичний) з низькою технологічністю, високими ризиками та низьким значенням ($S=0,203$) пропонується:

– значне підвищення ефективності технологій ($Te \geq 0,7$) через впровадження цифровізації ОДР, у тому числі, застосування ІТС, систем адаптивного регулювання сигналів;

– розширення цифрової інфраструктури ОДР – підвищення Tc до $\geq 0,7$, що дозволить суттєво знизити аварійність та час у дорозі;

– зниження ризиків до рівня 0,3 через структурну реорганізацію управлінських процесів та впровадження управління ризиками на основі моделей ISO 31000;

- розширення кадрової бази, принаймні до 120 осіб із фокусом на інженерно-технічний склад;
- масове оновлення ТЗРДР та інших технологічних рішень, які використовують сучасні цифрові технології, наприклад, адаптивні світлофори, інформаційні табло;
- реорганізація схем руху: повна ревізія маршрутної мережі, усунення зайвих конфліктів транспортних потоків;
- формування пріоритету для громадського транспорту шляхом створення виділених смуг;
- запровадження сталих швидкісних режимів, наприклад, зон 30 км/год у центральних і житлових районах;
- інфраструктурне переосмислення перехресть: створення кругових розв'язок, безпечних переходів тощо.

Підсумовуючи запропоновані заходи, можна зробити загальний висновок, а саме: підвищення сталості проєкту модернізації ОДР повинно базуватись не лише на технічних показниках, а й на системному управлінні ризиками, людському потенціалі, адаптації транспортного простору до потреб сталого розвитку та ефективному управлінні міською мобільністю. Це відображає системну логіку методології інноваційного розвитку організацій, згідно до якої ефективне використання людського потенціалу (знань, компетентності, творчих здібностей персоналу) разом із впровадженням інновацій є ключовим фактором для досягнення стратегічної переваги у сучасних умовах конкурентної боротьби [117; 118],

2.3 Аналіз чутливості проєктів модернізації організування дорожнього руху

В рамках дослідження було проведено аналіз чутливості індексу сталості проєкту S щодо визначення ступеня впливу на нього параметрів Te , Tc та P з метою подальшого оцінювання ефективності проєкту модернізації ОДР та його спрямування в бік підвищення ефективності в отриманні запланованих результатів.

Для оцінки чутливості були розраховані значення індексу S при зміні на 0,1 кожного з параметрів Te , Tc та P в інтервалі від 0,1 до 1,0. В результаті було отримано 1 тис. значень індексу S , що надало можливості побудувати графіки залежності S від Te , Tc та P . На рисунках 2.3–2.5 представлені приклади графіків при значеннях Te , Tc та $P = 0,1, 0,5, 1,0$,

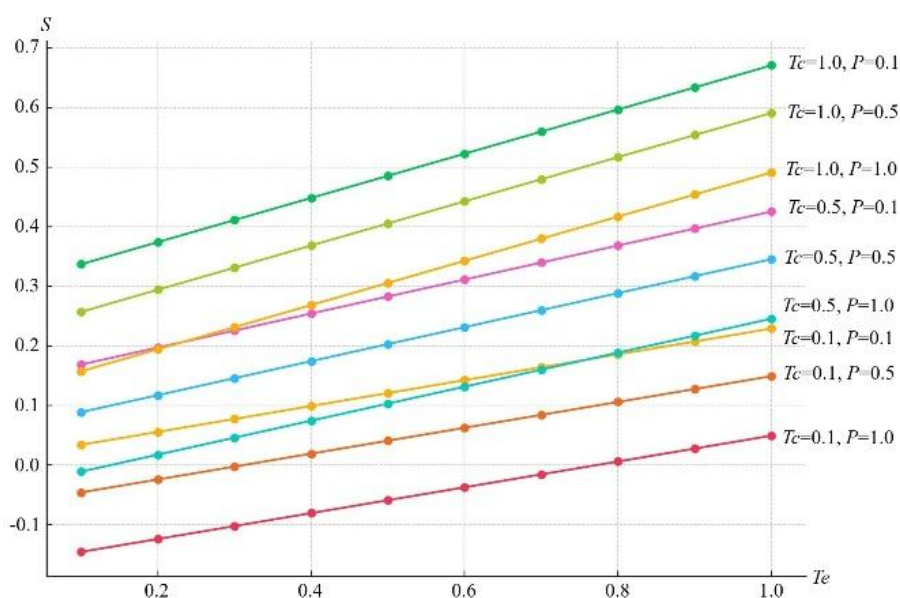


Рисунок 2.3 – Залежність індексу сталості S від Te при значеннях Tc та $P = 0,1; 0,5$ та $1,0$, Джерело: розроблено автором

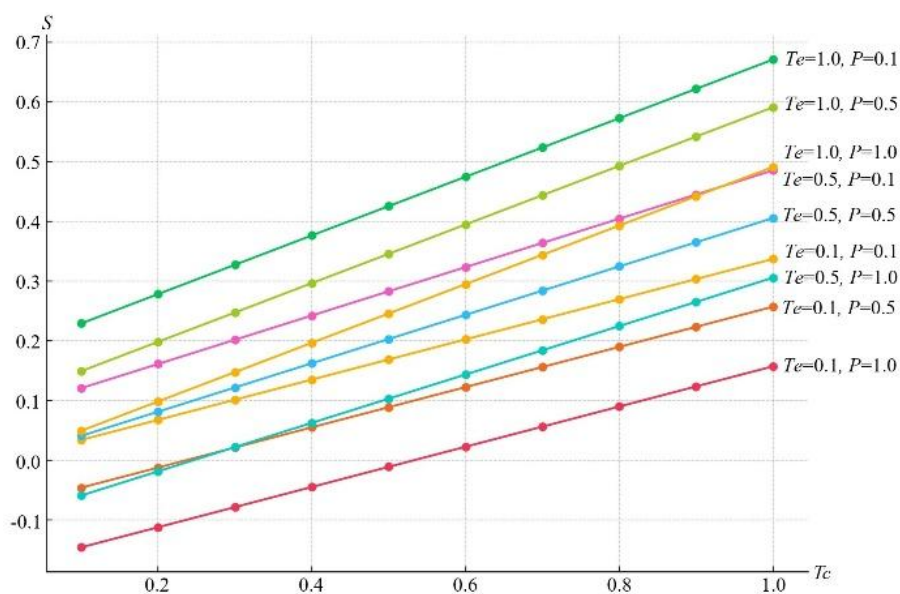


Рисунок 2.4 – Залежність індексу сталості S від T_c при значеннях T_e та $P = 0,1; 0,5$ та 1.0 , Джерело: розроблено автором

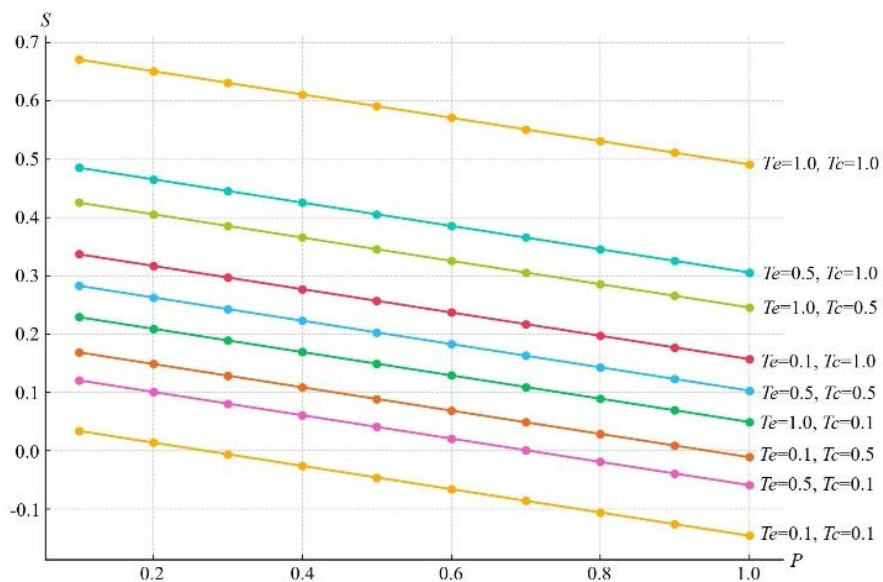


Рисунок 2.5 – Залежність індексу сталості S від P при значеннях T_e та $T_c = 0,1; 0,5$ та 1.0 , Джерело: розроблено автором

Згідно проведених розрахунків та побудованих графіків можна зазначити наступне:

стосовно залежності S від Te при різних значеннях Tc та P :

- індекс сталості S монотонно зростає при збільшенні Te у всіх сценаріях;
- при високому Tc зростання S є особливо вираженим;
- негативний вплив P послаблює зростання S навіть при високих значеннях Te ;

– технологічна ефективність Te має потужний вплив на сталість проєкту, особливо в поєднанні з високим покриттям технологій Tc ;

– ефект від Te значно зменшується при високому ризику, що означає необхідність мінімізації впливу ризиків на процес модернізації;

стосовно залежності S від Tc при різних значеннях Te та P :

– збільшення Tc також покращує сталість проєкту, але в меншій мірі порівняно з Te ;

– найбільшим ефект від Tc спостерігається при високому Te ;

– зростання Tc частково мінімізує негативний вплив зростання P ;

– збільшення покриття технологіями Tc суттєво покращує сталість проєкту разом із збільшенням ефективності технологій Te ;

– збільшення покриття технологіями Tc забезпечує відчутний, але не критичний приріст індексу сталості S ;

стосовно залежності S від P при різних значеннях Te та Tc :

– індекс сталості S різко та лінійно знижується зі зростанням ризиків, незалежно від Te та Tc ;

– збільшення ризиків нівелює вплив Te та Tc навіть при їх високих значеннях;

– графік має вигляд спадаючих паралельних ліній, що свідчить про стабільний негативний вплив P ;

– ризики є найсильнішим негативним фактором, який знищує усі позитивні переваги модернізації;

– зменшення рівня ризиків через менеджмент, використання резервів, адаптацію є найбільш критично важливим для підвищення сталості та позитивного ефекту модернізації.

Стисле синтетичне порівняння впливу параметрів Te , Tc та P на індекс сталості S приведене у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Порівняння впливу параметрів Te , Tc та P на індекс сталості S .
Джерело: розроблено автором

Параметр	Вплив на S	Характер впливу	Ключова позиція
Te	Високий позитивний	Нелінійний, синергічний	Інноваційність та ефективність технологій
Tc	Помірний позитивний	М'який, стабільний	Покриття та інтеграція у просторі
P	Високий негативний	Лінійний, різко понижуючий	Уразливість, нестабільність, невизначеність модернізації

Результати аналізу чутливості індексу сталості S проєкту модернізації ОДР свідчать, що найбільш суттєвий позитивний вплив на індекс має технологічна ефективність (Te), яка забезпечує зменшення середнього часу в дорозі та екологічного навантаження. Покриття технологіями (Tc) також позитивно впливає на сталість модернізації, насамперед шляхом зниження аварійності, однак ефект є менш вираженим порівняно з Te . Найбільший негативний вплив на індекс сталості S має рівень ризику (P), зростання якого призводить до лінійного і суттєвого зниження інтегрального показника, навіть за умов високих значень технологічних параметрів. Це обумовлює критичну важливість впровадження ефективного управління ризиками у реалізації ТС. Найвищі значення індексу досягаються за умов синергетичного поєднання високої ефективності технологій, їх застосування на всіх етапах реалізації ОДР та покриття як можна більшої частини ВДМ населеного пункту.

При певних значеннях Te , Tc , P параметрів проаналізуємо яким чином їх зміна впливає на зміну S , тобто на скільки індекс сталості є чутливим до змін параметрів Te , Tc та P .

Аналіз ґрунтується на параметризованій моделі, в якій значення S визначається як функція від трьох ключових чинників: ефективності технологій (Te), ступеня покриття інфраструктури сучасними транспортними технологіями (Tc) та рівня ризиків (P).

Для кожного параметра (Te , Tc , P) була розрахована наближена часткова похідна цільової функції сталості S , використовуючи метод кінцевих різниць:

$$\partial S / \partial x \approx S(x + \Delta x) - S(x) / \Delta x, \quad (2.7)$$

де $x \in \{Te, Tc, P\}$;

Δx – мале додатне число;

$S(x)$ – значення цільової функції S при базовому значенні параметра;

$S(x + \Delta x)$ – значення S при незначному зростанні параметра.

При значенні $P=0,20$ наближені часткові похідні індексу сталості S дорівнюють:

- $\partial S / \partial Te \approx +0,32$ – збільшення Te на 0,1 підвищує S на 0,032;
- $\partial S / \partial Tc \approx +0,457$ – при зростанні Tc на 0,1, S підвищується на 0,046;
- $\partial S / \partial P \approx -0,20$ – збільшення ризиків на 0,1 знижує S на 0,02.

Таким чином, найбільш чутливим індекс сталості S є до змін Tc , який таким чином має найбільший вплив на підвищення сталості. Te також впливає на S , але в меншій мірі відносно Tc . P має стійкий лінійно негативний вплив на S .

Для візуалізації залежності індексу S від Te та Tc (з шагом зміни цих параметрів 0,1) при фіксованому значенні $P=0,2$ була побудована теплова карта, яка наочно відображає зміни S при зміні значень параметрів Te та Tc .

Теплова карта (рисунок 2.6) демонструє, що чим вище Te і Tc — тим вищий індекс сталості S (правий нижній кут), який монотонно зростає по обидвох параметрах у цій частині теплової карти. Мінімальні значення S приймає при малих значеннях Te і Tc (верхній лівий кут).

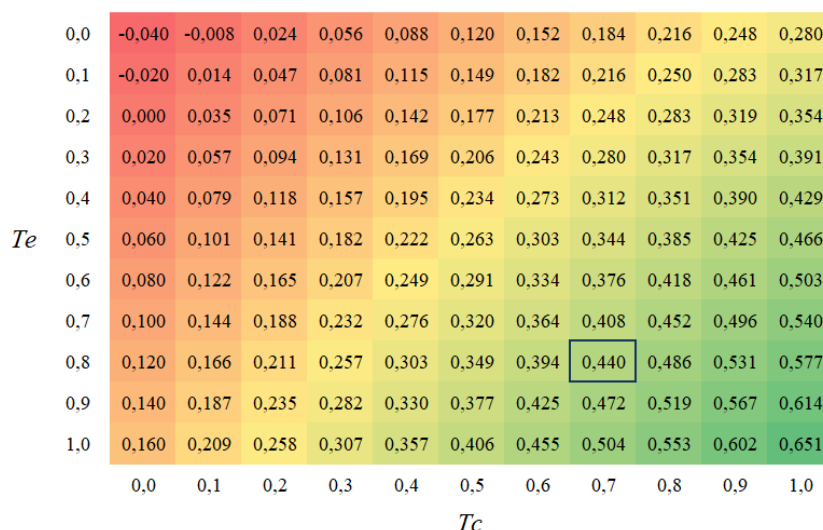


Рисунок 2.6 – Залежність індексу сталості S від T_e та T_c при значенні $P=0,2$.

Джерело: розроблено автором

При значенні $P = 0,50$ значення наближених часткових похідних індексу сталості S збігаються з результатами попереднього сценарію ($P=0,2$), що свідчить про загальну стабільність характеру зміни значень градієнтів S незалежно від зміни значень P . Це підтверджується тепловою картою при фіксованому значенні $P=0,5$ (рисунок 2.7), яка демонструє негативний вплив зростання ризиків на стійкість проєкту, який зберігається навіть при високих значеннях T_e та T_c .

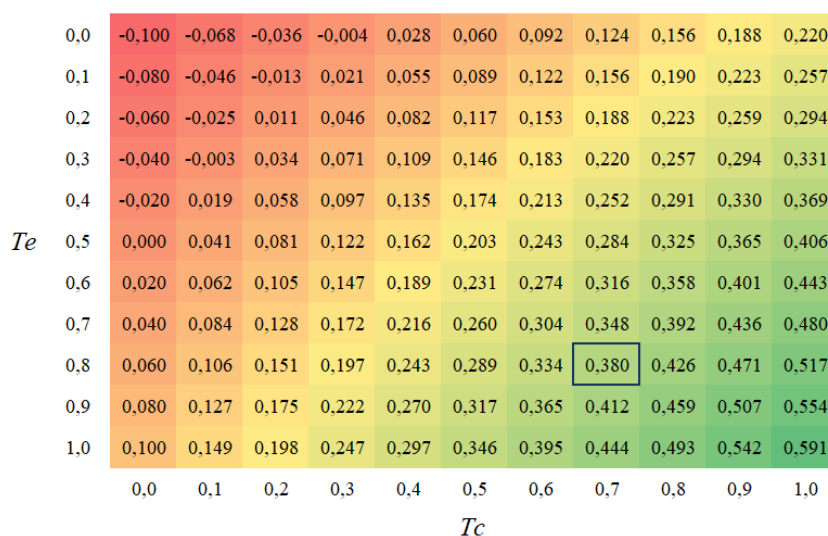


Рисунок 2.7 – Залежність індексу сталості S від T_e та T_c при значенні $P=0,5$.

Джерело: розроблено автором

З приводу цього можна зробити висновок, що при різних значеннях ризиків ($P=0,2$ та $P=0,5$) значення наближених часткових похідних індексу сталості S за параметрами Te та Tc залишаються практично незмінними. Це свідчить про локальну лінійність впливу технологічних параметрів на індекс S у досліджуваній області та про відсутність сильної взаємодії між P та технологічними параметрами у запропонованій моделі.

Відсутність сильної взаємодії означає, що: зміна Te впливає на S тільки через Tr і Ec незалежно від P ; зміна P впливає лише через $-\lambda \cdot P$, ніяк не змінюючи Tr , Ar та Ec . Це свідчить про те, що навіть якщо P збільшується з 0,2 до 0,5, вплив Te та Tc на S залишається майже однаковим: похідні $\partial S / \partial Te \approx 0,32$ та $\partial S / \partial Tc \approx 0,457$ для обох сценаріїв ($P=0,2$ та $P=0,5$) залишаються однаковими. Іншими словами - відсутність сильної взаємодії означає, що вплив технологічних параметрів (Te , Tc) на індекс сталості (S) є стабільним і не залежить від рівня ризиків (P). Модель побудована таким чином, що ризики знижують сталий ефект як окремий фактор, але не змінюють того, наскільки ефективними будуть технології. Це можна підтвердити графіком залежності індексу S від Te при значенні $Tc=0,7$, $P=0,2$ та $P=0,5$ (рисунок 2.8).

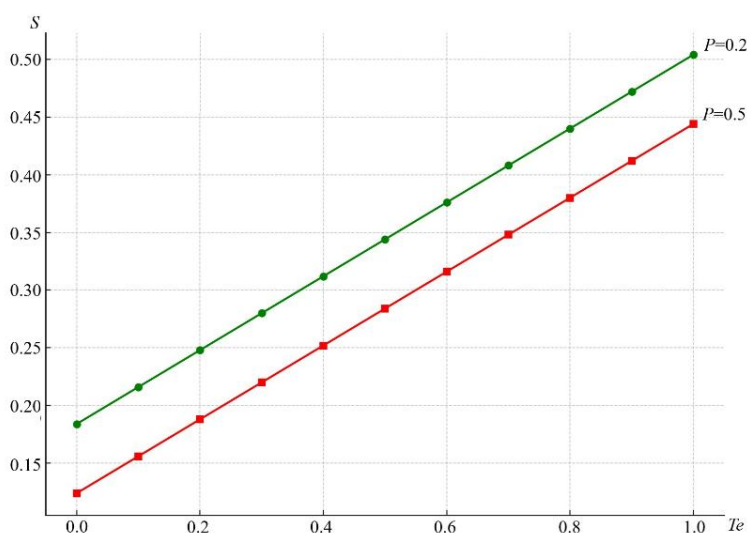


Рисунок 2.8 – Залежність індексу сталості S від Te при $Tc=0,7$, $P=0,2$ та $P=0,5$.

Джерело: розроблено автором

Графік підтверджує, що вплив технологічної ефективності Te на індекс сталості S залишається практично однаковим, незалежно від рівня ризиків P . Лінії для $P=0,2$ та $P=0,5$ мають однаковий нахил, тобто градієнти не змінюються.

Отже, аналіз часткових похідних та порівняльна побудова сценаріїв для різних рівнів ризиків ($P=0,2$ та $P=0,5$) свідчить, що вплив технологічних параметрів (Te та Tc) на індекс сталості S є стабільним і майже незмінним у досліджуваному діапазоні ризиків. Це обумовлено структурою моделі, в якій ризики впливають на індекс сталості як окремий незалежний компонент без взаємодії з технологічними параметрами, що дає можливість окремо управляти ризиками і технологічними параметрами, спрощувати процес проєктного планування та стратегічної оптимізації заходів модернізації ОДР.

Це дозволяє зробити висновки щодо чутливості індексу S до зміни параметрів Te , Tc , P :

– **локальний висновок щодо модельної стабільності чутливості (структурна стабільність)** згідно, до якого аналіз часткових похідних та порівняльна характеристика сценаріїв для різних рівнів ризику ($P=0,2$ та $P=0,5$) свідчать, що вплив параметрів Te та Tc на S є стабільним і майже незмінним у досліджуваному діапазоні ризиків. Модель характеризується локальною властивістю, яка полягає у тому, що зміна ризиків не впливає на те, яким чином Te та Tc впливають на S . Іншими словами градієнтні характеристики моделі залишаються стабільними, а P входить до функції як додатковий незалежний знижуючий фактор. Це дозволяє роздільно управляти ризиками і технологіями, спрощуючи проєктне планування;

– **глобальний висновок щодо системного впливу на S (системна важливість усіх трьох параметрів)**, згідно до якого найвищі значення індексу S досягаються за умов поєднання високої ефективності технологій, повного їх впровадження та мінімального рівня ризиків. Цей висновок можна вважати загальним, так як підтверджує повну взаємодію всіх трьох параметрів у межах системи та незалежну дію кожного з параметрів. При цьому максимальним

значення S може бути у разі максимального позитивного впливу кожного з параметрів. Структурна незалежність впливу кожного з параметрів не може компенсувати відсутність іншого впливу. Тобто всі параметри є критично важливим для цільової функції;

– **кількісний висновок щодо оцінки впливу параметрів (величина впливу через градієнт)**, згідно до якого найбільш суттєвий позитивний вплив має Te , далі йде Tc , а найбільший негативний вплив має P . Цей висновок базується на аналізі величин похідних – чутливості S до змін кожного параметра, а саме $\partial S/\partial Te \approx +0,32$, $\partial S/\partial Tc \approx +0,457$, $\partial S/\partial P \approx -0,2$.

Більш стисло зазначені висновки можна представити у вигляді таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристика висновків щодо чутливості індексу S до зміни параметрів Te , Tc , P . Джерело: розроблено автором

Висновок	Зміст висновку	Вплив на проєкт
Структурна стабільність	Чутливість Te , Tc не залежить від P	Дає змогу планувати роздільно
Системна важливість усіх трьох параметрів	Для досягнення максимуму S потрібні всі параметри	Узагальнює та стратегічно об'єднує
Величини впливу (градієнт)	$Tc > Te > P$ (по модулю впливу)	Оцінює локальну ефективність керування

Підсумовуючи висновки зазначимо, що параметр P , хоча є структурно незалежним у моделі, він все одно має істотний знижуючий ефект. Te та Tc мають незалежні, але не взаємозамінні позитивні впливи. Тому оптимальна стратегія для проєкту полягає не в пошуку заміни, а в збалансованому поєднанні трьох складових: ефективності, цифровізації та мінімізації ризиків, що можна відобразити у вигляді трикутника впливів (рисунок 2.9).

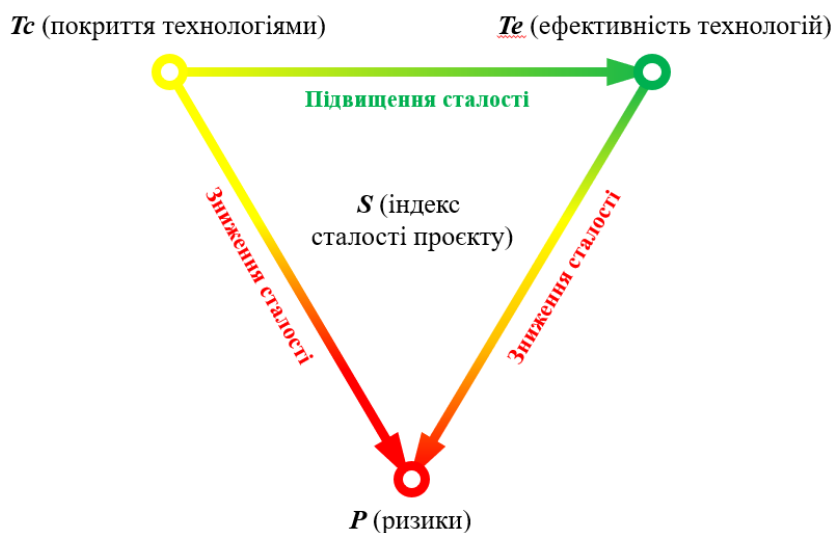


Рисунок 2.9 – Впливи параметрів T_e , T_c , P та індекс сталості проєкту S . Джерело: розроблено автором

За результатами проведеного аналізу можна сформулювати основні рекомендації щодо менеджменту проєкту модернізації ОДР:

– **роздільне управління ризиками та технологічними параметрами.** Так як модель демонструє незалежність впливу P на T_e та T_c , вбачається доцільною реалізація двох паралельних стратегічних стратегій управління: технологічна та антикризова. Технологічна стратегія передбачає орієнтування на збільшення ефективності технологій та покриття ними ОДР. Антикризова стратегія направлена на мінімізацію інституціональних, фінансових, логістичних ризиків;

– **пріоритизація інвестицій в розширення покриття технологіями (T_c).** Оскільки чутливість S є найвищою до змін T_c (0,046), інвестиції в розвиток технологій дають найбільший приріст сталості на одиницю вкладених ресурсів. Це обґрунтовує необхідність подальшої цифрової трансформації ОДР, у тому числі діджиталізації виробничих процесів з упровадження ОДР;

– **забезпечення підвищення ефективності технологій (T_e).** Виходячи з того, що технологічна ефективність суттєво впливає на S , доцільним є подальше впровадження інноваційних рішень (адаптивне регулювання, обробка даних у реальному часі), підвищення технологічної компетенції працівників, інтегрування

зі сталими елементами мобільності (громадським транспортом, засобами мікромобільності);

– **управління ризиками**, які незалежно від T_e та T_c , значно знижують сталість проєкту, що може бути нівельоване у разі впровадження системи управління ризиками, формуванням фінансових резервів, формуванням антикризових сценаріїв;

– **сценарне планування**, яке базується на розумінні прогнозованості зміни індексу сталості S , у зв'язку зі зміною параметрів і яке передбачає планування альтернативних сценаріїв упровадження проєкту залежно від наявних ресурсів, а також доцільності конкретних технологічних рішень через їхній вплив на S ;

– **застосування моделі на етапі прийняття рішень**, так як модель аналітично керована та піддається аналізу, її доцільно використовувати для оцінки варіантів модернізації в системі прийняття управлінських рішень та як частину підтримки проєктного офісу.

Висновки до Розділу 2

За результатами досліджень, проведених у рамках другого розділу, можна зробити наступні висновки:

– розроблена концептуальна модель менеджменту проєктів модернізації ОДР в населених пунктах;

– розроблена математична модель менеджменту проєктів модернізації ОДР в населених пунктах;

– проведені розрахунки цільової функції щодо максимізування індексу сталості проєкту модернізації ОДР (S) на прикладі міста Києва згідно запропонованих трьох варіантів модернізації: оптимістичного, ризик-орієнтованого та песимістичного;

– за результатами проведених розрахунків та їх аналізу визначений вплив ресурсних змінних, технологічних параметрів, обмежень та зовнішніх факторів на цільову функцію;

- по кожному з варіантів модернізації визначені основні напрями та заходи щодо підвищення індексу сталості проєкту модернізації ОДР;

- проведений розрахунок індексу чутливості (S) та аналіз чутливості проєктів модернізації ОДР щодо визначення ступеня впливу на нього технологічних параметрів та ймовірності збоїв;

- зроблені висновки щодо чутливості проєктів модернізації ОДР до зміни технологічних параметрів та ймовірності збоїв;

- за результатами проведеного аналізу рекомендовані основні заходи щодо менеджменту проєктів модернізації ОДР в залежності від варіанта модернізації ОДР.

За результатами дослідження в закордонному науковому виданні опубліковано розділи в 1 науковій праці [119], яка індексована в базі даних Scopus, та 1 тези у збірнику матеріалів міжнародної конференції [120].

РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЬ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗУВАННЯМ ДОРОЖНЬОГО РУХУ З ВРАХУВАННЯМ ПРИНЦИПІВ СТАЛОЇ МОБІЛЬНОСТІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ТА ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ

3.1 Аналіз розвитку транспортної мобільності в населених пунктах в умовах мирного часу, воєнного стану та повоєнного відновлення

Екстенсивний та інтенсивний типи розвитку транспортних систем. В рамках розвитку мобільності розрізняють так звані «жорсткі» та «м'які» заходи. До жорстких належать капіталомісткі інфраструктурні рішення, що потребують значних ресурсів та часу на реалізацію, зокрема будівництво або реконструкція автомобільних доріг, мостів, транспортних розв'язок, ліній громадського транспорту. М'які заходи включають організаційні та управлінські рішення, такі як оптимізація маршрутів громадського транспорту, удосконалення ОДР з акцентом на безпеку, а також підвищення обізнаності населення у сфері безпеки дорожнього руху. Вони відзначаються значно меншою капіталомісткістю та, як правило, реалізуються у коротші терміни [3].

У контексті воєнного стану та повоєнного відновлення особливу увагу слід приділяти таким заходам, які можуть забезпечити швидке підвищення транспортної стійкості населеного пункту. Це, зокрема, розробка адаптивних схем ОДР під різні сценарії розвитку ситуації з метою забезпечення ефективної евакуації населення та матеріальних цінностей, забезпечення мобільності спеціальних служб, організації контрольно-пропускних пунктів, зон перевірки населення, а також швидкого доступу до осередків руйнування та локалізації зон руйнування.

Залежно від характеру наслідків воєнних дій, населені пункти доцільно поділити на дві умовні групи. До першої належать ті, що зазнали прямих бойових дій або перебували під окупацією та були деокуповані. Друга група охоплює населені пункти, які залишилися відносно поза зоною активних бойових дій, розташовані в тилу, але приймають внутрішньо переміщених осіб.

Інтенсивність, характер та масштаби впливів воєнних дій визначають перелік актуальних і перспективних завдань у сфері розвитку транспортної системи, що потребують її адаптації або трансформації відповідно до умов воєнного часу та повоєнного відновлення. До ключових завдань належать забезпечення транспортних потреб військових і силових структур, підтримка життєдіяльності та безпеки цивільного населення, функціонування об'єктів критичної інфраструктури, включно з елементами транспортної інфраструктури.

Пріоритетність зазначених завдань може змінюватися в динаміці залежно від переміщення лінії бойових дій, рішень центральних органів влади та змін у структурі розселення внутрішньо переміщених осіб.

У зв'язку з обмеженістю ресурсів (фінансових, матеріально-технічних, кадрових) та з урахуванням потреб військових формувань і спеціальних служб, доцільність вибору конкретних заходів розвитку мобільності визначається багатьма об'єктивними та суб'єктивними факторами. Жорсткі заходи в умовах активних бойових дій, як правило, є малоефективними, за винятком окремих випадків, коли необхідне термінове інфраструктурне втручання (наприклад, укріплення мосту, спорудження тимчасової переправи чи захисної інженерної споруди).

У більшості випадків на перший план виходить необхідність застосування м'яких заходів, які дозволяють оперативно вирішувати завдання підвищення транспортної стійкості населених пунктів з мінімальними витратами ресурсів, забезпечуючи її належний рівень в умовах дефіциту часу, коштів і персоналу.

Враховуючи характер завдань, що вирішуються в рамках розвитку транспортної системи населеного пункту, м'які заходи можна класифікувати за тривалістю їх впровадження. Зокрема:

- короткострокові заходи (тимчасові або екстрені) – спрямовані на забезпечення евакуації, переміщення служб екстреного реагування, реагування на локальні руйнування;

- середньострокові заходи – забезпечують підтримку або часткове відновлення об'єктів критичної інфраструктури, а також усунення наслідків руйнувань середнього масштабу;

– довгострокові заходи – орієнтовані на стратегічне відновлення мобільності, її адаптацію до умов тривалого воєнного стану або трансформацію відповідно до принципів сталої мобільності в період повоєнного відновлення.

Таким чином, необхідно зазначити, що обрання м'яких заходів разом із обґрунтованим застосуванням жорстких заходів забезпечують інтенсивний тип розвитку транспортної системи населеного пункту, що створює можливості для розвитку транспортної системи в бік підвищення її стійкості шляхом упровадження сталої мобільності.

Визначення етапів розвитку транспортної мобільності населених пунктів в Україні. З урахуванням сукупності факторів, що визначають стан дорожніх умов та інтенсивність транспортних потоків, вимог до ОДР, а також впливу збройної агресії (як безпосереднього, так і опосередкованого) розвиток транспортної мобільності в населених пунктах України умовно можна поділити три етапи: мирний (довоєнний) етап, етап протидії збройній агресії та етап повоєнного відновлення. Кожен із зазначених етапів характеризується специфікою управління системою «дорожні умови – транспортні потоки», особливостями структури та функціонування КС, а також відповідними заходами, спрямованими на розвиток мобільності.

Мирний (довоєнний) етап. У більшості випадків розвиток транспортної системи на цьому етапі здійснювався за екстенсивною моделлю, що передбачала переважне впровадження жорстких інфраструктурних заходів, таких як будівництво, реконструкція та розширення ВДМ. Органи місцевого самоврядування, як правило, не усвідомлювали необхідність переходу до інтенсивного типу розвитку транспортної системи на основі концепції сталої мобільності, що передбачає ефективне використання існуючої інфраструктури, інтеграцію різних видів транспорту та залучення цифрових технологій.

ОДР в більшості випадків здійснювалось без використання сучасних інформаційних технологій, що суттєво обмежувало його ефективність. Водночас, у низці міст почали поступовий перехід до інтенсивного типу розвитку, що проявлялось у формуванні стратегічного бачення необхідності розробки ПСММ,

які в окремих випадках були частково або повністю реалізовані, а також інтеграції цифрових рішень у процеси ОДР. Прикладами такого підходу є міста Житомир, Кам'янець-Подільський, Львів, Миколаїв, Полтава та Ужгород.

Аналіз рейтингів TomTom Traffic Index за 2019–2021 роки, що демонструє зростання середньорічної завантаженості дорожньої мережі, дані Київської міської державної адміністрації щодо кількості зареєстрованого автотранспорту в місті, а також дані Департаменту патрульної поліції щодо динаміки ДТП у столиці свідчать, що попри певні переваги у роботі, організаційна структура та склад КС у містах Києві, Харкові, Одесі, Дніпрі мали певні недоліки у роботі [3]. Ще у довоєнний час, з метою недопущення поступового перетворення міст у «великі автостоянки», це потребувало реформування КС та було одним із свідчень необхідності переходу від екстенсивного типу розвитку транспортної системи міст до інтенсивного типу на базі принципів сталої мобільності.

Відсутність своєчасного реформування цих систем створювала ризики перетворення великих міст на зони транспортного перенасичення з характерною стагнацією мобільності та зниженням якості міського середовища. Це, у свою чергу, стало вагомим аргументом на користь необхідності переходу від екстенсивної моделі до інтенсивної, що базується на принципах сталої мобільності, інтеграції технологічних рішень та гнучкого управління транспортною інфраструктурою.

Поступове розуміння у довоєнний час необхідності відмовлення від екстенсивного розвитку транспортної системи населених пунктів та здійснення переходу до її інтенсивного розвитку на базі принципів Концепції сталої мобільності, в першу чергу у великих містах, було обумовлено кількома причинами.

Перша причина полягала в особливостях автомобілізації в Україні та недостатньою розвиненістю транспортних систем і вулично-дорожньої інфраструктури у великих містах, що перетворює міста у «великі паркувальні майданчики», зменшує економічну ефективність автомобільних перевезень, знижує якість транспортних послуг, погіршує екологічний стан навколишнього середовища, знижує безпеку дорожнього руху.

Друга причина полягала в цілому у позитивному практичному досвіді європейських країн у реалізації сталої міської мобільності, вдалі приклади реалізації якої були здійсненні в Україні у довоєнний час та які продемонстрували позитивний результат відмови від екстенсивного розвитку транспортної системи міста та її перехід до інтенсивного розвитку шляхом впровадження ПСММ.

Третя причина полягала у значній допомозі європейських партнерів у реалізації ПСММ в українських містах за рахунок нормативно-правової, інституціональної та фінансової допомоги, що дало змогу не тільки розробити, а також впровадити ПСММ в деяких містах країни.

Ще одна причина знаходилась у політичній площині, що пояснюється бажанням політиків, особливо в передвиборчій період, отримати політичні дивіденди від їх соціально-орієнтованої діяльності, яка може сподобатись виборцям.

Перехід супроводжувався та забезпечувався заходами різного характеру, які здійснювались в рамках процесів євроінтеграційного, соціально-економічного, екологічного характеру, як в рамках Концепції сталого розвитку, так і в рамках сталої міської мобільності, що були пов'язані з реформуванням містобудівної документації.

Упровадження сталої мобільності передбачає цілу низку заходів, що супроводжують цей процес, які можна об'єднати у декілька напрямів, а саме: нормативно-правове забезпечення, планування мобільності, автоматизація та діджиталізація технологічних процесів, забезпечення безпеки дорожнього руху, заохочення мешканців населеного пункту до змін, фінансова та інституціональна підтримка, індикація сталої мобільності, модернізація КС щодо управління ОДР.

Етап протидії збройній агресії. Цей етап відзначається комплексним впливом збройної агресії на всі сфери життєдіяльності населених пунктів. Характер, масштаб і поширення цих впливів зумовлюються низкою чинників, серед яких ключовими є: географічне положення території, інтенсивність та форма бойових дій, наявність стратегічних об'єктів, тип просторової організації населеного пункту, структура та чисельність населення, включаючи внутрішньо

переміщених осіб (ВПО), ступінь розвиненості транспортної та виробничої інфраструктури, а також рівень загальної стійкості системи до кризових ситуацій.

У таких умовах пріоритетними стають оперативні завдання, реалізація яких потребує впровадження коротко- та середньострокових заходів, спрямованих на адаптацію мобільності до вимог воєнного стану. З огляду на обмежений ресурс часу для прийняття управлінських рішень, саме ці заходи дозволяють здійснювати швидке переорієнтування мобільності на забезпечення критичних потреб населення, служб екстреного реагування, військових формувань та об'єктів інфраструктури. Одночасно закладається підґрунтя для майбутньої трансформації транспортної системи населеного пункту до вимог повоєнного відновлення згідно із принципами сталої мобільності.

Етап повоєнного відновлення. На цьому етапі пріоритет набувають стратегічні завдання розвитку транспортної мобільності, які передбачають її довгострокову трансформацію, відповідно до принципів сталості, з орієнтацією на оновлення та переосмислення функцій мобільності у нових соціально-економічних реаліях. Основним напрямом дій є впровадження ПСММ, які повинні враховувати не лише довоєнні напрацювання, а також досвід отриманий в умовах воєнного стану та збройної агресії.

Особливу увагу слід приділяти як відновленню зруйнованих чи пошкоджених елементів мобільності, так і відновлення ініціатив сталої мобільності, які почали реалізовуватися до початку збройної агресії, незалежно від ступеня їх реалізації. У повоєнних умовах мобільність повинна відповідати вимогам національної безпеки, захищеності цивільного населення та стабільного функціонування критичної інфраструктури, зокрема об'єктів транспортної системи.

Важливою складовою повоєнного оновлення є реалізація заходів з ОДР, які можуть функціонувати як окремі ініціативи, так і в складі більш масштабних інфраструктурних чи управлінських проєктів, включаючи ПСММ. У всіх випадках ці заходи відіграють ключову роль у модернізації системи ОДР, сприяючи перетворенню транспортної системи відповідно до концепції «відбудувати краще,

ніж було». Такий підхід забезпечуватиме підвищення рівня сталості розвитку населених пунктів та територіальних громад, в межах яких вони розташовані [121].

Такий підхід є обґрунтованим, оскільки надає унікальне вікно можливостей для створення оновленої транспортної інфраструктури, яка буде більш ефективною, безпечною, довговічною та адаптованою до сучасних викликів, що повністю відповідає цілям і принципам сталої мобільності. Такий підхід дає «унікальну можливість відбудовувати зруйновану й пошкоджену інфраструктуру за новими принципами, більш ефективною, якісною та довговічною» [122]. Тобто, якщо у довоєнний період та під час воєнного стану мобільність розвивалась не за принципами сталості, то під час повоєнного відновлення розвиток мобільності необхідно здійснювати вже з їх врахуванням, що надасть можливість розв'язати не вирішені транспортні проблемні питання мирного часу та посилити транспортну стійкість населеного пункту щодо потенційних загроз і викликів воєнного стану та повоєнного відновлення. Цу

Базові положення Концепції сталої мобільності. Розвитком концепції сталого розвитку в питаннях транспортної системи є концепція сталої мобільності, яка почала поширюватися з 1990-х років, як самостійна концепція, так і як складова більш об'ємної концепції сталого розвитку [123].

Виникнення поняття стала мобільність пов'язано з публікацією у 1992 році Стратегії ЄС «Green Paper on the Impact of Transport on the Environment - A Community strategy for "sustainable mobility"» [124], яка передбачала зменшення негативного техногенного впливу транспорту на навколишнє середовище при збільшенні його економічної та соціальної ролі.

За визначенням Консультативної групи ООН високого рівня з питань сталого транспорту (2016) сталу мобільність можна визначити як «...надання послуг та інфраструктури для пересування людей і товарів, яке посилює економічний та соціальний розвиток поточного та майбутніх поколінь у безпечний, фізично й економічно доступний, ефективний і стійкий до змін спосіб, мінімізуючи при цьому вуглецеві й інші викиди та впливи на середовище» [122].

Згідно базових положень концепції сталої мобільності, транспортне рішення (проект) вважається сталим, якщо воно відповідає трьом критеріям сталого розвитку, а саме [122]:

- економічно ефективно (економіка);
- пріоритезує насамперед тих, хто найменш захищений – найбільш вразливих, маломобільних (соціум);
- мінімально впливає на екологію (екологія).

Згідно цих критеріїв пропонуються відповідні схема прийняття сталого транспортного рішення та піраміда пріоритетних для сталої мобільності способів пересування (піраміда міської мобільності) (рисунок 3.1).

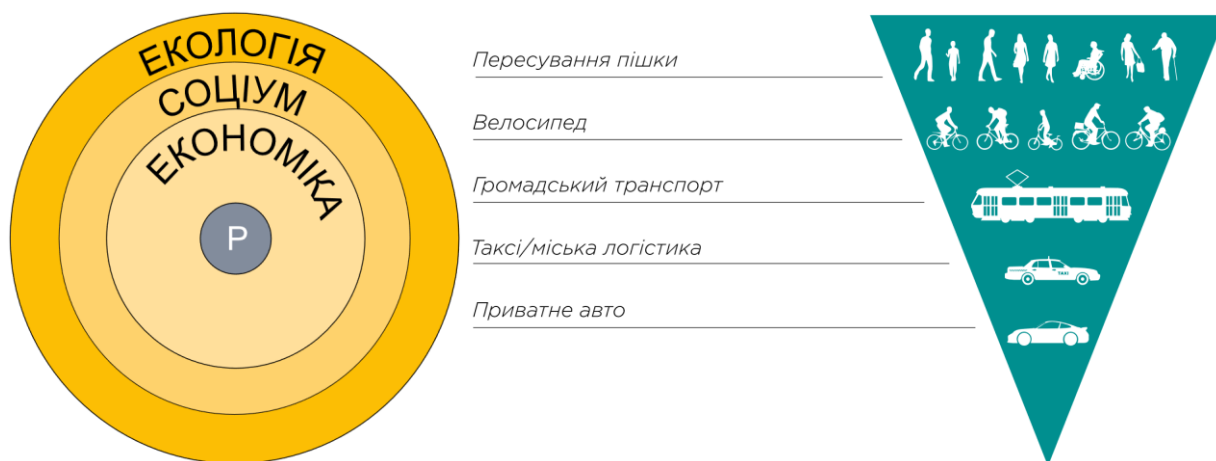


Рисунок 3.1 – Схема прийняття сталого транспортного рішення («мішень» економічної вигоди, соціальної справедливості й екологічної нейтральності) та піраміда пріоритетних для сталої мобільності способів пересування (піраміда міської мобільності). Джерело: [122]

Розглядаючи сталу міську мобільність необхідно мати на увазі її інтенсивний підхід щодо розвитку транспортної системи міста, що передбачає зміну усталених пріоритетів у піраміді міської мобільності (ПММ).

Згідно ПММ, побудованої за принципом від найбільшої до найменшої відповідності критеріям сталого розвитку, найбільш сталим вважається

пересування пішки, а найменш сталим вважається пересування на приватному автомобілі.

Незважаючи на зміни пріоритетів ПММ у бік розвиненої транспортної інфраструктури, що забезпечує комфортні, зручні, привабливі та безпечні умови переміщення населення, у тому числі маломобільних його груп, залишається необхідним вирішення питань економічної ефективності перевезень пасажирів та вантажів, враховуючи їх важливість та частоту здійснення.

Потреби у переміщеннях в населеному пункті можна поділити на три групи в залежності від їх частоти [сформовано на основі 125]:

- повсякденні: охоплюють доступ до основних об'єктів життєзабезпечення, таких як місця працевлаштування, заклади охорони здоров'я первинного рівня, навчальні установи, торговельні точки, аптеки та інші об'єкти соціального значення. Такі переміщення здебільшого здійснюються в межах населеного пункту та мають забезпечуватися в пріоритетному порядку як базовий рівень мобільності населення;

- періодичні: включають доступ до об'єктів вторинного характеру, таких як медичні заклади спеціалізованої допомоги, культурно-дозвілєві установи, адміністративні центри, місця надання державних або комунальних послуг, а також до локацій для здійснення нерегулярних закупівель. Зазвичай такі переміщення здійснюються поза межами населеного пункту та потребують налагодженого транспортного зв'язку з обласними, районними або міжмуніципальними центрами;

- екстрені: мають місце в умовах надзвичайних ситуацій (збройна агресія, терористичні загрози, стихійні лиха) та включають доступ до пунктів евакуації, центрів населених пунктів, автовокзалів, залізничних станцій, місць збору резервістів або військовослужбовців. Цей тип мобільності передбачає швидку реакцію та гарантовану доступність транспортної інфраструктури навіть за умов кризового стану.

Згідно плану дій щодо європейської міської мобільності, розробленого Європейською комісією у 2012 році, передбачається реалізація двадцяти заходів по шести напрямам (додаток П).

Подальше втілення нових практик та новітніх технологій пов'язані з європейськими законодавчими ініціативами: Європейським зеленим курсом (ЄЗК)/European Green Deal (EGD) 2019 року [126] та Стратегію сталої та розумної мобільності (CCPM)/Sustainable and Smart Mobility Strategy (SSMS) 2020 року [127], які були спрямовані на формування нормативно-правової бази та стимулювання нових підходів щодо створення сучасних транспортних систем у містах.

В Європейському зеленому курсі було проголошено перетворення Європи до 2050 року в перший у світі кліматично нейтральний континент. Визначені ключові напрямки ЄЗК: чиста енергія, кліматична дія, будівництво та реновація, стійка промисловість, стійка мобільність, зменшення забруднення довкілля, біорозмаїття, стійка аграрна політика (стратегія «Від лану до столу»).

На реалізацію цілей ЄЗК, а також пріоритетів ЄС у сфері індустріальної співпраці та біорозмаїття спрямована CCPM, що була ухвалена Європейською комісією, та якою передбачається впровадження нової Європейської рамкової програми міської мобільності (2021) (New European Urban Mobility Framework) [128].

CCPM передбачається здійснення: (greening) транспортної сфери; скорочення у транспортному секторі викидів парникових газів на 55% до 2030 року та на 90% до 2050 року; прискорення переходу на транспортні засоби з нульовим рівнем викидів (наприклад, встановлення до 2030 року 3 млн. громадських зарядних станцій, просування авіаційного та морського палива з нульовим рівнем викидів), що використовують електроенергію та водень; переорієнтації на швидкісний залізничний транспорт (наприклад, подвоєння руху високошвидкісного залізничного транспорту протягом наступних 10 років), мультимодальні перевезення; цифровізації транспортної сфери; зміщення навантаження з автомобільних вантажних перевезень на залізничний та водний транспорт; завершення створення Транс'європейської транспортної мережі (ТТМ) [129].

З метою покращення мобільності цією програмою передбачено перегляд керівних принципів ТТМ, згідно до яких всім великим і середнім містам («міським вузлам»), що розташовані на ТТМ, визначений перелік відповідних заходів, у тому

числі такий захід, як розробка до 2030 року ПСММ. Плани повинні включати нові цілі, наприклад, нульові викиди і нульовий рівень смертності на дорогах [127]. У 2021 році Європейська комісія визначила близько 400 міст, які вона зобов'язала надавати до неї дані щодо: викидів парникових газів, заторів, смертності і серйозного травмування, аварій, розподілу транспорту по видах, доступу до послуг з мобільності, повітряного та шумового забруднення. Важливим є також, що заходи з покращення мобільності передбачені також і для інших міст ЄС.

Сенс передбачених заходів полягає у стимулюванні зменшення користування приватним автомобільним транспортом (наприклад будується нова лінія трамваю, впроваджуються пільги щодо користування громадським транспортом, обмежується в'їзд у центральну частину міста, збільшується вартість паркування). Це поступово примушує людей більше пересуватися пішки, пересідати на мобільні транспортні засоби або на громадський транспорт, що зменшує використання енергоресурсів, робить пересування більш енергоефективним та менш шкідливим для навколишнього середовища та самих людей.

Досягнення цілей сталої мобільності в останні роки стає все більш технологічним та інноваційним, що обумовлено зростанням складності задач, які доводиться вирішувати. З іншого боку сучасні інноваційні рішення: великі дані, Інтернет речей (IoT), штучний інтелект, система глобального позиціонування, доповнена реальність, віртуальна реальність, веб-картографія, мобільні застосунки, дають можливість на значно більш високому технологічному рівні вирішувати задачі розвитку транспортних систем європейських міст та передмість, здійснюючи перехід до стратегії сталої та розумної мобільності в раках концепції розумного міста [125], згідно до якої розумним містом вважається місто, де цифрові рішення роблять послуги більш ефективними [130].

ССРМ передбачає використання нових підходів та моделей сталої мобільності, які поєднуються з елементами просторового планування міського простору.

Один із напрямків сталої та розумної мобільності передбачає уникнення непотрібних подорожей, що приводить до розміщення різних послуг поблизу місць

проживання людей. Наприклад, цей підхід використовують у моделі 15-ти хвилинного міста, суть якої полягає в проживанні людей від місць постійного відвідування (робота, школа, магазин, лікарня) в межах невеликої відстані, подолати яку можна завдяки нетривалого переходу пішки або за допомогою засобу мікромобільності (наприклад, велосипеда).

Інший підхід полягає у застосуванні мультимодальності, коли здійснення планування, бронювання, оплати перевезень та самі перевезення пасажирів та товарів здійснюється безперебійно за допомогою інтеграції кількох видів транспорту (транспортних засобів) за одним договором (контрактом), квитком на транспорт (конклюдентний договір), сервісною послугою. В межах міста більше розповсюдження отримують альтернативні види транспорту, що дає можливість інтегрувати між собою громадський транспорт, таксі, каршеринг, велосипеди, електросамокати та інші засоби пересування. Запроваджується мультимодальні квитки та інтегроване інформування про всі можливі види або комбінації різних видів транспорту. За принципами мультимодальності працюють такі послуги, як «Мобільність як послуга» (Mobility as a Service, MaaS) та послуга «від дверей до дверей», яку зазвичай надають кур'єрські служби, таксі, приватні перевізники з максимально можливою безперебійністю перевезень.

Розвиток мобільності населених пунктів в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення. Збройна агресія проти України та необхідність ліквідації її наслідків обумовили терміновий перегляд пріоритетів реформування містобудівної діяльності та внесення відповідних змін до законодавства України щодо першочергових заходів з реформування у сфері містобудівної діяльності та просторового планування, згідно до яких:

– Законом України «Про регулювання містобудівної діяльності» за змінами згідно до Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо першочергових заходів реформування сфери містобудівної діяльності» від 12.05.2022 року № 2254-IX [131] запроваджуються програми комплексного відновлення (ПКВ) області, території територіальної громади (її частини), які визначають основні просторові, містобудівні та соціально-економічні пріоритети

політики відновлення і включають комплекс заходів для забезпечення відновлення території відповідної області, території територіальної громади (її частини), яка постраждала внаслідок збройної агресії проти України або в якій сконцентровані соціально-економічні, інфраструктурні, екологічні чи інші кризові явища. Програма комплексного відновлення не належить до містобудівної документації;

– Законом України «Про засади державної регіональної політики» від 05.02.2015 року № 156-VIII [132] за змінами згідно до Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо засад державної регіональної політики та політики відновлення регіонів і територій» від 09.07.2022 року № 2389-IX [133] запроваджуються план відновлення та розвитку регіонів та порядок розроблення, реалізації та моніторингу яких встановлюється відповідним порядком, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 18.07.2023 року № 731 [134];

– передбачається перехідний період (до 01.01.2025) щодо розроблення містобудівної документації за нормами: ДБН Б.1.1-14:2012 [135] та ДБН Б.1.1-15:2012 [136], тобто у «старому» складі без розроблення комплексного плану просторового розвитку територій територіальних громад (тільки для детальних планів території) на основі схем планування області (району), але за «новим» Порядком розроблення, оновлення, внесення змін та затвердження містобудівної документації, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 01.09.2021 № 926 (із змінами внесеними згідно з постановами Кабінету Міністрів України від 15.11.2022 № 1298 та від 28.04.2023 № 416) [137];

– передбачається у військовий час проведення громадських слухань для обговорення проєктів містобудівної документації в режимі онлайн;

– скасовуються субвенції на розробку комплексних планів.

Підготовлені в рамках програми «U-LEAD з Європою» Рекомендації щодо відновлення сталої мобільності у громадах приводять змістовний огляд планувальних документів, які визначають просторовий розвиток територій (зокрема мобільності) в рамках подальших кроків щодо відновлення

територіальних громад, поділяючи документи на формальні та неформальні (додаток Р).

Рекомендаціями щодо відновлення мобільності визначаються п'ять принципів відновлення, а саме: інклюзивність, енергетична незалежність, пріоритетність безпеки руху, мультимодальність перевезень, сталість мобільності [122].

Останній принцип говорить нам про те, що при відновленні потрібно будувати мобільність сталою. Це надасть можливість вирішити проблеми з транспортною системою, які накопичувались та не вирішувались при екстенсивному розвитку територіальної громади.

Враховуючи планувальну структуру населеного пункту необхідно розробляти основні сценарії прокладання маршрутів громадського транспорту та комбінації різних способів пересування, здійснивши: аналіз стану транспортної інфраструктури, рухомого складу; аналіз кількості та основних місць перебування населення (проживання, робота, навчання, лікування); оцінку засобів пересування населення до місць тяжіння; визначення найзатребуваніших маршрутів для автобусного сполучення та аналіз автобусного сполучення щодо проходження наявних маршрутів від основних місць перебування населення до точок тяжіння; побудову зв'язків з сусідніми населеними пунктами та громадами; пролонгацію або незначну зміну автобусних маршрутів до населених пунктів (точок тяжіння), які не були приєднані до системи громадського транспорту; об'єднання за можливістю сполученням із залізничною станцією; розвиток мікромобільного транспорту; стимулювання кооперації між людьми щодо спільного використання приватного автотранспорту; проведення заходів (наприклад, інструктаж) щодо підготовки населення до екстреної евакуації власним або громадським автотранспортом, мікромобільним транспортом за визначеними маршрутами, у тому числі за межі населеного пункту, до автостанції або залізничної станції. Приклади заходів приведені у додатку С.

Таким чином, на даний час за результатами реформування містобудівної діяльності, у період з 2011 року по сьогоднішній день (поділяючи його на два

періоди: довоєнний та воєнний) в умовах збройної агресії проти України сформувалось два підходи щодо територіального планування. Перший підхід орієнтований та сталий розвиток територій, другий – на їх відновлення.

При першому підході здійснюється розробка документів, які відповідають довоєнному етапу реформування містобудівної документації. При другому підході розробляються ПКВ, які не належать до містобудівної документації.

Необхідно зазначити, що в умовах збройної агресії проти України, законодавець закріпив до 01.01.2025 можливість розроблення містобудівної документації на місцевому рівні у двох складах: «новому» з Комплексним планом просторового розвитку території територіальної громади та «старому» з генеральним планом. З 01.01.2025 внесення змін до такої документації допускається за умови приведення її у відповідність із вимогами Закону України від 17.06.2020 № 711-IX «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо планування використання земель» [138].

В умовах повоєнного відновлення вкрай важливим залишається прагнення України до європейської справи інтегрованого розвитку міст, що дає можливість у післявоєнний період оновлювати та відновлювати міста України, робити їх комфортними для мешканців, застосовуючи ефективні містобудівні підходи та методи довгострокового планування та стратегування, враховуючи стратегічні цілі розвитку міста, його функції та пріоритетні завдання, специфіку, соціально-економічний стан.

Розробка ПСММ, який відповідає умовам повоєнного відновлення, в порівнянні з ПСММ мирного часу додатково повинен включати: вивчення поточного стану та категоризацію (віднесенню до певного типу) населеного пункту за наслідками воєнних дій на її життєдіяльність; визначення потенційних загроз та викликів мобільності в наслідок воєнних дій різного характеру; проведення SWOT-аналізу сильних та слабких сторін мобільності в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення; визначення сценаріїв розвитку подій залежно від воєнних дій та потенційних загроз та викликів у післявоєнний час; розробку заходів та плану їх реалізації, що враховують потреби військових, силовиків, спеціальних служб, із

визначенням послідовності та термінів упровадження заходів, відповідальних осіб, індикаторів оцінки реалізації заходів та оцінки сталості мобільності населеного пункту.

Тому наукові узагальнення, які були зроблені стосовно важливості проєктів розвитку міст демонструють, «... що проблема їх розроблення та реалізації сьогодні полягає не в пристосуванні до розв’язання нагальних проблем конкретних міст, а в необхідності використання комплексного підходу до їх розвитку з урахуванням сучасних вимог сталого розвитку та перспектив їхнього існування в майбутньому залежно від вибраних стратегічних цілей» [139]. В умовах військової агресії проти України ці тези мають ще більш важливе значення ніж у довоєнний час, які ми не можемо не враховувати.

Кроком у цьому напрямку може слугувати приєднання України до Нової Лейпцизької хартії розвитку міст, яке відбулось у червні 2024 року під час проведення у Берліні Міжнародної конференції з питань відновлення України (Ukraine Recovery Conference – URC2024) [140].

Але в умовах збройної агресії та процесі повоєнного відновлення, досить повільний «мирний» перехід від екстенсивного розвитку населеного пункту до інтенсивного розвитку відповідно до принципів сталої міської мобільності вже є недостатнім, так як на перший план виходить така складова сталого розвитку, як стійкість населеного пункту, яку можна визначити як «...здатність органів виконавчої влади адаптуватися до різних шоків повномасштабної війни» [141], що в такий ситуації підвищує роль КС як керуючого органу.

У процесі повоєнного відновлення показники стану сталої мобільності потребують перегляду. Показники, що пов’язані з активністю поїздок, забрудненням повітря, шумовим забрудненням, економічною ефективністю, впливом землекористування переходять на другий план. На перший план виходять показники пов’язані з транспортними ризиками, загальною доступністю, транспортною політикою та плануванням, а також нові показники, що характеризують транспортну стійкість населеного пункту до викликів воєнного часу та перманентних загроз під час їх відновлення.

Виходячи зі SWOT-аналізу сильних і слабких сторін населеного пункту та його мобільності, а також можливих сценаріїв розвитку подій в результаті воєнних дій та під час відновлення (близькість до кордону, загроза обстрілів різними видами зброї, розташування об'єктів критичної інфраструктури, небезпечних об'єктів, військових об'єктів, соціальних об'єктів), у населеного пункту повинна бути розроблена версія ПСММ, яка містить варіанти сценаріїв розвитку сталої мобільності, що відповідають вимогам відновлення або трансформації (для населених пунктів, що не постраждали під час збройної агресії).

С провадженням ПСММ виникає задача поточного керування сталою мобільністю, що потребує створення відповідної КС, одним з напрямків роботи якої є управління та модернізація ОДР.

У зв'язку з цим КС повинна реалізовувати свої повноваження щодо розвитку транспортної системи у трьох напрямках: м'які заходи (оптимізація громадського транспорту, проведення ОДР з пріоритетом підвищення безпеки дорожнього руху, підвищення рівня освіченості мешканців у питаннях безпеки дорожнього руху); жорсткі заходи (будівництво та реконструкція доріг, мостів, розв'язок, ліній громадського транспорту); заходи щодо підвищення транспортної стійкості (розробка схем ОДР для різних сценаріїв розвитку ситуації для забезпечення евакуації населення, матеріальних та культурних цінностей, переміщення спеціальних служб, організації КПП, майданчиків для перевірки або фільтрації населення, локалізації зон руйнування та шляхів швидкого доступу до них).

Виконання пов'язаних з цим завдань щодо експлуатації та утримання ТЗРДР, роботи АСКДР, контролю стану ТЗРДР, інформування учасників дорожнього руху про його умови, прогнозування дорожньо-транспортної ситуації на ВДМ, моделювання транспортних потоків, проєктування ОДР у процесі відновлення потребує ефективного функціонування відповідної служби, що не можливо зробити без використання сучасних інформаційних технологій.

Висновки щодо розвитку транспортної мобільності. Проведені дослідження щодо розвитку транспортної мобільності в населених пунктах в

умовах мирного часу, воєнного стану та повоєнного відновлення дозволяють сформулювати наступні висновки:

- невирішені проблемні питання розвитку транспорту в населених пунктах, разом із необхідністю вирішення задач пов'язаних із забезпеченням обороноздатності країни, потребують переходу до інтенсивного типу розвитку транспортних систем населених пунктів;

- інтенсивний тип розвитку транспортних систем населених пунктів передбачає застосування м'яких заходів разом із обґрунтованим застосуванням жорстких заходів, що створює можливості для розвитку транспортної мобільності населеного пункту, відповідно до принципів Концепції сталої мобільності;

- Концепція сталої мобільності потребує доопрацювання з урахуванням вимог, що відповідають викликам та загрозам збройної агресії проти України та повоєнного відновлення в умовах перманентної загрози з боку країн-агресорів;

- базовим стратегічним документом для упровадження в населеному пункті сталої мобільності є ПСММ, реалізація якого забезпечить розвиток стійкої транспортної системи, що забезпечуватиме економічні, соціальні та екологічні потреби населеного пункту, а також вирішення задач пов'язаних із обороноздатністю країни;

- розробка та упровадження ПСММ передбачає здійснити згідно до Стратегії 2030 к 2027 року (включно) для міст з населенням більше 50 тис. осіб з урахуванням міського планування ТТМ;

- упровадження ПСММ потребує розробки на базі існуючого досвіду міст України та ЄС відповідних нормативно-правових актів та нормативних документів, в першу чергу Державного стандарту у сфері транспорту та містобудівної діяльності;

- одним з розділів, що забезпечуватиме в рамках ПСММ функціонування транспортної системи населеного пункту, повинен враховувати модернізовані заходи ОДР різної тривалості, застосування яких визначається поточним або прогнозним проявом критичних моментів – «шокових ситуацій»;

– упровадження сталої мобільності супроводжується заходами, які можна об'єднати у напрями: нормативно-правове забезпечення, планування мобільності, автоматизація та діджиталізація технологічних процесів, заохочення мешканців населеного пункту до змін, фінансова та інституціональна підтримка, індикація сталої мобільності, модернізація КС дорожніми умовами та транспортними потоками в населеному пункті;

– модернізацію КС в населеному пункті необхідно здійснювати в рамках реалізації програми з діджиталізації (цифровізації) процесів управління в органах місцевого самоврядування громади.

3.2 Заходи з розвитку транспортної системи населених пунктів у рамках упровадження сталої мобільності

Планування сталої мобільності та розробка планів сталої міської мобільності. В рамках міста сталу мобільність можна визначити «...як інструмент управління населенням міста та зв'язками між функціональними зонами, які утворюються внаслідок життєдіяльності, за допомогою систем транспортного обслуговування» [31].

Міська транспортна система вважається сталою, якщо вона одночасно: відповідає сучасним базовим потребам переміщення мешканців по місту, які користуються якісними транспортними послугами (мінімальний час у дорозі, точне виконання розкладу руху громадського транспорту, зручність мобільних додатків); задовольняє майбутні очікування; мінімізує шкоду навколишньому середовищу (зменшення рівня шуму, забруднення повітря); забезпечує отримання довгострокового соціально-економічного ефекту (інклюзивність транспортної інфраструктури, безпека на дорозі, зменшення витрат часу на стояння в заторах).

Враховуючи, що концепція сталої мобільності – це, передусім, система інтегрованого довгострокового планування, яка забезпечуватиме стратегічне планування розвитку транспортної системи, інтегруючи його в комплексну систему планування транспортної мобільності та поєднуючи з розвитком планувальної

структури населеного пункту, землекористування, будівництва, соціальної інфраструктури, промисловості, планування сталої мобільності суттєво відрізняється від традиційного транспортного планування, що можна розглянути на прикладі планування сталої міської мобільності.

Головна відмінність планування сталої мобільності від традиційного транспортного планування полягає у його стратегічному баченні подальшого розвитку мобільності та узгодженість з іншими напрямками розвитку населеного пункту, враховуючи його розташування, планувальну структуру, фінансові можливості, історичні особливості (додаток Т).

Застосування нових підходів у плануванні сталої мобільності дає можливість здійснювати більш дружні заходи по відношенню до планувальної структури населеного пункту, його жителів, навколишнього середовища, комбінуючи різні способи пересування в його межах та прилеглих до нього територій.

Основою для реалізації сталої мобільності в місті є ПСММ, який за визначенням Європейської комісії «...є стратегічним планом, який має відповідати потребам у мобільності людей та бізнесу в містах та їх оточенні задля досягнення кращої якості життя. Він базується на існуючій практиці планування та принципах інтеграції, участі та оцінки» [142].

При створенні ПСММ потрібно приділяти увагу функціональності міста, довгостроковому баченні розвитку, перспективі ефективності, комплексності розвитку, міжінституційним зв'язкам, залученню громадян, моніторингу та оцінці, якості виконання і впровадження [34].

Метою ПСММ є створення транспортної системи, яка повинна забезпечувати: усіх громадян транспортними можливостями доступу до основних місць призначення; покращення безпеки пересування; зменшення забруднення повітря та рівня шуму; зменшення енергоспоживання; підвищення економічної ефективності перевезення людей та товарів; формування більш привабливого та якісного міського середовища. ПСММ стосується усіх видів та форм транспорту в межах населеного пункту. Ефективність вирішення проблемних питань пов'язаних з транспортною системою забезпечується глибоким аналізом ситуації, стратегічним

баченням її розвитку; підбором та реалізацією відповідних політик та заходів; проведенням постійного контролю проведення заходів.

Згідно Рекомендацій щодо розробки та впровадження Плану міської сталої мобільності (2019) [142] ПСММ повинен базуватися на наступних принципах:

- реалізації в межах «функціональної міської зони»;
- співробітництва поза інституціональних границь;
- залучення громадян та зацікавлених сторін;
- оцінці поточної та майбутньої продуктивності;
- довгострокового бачення та чіткого планування реалізації;
- інтегрування розвитку всіх видів транспорту;
- організування моніторингу та оцінки;
- забезпечення якості.

Як вже було зазначено вище, ПСММ може розроблятися як самостійний документ, а може входити до складу Концепції інтегрованого розвитку території територіальної громади, що дає можливість використовувати базові принципи планування сталої міської мобільності з певними змінами в питаннях ОДР, у тому числі пов'язаних з умовами воєнного стану та післявоєнного відновлення.

План сталої міської мобільності. Згідно до Порядку формування Концепції інтегрованого розвитку території територіальної громади, до складу додатків останньої може бути включений ПСММ, як секторальний (галузевий) план розвитку транспортної системи на її території [40].

З приводу цього одним з напрямків реалізації Стратегії підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року було визначено стимулювання розроблення територіальними громадами та окремими населеними пунктами планів сталої міської мобільності, відповідно до кращої практики ЄС та з визначенням заходів з підвищення безпеки дорожнього руху [143].

Згідно європейських вимог для ПСММ, характерним є планування якості життя (сталість, соціальна рівність, економічна доцільність, охорона здоров'я, якість навколишнього середовища), комплексність та збалансованість розвитку всіх

видів міської мобільності, залучення широкого кола зацікавлених осіб до процесу планування [144].

З метою реалізації сталої міської мобільності в багатьох містах країни (Вінниця, Дніпро, Житомир, Кам'янець-Подільський, Львів, Миколаїв, Полтава, Суми, Тернопіль, Чернівці, Ужгород), у тому числі за фінансовою та фаховою підтримкою європейських партнерів ПСММ, які визначають заходи зі стратегічного комплексного планування розвитку транспортної системи та формування транспортної політики міста.

Прикладами успішної розробки та реалізації ПСММ можуть слугувати міста Житомир (2019 рік, виконавець німецька урядова компанія «Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH») [145], Кам'янець-Подільський (2020 рік, виконавець ТОВ «Ю Сі Джи») [146], Львів (2020 рік, виконавець німецька урядова компанія «Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH») [147], Миколаїв (2019 рік, виконавець ТОВ «А+С Україна») [148], Полтава (2019 рік, виконавець німецька урядова компанія «Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH») [149], Ужгород (2022 рік, виконавець ТОВ «Урбан Консалтинг») [150].

У місті Києві також була зроблена спроба реалізації ПСММ, розробленого у 2016 році за участю Світового банку [151], який на жаль не був реалізований.

Другою спробою в цьому напрямку можна вважати Міську цільову програму розвитку транспортної інфраструктури міста Києва на 2019-2023 роки [152]. На думку експертів, ця програма проголошуючи цілі сталої міської мобільності за своїм змістом не відповідає їм в повній мірі, приділяючи більшу увагу будівництву транспортної інфраструктури, представленого як набір проєктів [55; 153].

Питання розробки ПСММ розглянуто в Операційному плані заходів з реалізації у 2025—2027 роках Стратегії 2030, яким передбачається до 2027 року включно розроблення та затвердження планів сталої міської мобільності у містах з населенням більше 50 тис. осіб [4].

Автоматизація та діджиталізація технологічних процесів. Згідно ССРМ діджиталізація стане незамінним рушієм модернізації всієї системи, зробивши її

безперебійною та ефективнішою. Європі також необхідно використовувати діджиталізацію та автоматизацію для подальшого підвищення рівня безпеки, захисту, надійності та комфорту, зберігаючи лідерство ЄС у виробництві транспортного обладнання та послуг, підвищувати глобальну конкурентоспроможність європейських країн за рахунок ефективних і стійких логістичних ланцюгів. [127].

Автоматизація та діджиталізація технологічних процесів стосується планування, розробки, впровадження та контролю мобільності. Так, наприклад безперебійність мультимодальності може бути забезпечена тільки за умов реалізації відповідних цифрових рішень, що забезпечують просторову (в межах міста та приміських територій), користувацьку (між різними користувачами щодо спільного користування транспортом) та транспортну (спільне використання різних видів транспорту, попутного транспорту, інших засобів мікромобільності).

Заохочення мешканців міста до змін. Важливим для успішного впровадження сталої міської мобільності є прагнення людей до неї, яке супроводжується змінами у звичках та поведінці мешканців міста, їх відношенні до міської мобільності. У реалізації цих змін важливу роль відіграватимуть місцеві органи самоврядування, на які покладаються обов'язки щодо заохочення мешканців та підприємств до змін їх ставлення до міської мобільності. З іншого боку місцеві органи влади повинні приділяти увагу розвитку транспортного взаємозв'язку з прилеглими територіями, враховуючи мультимодальність міст в рамках регіональних, національних та міжнародних транспортних мереж, що об'єднують пасажирські та вантажні перевезення.

Індикація сталої мобільності. Для цілей планування та контролю сталої міської мобільності необхідним вбачається її формалізація в конкретних індикаторах – показниках, які дають можливість визначати її рівень, проблематику, заходи щодо її реалізації та надати їй оцінку, що в кінцевому рахунку забезпечуватиме прийняття управлінських рішень щодо подальшого розвитку сталої міської мобільності.

Згідно Тарасенко Д.Л. та ін. індикатори сталого розвитку повинні інформувати про наявні тренди розвитку суспільства, функціонування компонентів та життєздатності системи у цілому, відповідати певним вимогам: кількість повинна бути незначною, але достатньою для опису усіх компонентів системи; враховувати думку усіх зацікавлених сторін; бути чітко визначеними, зрозумілими та практичними; використовуватися як основа для прийняття рішень. За рахунок відносно легкого обрахування та інтерпретації індикаторів підвищується ефективність ПСММ у цілому [30].

Існує декілька підходів та спроб індикації сталості мобільності, які становлять методичні основи індикації сталого розвитку транспортної системи міст.

К.М. Джеон (С.М. Jeon) та А. Амекузді (А. Amekudzi) запропонували систему індикаторів та критеріїв оцінки сталого розвитку транспортної системи, а також інтегральний показник на базі суб'єктивних вагових коефіцієнтів [154].

Т Літман (Т. Litman) та Д. Беруэлл (D. Burwell) запропонували систему індикаторів, які можна поділити на економічні, соціальні та екологічні [155]. Пізніше Т Літман (Т. Litman) запропонував більш детальну класифікацію індикаторів, поділяючи їх на дев'ять категорій та тридцять підкатегорій пов'язуючи їх з проблемними питаннями планування мобільності [156]. Так, наприклад категорія «Активність поїздок» поділяється на три підкатегорії: транспортні засоби (індикатор – право власності на автотранспорт, який розподіляється за типом транспортного засобу, демографією власника, місцезнаходженням); мобільність (індикатор – автомобільні поїздки, який розподіляється за типом поїздки, типом подорожі, умовами поїздки); поділ режиму (індикатор – частина поїздок автомобілем, громадським транспортом, немоторизованим транспортом, який розподіляється за типом поїздки, типом подорожі, умовами поїздки). Також пропонується рейтингова оцінка застосування індикатора, в залежності від його доцільності в рамках вирішення того чи іншого питання: А – застосовується практично завжди, В – застосовується, якщо це доцільно або можливо; С – застосовується у разі вирішення конкретної проблеми громади [156].

А. Добранскайте-Ніскота та ін. за результатами аналізу існуючих підходів оцінювання мобільності доповнили економічні, соціальні та екологічні індикатори операційними та інституціональними індикаторами [157; 158], останні з яких мають важливе значення для виміру сталої міської мобільності через її особливості як блага [30], а саме:

- неконкурентністю (у певних межах збільшення кількості споживачів не призводить до скорочення граничної корисності окремого споживача);
- невинятковістю (транспортна система міста є доступною для всіх мешканців і ніхто не може бути позбавлений права її використовувати);
- позитивним мережевим зовнішнім ефектом, коли збільшення кількості споживачів збільшує цінність блага;
- довгостроковістю і характерним з цього функціонуванням в умовах невизначеності;
- політичною циклічністю та пов'язаними з нею місцевими виборами;
- спільних зусиль та узгодженістю інтересів усіх учасників процесу.

Консалтингова компанія Arthur D. Little пропонує використовувати індекс міської мобільності (Urban Mobility Index), який враховує 19 критеріїв щодо рівня розвитку транспортної інфраструктури, частки і привабливості громадського транспорту, велосипедів тощо, а також рівня використання і ефективності транспорту, як наприклад, викиди транспортних засобів, смертельні випадки у дорожньо-транспортних пригодах, час добирання на роботу [159].

Певні дослідження щодо індикації сталої міської мобільності проводили також українські вчені. Вороніна Р.М. провела розрахунки індексу міської мобільності у містах світу [160]. Тарасенко Д.Л. та ін. запропонували інтегральний індикатор сталої міської мобільності на основі мультиплікативної згортки [30]. Кристопчук М.Є. провів оцінку параметрів сталої міської мобільності та комплексний аналіз індикаторів сталого розвитку міської пасажирської транспортної системи, пропонуючи для оцінки міської мобільності використовувати три індикатора: доступ до послуг мобільності, можливість активної мобільності, рівень задоволеності громадським транспортом [161-163].

Певний інтерес представляє інтегральна індикація сталої мобільності, яка допомагає відстежити загальний характер розвитку міської сталої мобільності. Згідно Тарасенко Д.Л. та ін., інтегральний індикатор «...повинен бути показником, за допомогою якого можна слідкувати за загальною динамікою таких сфер функціонування системи міської мобільності: техніко-економічної, соціальної, екологічної, інституціональної» [30]. Авторами пропонується сформувати декілька груп індикаторів (додаток У).

Після вибору індикаторів здійснюється їх нормування методом середніх значень з подальшою їх мультиплікативною згорткою у два етапи: на першому етапі в рамках групи індикаторів, а на другому етапі між груповими показниками. На думку авторів мультиплікативна згортка є більш прийнятною у порівнянні з адитивною згорткою, так як сталий розвиток передбачає баланс між поточними потребами та інтересами наступних поколінь, а не компенсацію низьких показників більш високими показниками [30].

3.3 Математична модель модернізації системи управління організуванням дорожнього руху

Як було зазначено вище, забезпечення під час воєнного стану та повоєнного відновлення переходу до інтенсивного розвитку ТС населеного пункту на базі принципів Концепції сталої мобільності потребує модернізації системи управління організуванням дорожнього руху в населених пунктах, в першу чергу, у містах з населенням більше 50 тис. осіб, як це зазначено у Операційному плані заходів з реалізації Стратегії 2030 [4].

Для цього пропонується розробити математичну модель модернізації системи управління ОДР у великих містах України в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення, яка враховує:

– воєнні виклики – швидкі зміни транспортних потоків через евакуацію, руйнування інфраструктури, обмеження ресурсів;

- повоєнне відновлення – потребу в швидкому відновленні мобільності, підвищенні безпеки та екологічності;
- діджиталізацію – інтеграцію сучасних технологій (ITS, AI, GIS) для управління дорожніми умовами та транспортними потоками;
- сталу мобільність – пріоритет громадського транспорту, безпеки та інклюзивності.

Модель базується на проєктному підході, де КС (структурний підрозділ місцевої влади та підпорядковане підприємство) оптимізує ОДР через ключові показники: стійкість, ефективність, безпеку та адаптивність.

Структуру моделі можна відобразити у вигляді схеми (рисунок 3.2).

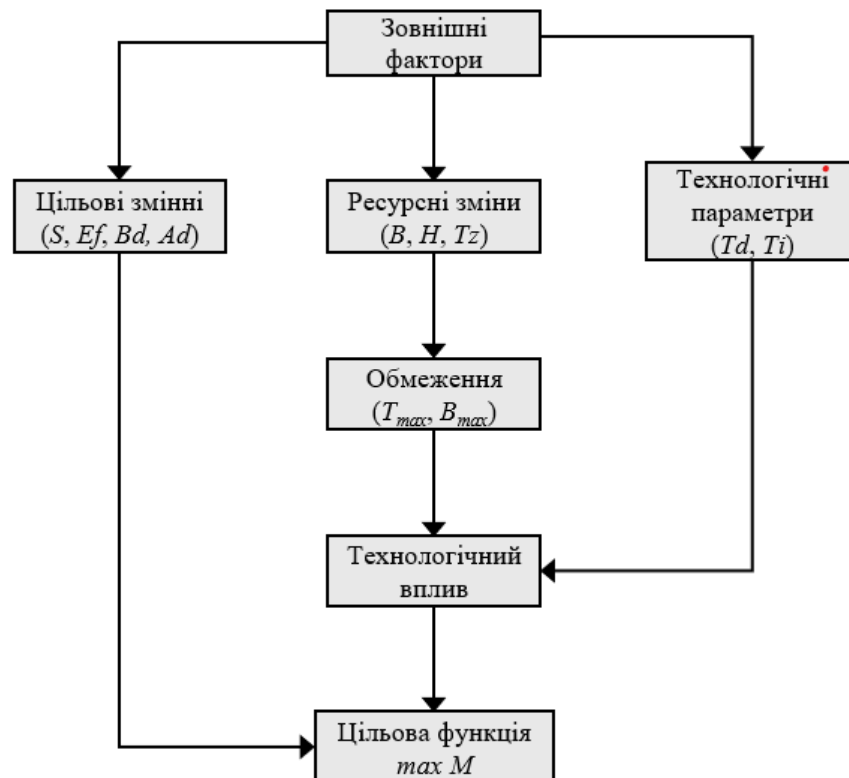


Рисунок 3.2 – Структурна схема математичної моделі модернізації системи управління ОДР. Джерело: розроблено автором

У моделі пропонується використовувати наступні змінні, які поділяються на групи.

Цільові змінні:

– S – стійкість системи (тобто здатність витримувати воєнні та повоєнні шоки, 0–1);

– Ef – ефективність транспортних потоків (середній час у дорозі, хв);

– Bd – безпека дорожнього руху (аварійність, ДТП/рік);

– Ad – адаптивність КС (здатність реагувати на зміни, 0–1).

Ресурсні змінні:

– B – бюджет (млн грн);

– H – людські ресурси (кількість працівників, осіб);

– Tz – оснащеність ТЗРДР (кількість, од).

Технологічні параметри:

– Td – рівень діджиталізації (частка процесів із використанням цифрових технологій, 0–1);

– Ti – інформаційна інтеграція (рівень обміну даними між КС і громадою, 0–1).

Обмеження та зовнішні фактори:

– W – воєнний вплив (ймовірність руйнувань чи обмежень, 0–1);

– R – ресурсні обмеження (дефіцит фінансів чи персоналу, 0–1);

– V – обсяг трафіку, кількість транспортних засобів (авто/год);

– T_{max} – максимальний час реалізації проєкту (кількість місяців).

Цільова функція полягає у максимізації індексу модернізації КС (M), яка приймає вигляд наступного математичного виразу:

$$M = w_s \cdot S + w_e \cdot (1 - Ef/Ef_0) + w_b \cdot (1 - Bd/Bd_0) + w_a \cdot Ad - \lambda \cdot (W + R), \quad (3.1)$$

де Ef_0 , Bd_0 – базові значення часу у дорозі та аварійності до модернізації;

w_s , w_e , w_b , w_a – вагові коефіцієнти впливу для стійкості, ефективності, безпеки та адаптивності;

λ – штраф за воєнні та ресурсні фактори (0-1).

Для цільової функції приймається наступна система обмежень:

– час: $\sum T_i \leq T_{max}$ – час на підетапи: планування, будівництво, тестування;

- бюджет: $\sum B_i \leq B_{max}$ – витрати на інфраструктуру, технології, персонал;
- ресурси: $H \geq H_{min}$, $Tz \geq Tz_{min}$ – мінімальні вимоги до ресурсів;
- ефективність: $Ef \leq Ef_0 \cdot (1 - Td \cdot Ti \cdot V / V_{max})$ – зменшення середнього часу залежить від діджиталізації;
- безпека: $Bd \leq Bd_0 \cdot (1 - k \cdot Tz \cdot Td)$, де k – коефіцієнт впливу ТЗРДР;
- стійкість: $S \geq S_0 \cdot (1 - W) + m \cdot Td$, де S_0 – базова стійкість, m – коефіцієнт внеску технологій;
- адаптивність: $Ad \leq Ad_0 + n \cdot Ti \cdot H \cdot (1 - R)$, де Ad_0 – базова адаптивність, n – коефіцієнт інтеграції.

Технологічний вплив виражається наступними виразами:

- середній час у дорозі зменшується з діджиталізацією

$$Ef = Ef_0 \cdot (1 - Td \cdot Ti \cdot V / V_{max}); \quad (3.2)$$

- аварійність залежить від оснащеності доріг та вулиць ТЗРДР

$$Bd = Bd_0 \cdot (1 - Td \cdot Tz / Tz_{max}); \quad (3.3)$$

- стійкість зростає з технологіями, але зменшується внаслідок впливу наслідків воєнних дій

$$S = S_0 + Td \cdot (1 - W); \quad (3.4)$$

- адаптивність залежить від інформаційної інтеграції та ресурсів

$$Ad = Ad_0 + Ti \cdot H \cdot (1 - R). \quad (3.5)$$

З врахуванням зазначеного вище, цільова функція приймає наступний вигляд:

$$\max M = w_s \cdot S + w_e \cdot (1 - Ef / Ef_0) + w_b \cdot (1 - Bd / Bd_0) + w_a \cdot Ad - \lambda \cdot (W + R) \quad (3.6)$$

з наступними обмеженнями: $\sum T_i \leq T_{max}$, $\sum B_i \leq B_{max}$, $H \geq H_{min}$, $Tz \geq Tz_{min}$.

Розглянемо цільову функцію $\max M$, задавши вхідні значення параметрів на прикладі міста Києва з врахуванням впливу наслідків воєнного стану та вхідних даних, які використовувались у розрахунку індексу сталості проєкту S :

- $T_{max} = 36$ місяців, $B_{max} = 300$ млн грн [з врахуванням 114; 115];
- $Ef_0 = 30$ хв [59], $Bd_0 = 40000$ аварій/рік [62], $s_0 = 0,4$, $a_0 = 0,3$;

- $H=100$ працівників, $H_{min}=50$ працівників, $H_{max}=150$ працівників;
- $Tz=800$ світлофорів, $Tz_{min}=500$ світлофорів, $Tz_{max}=1000$ світлофорів;
- $Td=0,7, Ti=0,6$;
- $W=0,5$ (50% воєнний вплив), $R=0,4$ (40% дефіцит);
- $V=1500$ авто/год, $V_{max}=3000$ авто/год;
- $w_s=0,3, w_e=0,25, w_b=0,25, w_a=0,2, \lambda=0,15$;
- $k=0,001, m=0,2, n=0,01$.

В результаті проведених розрахунків отримуємо наступні значення:

- $Ef=23.7$ хв;
- $Bd=17600$ аварій/рік;
- $S=0,75$;
- $Ad=0,66$;
- $M=0,4145$.

Отримане значення індексу оцінки рівня модернізації ($M=0,4145$) перевищує рівень «низького» рівня модернізації, що свідчить помітний позитивний ефект від впровадження технологій та цифровізації, але існують певні резерви щодо подальшого підвищення стійкості, ефективності, безпеки та адаптивності ТС населеного пункту.

В контексті ОДР отримані результати означають наступне:

- **ефективність транспортних потоків (Ef)** покращена з 30 хв до 23.7 хв завдяки цифровізації, але все ще потребує скорочення часу у заторах;
- **безпека дорожнього руху (Bd)** значно зросла (зменшення кількості ДТП з 40 тис до 17.6 тис на рік), що є позитивним результатом модернізації;
- **стійкість системи ($S=0.75$)** показує здатність витримувати негативний вплив наслідків воєнного стану завдяки використанню, у тому числі сучасних технологій;
- **адаптивність керуючої системи ($Ad=0.66$)** є досить високою, що свідчить про хорошу інформаційну інтеграцію та готовність реагувати на зміни транспортної ситуації.

У разі досягнення розрахованих параметрів можна зробити висновок щодо позитивних результатів щодо упровадження технологій в системі управління ОДР. Однак, з метою розвитку ТС в умовах невирішеності проблемних питань мирного часу, загроз і викликів воєнного стану та повоєнного відновлення, КС потрібно:

- надалі збільшувати цифровізацію процесів, пов'язаних з упровадженням ОДР в населеному пункті (підвищення Td);
- забезпечувати більш глибоку інформаційну інтеграцію інформаційних систем (підвищення Ti);
- удосконалювати управління людськими ресурсами та технічними засобами (оптимізація співвідношення H та Tz);
- забезпечувати розробку заходів з підвищення стійкості ТС до нових загроз та викликів воєнного та економічного характеру.

Досягнення розрахованих значень характеризуватиме те, що КС перебуває на етапі активної модернізації, має відповідну базу, але потребує подальших заходів щодо збільшення цифровізації виробничих процесів, гнучкого управління в кризових ситуаціях, підвищення взаємодії між органами місцевого самоврядування, комунальними підприємствами та громадою.

Висновки до Розділу 3

За результатами досліджень, проведених у рамках третього розділу, можна зробити наступні висновки:

- здійснено аналіз розвитку транспортної мобільності в населених пунктах в умовах мирного часу, воєнного стану та повоєнного відновлення;
- визначені етапи розвитку транспортної мобільності населених пунктів в Україні;
- розроблена математична модель модернізації системи управління ОДР, яка враховує виклики воєнного стану, повоєнне відновлення, діджиталізацію, сталу мобільність;

- проведені розрахунки цільової функції щодо максимізування індексу модернізації (M) керуючої системи ОДР на прикладі міста Києва;

- за результатами проведених розрахунків та їх аналізу визначений позитивний ефект від упровадження технологій на ефективність перевезень, безпеку дорожнього руху, стійкість системи та адаптивність КС;

- за результатами проведеного аналізу сформовані основні заходи щодо підвищення індексу модернізації (M) керуючої системи ОДР в умовах невирішеності проблемних питань мирного часу, загроз і викликів воєнного стану та повоєнного відновлення.

За результатами дослідження в науковому фаховому виданні України опубліковано розділи в 1 науковій праці [3]. Результати дослідження представлялись 18 жовтня 2024 року у доповіді О. Веренич та І. Васильєва на тему “Traffic control as a method of transformation of Sustainable Urban Mobility in wartime and to the needs of post-war reconstruction of communities”. на круглому столі “Inclusive and Cohesive Urban Development in European Cities. European Reflections and Learnings for a Post-War Urban Planning” (Slovak University of Technology in Bratislava, Institute of Management, AESOP Thematic Group “Transboundary planning and governance”, SPECTRA Centre of Excellence EU, Словацька Республіка, Братислава) (додаток В).

РОЗДІЛ 4. РЕКОМЕНДАЦІЇ З МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗУВАННЯМ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПРИКЛАДІ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

4.1 Обґрунтування стратегії модернізації системи управління організуванням дорожнього руху в населених пунктах

Як уже зазначалося, необхідність модернізації КС в таких містах, як Київ, Харків, Одеса та Дніпро, сформувалась ще в довоєнний період і була зумовлена низкою причин у сфері управління дорожнім рухом.

В сучасних умовах, з огляду на аналіз потреб, пов'язаних із забезпеченням обороноздатності країни в період воєнного стану та повоєнного відновлення, ця проблема набула особливої актуальності. Вона безпосередньо пов'язана з вимогами щодо забезпечення високого рівня транспортної стійкості населених пунктів, оперативного управління мобільністю та своєчасного реагування на динамічні загрози та виклики як у воєнний, так і в післявоєнний періоди.

У таких умовах КС повинна бути адаптивною, гнучкою, інтегрованою у цифровий простір, що дозволить ефективно вирішувати стратегічні та тактичні завдання у сфері управління дорожнім рухом.

У контексті стрімкого розвитку цифрових технологій, зростання обсягу інформаційних потоків, ускладнення управлінських завдань та підвищення вимог до оперативності та якості ухвалення рішень, що додатково ускладнюється загрозами та викликами воєнного стану та повоєнного відновлення, успішна реалізація заходів з модернізації ОДР є неможливою без модернізації КС. Здійснення цієї модернізації доцільно реалізовувати на основі проектного підходу в межах комплексної програми діджиталізації управлінських процесів у населеному пункті, у тому числі, через упровадження проєктів з модернізації КС (рисунок 4.1).

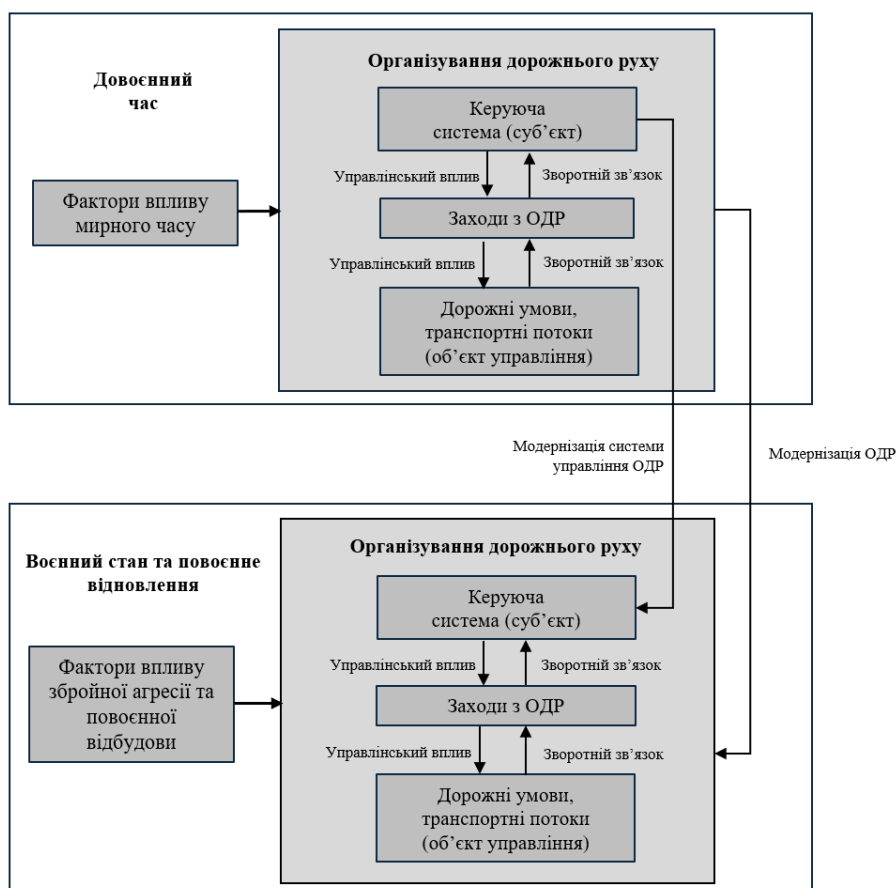


Рисунок 4.1 – Застосування проєктного підходу при модернізації ОДР та системи управління ОДР в населеному пункті в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення. Джерело: розроблено автором

На даний час КС на прикладі міст Київ, Харків, Одеса, Дніпро та Львів складається з двох елементів: структурного підрозділу виконавчого органу міської ради (профільний департамент) із повноваженнями з ОДР та підпорядкованого йому підприємства (установи), яке здійснює реалізацією управлінських рішень з ОДР.

До основних повноважень профільного департаменту з ОДР відносяться: організація виконання та контроль реалізації вимог законодавства; розробка цільових програм; розробка проєктів нормативних документів; забезпечення використання бюджетних коштів; здійснення публічних закупівель товарів, робіт та послуг; здійснення контролю та координації діяльності підпорядкованих підприємств; затвердження схем ОДР; здійснення заходів спрямованих на

підвищення безпеки дорожнього руху; сприяння упровадження нових технологій та підвищення технічного рівня надання послуг.

Діяльність Підприємства по суті спрямована на реалізацію управлінських рішень профільного департаменту, якому підприємство підпорядковується, а саме: встановлення та утримання ТЗРДР; ведення дислокації ТЗРДР; розроблення схем ОДР; забезпечення роботи автоматизованих систем керування дорожнім рухом; інформування учасників дорожнього руху про умови дорожнього руху; контроль стану ТЗРДР; прогнозування та моделювання дорожньо-транспортної ситуації на ВДМ населеного пункту.

У великих містах ще у довоєнний час різноманітність та складність поточних завдань обумовили для їх рішення необхідність здійснення певних заходів організаційного, технологічного, кадрового характеру, які повинні були стосуватися: розробки та упровадження ПСММ; упровадження у роботу сучасних технологій; створення підрозділів, що використовують сучасні технології у роботі з великими обсягами інформації; підготовки керівних та методичних документів щодо роботи з даними, їх перетворенню в цифровий вигляд, інформаційного обміну між підрозділами; проектування ОДР; навчання працівників підприємства.

У довоєнний час у цьому напрямку були здійснені окремі кроки: прийнято Стратегію підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року, в якій було визначено необхідність розробки громадами та окремими населеними пунктами ПСММ [143] та для окремих міст були розроблені ПСММ.

З початком у лютому 2022 року збройної агресії проти України, рух у напрямку модернізації КС, за винятком окремих випадків був майже призупинений. Так, наприклад, у місті Києві був опублікований проект рішення Київської міської ради «Про утворення Департаменту міської мобільності виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації)», згідно з яким основними завданнями нового департаменту визначено забезпечення формування транспортної системи та умов міської мобільності в місті Києві, а також її планування та розвиток [162].

Проектом положення про Департамент міської мобільності передбачається, що основними завданнями Департаменту є:

- забезпечення формування транспортної системи та умов міської мобільності в місті Києві;
- планування та розвиток сталої міської мобільності в місті Києві;
- забезпечення реалізації державної політики у сферах автомобільного, внутрішнього водного транспорту;
- забезпечення організації дорожнього руху на території міста Києва;
- організація перевезень пасажирів на автобусних маршрутах загального користування;
- розвиток паркувальної інфраструктури в місті Києві.

На думку експертів створення Департаменту міської мобільності дозволить відділити транспортне планування (м'які заходи) від будівництва та експлуатації ВДМ (жорсткі заходи), що є логічним і давно назрілим та буде мати позитивний ефект для міста Києва [165].

В умовах воєнного стану та повоєнного відновлення вимоги до КС стають більш жорсткими, що пов'язано з необхідністю прискорення процесів керування дорожніми умовами та транспортними потоками, які можуть змінюватися із-за факторів воєнних дій дуже швидко та непрогнозовано. Це потребує застосування адаптованих до умов воєнного часу та повоєнного відновлення, підходів, методів, технологій, засобів, знань та умінь щодо роботи з інформацією про дорожні умови та транспортні потоки. Це дасть можливість як можна скоріше та якісніше прийняти управлінське рішення, здійснити управлінський вплив, отримати зворотній зв'язок, проконтролювати результати впливу, у разі необхідності відкоригувати управлінське рішення.

Враховуючи розподіл функцій між профільним департаментом та підпорядкованим йому підприємством, реалізація проектів із модернізації КС, в першу чергу, повинна стосуватися підприємства, що пов'язано з предметом його діяльності, складністю та комплексністю завдань, які підприємство вирішує в рамках керування системою «Дорожні умови – транспортні потоки» [166].

Перехід від екстенсивного розвитку населеного пункту до інтенсивного розвитку на відповідно до принципу сталої мобільності потребує у свою чергу відповідних змін у керуючій системі щодо ОДР.

Такий перехід передбачає зміну підходів до планування та керування транспортною системою, зокрема в питаннях обміну інформацією, координації, комунікації та організації взаємодії елементів КС, співпраці із громадськістю, що потребує у свою чергу відповідних змін у системі управління ОДР.

Ці зміни повинні враховувати соціальний характер принципу сталої мобільності, відповідно до якого управління мобільністю повинно в населеному пункті розглядатись як процес, який в першу чергу базується на попитно-орієнтовному підході до пасажирських перевезень. Це дає поштовх розвитку нових партнерських відносин на ринку транспортних послуг та появі нових інструментів для заохочення змін у пріоритетних видах транспорту на користь громадського транспорту [31].

У разі переходу населеного пункту на принципи сталої мобільності, повноваження профільного департаменту повинні бути розширені в частині м'яких заходів (оптимізація громадського транспорту, проведення ОДР з пріоритетом підвищення безпеки дорожнього руху, підвищення рівня освіченості мешканців у питаннях безпеки дорожнього руху) розвитку транспортної системи. Зрозуміло, що це не виключає жорстких заходів (будівництво та реконструкція доріг, мостів, розв'язок, ліній громадського транспорту) з розвитку транспортної системи населеного пункту. Реалізація такого підходу може бути здійснена шляхом створення відповідного профільного департаменту, або двох окремих департаментів, один з яких відповідає за жорсткі заходи, другий – за м'які заходи. Відповідно в структурі керуючої системи повинні бути комунальні підприємства, що виконують завдання, які пов'язані з жорсткими та м'якими заходами розвитку транспортної системи міста. Це не виключає для виконання зазначених завдань залучення третіх осіб, які їх виконуватиме на договірних засадах за результатами проведених публічних закупівель.

Розробка та реалізація ПСММ дозволяє вирішити проблему неузгодженості стратегії розвитку транспорту із загальною стратегією розвитку міста та окремих її напрямків пов'язаних з містобудуванням, землекористуванням, розвитком промисловості та соціальної сфери, охороною навколишнього середовища.

4.2 Загальні положення проєкту модернізації системи управління організуванням дорожнього руху

Проєкт модернізації підприємства з позиції теорії управління проєктами необхідно розглядати як проактивний територіальний мультипроєкт, що має змішаний короткостроковий (до трьох років) організаційно-технічний складний характер, якому притаманні [166]: кількісна вимірюваність; обмеженість у часі; цільова спрямованість; життєвий цикл; системне функціонування з можливими змінами в елементному складі; існування у певному зовнішньому просторі; ресурсна обмеженість; новітність; комплексність; необхідність матеріально-технічного, кадрового, методичного, нормативно-правового забезпечення; просторова організованість з врахуванням проведення робіт на ВДМ міста.

Складність проєкту полягає у його змішаності, мультипроєктності, обмеженості у часі та значною вірогідністю непрогнозованості поведінки зовнішнього середовища в умовах воєнних дій, потенційних загроз та викликів, що обумовлює комплексне використання кількох підходів та моделей з управління проєктами: водоспадної моделі та фреймворків Agile-філософії.

Метою проєкту є цифрова трансформація підприємства, яке здійснює реалізацією управлінських рішень з ОДР та забезпечує упровадження в населеному пункті мобільності приведеної до умов воєнного часу, а також до умов воєнного стану та повоєнного відновлення відповідно до принципів сталості.

Для забезпечення своєчасного прийняття управлінських рішень та здійснення управлінського впливу на систему «Дорожні умови – транспортні потоки» **цілі проєкту** включають:

- підвищення стійкості КС в цілому та підприємства, зокрема до загроз та викликів воєнного стану та повоєнного відновлення;
- підвищення швидкості розробки та запровадження заходів з ОДР залежно від сценаріїв розвитку ситуації на основі запровадження сучасних інформаційних технологій;
- підвищення ефективності технологічних процесів на підприємстві (проєктування ОДР; моніторинг стану дорожніх умов та транспортних потоків; транспортне моделювання; утримання ТЗРДР) внаслідок їх модернізації шляхом діджиталізації процесів та перетворення інформації в цифровий вигляд щодо розташування, складу, технічних характеристик ТЗРДР, технічних операцій з їх утримання;
- створення (реорганізація) структури підприємства, що забезпечує здійснення та підтримку (інформаційну, технічну, нормативну, методичну, навчальну) модернізованого виробничого процесу;
- отримання працівниками теоретичних знань та практичних навичок щодо виконання та забезпечення виконання модернізованих технологічних операцій.

Результат проєкту полягає у приведенні структури підприємства та рівня підготовки працівників, достатніх для виконання та забезпечення виконання модернізованих технологічних процесів щодо розробки та запровадження заходів з ОДР, що відповідають умовам воєнного стану та повоєнного відновлення.

4.3 Основні напрями реалізації проєкту модернізації системи управління організуванням дорожнього руху

У структурі проєкту необхідно виділити наступні основні напрями реалізації проєкту [166]:

- предметно-об’єктовий – визначення технологічних процесів, що підлягають модернізації, об’єкту та предмету діджиталізації, складу інформації, яка підлягає перетворенню в цифровий вигляд;

– інформаційний – визначення або, у разі необхідності, розробка підходів, методів, засобів роботи (щодо збору, обробки, аналізу, збереження, передачі, відображення, захисту) з архівною та поточною інформацією, отриманою під час виконання заходів з ОДР; цифровізація інформації, у тому числі геопросторових даних та базових планово-картографічних матеріалів; упровадження технології роботи з цифровою інформацією у виробничий процес в підрозділах підприємства;

– технологічний – розробка технологічних карт технологічних процесів (наприклад, пов'язаних з утриманням ТЗРДР, розробкою схеми ОДР) узгоджених з процедурами роботи зі цифровою інформацією з подальшим їх упровадженням у підрозділах підприємства;

– організаційний – розробка та упровадження нової структури підприємства, що враховує зміни у виробничому процесі, пов'язаних з діджиталізацією технологічних процесів;

– кадровий – підбір працівників згідно з їх спеціальності та кваліфікації згідно з функціональними обов'язками, що на них покладаються;

– методичний – підготовка методичних матеріалів та навчання працівників підрозділів підприємства щодо застосування технічних та програмних засобів у виробничому процесі, роботі з цифровою інформацією;

– нормативний – розробка та затвердження внутрішніх розпорядчих документів (наказів, розпоряджень, порядків, регламентів тощо).

Здійснення проєкту відбуватиметься в умовах **зовнішнього та внутрішнього середовищ (оточення)**, які в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення можуть швидко та непрогнозовано змінюватися, як в бік збільшення, так і в бік послаблення тиску на проєкт З цього приводу найбільш вразливими є політичний (стабільність у місті, підтримка проєкту з боку міської влади) та економічний (наявність коштів щодо додаткового фінансування діяльності підприємства) чинники. Найбільш сприятливими є науково-технічний чинник, що обумовлено високим рівнем в Україні фахової підготовки спеціалістів у сфері управління проєктами та інформаційних технологій. Стосовно внутрішнього середовища, то найбільш важливим є стиль керівництва підприємства стосовно команди проєкту

та формування команди, а також економічні умови реалізації проєкту, що пов'язане в першу чергу з необхідністю пошуку додаткового фінансування для його реалізації внаслідок зовнішніх фінансових ресурсів або внаслідок власних ресурсів підприємства.

На рівні **корпоративної стратегії** модернізація підприємства забезпечує більшу стійкість КС на рівні населеного пункту. Ділова стратегія надасть можливість розширити застосування сучасних технологій при вирішенні інших завдань пов'язаних з розвитком сталої мобільності та транспортної системи в цілому в населеному пункті громаді з можливістю їх поширення в інших населених пунктах. В рамках **функціональної стратегії** важливим є підвищення рівня знань та навичок у працівників підприємства, а також рівня загальної інформатизації виробничих процесів та можливостей її розширення на підприємстві, що надалі збільшить ефективність його діяльності.

Функціональна організаційна структура є типовою для підприємства у міській громаді. Проте реалізація такого проєкту потребує надання більших повноважень для проєктних менеджерів, притаманних матричним організаційним структурам. Враховуючи типовість організаційних структур та потреби проєкту, кращим варіантом було б використання змішаної організаційної структури з наданням відповідних повноважень керівникам та командам проєкту:

- керівник проєкту, функції якого може виконувати заступник керівника підприємства;
- менеджер з управління проєктом, функції якого будуть відповідати функціям офісу управління проєктом, виконувати які може прийнятий у штат підприємства фахівець (проєктний менеджер) з відповідним рівнем підготовки;
- технічна команда у складі ІТ-спеціалістів (програміст, спеціаліст з баз даних, веброзробник), двох фахівців з геоінформатики із навичками програмування у середовищі ГІС;
- команда профільних спеціалістів (по одному спеціалісту за напрямом, технологічним процесом), що працюють в різних підрозділах Підприємства,

супроводжують процеси пов'язані з розробкою та упровадженням різноманітних заходів з ОДР (проектувальники, інженери, техніки, інспектори).

Досвід реалізації подібного проєкту свідчить про ефективність створення на підприємстві робочої групи щодо підтримки реалізації проєкту, до складу якої бажано включати керівників структурних підрозділів, що здійснюють технологічні процеси, які модернізуються в рамках проєкту.

4.4 Обґрунтування методології реалізації проєкту модернізації системи управління організуванням дорожнього руху

Одним із критично важливих факторів успішної реалізації проєкту полягає у обґрунтованому виборі методології, підходів, методик та методів, згідно до яких буде здійснюватися упровадження проєкту. Їх визначення забезпечує логічну узгодженість дій учасників проєкту, оптимізацію ресурсного забезпечення, зниження ризиків і підвищення ефективності реалізації проєкту загалом.

Методологічна основа формує логіку управління проєктом, визначаючи послідовність його етапів, вимоги до результатів кожної фази, інструменти контролю та засоби прийняття рішень. Без чіткої методологічної основи діяльність команди набуває фрагментарного характеру, що знижує прогнозованість результатів та ускладнює керованість процесом.

Обґрунтований вибір методологічної основи дає змогу адаптувати управлінські рішення до специфіки проєкту, враховуючи рівень його складності, інноваційності, стабільності зовнішнього середовища, доступності ресурсів та критичності строків виконання.

Також методологічна основа визначає принципи взаємодії в команді, ролі учасників, обсяги їх відповідальності, вимоги до документації, звітності та комунікацій. Це критично важливо для мультидисциплінарних команд і проєктів із залученням зовнішніх підрядників, органів влади або міжнародних донорів.

Крім того, чітко визначені методики управління дозволяють ефективно ідентифікувати, оцінювати та мінімізувати ризики, інтегруючи в структуру проєкту

механізми їх виявлення, реагування, резервування ресурсів та моніторингу загроз. Це особливо актуально в умовах високої невизначеності, притаманної сучасним урбаністичним і критично-інфраструктурним проєктам, а також впливу наслідків воєнних дій.

Нарешті, методологічна визначеність є необхідною умовою для контролю, моніторингу, зовнішнього аудиту та оцінювання досягнутих результатів. Вона забезпечує наявність єдиної системи критеріїв оцінки ефективності, формалізованих стандартів документації та можливість здійснення коригувальних заходів на основі порівняльного аналізу.

Таким чином, обґрунтоване визначення методології, підходів, методик і методів управління проєктом є передумовою його структурної цілісності, адаптивності та результативності, а також забезпечує відповідність проєктної діяльності сучасним практикам управління та принципам сталого розвитку.

Як було визначено вище, один із ключових напрямів проєкту модернізації ОДР у населених пунктах полягає у цифровій трансформації КС, яка реалізується на рівні комунального підприємства, відповідального за повний цикл заходів з ОДР. До складу таких заходів входять їх розробка, проєктування ОДР, утримання ТЗРДР, ведення інформаційних ресурсів підприємства тощо. Зазначені виробничі процеси підлягають цифровізації, що вимагає реалізації комплексного інноваційного проєкту, спрямованого на переведення ключових операцій у цифровий формат, створення інтегрованих інформаційних платформ та забезпечення стійкості управлінських процесів в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення.

Враховуючи основні напрями модернізації Підприємства, багаторівневий інфраструктурно-інформаційний характер проєкту модернізації Підприємства, структурну складність проєкту, необхідність реагування на зовнішні загрози та виклики, пов'язані з воєнним станом та повоєнним відновленням, доцільним є застосування синкретичного підходу щодо гібридної методології управління проєктом, яка поєднує елементи Waterfall (каскадної моделі) та Scrumban (гнучкої адаптивної методології, що базується на конвергенції фреймворків Scrum та

Kanban) [5]. Цю методологію можна визначити, як гібридна методологія Waterfall-Scrumban (рисунок 4.2).

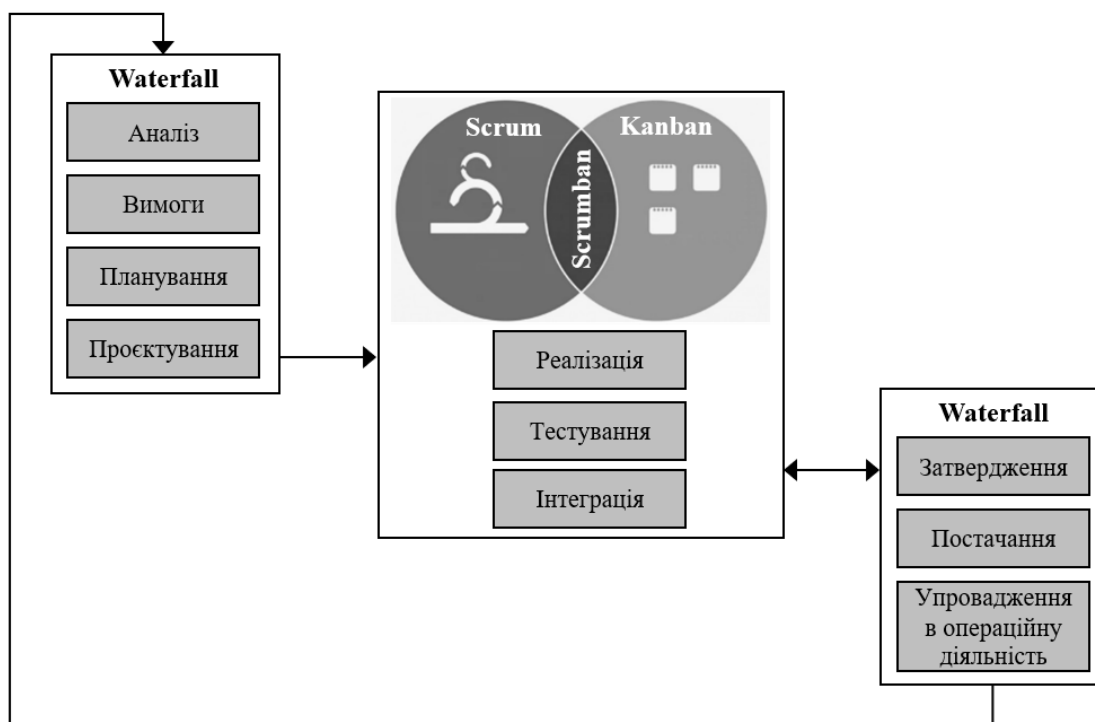


Рисунок 4.2 – Гібридна методологія Waterfall-Scrumban. Джерело: розроблено автором на основі [167]

Waterfall використовується для управління етапами, що потребують чіткої послідовності, визначеного технічного завдання та фіксованих результатів. Зокрема, це стосується аналізу існуючих виробничих процесів, прийняття рішення щодо проведення модернізації, планування, проектування, затвердження, постачання, упровадження в операційну діяльність, у тому числі, нормативне забезпечення, а також реалізацію інституційних змін і інтеграції з системою управління населеним пунктом.

У свою чергу, **Scrumban** дозволяє реалізувати окремі складові проєкту, що потребують гнучкості, адаптації до змін середовища та сценаріїв розвитку ситуації. Це стосується, в першу чергу, заходів з реалізації та інтеграції ітеративної розробки цифрових інтерфейсів і модулів, організації процесів моніторингу дорожніх умов і

транспортних потоків, розгортання програмно-технічних рішень, організації навчання персоналу, підтримка функціонування цифрових сервісів.

Обґрунтоване поєднання обох підходів забезпечує:

- можливість структурованого впровадження цифрових інновацій в основні виробничі процеси;
- адаптивність до змін безпеки, логістичних і мобільнісних умов у населеному пункті;
- поступове, контрольоване освоєння нових технологічних підходів у межах підприємства;
- підвищення ефективності реалізації управлінських рішень з ОДР в умовах воєнного часу та повоєнного відновлення.

Реалізація проєкту цифровізації Підприємства супроводжується низкою внутрішніх і зовнішніх ризиків. Їх своєчасна ідентифікація, оцінка та розробка відповідних заходів реагування є необхідною складовою проєктного управління. **Гібридна модель, яка поєднує жорсткий Waterfall-підхід із гнучким Scrumban,** дозволяє вибудовувати багаторівневу систему управління ризиками з урахуванням як стратегічних, так і тактичних загроз.

Основні групи ризиків, що можуть впливати на реалізацію проєкту:

- **операційні ризики:** пов'язані з можливими збоями в ІТ-інфраструктурі, недостатнім рівнем технічної підготовки персоналу, порушенням послідовності реалізації критичних виробничих процесів;
- **технологічні ризики:** обумовлені недостатньою адаптованістю цифрових рішень до існуючих умов, помилками в інтеграції окремих модулів, обмеженими можливостями до масштабування систем;
- **кадрові ризики:** стосуються відсутності достатньо кваліфікованих працівників, складнощів в організації навчання або опору змінам з їх боку;
- **ризики безпеки:** включають загрози фізичному середовищу Підприємства (наприклад, ураження об'єктів інфраструктури внаслідок бойових дій), кібератаки або втрату даних;

– **фінансові ризики:** можуть виникнути через нестабільність фінансування, зміну вартості ресурсів, інфляційні чинники тощо.

Scrumban-механізм управління передбачає вбудовану систему постійного моніторингу та швидкого реагування на зміну ризикового профілю. Регулярні ітерації (спринти), бортові канбани та механізми зворотного зв'язку дозволяють виявляти ранні ознаки відхилень і оперативно адаптувати план виконання окремих завдань.

Водночас Waterfall-етапи забезпечують належне формалізоване планування та документування ризиків ще на початкових стадіях проєкту, що дозволяє закладати буфери часу, бюджету та ресурсів на випадок настання небажаних подій. Крім того, структуроване планування дозволяє заздалегідь визначити критичні точки переходу між фазами упровадження, що підлягають перевірці на відповідність ризик-профілю.

Загалом, управління ризиками в межах гібридної моделі дає змогу:

- системно реагувати на загрози та зменшувати їх вплив на досягнення цілей проєкту;
- забезпечити адаптацію до змін зовнішнього середовища та умов безпеки;
- підвищити надійність та стійкість цифрової трансформації підприємства, що діє в критичній сфері міської мобільності.

Застосування гібридної методології Waterfall-Scrumban під час модернізації Підприємства шляхом діджиталізації виробничих процесів з упровадження ОДР можна представити у вигляді схеми (рисунок 4.3).

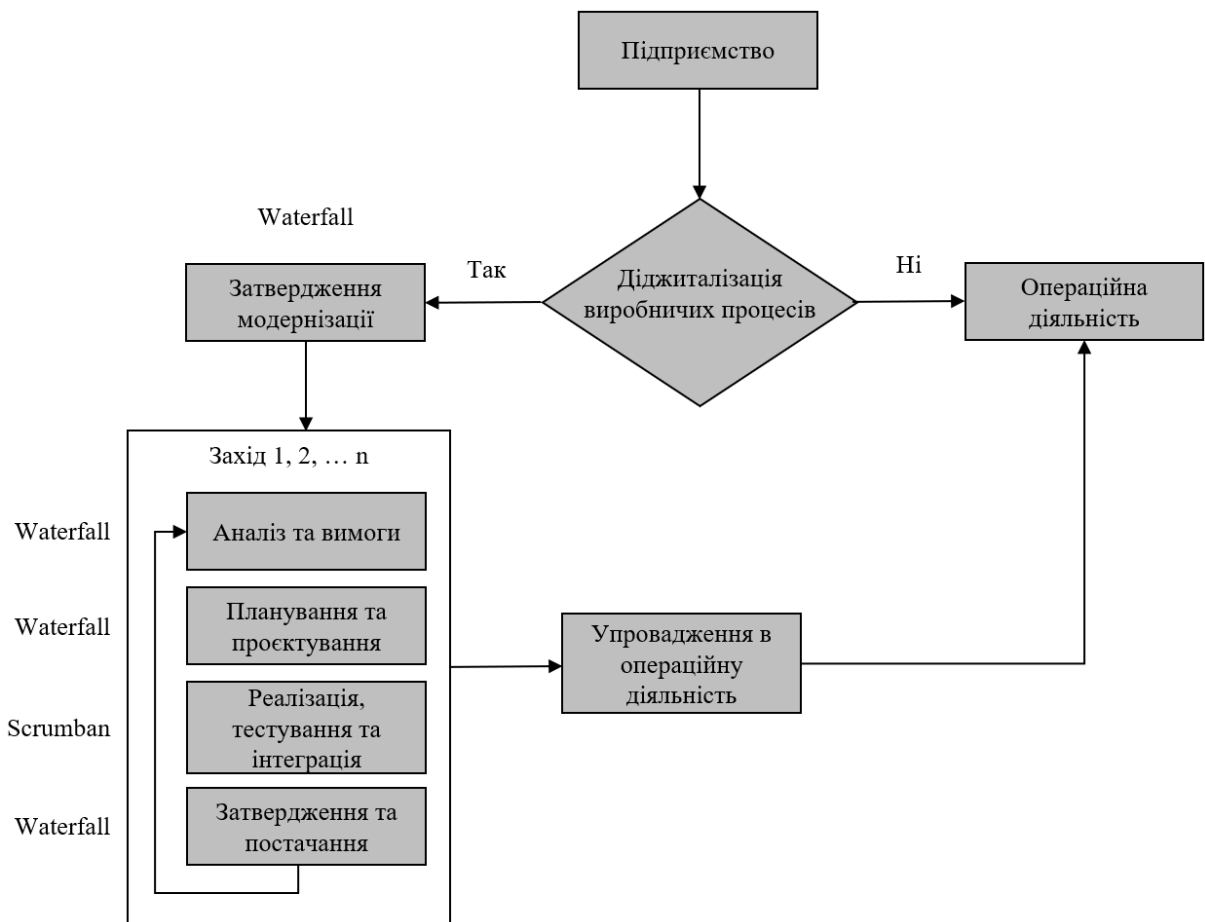


Рисунок 4.3 – Застосування гібридної методології Waterfall-Scrumban під час модернізації Підприємства шляхом діджиталізації виробничих процесів з упровадження ОДР. Джерело: розроблено автором

Алгоритм модернізації Підприємства передбачає ухвалення рішення щодо доцільності діджиталізації виробничих процесів. У разі, якщо діджиталізація не передбачається, підприємство продовжує здійснювати операційну діяльність за певним виробничим процесом у наявному форматі. У випадку позитивного рішення ініціюється процес модернізації, який розпочинається із затвердження проєкту діджиталізації на основі класичної каскадної (Waterfall) моделі управління.

Після затвердження ініціативи реалізація модернізації здійснюється через послідовне впровадження низки заходів (заходів 1, 2, ..., n), кожен з яких включає чотири основні етапи:

- аналіз та формування вимог (Waterfall), що забезпечує ідентифікацію цілей та технічних потреб;

- планування та проєктування (Waterfall), під час якого визначаються архітектура рішення, ресурсне забезпечення та часові рамки;
- реалізація, тестування та інтеграція (Scrumban), де впровадження технічних рішень поєднується з гнучкими методами управління та адаптації;
- затвердження та постачання (Waterfall), що забезпечує контроль результатів та їх готовність до експлуатації.

Після успішного завершення кожний модернізований процес інтегрується в основну діяльність підприємства шляхом його упровадження в операційну діяльність Підприємства.

4.5 Заходи з модернізації

4.5.1 Організаційні заходи

Організаційні заходи забезпечують підґрунтя проведення модернізації виробничих процесів на підприємстві, які умовно можна поділити на підготовчі, планування та фінансування, технічна реалізація та тестування, навчання працівників, організаційні зміни, запуск та, у разі необхідності масштабування отриманих в результаті модернізації рішень.

Підготовчі заходи включають:

- аналіз поточного стану підприємства (оцінка рівня цифрової зрілості підприємства, визначення ключових проблем у виробничих процесах, аналіз конкурентного середовища та передових практик цифровізації);
- формування стратегічного бачення проєкту (визначення цілей цифровізації (наприклад, оптимізація процесів, зниження витрат, підвищення продуктивності), узгодження проєкту з бізнес-стратегією підприємства;
- створення проєктної групи (призначення керівника проєкту, визначення відповідальних осіб за впровадження цифрових технологій, формування міжфункціональної команди (ІТ-фахівці, технологи, аналітики, менеджери);

– розробка концепції цифрової трансформації (визначення основних етапів і термінів реалізації, попереднє оцінювання необхідних технологій та рішень).

Заходи з планування та фінансування включають:

– розробку базових документів щодо реалізації проєкту (концепція проєкту, статут проєкту, план управління проєктом), встановлення контрольних точок та KPI, визначення життєвого циклу проєкту;

– фінансування та ресурсне забезпечення (оцінка загального бюджету проєкту, визначення джерел фінансування, аналіз витрат);

– вибір технологічних партнерів і підрядників (оцінка власних можливостей та можливих постачальників IT-рішень, їх вибір).

Технічна реалізація та тестування включають:

– модернізацію IT-інфраструктури підприємства (оновлення серверного обладнання та мережевої інфраструктури, забезпечення кібербезпеки та захисту даних);

– впровадження цифрових систем (автоматизація виробничих процесів, інтеграція інформаційних ресурсів на підприємстві, інтеграція інформаційних ресурсів підприємства з інформаційними ресурсами міста, наприклад із системою Smart-City, використання ресурсів для проведення аналізу та прогнозування виробничої діяльності);

– проведення тестування та налаштування (тестування та аналіз ефективності отриманих рішень у реальних умовах роботи підприємства).

Заходи з навчання персоналу та організаційні зміни включають:

– підготовка персоналу (розробка програм навчання для працівників, проведення тренінгів із використання нових цифрових рішень, впровадження системи мотивації для підтримки цифрових змін);

– організаційні зміни (оновлення внутрішніх регламентів і політик підприємства, оптимізація організаційної структури, впровадження культури цифрового управління).

Запуск і масштабування включають:

– початок здійснення модернізованих виробничих процесів;

- моніторинг ключових показників ефективності (KPI);
- зворотний зв'язок і вдосконалення (отримання відгуків, оптимізація процесів та усунення проблем);
- масштабування рішень (розширення модернізованих процесів на інші підрозділи підприємства, впровадження інноваційних рішень для автоматизації управління виробничими процесами).

4.5.2 Визначення складу геопросторової інформації

Модернізації підлягають основні виробничі процеси, які здійснює Підприємство, а саме: обробка геопросторових даних; робота з паперовими документами; проєктування, моделювання, аналіз ОДР; виконання робіт з встановлення, ремонту та утримання ТЗРДР; аналіз ДТП.

Для кожного виробничого процесу визначаються:

- стан та ступень цифровізації;
- склад, наявність, актуальність, форма збереження, обсяги інформації, яку задіяна у процесі;
- склад, обсяги, методи, засоби, виконавці та періодичність оновлення інформації, яка буде задіяна у модернізованому процесі;
- програмно-технічне забезпечення, засобами якого буде здійснюватися у складі процесу операції по обробці інформації;
- орієнтовні строки цифровізації;
- рівень підготовки наявних кадрів щодо забезпечення та упровадження цифровізації виробничого процесу;
- визначення можливих ризиків та планування заходів щодо їх запобігання.

У разі відсутності підготовлених кадрів та програмно-технічного забезпечення згідно чинного законодавства здійснюються відповідні заходи щодо їх пошуку та закупівлі відповідно до заявлених вимог з подальшим навчанням та налаштуванням за потребою.

Важливим у цьому напрямку є визначення складу геопросторових об'єктів та даних про них, які будуть виробляться під час здійснення виробничих процесів, що потребує залучення, як кваліфікованих спеціалістів у сфері геоінформаційних технологій, так і профільних спеціалістів у сфері ОДР. За результатами визначення складу геопросторових об'єктів та даних про них розробляються специфікація даних, яка містить переліки базових та тематичних геопросторових об'єктів, атрибутивних та мета- даних, що описують об'єкти із визначеними назвою атрибутів, одиницею виміру, типом даних, розмірністю, способом отримання, а також класифікатори об'єктів та словники значень атрибутів.

За результатами визначення складу геопросторових об'єктів та даних про них розробляється структура даних, яка є основою для проєктування БД (рисунк 4.4).

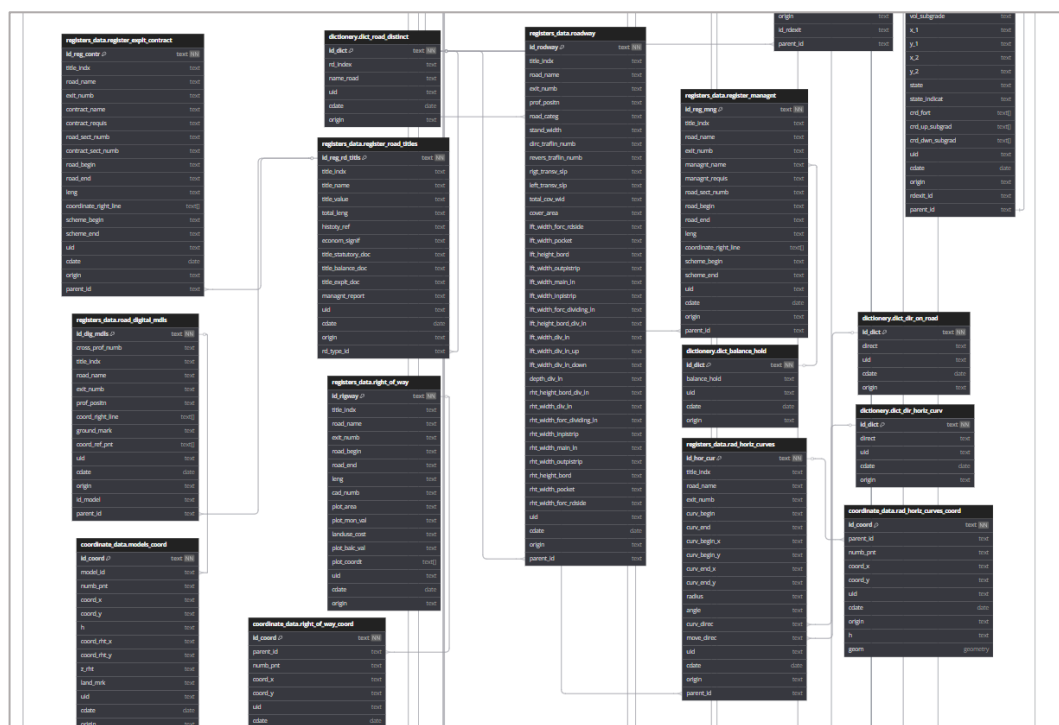


Рисунок 4.4 – Приклад фрагменту структури геопросторових даних ТЗРДР.

Джерело: розроблено автором

4.5.3 Технологічний аспект модернізації

Технологічний аспект модернізації Підприємства передбачає впровадження сучасних інформаційних технологій у виробничі процеси на Підприємстві, основу якої складає геоінформаційна система [168].

Обробка геопросторових даних. Технологічні процеси, пов'язані із обробкою базових та тематичних геопросторових даних, що включають операції зі збору, перевірки, внесення, збереження, аналізу та відображення геопросторових даних про базові об'єкти, ТЗРДР та інші об'єкти інфраструктури населеного пункту, базуються на використанні сучасних геоінформаційних технологій.

Створення та (актуалізація) використання планово-картографічної основи ОДР на базі векторних даних та растрових зображень топографічного плану масштабу 1:2000, планово-картографічних матеріалів інших масштабів, відкритих картографічних веб-ресурсів, таких як Google Map, Google Earth, OpenStreetMap здійснюється за допомогою геоінформаційної системи QGIS та СКБД PostgreSQL (рисунок 4.5).

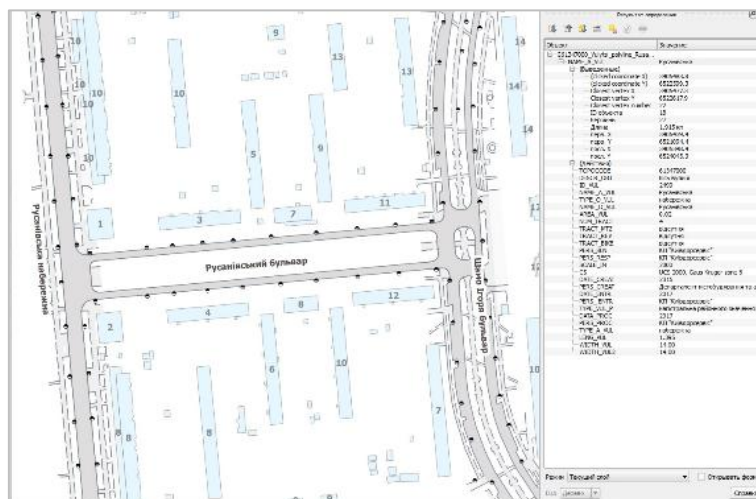


Рисунок 4.5 – Приклад фрагменту базової карти сформованою на основі топографічного плану 1:2000 за допомогою геоінформаційної системи QGIS та СКБД PostgreSQL. Джерело: розроблено автором [169]

Їх використання дозволяє створювати базу даних, які містять відомості про базові геопросторові об'єкти інфраструктури населеного пункту, вносити та редагувати про них координатні, атрибутивні та мета- дані, створювати та компонувати картографічні зображення різного масштабу, змісту та генералізації друкувати їх, формувати їх растрові зображення, зберігати дані у різних графічних векторних та растрових форматах географічної інформації (Shapefile, GeoJSON, KML/KMZ, GML, DXF, GeoTIFF) [169].

Ведення бази дислокації ТЗРДР. База дислокації ТЗРДР (далі – БД) це програмно-апаратний комплекс для збору, збереження, обробки та надання у використання тематичної інформації про наявність, склад, технічні характеристики та інші відомості, місця розташування ТЗРДР та інших об'єктів інфраструктури на вулично-дорожній мережі населеного пункту. Її ведення здійснюється за допомогою СКБД PostgreSQL та програми PostGIS, які забезпечують зберігання, індексацію та обробку запитів щодо геопросторових даних. Дані щодо ТЗРДР та інших об'єктів інфраструктури вносяться до БД за результатами проведення обстеження, контролю стану та моніторингу ТЗРДР, виконання робіт з встановлення, ремонту та утримання ТЗРДР, проєктної документації щодо будівництва, ремонту та реконструкції ділянок ВДМ, проєктування ОДР, вимог (приписів) Патрульної поліції. Внесенню інформації до БД передують її верифікація щодо повноти, формату збереження даних, їх актуальності, внутрішньої цілісності та не протиріччя раніше внесеним до БД відомостям про геопросторові об'єкти.

Для збору вихідних даних щодо розташування, складу та стану ТЗРДР на вулично-дорожній мережі населеного пункту під час проведення обстеження, контролю стану та моніторингу ТЗРДР, а також виконання робіт з встановлення, ремонту та утримання ТЗРДР, пропонується використовувати програми для збору даних про ТЗРДР у польових умовах (колектори), наприклад, Mapit GIS, встановлені на мобільні пристрої, які дозволяють визначати місцезонашування ТЗРДР, вносити атрибутивні дані щодо них, здійснювати фото- та відеознімання з подальшим автоматичним розпізнаванням на них ТЗРДР [169].

Створення та використання загальної електронної схеми ОДР. Під загальною електронною схемою ОДР в населеному пункті будемо розуміти зведене на всю територію населеного пункту на єдиній планово-картографічній основі поточне та архівне електронне картографічне відображення ТЗРДР та інших об'єктів інфраструктури в прийнятих умовних знаках, яке формується за допомогою геоінформаційної системи QGIS та СКБД PostgreSQL (рисунок 4.6).

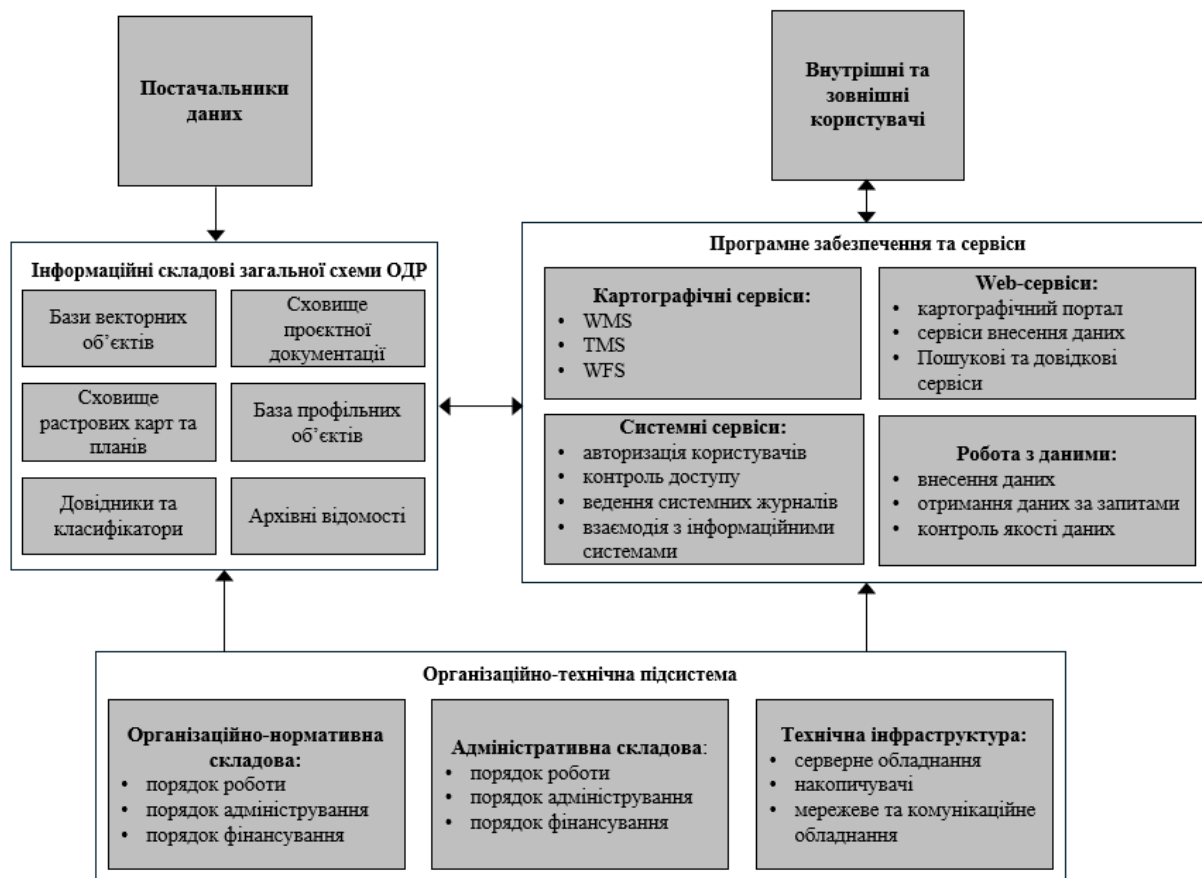


Рисунок 4.6 – Архітектура загальної схеми ОДР. Джерело: доопрацьовано автором на основі [169]

Загальна схема ОДР по суті є картографічним відображенням БД на планово-картографічній основі, до якої додаються ТЗРДР та інші тематичні об'єкти інфраструктури населеного пункту в прийнятій системі умовних картографічних знаків (рисунок 4.7).



Рисунок 4.7 – Фрагмент загальної схеми ОДР разом із базовою планово-картографічною основою. Джерело: розроблено автором

Основні процеси створення, підтримки та використання загальної схеми ОДР представлені на рисунку 4.8.

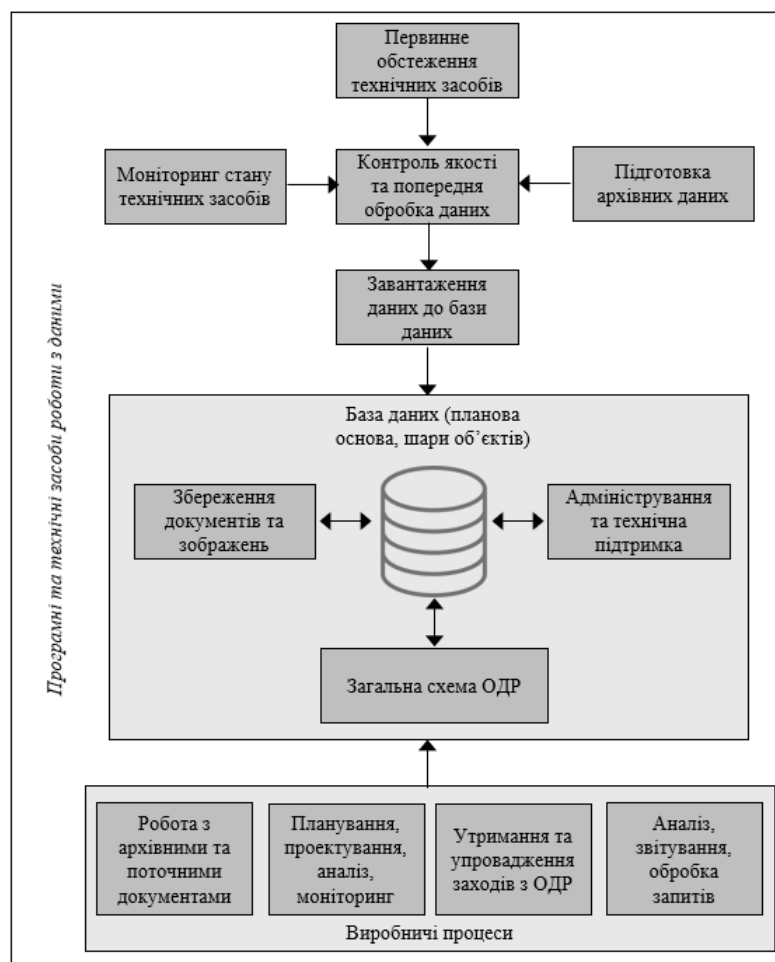


Рисунок 4.8 – Основні процеси створення та підтримки загальної схеми ОДР. Джерело: розроблено автором [169] після доопрацювання

Використовуючи загальну електронну схему ОДР за допомогою спеціально налаштованих форм у середовищі QGIS також можна вносити координатні, атрибутивні та мета- дані про об'єкти, створювати та компоувати картографічні зображення різного масштабу, змісту та генералізації, друкувати їх, формувати їх растрові зображення, зберігати дані у різних графічних векторних та растрових форматах географічної інформації. Через внесення до БД відповідної інформації щодо статусу ТЗРДР (запроєктований, діючий, демонтований) можна формувати картографічні зображення, які будуть відображати ТЗРДР відповідно до їх статусу. Підтримуючи роботу із запитам до БД через програмні засоби QGIS можна створювати картографічні зображення, які будуть відображати на загальній схемі ОДР результати запитів. Також на зображення загальної схеми ОДР можна накладати прив'язані до встановленої системи координат растрові зображення погоджених та затверджених схем ОДР.

Робота з геопросторовими даними у мережі. Використання геоінформаційної системи QGIS, СКБД PostgreSQL, програми PostGIS, програм для публікації просторових даних та інтерактивних карт в Інтернеті (MapServer, GeoServer, QGIS Server), картографічних JavaScript-бібліотек для відображення просторових даних на веб-сайтах (OpenLayers, Leaflet), застосунків для збору даних (Mapit GIS) та штучного інтелекту надають широких можливостей щодо організації роботи з геопросторовими даними в мережі Підприємства та мережі Інтернет, як в камеральних умовах, так і при проведенні польових робіт з обстеження, контролю стану та моніторингу ТЗРДР, встановлення, ремонту та утримання ТЗРДР, проєктування ОДР, опрацюванні рішень органів влади та вимог (приписів) Патрульної поліції (рисунок 4.9).

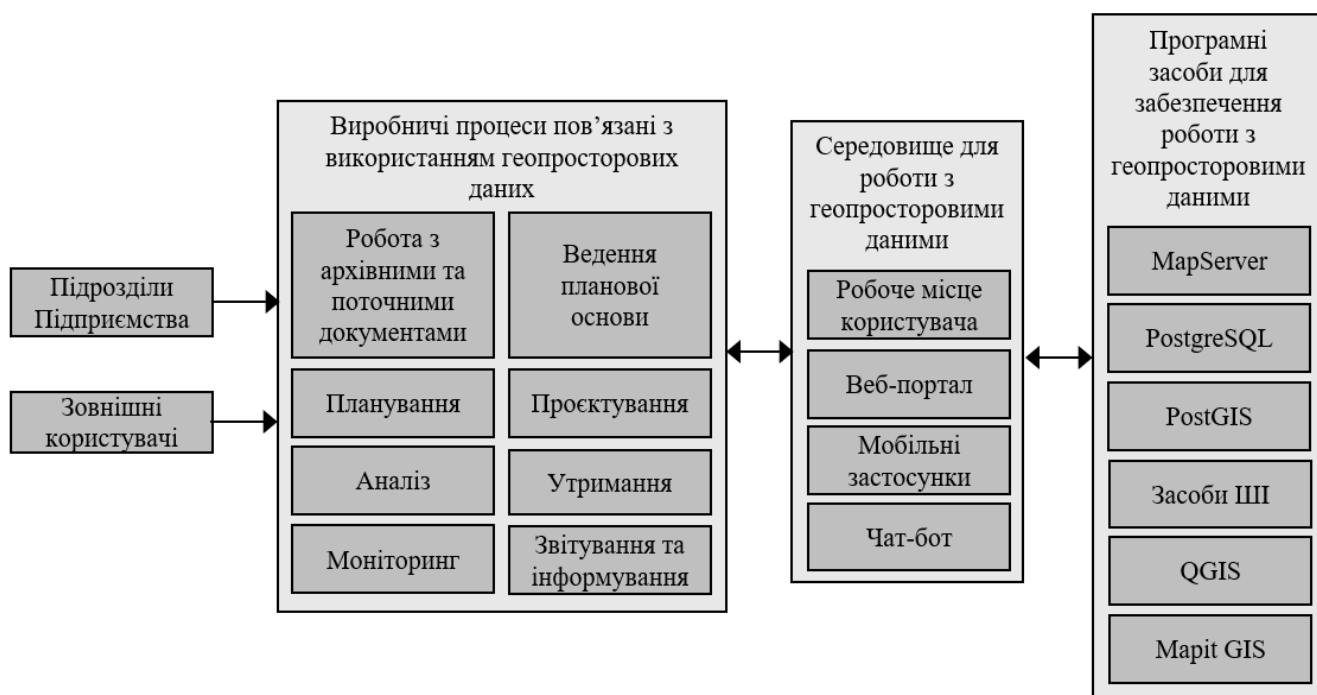


Рисунок 4.9 – Загальна схема роботи з геопросторовими даними. Джерело: розроблено автором

Запропонований механізм дозволяє за допомогою стандартних протоколів (WMS, WMTS, WFS, WCS, CSW) публікувати геопросторові дані та здійснювати їх пошук в мережі Інтернет. Це надає можливість працювати з даними не тільки засобами геоінформаційної системи QGIS, але також застосувати функціонал спеціально розробленого веб-порталу та чат-боту, які можуть працювати, як на персональних комп'ютерах, так і на мобільних пристроях.

Головним програмним засобом роботи з геопросторовими даними є геоінформаційна система QGIS, яка має дуже великий набір функцій, що потрібен, в першу чергу працівникам, який обробляють вихідні дані про об'єкти, створюють складні запити до БД, складають та макетують складні за структурою та змістом картографічні зображення.

Другим за функціональністю є веб-портал, який також може мати значний набір функцій, але на відміну від QGIS, його використання більш доцільне при виконанні нескладних та типових задач, що не потребує застосування більш складної функціональності QGIS (рисунок 4.10)

Наприклад, застосування веб-порталу доречно при використанні стандартних запитів до БД, пошуку документів, складанні та друку стандартних документів та картографічних зображень. Використання веб-порталу не вимагає більш складних навичок роботи з програмним забезпеченням, як цього потребує використання геоінформаційної системи QGIS, особливо при наявності підготовлених інструкцій та рекомендацій щодо використання функціоналу веб-порталу. Значною перевагою роботи з веб-порталом є можливість роботи з ним на мобільних пристроях, що неможливо здійснити при роботі з повнофункціональними версіями геоінформаційної системи QGIS.

Найпростішим варіантом роботи з геопросторовою інформацією є використання чат-боту, встановленого на мобільному пристрої, який дає можливість виконання нескладних задач, наприклад, визначення номеру дорожнього знаку за його фотозображенням, фіксація та передача даних щодо ТЗРДР, отримання документального підтвердження легітимності встановленого дорожнього знаку на ВДМ населеного пункту. У разі використання чат-боту користувач може досить швидко отримати результат завдяки використанню штучного інтелекту, наприклад, при розпізнаванні за фотозображенням дорожнього

знаку та направлення у відповідь на надіслане зображення його номеру відповідно до ПДД.

Робота з паперовими документами. Цей технологічний процес пов'язаний з архівними та поточними паперовими документами: проектною документацією, схемами ОДР, планами підключення світлофорних об'єктів, циклограмами роботи світлофорів, переліками обладнання, технічними паспортами обладнання, інвентарними описами, актами розбіжностей, актами виконаних робіт, вимогами (приписами) Патрульної поліції.

Технологічний процес включає: сканування паперових документів, внесення до БД метаданих про документи, верифікацію документів та метаданих про них, облік, перегляд, пошук за параметрами (дата, тип, призначення, автор, статус, адреса), друк, генерацією за певним типом та запитом до бази даних (додаток Х).

Для виконання зазначених операцій застосовується функціонал веб-порталу, який дозволяє виконувати їх в режимі on-line. Вхід до веб-порталу здійснюється користувачами за логіном та паролем.

Проектування, моделювання та аналіз ОДР. Технологічний процес з проектування, моделювання та аналізу ОДР, пов'язаний з використанням різноманітного програмного забезпечення, як спеціального призначення (PTV Vissim, PTV Visum, AIMSUN, TransModeler, SUMO, Synchro/SimTraffic, LISA+, TORUS Roundabouts, Road Safety Audit, iRAP, HDM-4), так і ГІС та CAD-систем.

Головна задача пов'язана із забезпеченням проектування, моделювання, та аналізу вихідними даними для їх проведення та внесення отриманих результатів в БД. З іншого боку, існує необхідність внесення в БД результатів проектування, моделювання та аналізу ОДР, отриманих в результаті застосування стороннього програмного забезпечення, виконання чого є досить складною задачею у зв'язку з відсутністю єдиного формату передачі даних, що забезпечуватиме внесення отриманої в результаті зазначених робіт інформації без втрат та спотворення. У зв'язку з цим внесення результатів проектування, моделювання та аналізу ОДР здійсненого стороннім програмним забезпеченням, потребує використання базової геоінформаційної системи (у нашому випадку геоінформаційної системи QGIS),

відносно високих витрат часу та високої кваліфікації працівника, який виконує цю роботу.

У разі використання базової версії геоінформаційної системи її функціонал забезпечуватиме вирішення тільки стандартних задач, пов'язаних з просторовим аналізом, наприклад, оверлейним аналізом (додаток X), що вимагатиме в залежності від змісту та складності задачі розширювати функціонал ГІС, програмуючи додаткові функції, та цілі модулі, або використовувати зовнішнє програмне забезпечення.

Виконання робіт з встановлення, ремонту та утримання ТЗРДР. Цей технологічний процес значною мірою характеризується виконанням робіт безпосередньо на ВДМ населеного пункту. Враховуючи назавжди сприятливі умови їх виконання, що пов'язано з погодними умовами, обмеженістю часу, а з початком збройної агресії загрозою обстрілів, важливим у виконання цих робіт є можливість зручно, швидко та мобільно оформити документи, що супроводжують виконання цих робіт. Для цього необхідно використовувати мобільний додаток, який дозволяє внести необхідні дані щодо виконаних робіт, зберегти їх в БД (або у разі відсутності зв'язку зберегти дані в пам'яті мобільного пристрою, а потім зручним способом передати для внесення даних в БД), сформулювати потрібний документ, згенерувати метадані про документ та роздрукувати його.

Аналіз ДТП. Задача аналізу ДТП пов'язана із визначенням аварійно-небезпечних ділянок та місць (ділянок) концентрації ДТП з метою проектування заходів із підвищення безпеки дорожнього руху. Специфіка задачі аналізу ДТП потребує для її розв'язання більш розвинутих функціональних можливостей ГІС, які в базових версіях, наприклад, геоінформаційної системи QGIS відсутні, що потребує розробки спеціального програмного забезпечення.

Ситуацію також ускладнює відсутність якісно визначених координат скоєння ДТП, що робить визначення аварійно-небезпечних ділянок та місць (ділянок) концентрації ДТП менш точним, так як місцеположення, у зв'язку з відсутністю точних координат, приходить визначити за поштовою адресою, визначеною у документах, складених в наслідок ДТП.

Аналіз розташування ДТП можливо здійснити через розрахунок відстані Левенштейна, використовуючи алгоритм Вагнера-Фішера, за допомогою спеціально розробленої програми, написаної на мові програмування Python-3.7 та додаткових бібліотек Psycopg2 [170]. Для визначення місць концентрації ДТП та побудови карт з їх відображенням можна використовувати геоінформаційну систему QGIS (додаток X).

4.5.4 Кадрове забезпечення

Кадрове забезпечення модернізації Підприємства включає формування групи впровадження проєкту модернізації Підприємства (керівник проєкту, менеджер з управління проєктом, технічні спеціалісти, профільні спеціалісти) з працівників Підприємства, а у разі відсутності їх пошуку та залучення до реалізації проєкту згідно з нормами чинного законодавства щодо оформлення трудових відносин.

4.5.5 Нормативне забезпечення та методичний супровід

Нормативне забезпечення представляє собою розробку формалізованої юридично оформленої бази нормативних документів, що супроводжують проведення модернізації Підприємства, впровадження нових та модернізацію існуючих технологічних процесів, їх цифровізацію та підвищення рівня кібербезпеки. Нормативну базу за напрямками складає орієнтовний перелік документів приведений у додатку Ф.

Серед технічних документів та документів з правового регулювання цифрової діяльності на Підприємстві в першу чергу необхідно виділити:

- Положення про загальноміську база даних дислокації технічних засобів регулювання дорожнім рухом;
- Порядок ведення загальноміської бази даних дислокації технічних засобів регулювання дорожнім рухом;

- Положення про загальну електронну схему організації дорожнього руху в населеному пункті;
- Порядок ведення загальної електронної схеми організації дорожнього руху в населеному пункті.

Методичний супровід здійснюється щодо технологічних процесів на Підприємстві, які підлягають модернізації та включає складання проєктів методичних матеріалів щодо здійснення технологічних процесів та окремих операцій у їх складі, їх обговорення, апробацію під час проведення пілотних проєктів, а також проведення навчання працівників Підприємства щодо освоєння модернізованих технологічних процесів та окремих операцій. Розроблені методичні матеріали повинні відповідати чинному законодавству, усталеній практиці та вимогам з техніки безпеки на виробництві.

4.5.6 Інформаційне забезпечення

Інформаційне забезпечення є фундаментом модернізації Підприємства шляхом цифровізації його виробничої діяльності.

Інформаційне забезпечення повинно включати виготовлення даних щодо: об'єктів інфраструктури населеного пункту; вулично-дорожньої мережі населеного пункту; розташування, складу та стану ТЗРДР на вулично-дорожній мережі населеного пункту; складу, інтенсивності, кількості та швидкості транспортних потоків; кількості, розташування та складності ДТП; проєктних рішень з ОДР та відповідної документації; виконаних робіт з встановлення, ремонту та утримання ТЗРДР.

Важливим є те, що зазначена інформація повинна бути визначена, як у часі, так і просторі, відповідати визначеним вимогам щодо змісту, структури, якості, актуальності, виготовлятися відповідно до встановлених методик із застосуванням відповідного програмно-технічного забезпечення.

Інформація щодо об'єктів інфраструктури населеного пункту.
Інформація щодо об'єктів інфраструктури населеного пункту може бути

представлена у вигляді базової планово-картографічної основи, яка повинна складатися з цифрових векторних та растрових даних, які складають топографічний план масштабу 1:2000.

Важливим є офіційний статус топографічного плану масштабу 1:2000, який виникає в результаті: проведення комплексу робіт з топографо-геодезичної і картографічної діяльності, суб'єктом якої є юридична та фізична особа, що володіє необхідним технічним та технологічним забезпеченням та у складі яких за основним місцем роботи є сертифікований інженер-геодезист, що є відповідальним за якість результатів топографо-геодезичних і картографічних робіт відповідно вимог нормативно-технічної документації [171]; передачі до Підприємства матеріалів, що його складають, за визначеною процедурою від власника або уповноваженої ним особи. З приводу цього картографічні матеріали з відкритих веб-ресурсів, таких як Google Map, Google Earth, OpenStreetMap та інші, необхідно вважати довідковими та додатковими відносно офіційно складеного та отриманого топографічного плану 1:2000.

Карти та плани меншого масштабу (від 1:10 000 та менше) також необхідно вважати довідковими та додатковими, так як вони не забезпечують необхідної деталізації та точності у відображенні об'єктів інфраструктури населеного пункту.

Стосовно топографічного плану масштабу 1:500 зауважимо, що його складання вимагає застосування більш складних, трудомістких та дорогих за вартістю процесів знімання, що обмежує обсяги його виготовлення або оновлення. Це обумовлює фрагментарність його наявності по території населеного пункту та різну актуальність в залежності від часу проведеного топографічного знімання. У зв'язку з цим топографічний план масштабу 1:500 у разі його наявності може розглядатися як додатковий, а у разі його актуальності, як базовий. У випадках пов'язаних з будівництвом, ремонтом або реконструкцією ділянки ВДМ, може бути складений на цю ділянку топографічний план масштабу 1:500, що дозволяє його також використовувати в якості базової планово-картографічної основи.

Пріоритетною вважається векторна модель даних, так як вона представляє простір у вигляді дискретних об'єктів, явищ та процесів – геопросторових об'єктів,

що характеризуються певним місцезнаходженням на Землі і визначеними у встановленій системі просторово-часовими координатами [172]. Це дає можливість зберігати та обробляти координатні, атрибутивні та мета- дані про об'єкти, створювати, у тому числі, в динамічному режимі картографічні зображення території з потрібними складом об'єктів, ефектами візуалізації, рівнем генералізації та щільності об'єктів, використовуючи засоби ГІС та геопросторових СУБД.

Растрова модель даних представляє собою регулярну сітку (графічний растр), де простір поділений на пікселі, кожен із яких має певний колір. Разом всі пікселі формують зображення, яке на певному віддаленні візуально сприймається як картографічне зображення. Але на відміну від векторної моделі, за допомогою растрової моделі не можливо сформувати дискретні об'єкти. Тому растрова модель більш підходить для відображення суцільних явищ та процесів, через розподіл якого небудь показника, що характеризує певне явище або процес, шляхом колоризації значень показника у кожному пікселі, наприклад, температури повітря (відтінками синього кольору від'ємні значення, зеленим кольором нульове значення, відтінками червоного додатні значення).

Кожна з моделей має свої переваги та недоліки, що обумовлює певні пріоритети в їх використанні в залежності від задачі, що вирішується. Тому варто мати базову планово-картографічну, в першу чергу, у векторному вигляді. Але корисним з наявного досвіду вбачається наявність основи у вигляді обох моделей.

В останні роки все більш розповсюдження отримують 3D-моделі: цифрова модель рельєфу (DEM – Digital Elevation Model), цифрова поверхнева модель (DSM – Digital Surface Model), цифрова модель місцевості (DTM – Digital Terrain Model), воксельна модель (Voxel Model), мережева трикутна модель (TIN – Triangular Irregular Network), 3D-векторні моделі об'єктів (3D Vector Models), наприклад BIM (Building Information Modeling), фотореалістичні 3D-моделі (Textured 3D Models). Але в питаннях формування базової планово-картографічної основи вони поки мають менше значення та розповсюдження в порівнянні з векторною та растровою моделями даних. Це пов'язано з кількома причинами: задачами, що вирішуються, можливостями моделей та їх перевагами й недоліками, вимогами до програмно-

технічного забезпечення, його вартістю, вибагливістю до планово-висотного обґрунтування, складністю впровадження та використання моделей.

Інформація про об'єкти інфраструктури населеного пункту може бути додатково представлена цифровими фотопланами, ортофотопланами, супутниковими знімками високої роздільної здатності, фотозображеннями та відеоматеріалами, які мають координатно-просторову прив'язку.

Планово-картографічної основа по суті представляє собою базові геопросторові дані, що визначаються, як «загальнодоступні геопросторові дані, що складають уніфіковану цифрову координатно-просторову основу для виробництва, інтеграції та провадження іншої діяльності з різними геопросторовими даними» [172].

Загальнодоступні геопросторові дані, які входять до складу планово-картографічної основи, враховуючи цілі та задачі модернізації Підприємства, повинні включати різноманітні об'єкти інфраструктури населеного пункту, у тому числі: райони у населеному пункті (за наявністю); елементи вулично-дорожньої мережі (вулиці); межі проїжджих частин вулиць та тротуарів; проїжджі частини вулиць та тротуари; перехрестя вулиць; будівлі та будинки; адреса будівель та будинків; водотоки; залізниці; споруди на автомобільних дорогах; лінії електропостачання та інші комунікації; опори; пішохідні споруди.

Крім базової планово-картографічної основи інформація про об'єкти інфраструктури населеного пункту може бути представлена у складі тематичних геопросторових даних, тобто даних, які відсутні на топографічному плані масштабу 1:2000, але наявні у складі тематичних планово-картографічних матеріалів, баз даних, звітів, проектної документації, відомостях тощо. До таких об'єктів інфраструктури населеного пункту можна віднести: об'єкти соціально-культурного призначення, зупинки міського транспорту, паркувальні майданчики, рекламні конструкції. В будь-якому разі ці об'єкти також повинні бути описані координатними, атрибутивними та мета- даними.

Інформація щодо вулично-дорожньої мережі населеного пункту. Важливим елементом інформаційного забезпечення модернізації Підприємства є

створення цифрової моделі ВДМ населеного пункту, яка представляє собою векторну лінійно-вузлову модель ВДМ, що включає: осі вулиць у вигляді сегментованих ділянок (сегментів); вузли транспортних розв'язок (перехрестя та багаторівневі розв'язки); вузли перетинів проїжджих частин вулиць та доріг; вузли перетинів проїзних частин вулиць та доріг з коліями рейкового транспорту, осі прямого та зворотного напрямку дорожнього руху; дані щодо напрямку руху, кількості полос, ширину проїжджих частин вулиць та доріг та інших дорожніх умов.

Формування лінійно-вузлової моделі ВДМ може здійснюватися на основі базової планово-картографічної основи, а також на основі тематичних планово-картографічних матеріалів, баз даних, проєктної документації (додаток Х).

Інформація щодо розташування, складу та стану ТЗРДР на вулично-дорожній мережі населеного пункту. Зазначена інформація є тематичною та містить відомості щодо: світлофорних об'єктів та їх елементів (світлофорів, контролерів, комунікаційних шаф); дорожніх знаків; пішохідних переходів; ППЗШ; дорожнього огороження; відеокамер; сферичних дзеркал; дорожньої розмітки; кріплень.

Формування інформації щодо розташування, складу та стану ТЗРДР здійснюється на основі моніторингу стану ТЗРДР, даних щодо виконання робіт з встановлення, ремонту та утримання ТЗРДР, проєктної документації з ОДР.

Інформація щодо складу, інтенсивності, кількості та швидкості транспортних потоків є тематичною та описує дорожній рух на ВДМ населеного пункту. Вона може бути отримана за результатами спостережень за дорожнім рухом за допомогою стаціонарних камер фото- та відеофіксації, мобільної відеозйомки, даних Патрульної поліції, Державної служби країни з безпеки на транспорті.

Інформація щодо ДТП, аварійно-небезпечних ділянок та місць (ділянок) концентрації дорожньо-транспортних пригод є тематичною та містить відомості, які стосуються [173-175]: місця скоєння ДТП із визначенням кілометрового знака (км, м) та GPS-координат (широта/довгота); реєстрації дорожньо-транспортних пригод; характеристики місця дорожньо-транспортної пригоди (дорожні умови та

дорожню обстановку); учасників, потерпілих, травмованих та загиблих; транспортних засобів та їх страхування; показника відносної аварійності ($K_{\text{пр}}$); лінійного розподілу аварійності; адрес аварійно-небезпечних ділянок та місць (ділянок) концентрації ДТП; довжини місця (ділянки) концентрації ДТП.

Інформація щодо ДТП та місць концентрації ДТП може бути отримана за результатами обліку ДТП в єдиній інформаційній системі МВС [176], даних від органів управління (Укравтодор - щодо автомобільних доріг загального користування державного значення; Рада міністрів Автономної Республіки Крим, обласні, Київська та Севастопольська міські державні адміністрації - щодо автомобільних доріг загального користування місцевого значення; органи місцевого самоврядування - щодо вулиць і доріг міст та інших населених пунктів).

Інформація щодо проєктних рішень з ОДР та проєктної документації. Інформація щодо проєктних рішень представлена у вигляді схем ОДР – креслеників, на яких «у вигляді умовних познач показано розміщення технічних засобів організації дорожнього руху на ділянці дороги (вулиці) або в місцях розташування об'єктів дорожнього сервісу» [87]. Схеми ОДР повинні бути представлені не тільки електронною копією у вигляді сканованих растрових зображень із усіма встановленими чинним законодавством погодженнями та затвердженнями, а також в електронному вигляді у складі просторової бази даних, що містить інформацію про ОДР в населеному пункті. Також повинні бути наявні метадані, що описують схеми ОДР та проєктну документацію, до якої вони входять (підстави для розробки проєктних рішень, дані про виконавця проєктної документації, осіб що її погоджували та затверджували).

Інформація щодо виконаних робіт з встановлення, ремонту та утримання ТЗРДР повинна містити відомості щодо підстав виконання робіт, виконавців робіт, обсягу та складу виконаних робіт із визначенням їх місцезнаходження, електронними копіями документів, що підтверджують обсяги, склад та час виконаних робіт.

4.5.7 Програмно-технічне забезпечення

Оснoву програмного забезпечення модернізації Підприємства шляхом цифровізації його виробничої діяльності складають програмні засоби, що забезпечують роботу з геопросторовими даними.

Розвиток геоінформаційних технологій в бік їх значного розповсюдження та поява якісних розробок серед вільного та безплатного програмного забезпечення дали можливість використання цілої низки програмних продуктів різного класу та призначення, сумісне використання яких дає можливість створення та упровадження на Підприємстві комплексу програмних засобів, що забезпечуватиме вирішення значного кола виробничих задач. В якості прикладу, можна визначити: вільну крос-платформену геоінформаційну систему QGIS [177]; вільну об'єктно-реляційну систему керування базами даних (СКБД) PostgreSQL [178]; відкриту програму PostGIS, що додає СКБД PostgreSQL можливості підтримувати роботу з геопросторовими даними [179]; серверну крос-платформу MapServer з відкритим кодом для публікації просторових даних та інтерактивних карт в Інтернеті [180] або аналоги GeoServer та QGIS Server; картографічні JavaScript-бібліотеки OpenLayers [181] або Leaflet [182] призначені для відображення просторових даних на веб-сайтах. Для забезпечення роботи з цим програмним забезпеченням, розробкою допоміжних програмних засобів та виконання різноманітних операцій пов'язаних з обробкою інформації ще додатково використовується програмне забезпечення кількох класів: фреймворки для розробки веб-додатків (веб-сайтів, веб-застосунків, серверної частини «Backend»), мобільних додатків, десктопних додатків, аналізу даних, засоби адміністрування СКБД, застосунки для збору даних (наприклад, Mapit GIS [183]), бібліотеки графічних об'єктів (наприклад, умовних знаків ТЗРДР), програми для обробки трекінгу маршрутів знімання, обробки фото- та відеоматеріалів.

В рамках розробки допоміжних програмного забезпечення створюються геопортал та сервіси, які дозволяють працювати в мережі Інтернет з планово-

картографічною основою, геопросторовими даними, електронними копіями документів, фото- та відеоматеріалами.

Технічне забезпечення складається з серверного обладнання, мережевого обладнання, обладнання безперебійного живлення, електронних обчислювальних машин (ЕОМ) різного призначення та комплектації, периферійних пристроїв введення та виведення інформації (принтери, сканери, монофункціональні пристрої, графобудівники або плотери), мобільних засобів збору даних (планшети) з встановленим на них програмними засобами збору даних (колектори), приладів для фіксації зображень (фото- та відеокамери), GPS-приймачів та інших приладів для визначення координат об'єктів у просторі, безпілотних літальних апаратів з встановленим додатковим обладнанням для фіксації зображень та визначення координат.

Висновки до Розділу 4

За результатами досліджень, проведених у рамках четвертого розділу, можна зробити наступні висновки:

- здійснено обґрунтування моделі модернізації системи управління ОДР в населеному пункті;
- розроблені загальні положення проєкту модернізації системи управління ОДР;
- запропоновані основні напрями реалізації проєкту модернізації системи управління ОДР;
- здійснено обґрунтування методології Waterfall-Scrumban для реалізації проєктів з модернізації системи управління ОДР, яка базується на застосуванні синкретичного підходу та поєднує елементи Waterfall (каскадної моделі) та Scrumban (гнучкої адаптивної методології, що базується на конвергенції фреймворків Scrum та Kanban);
- розроблений та запропонований комплекс заходів (організаційних, технологічних, нормативних, методичних, інформаційних, кадрових, програмно-

технічних) щодо модернізації Підприємства шляхом діджиталізації виробничих процесів з упровадження ОДР.

За результатами дослідження в науковому фаховому виданні України опубліковано розділи в 1 науковій праці [166], розділи в 2 наукових працях, які індексовані в базі даних Scopus [169; 170] та 2 тези у збірниках матеріалів міжнародних конференцій [184; 185]. Результати дослідження представлялись 19 квітня 2024 року у доповіді О. Веренич та І. Васильєва на тему “Data and process digitalization in infrastructure projects for territorial transformation: Ukraine's case” на науковому семінарі “Project management in the context of EU urban transformation. Smart Cities and Data-Driven Society” (Slovak University of Technology in Bratislava, Institute of Management, SPECTRA Centre of Excellence EU, Словацька Республіка, Братислава).

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

За результатами дисертаційного дослідження можна зробити наступні висновки:

- проаналізоване функціонування системи управління ОДР в населених пунктах у мирний час, під час воєнного стану та повоєнного відновлення;

- на основі цілісного підходу розроблена інтегрована концептуальна модель менеджменту проєктів модернізації ОДР в населених пунктах, яка включає адаптивний цикл «аналіз – планування – реалізація – моніторинг – коригування», що забезпечує гнучкість у динамічних умовах населених пунктів;

- розроблена математична модель менеджменту проєктів модернізації ОДР в населених пунктах, яка акцентується на сталості шляхом оптимізації індексу сталості проєкту модернізації ОДР (S);

- розроблена математична модель модернізації системи управління ОДР у великих містах України з врахуванням умов воєнного стану та повоєнного відновлення, яка максимізує індекс модернізації КС (M);

- проведений розрахунок індексу сталості проєкту модернізації ОДР за трьома варіантами (сценаріями) модернізації: оптимістичним, ризик-орієнтованим та песимістичним, за результатом аналізу яких сформовані пропозиції щодо заходів з підвищення сталості проєкту модернізації ОДР для кожного із запропонованих сценаріїв;

- проведений аналіз чутливості індексу сталості проєкту (S) щодо визначення ступеня впливу на нього технологічних параметрів та ймовірності збоїв;

- обґрунтована модель модернізації системи управління ОДР у великих містах України з врахуванням умов воєнного стану та повоєнного відновлення на базі гібридної методології Waterfall-Scrumban;

- розроблені рекомендації щодо модернізації Підприємства шляхом діджиталізації виробничих процесів з упровадження ОДР в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення.

Практичне значення отриманих результатів дисертаційного дослідження полягають у тому, що вони можуть бути використані при реалізації в населених пунктах проєктів модернізації ОДР шляхом діджиталізації виробничих процесів з упровадження ОДР в комунальному підприємстві, що знаходиться у сфері управління місцевими органами влади. Цей підхід може бути використаний у великих містах, обласних центрах, містах-центрах промисловості та містах з населенням більше 50 тис. осіб, в яких відповідно операційного плану заходів з реалізації у 2025-2027 роках Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року, затверджених Постановою Кабінету Міністрів України від 27.12.2024 № 1550, до 2027 року включно повинні бути розроблені плани сталої міської мобільності [4].

Практичне значення отриманих результатів підтверджується апробацією результатів дослідження у роботі відділу картографії та геоінформаційних технологій служби дислокації ТЗРДР комунального підприємства «Центр організації дорожнього руху» (м. Київ) при здійсненні виробничих процесів та окремих технологічних операцій, пов'язаних зі створенням планово-картографічної основи ОДР; веденням дислокації ТЗРДР в електронному вигляді; збором вихідних даних щодо розташування, складу та стану ТЗРДР; створенням та використанням загальної електронної схеми ОДР; роботою з геопросторовими даними під час проєктування, моделювання та аналізу ОДР; аналізом ДТП (додаток А). Також результати дослідження представлялись та доповідались на міжнародних конференціях, круглому столі та науковому семінарі. Також практичне значення результатів досліджень підтверджується трьома свідоцтвами про реєстрацію авторського права на твори (додаток Б).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Панченко О. «Лівий берег може стати окремим містом». Що не так із мостами в Києві – великий розбір. The Village Україна. URL: <https://www.village.com.ua/village/city/infrastructure/356987-laquo-liviy-bereg-mozhe-stati-okremim-mistom-raquo-scho-ne-tak-iz-mostami-v-kievi-ndash-nbsp-velikiy-rozbir> (дата звернення: 12.09.2024).
2. Traffic Index 2021. TomTom, 2021. 23 с. URL: <https://nonews.co/wp-content/uploads/2022/02/TomTom2021.pdf> (дата звернення: 12.09.2024).
3. Бушуєв С. Д., Васильєв І. А. Проектний підхід щодо створення керуючої системи для модернізації організації дорожнього руху під час відбудови територіальних громад. Управління розвитком складних систем. 2024. № 59. С. 24–33. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.59.24-33> (дата звернення: 21.01.2025).
4. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2025-2027 роках: Постанова Каб. Міністрів України від 27.12.2024 № 1550. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1550-2024-п#Text> (дата звернення: 21.01.2025).
5. Бушуєв С. Д., Веренич О. В., Терейковська Л. О., Войтенко О. С. Інфраструктурні проекти організації дорожнього руху: вибір методології. Управління розвитком складних систем. 2023. № 56. С. 24–30. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.56.24-30> (дата звернення: 29.11.2024).
6. Івко А. В. Підходи синкретичного управління в проєктах відновлення дорожньої інфраструктури. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». 2022. Вип. 3. № 53. С. 433–442. DOI: <https://doi.org/10.33744/2308-6645-2022-3-53-433-442> (дата звернення: 29.11.2024).
7. Бушуєв С. Д., Чуб О. І. Концепція онтологій у моделюванні системи управління міською логістичною інфраструктурою. Управління розвитком складних систем. 2019. № 40. С. 17–23. DOI: <https://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.11968938> (дата звернення: 29.11.2024).

8. Бушуєв С. Д., Бушуєв Д. А., Козир Б. Ю. Зміна парадигм в управлінні інфраструктурними проектами і програмами. Управління розвитком складних систем. 2019. № 36. С. 6–12. DOI: <https://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.9783149> (дата звернення: 05.12.2024).

9. Бушуєв С. Д., Козир Б. Ю. Гібридизація методологій управління інфраструктурними проектами та програмами. Вісник Одеського національного морського університету. 2020. № 61. С. 187–207. DOI: <https://doi.org/10.47049/2226-1893-2020-1-5-26> (дата звернення: 05.12.2024).

10. Захарчишин С. В., Зачко О. Б. Футурологічні засади управління інфраструктурними проектами в умовах воєнного стану. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 2024. № 30. С. 220–228. DOI: <https://doi.org/10.32447/20784643.30.2024.21> (дата звернення: 19.02.2025).

11. Бушуєва Н. С., Черниш О. В. Менеджмент проектів сталого розвитку неприбуткових організацій в ризиковому оточенні. Управління розвитком складних систем. 2023. № 55. С. 12–17. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.55.12-17> (дата звернення: 05.12.2024).

12. Зачко О. Б., Зачко І. Г. Моделі та методи безпеко-орієнтованого управління проектами розвитку складних систем: методологічний підхід. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. 2016. № 2 (1174). С. 86–90. DOI: <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2016.1174.19> URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILE=&2_S21STR=vntux_ctr_2016_2_21 (дата звернення: 05.12.2024).

13. Бушуєв С. Д., Козир Б. Ю., Запривода А. А. Нелінійні стратегії в управлінні інфраструктурними проектами. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2019. № 4. С. 14–23. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2019.10.014> (дата звернення: 05.12.2024).

14. Веренич О. В. Управління інфраструктурними проектами та програмами як ключовий елемент розвитку соціально-економічних систем. Управління розвитком складних систем: зб. наук. праць. 2016. № 25. С. 23–31. URL: <https://repository.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/b57a15b5-f30e-4e9b-b08b-2c3a63e24c40/content> (дата звернення: 09.12.2024).

15. Зачко І. Г., Кобилкін Д. С., Зачко О. Б. Гібридні технології управління інфраструктурними проектами та програмами: монографія. Львів: СПОЛОМ, 2022. 266 с. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/handle/123456789/10214> (дата звернення: 09.12.2024).

16. Тригуба А. М., Ратушний А. Р., Демчина В. Р., Коваль Л. С. Особливості управління проектами відновлення транспортної та безпекової інфраструктури сільських громад у післявоєнний період. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 2023. № 28. С. 44–54. DOI: <https://doi.org/10.32447/20784643.28.2023.05> (дата звернення: 09.12.2024).

17. Кирчата І. М., Шершенюк О. М., Кирчатий Ю. В. Стратегічні орієнтири відновлення та розвитку транспортної інфраструктури: проектний підхід. Проблеми та перспективи розвитку підприємництва. 2024. № 32. С. 48–56. DOI: <https://doi.org/10.30977/PPB.2226-8820.2024.32.48> (дата звернення: 09.12.2024).

18. Ложачевська О. М., Гречан П. Ю. Концептуальні засади інноваційного розвитку підприємств. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Економічні науки». 2021. № 49. С. 105–112. DOI: <https://doi.org/10.33744/2308-6645-2021-2-49-105-112> (дата звернення: 09.12.2024).

19. Ложачевська О. М., Ольшанський О. В., Гнатенко І. А., Снітко Є. О. Державні пріоритети розвитку інноваційного підприємства в системі менеджменту в умовах діджиталізації суспільства. Ефективна економіка. 2021. № 7. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.7.7> (дата звернення: 09.12.2024).

20. Ложачевська О. М., Марціпака В. М. Інноваційний розвиток транспортного комплексу в умовах цифрової трансформації. Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління. 2023. № 10. DOI: <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2023-10-04-10> (дата звернення: 10.12.2024).

21. Ложачевська О. М., Зось-Кіор М. В., Гнатенко І. А. Трансформація стратегії управління змінами конкурентоорієнтованого підприємства шляхом розвитку ефективної диджиталізації в умовах безпекових загроз. Український журнал прикладної економіки та техніки. 2024. Т. 9. № 3. С. 299–302. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2024-3-52> (дата звернення: 11.12.2024).

22. Ложачевська О. М., Ігнатюк В. В., Заяць К. М. Сервісно-орієнтована модель як інструмент інноваційного розвитку транспортного підприємства. Prospective directions of modern science and education in the world: матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції, 19–22 листопада 2024 р., Роттердам, Нідерланди. 2024. С. 190–193. DOI: <https://doi.org/10.46299/ISG.2024.2.12>. URL: <https://isg-konf.com/wp-content/uploads/2024/11/PROSPECTIVE-DIRECTIONS-OF-MODERN-SCIENCE-AND-EDUCATION-IN-THE-WORLD.pdf> (дата звернення: 11.03.2025).

23. Бойко Є. Г., Дяченко Ю. В. Інноваційний менеджмент – сучасне антикризове управління. Управління розвитком складних систем. 2022. № 52. С. 5–11. DOI: <https://dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2022.52.5-11> (дата звернення: 11.12.2024).

24. Біліченко В. В., Романюк С. О. Системна модель проєктного управління стратегіями розвитку організацій автомобільного транспорту за етапами їх життєвого циклу. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2013. № 6. С. 102–107. URL: <https://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/1020> (дата звернення: 11.12.2024).

25. Харута В. С., Маруніч В. С., Харута В. Л., Григоревська М. Я. Стратегічне управління проєктами підприємств транспортної галузі. Управління розвитком складних систем. 2021. № 45. С. 57–65. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.45.57-65> (дата звернення: 11.12.2024).

26. Іщенко В. А., Харута В. С. Аналіз особливостей проєктів пасажирських перевезень. Управління розвитком складних систем. 2024. № 57. С. 27–35. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.57.27-35> (дата звернення: 14.12.2024).

27. Мінаков В. М., Мінакова О. О., Болокан І. Г., Мінаков О. І. Управління проєктами на автомобільному транспорті. Вчені записки Київського національного економічного університету ім. Вадима Гетьмана. 2024. № 35. С. 85–94. DOI: https://doi.org/10.33111/vz_kneu.35.24.02.08.054.060 (дата звернення: 21.03.2025).

28. Кисельов В. Б., Доля В. К., Доля О. Є. Особливості методів управління проєктами пасажирських транспортних систем у міському середовищі. Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2020. Т. 2. № 3. С. 98–101. DOI: <https://doi.org/10.32838/TNU-2663-5941/2020.3-2/17> (дата звернення: 14.12.2024).

29. Харченко А. М. Формування річної програми дорожньо-ремонтних робіт з позиції теорії управління проєктами. Управління проєктами, системний аналіз і логістика. 2012. № 10. С. 279–285. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Upsal_2012_10_51 (дата звернення: 19.12.2024).

30. Тарасенко Д. Л., Тарасенок О. В., Тіщенко М. І. Індикатори сталої міської мобільності. Науковий погляд: економіка та управління. 2021. № 3 (73). С. 45–50. DOI: <https://doi.org/10.32836/2521-666X/2021-73-7> (дата звернення: 19.12.2024).

31. Чередніченко О.П., Приймаченко О.В. Управління міською мобільністю в аспекті транспортної системи міста (на прикладі м. Києва). Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». 2022. №7. DOI: <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2022-7-8108> (дата звернення: 19.12.2024).

32. Полянський Ю., Карпишин М., Артимович П. Стала міська мобільність як чинник трансформації міського простору Львова. Економічна та соціальна географія. 2022. Вип. 88. С. 40–47. DOI: <https://doi.org/10.17721/2413-7154/2022.88.40-47> (дата звернення: 19.12.2024).

33. Маргіта Н. О., Вороніна Р. М., Карий О. І. Особливості планування сталої міської мобільності. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Логістика. 2015. № 833. С. 42–49. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPL_2015_833_9 (дата звернення: 20.12.2024).

34. Чередніченко О. План сталої міської мобільності як один з інструментів управління міськими транспортними системами. Просторовий розвиток. 2024. № 7.

С. 594–611. DOI: <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.594-611> (дата звернення: 19.12.2024).

35. Васильєв І. А., Безшапкін С. М., Тимченко С. І. Проекти організації дорожнього руху: питання понятійного апарату та нормативно-правового забезпечення в контексті національної безпеки та оборони країни. Управління розвитком складних систем. 2023. № 56. С. 31–39. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.56.31-39> (дата звернення: 19.12.2024).

36. Васильєв І. А. Реалізація інфраструктурних проєктів із цифровізації процесів управління організацією дорожнього руху: термінологічний аспект. Управління розвитком складних систем. 2024. № 58. С. 15–24. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.58.15-24> (дата звернення: 19.12.2024).

37. ДСТУ Б А.1.1-100:2013. Автомобільні дороги. Терміни та визначення понять. Чинний від 2014-04-01. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2014. 42 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=54092 (дата звернення: 07.10.2024).

38. ДСТУ 2935:2018. Безпека дорожнього руху. Терміни та визначення понять. ДП "УкрНДНЦ", 2019, 23 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=78224 (дата звернення: 07.10.2024).

39. ДСТУ 9214:2023. Автомобільні дороги. Терміни та визначення понять. ДП "УкрНДНЦ", 2023, 51 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=102263 (дата звернення: 07.10.2024).

40. Про затвердження Порядку формування Концепції інтегрованого розвитку території територіальної громади: Наказ Міністерства розвитку громад та територій від 22.09.2022 № 172. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1421-22#Text> (дата звернення: 21.08.2024).

41. Про транспорт: Закон України від 10.11.1994 № 232/94-ВР: станом на 28 трав. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232/94-вр#Text> (дата звернення: 26.01.2025).

42. «Труна» на колесах: комфортні автобусні перевезення – місія (не)здійсненна. УНІАН. URL: <https://www.unian.ua/economics/transport/pasazhirski->

perevezennya-komfortni-avtobusni-perevezennya-v-ukrajini-mozhlivi-12680979.html
(дата звернення: 30.01.2025).

43. Коссе І. Зміна автомобільних логістичних маршрутів в Україні внаслідок війни. Інститут економічних досліджень та політичних консультацій. 2023. 24 с. URL: <http://www.ier.com.ua/files/Projects/2023/EPIM/> Змінаавтомобільних логістичних маршрутів в Україні внаслідок війни.pdf (дата звернення: 28.01.2025).

44. Лисий В. М., Стебляк Д. М. Вплив війни на розвиток транспортного перевезення в Україні. Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2022. № 43. С. 92-96. DOI: <https://doi.org/10.32782/2413-9971/2022-43-16> (дата звернення: 28.01.2025).

45. АМКУ визнав "Укрзалізницю" монополістом. РБК-Україна. URL: <https://www.rbc.ua/ukr/news/amku-priznal-ukrzaliznytsyu-monopolistom-1547815291.html> (дата звернення: 29.01.2025).

46. Статистичні дані по галузі автомобільного транспорту. Інформація про кількість діючих ліцензій за видами діяльності на право провадження господарської діяльності з перевезення пасажирів, небезпечних вантажів та небезпечних відходів автомобільним транспортом, міжнародні перевезення пасажирів та вантажів автомобільним транспортом станом на 01.01.2020. Міністерство розвитку громад та територій. URL: <https://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-po-galuzi-avtomobilnogo-transportu.html> (дата звернення: 29.01.2025).

47. Буковський Андрій. “Європейський зелений курс” та залізниця: як зробити ринок вантажних перевезень України більш “зеленим”. Офіс ефективного регулювання. URL: <https://brdo.com.ua/analytics/21368/> (дата звернення: 27.01.2025).

48. Гірня О. Б., Кобилух О. Я. Реалії та перспективи пандемії Covid-19 для транспортної логістики. Молодий вчений. 2020. № 7. С. 208–214. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-7-83-45> (дата звернення: 27.01.2025).

49. Логістика 2021: вплив пандемії і нові тренди для виходу з кризи. Портал топ-менеджерів оптової та роздрібної торгівлі. URL: <https://trademaster.ua/articles/313273> (дата звернення: 27.01.2025).

50. Статистика кількості зареєстрованих транспортних засобів по регіонах. Головний сервісний центр МВС. URL: <https://dostup.org.ua/request/84463/esponse/238537/attach/2/31.217.pdf> (дата звернення: 04.02.2025).

51. В Україні багато автомобілів? Ні, їх мало. Економічна правда. URL: <https://epravda.com.ua/publications/2012/02/21/316548/> (дата звернення: 04.02.2025).

52. У Кличка порахували загальну кількість автомобілів у Києві. Економічна правда. URL: <https://epravda.com.ua/news/2022/02/11/682305> (дата звернення: 04.02.2025).

53. Данилов О. Кількість авто на 1 000 громадян: Україна на останньому місці в Європі. Межа. 05.03.2024. URL: <https://mezha.media/2024/03/05/kilkist-avto-na-1000-hromadian/> (дата звернення: 04.02.2025).

54. Міська цільова програма розвитку транспортної інфраструктури міста Києва на 2024-2025 роки. Проєкт. Офіційний портал Києва. Київська міська рада. Київська міська державна адміністрація. URL: https://kyivcity.gov.ua/kyiv_ta_miska_vlada/struktura_150/vikonavchiy_organ_kivsko_misko_radi_kivska_miska_derzhavna_administratsiya/departamenti_ta_upravlinnya/departament_transportnoi_infrastruktury/obgovorenniya_proyektu_misko_tsilovo_programi/projekt_mtsp_rozvitku_transportno_infrastrukturi_kiyeva_na_2024_2025/ (дата звернення: 24.09.2024).

55. Чому не в Києві: як плани сталої міської мобільності зроблять українські міста кращими?. Хмарочос. URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2019/05/28/chomu-ne-v-kyuevi-yak-planu-staloyi-miskoyi-mobilnosti-zroblyat-ukrayinski-mista-krashhymy/> (дата звернення: 11.09.2024).

56. План-факт 2021 року: оновлено 5098 км державних доріг та 250 штучних споруд – Олександр Кубраков. Міністерство розвитку громад та територій України. URL: <https://mtu.gov.ua/news/33343.html> (дата звернення: 04.02.2025).

57. Traffic Index 2019. TomTom. 2019. 23 с. URL: <https://nonews.co/wp-content/uploads/2020/02/TomTom2019.pdf> (дата звернення: 02.09.2024).

58. Traffic Index 2020. TomTom. 2020. 23 с. URL: <https://nonews.co/wp-content/uploads/2021/01/TomTom2020.pdf> (дата звернення: 02.09.2024).

59. Порфіренко В.І., Дехтяренко Д.П., Гребельник М.М., Хобта М.О. Транспорт мегаполісів: сучасний стан, проблеми, реінжиніринг та екологічне вдосконалення. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Економічні науки». Науковий журнал. 2022. № 52. С. 224-233. DOI: <https://doi.org/10.33744/2308-6645-2022-2-52-224-233> (дата звернення: 06.02.2025).

60. Баркар Д. 9 днів у заторах: дороги Києва перевантажені у кілька разів. Радіо Свобода. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/zatory-kyiv-transport-optymizatsiya/31282821.html> (дата звернення: 06.02.2025).

61. Віталій Кличко презентував концепцію транспортної та паркувальної політики столиці: Єдиним вирішенням проблеми транзиту через столицю є будівництво Київської окружної дороги (+фото, відео). Офіційний портал Києва. Київська міська рада. Київська міська державна адміністрація. URL: https://kyivcity.gov.ua/news/vitaliy_klichko_prezentuvav_kontseptsuyu_transportno_ta_parkuvalno_politiki_stolitsi_yedinim_virishennyam_problemi_tranzitu_cherez_stolitsy_u_je_budivnitstvo_kivsko_okruzhno_dorogi/ (дата звернення: 07.02.2025).

62. Статистика. Патрульна поліція України. URL: <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/> (дата звернення: 08.02.2025).

63. Interactive global map of 2023 PM2.5 concentrations by city. IQAir World Air Quality Report. URL: <https://www.iqair.com/world-air-quality-report> (дата звернення: 08.02.2025).

64. Проектування міських територій: підручник у 2 ч. Ч. 1: Підручник / ред.: В.Т Семенова, І.Е. Линник. Харків. ХНУМГ ім. О.М. Бекетова., 2018. 449 с. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/187725644.pdf> (дата звернення: 12.09.2024).

65. Транспорт України 2023. Статистичний збірник. Державна служба статистики України. 2024. 94 с. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2024/zb/10/zb_Trans_23.pdf (дата звернення: 26.01.2025).

66. Перевалка вантажів в українських портах у 2023 році. GMK Center. URL: <https://gmk.center/ua/infographic/u-2023-rotsi-perevalka-vantazhiv-v-ukrainskykh-portakh-zroslo-na-5-r-r/> (дата звернення: 28.01.2025).

67. War in Ukraine: Twelve disruptions changing the world. McKinsey & Company. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/strategy-and-corporate-finance/our-insights/war-in-ukraine-twelve-disruptions-changing-the-world#/> (дата звернення: 27.01.2025).

68. Євросоюз оновив індикативні мапи Транс'європейської транспортної мережі (TEN-T) для України та Молдови. Міністерство розвитку громад та територій. URL: <https://mtu.gov.ua/news/35067.html> (дата звернення: 30.01.2025).

69. Єврокомісія включила українські логістичні шляхи до Транс'європейської транспортної мережі. UkraineInvest. URL: <https://ukraineinvest.gov.ua/news/05-08-22/> (дата звернення: 30.01.2025).

70. European Transport Corridors. Trans-European Transport Network. European Commission, Mobility and Transport. URL: https://transport.ec.europa.eu/document/download/3f55bcf7-d2cf-4244-bbfl-fc4fl32115ad_en?filename=TEN_T_Schematic_map.pdf (дата звернення: 30.01.2025).

71. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії Росії проти України станом на початок 2024 року. Київська школа економіки. 2024. 39 с. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24_Damages_Report.pdf. (дата звернення: 29.01.2025)

72. Про порядок вирішення окремих питань адміністративно-територіального устрою України: Закон України від 18.11.2020 № 3285-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3285-20#Text> (дата звернення: 04.02.2025).

73. Конституція України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр#Text> (дата звернення: 04.02.2025).

74. Чисельність наявного населення України на 1 січня: Статистичний збірник. Державна служба статистики України. 2022. 84 с. URL: http://db.ukrcensus.gov.ua/PXWEB2007/ukr/publ_new1/2022/zb_%D0%A1huselnist.pdf (дата звернення: 26.01.2025).

75. Бакуліна Г. Ю. Урбанізація як тенденція розвитку суспільства: міжнародний аспект. Економіка і суспільство. 2018. № 8. С. 22–27. DOI: OI:

<https://doi.org/10.32782/2524-0072/2018-18-4>. URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/18_ukr/4.pdf (дата звернення: 04.02.2025).

76. Ritchie H. Urbanization. Our World in Data. 2024. URL: <https://ourworldindata.org/urbanization> (дата звернення: 04.02.2025).

77. Україна. Огляд процесів урбанізації. Міжнародний банк реконструкції та розвитку. Світовий банк. 2015. 218 с. URL: <https://www.slideshare.net/slideshow/ss-66014065/66014065> (дата звернення: 04.02.2025).

78. Чим сільські території відрізняються від міських з точки зору можливостей розвитку? Інститут громадського суспільства. URL: <https://www.csi.org.ua/news/chym-silski-terytoriyi-vidriznyayutsya-vid-miskyh-z-tochky-zoru-mozhlyvostej-rozvytku/> (дата звернення: 04.02.2025).

79. Поручинський В., Сосницька Я. Класифікація і типологія міських поселень України. Часопис соціально-економічної географії. 2015. № 18 (1). С. 98–101. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Chseg_2015_18%281%29__18 (дата звернення: 04.02.2025).

80. Топчієв О. Г. Суспільно-географічні дослідження: методологія, методи, методики. Одеса: Астропринт, 2005. 632 с.

81. Ширяєва С. В., Даньківська К. І. Визначення параметрів транспортних вузлів. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». 2017. № 1 (37). С. 452–458. URL: <http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/37/452.pdf> (дата звернення: 17.02.2025).

82. Колотуха І.О., Колотуха О.В. Класифікація просторових транспортних утворень великого міста (на прикладі Києва). Вісник ОНУ. Серія: Географічні та геологічні науки. 2022. Т. 27. № 40. С. 100-113. DOI: [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2022.1\(40\).257536](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2022.1(40).257536) (дата звернення: 18.02.2025).

83. Соціально-економічна географія України: навч. посіб. / за ред. проф. О. І. Шаблія. 2-ге вид., перероб. і доп. Львів: Світ, 2000. 680 с.

84. Рогозян Ю. С. Складові та елементи транспортної системи регіону. Ефективна економіка. 2015. № 2. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5744> (дата звернення: 17.02.2025).

85. Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К., Лановий О.Т., Линник І.Е., Поліщук В.П. Системологія на транспорті у п'яти книгах. Книга IV: Організація дорожнього руху: Підручник / ред. М.Ф. Дмитриченко. Знання України, 2012. 452 с.

86. Кашканов А. А., Кужель В. П. Організація дорожнього руху: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2017. 125 с.

87. ДСТУ 8752:2017. Безпека дорожнього руху. Проект організації дорожнього руху. Правила розроблення, побудови, оформлення. Вимоги до змісту. На заміну ДСТУ 4159-2003 ; чинний від 2019-01-01. Вид. офіц. ДП «УкрНДНЦ», 2017. 32 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=75058 (дата звернення: 17.11.2024).

88. Мостовий перехід через річку Ірпінь. Учасники проєктів Вікімедіа. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Мостовий_перехід_через_річку_Ірпінь (дата звернення: 07.11.2024).

89. Дудар І.Н., Бричанський А.О. Сучасні підходи до відновлення та розвитку міст після війни. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2023. Том 35. № 2. С. 153—158. DOI: <https://doi.org/10.31649/2311-1429-2023-2-153-158> (дата звернення: 29.07.2024).

90. Гасенко Л.В., Литвиненко Т.П., Ельгандур М.Д.М.М. Принципи перерозподілу вулично-дорожнього простору згідно із сучасними містобудівними тенденціями. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. 2022. № 111. С. 45-54. DOI: <https://doi.org/10.33744/0365-8171-2022-111-045-054> (дата звернення: 29.07.2024).

91. Бакуліч О.О., Дзюба О.П., Єресов В.І., Красильнікова О.В., Лановий О.Т., Поліщук В.П., Христенко О.В. Організація та регулювання дорожнього руху: Підручник / ред. В.П. Поліщук. К.: Знання України, 2014. – 467 с.

92. Поліщук В. П., Дзюба О. П. Теорія транспортного потоку: методи та моделі організації дорожнього руху. Київ: Знання України, 2008. 175 с.

93. Про автомобільні дороги: Закон України від 08.09.2005 № 2862-IV: станом на 15 листоп. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2862-15#Text> (дата звернення: 03.08.2024).

94. Лісніченко Т. В. Життєвий цикл автомобільних доріг, як основа забезпечення їх довговічності та високих експлуатаційних властивостей. *Problems of Friction and Wear*. 2015. № 4 (69). С. 103–108.

95. Довбій В. Ю., Мнишенко Р. В. Перебудова транспортної інфраструктури у сфері логістики та транспортних технологій. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. 2023. Вип. 113. Ч. 2. С. 156–163. DOI: <https://doi.org/10.33744/0365-8171-2023-113.2-156-163> (дата звернення: 03.08.2024).

96. Муленко В. М. Перспективи та проблеми розвитку міжнародної торгівлі транспортними послугами України. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. 2022. № 112. С. 450–458. DOI: <https://doi.org/10.33744/0365-8171-2022-112-450-458> (дата звернення: 03.08.2024).

97. Бойко В. В., Складанівська О. О. Сучасний стан та тенденції розвитку транспортної галузі. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. 2023. № 114. Ч. 1. С. 170–179. DOI: <https://doi.org/10.33744/0365-8171-2023-114.1-170-179> (дата звернення: 29.07.2024).

98. Порфіренко В. І., Норець С. Р. Стратегії переходу автотранспорту на екологічно чисті джерела енергії. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. 2023. № 114. Ч. 1. С. 214–224. DOI: <https://doi.org/10.33744/0365-8171-2023-114.1-214-224> (дата звернення: 03.08.2024).

99. Гамеляк І. П., Волощук Д. В. Про дорожньо-кліматичні умови України. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 2014. Т. 16. № 1. С. 121–126.

100. Сердюк В. Р. Післявоєнне відновлення та зростання обсягів будівництва автомобільних доріг. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 2023. Т. 35. № 2. С. 177–184. DOI: <https://doi.org/10.31649/2311-1429-2023-2-177-184> (дата звернення: 07.08.2024).

101. Токін О. П., Дубас Р. І., Клец Д. М. Транспортна стратегія в період військового стану: шляхи відновлення та розвиток галузі. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. 2023. № 114. Ч. 2. С. 113–118. DOI: <https://doi.org/10.33744/0365-8171-2023-114.2-113-118> (дата звернення: 07.08.2024).

102. Про дорожній рух: Закон України від 30.06.1993 № 3353-XII URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3353-12#Text> (дата звернення: 07.08.2024).

103. Бондаренко В. А. Система та структура державного управління. Аналітично-порівняльне законодавство. Розділ 7. Аналітично-порівняльне правознавство. 2023. № 3. С. 250–255. DOI: <https://doi.org/10.24144/2788-6018.2023.03.45> (дата звернення: 12.08.2024).

104. Про затвердження Положення про Державне агентство відновлення та розвитку інфраструктури України: Постанова Кабінету Міністрів України від 10.09.2014 № 439. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/439-2014-п> (дата звернення: 12.08.2024).

105. Зрозуміла інфографіка класифікації доріг. Державне агентство автомобільних доріг України. URL: https://web.archive.org/web/20200926121011/https://ukravtodor.gov.ua/4497/chasti_pytannia/zrozumila_infografika_klasyfikatsii_dorih.html (дата звернення: 17.02.2025).

106. Перелік та дані підприємств, установ, організацій, що належать до сфери управління ДТІ / Київська міська рада, Київська міська державна адміністрація, Департамент транспортної інфраструктури. URL: https://kyivcity.gov.ua/kyiv_ta_miska_vlada/struktura_150/vikonavchiy_organ_kivsko_misko_radi_kivska_miska_derzhavna_administratsiya/departamenti_ta_upravlinnya/departament_transportnoi_infrastruktury/ (дата звернення: 01.10.2024).

107. Про закріплення комунальних унітарних підприємств. Реєстр актів Харківської міської ради. URL: <http://kharkiv.rocks/reestr/682794> (дата звернення: 01.10.2024).

108. КУ «Спеціалізований монтажно-експлуатаційний підрозділ». Офіційний сайт міста Одеса, Міська влада. URL: <https://omr.gov.ua/ua/city/foundations/smer/> (дата звернення: 01.07.2024).

109. Комунальне підприємство «Транспортна інфраструктура міста» Дніпровської міської ради. Дніпро. Дніпровська міська рада офіційний вебсайт. URL: <https://dniprorada.gov.ua/uk/page/komunalne-pidpriemstvo-transportna-infrastruktura-mista-dniprovskoi-miskoi-radi>. (дата звернення: 01.07.2024).

110. «Львівавтодор». ЛКП «Львівавтодор». URL: <https://city-adm.lviv.ua/lmr/utilities/lkp-lvivavtodor> (дата звернення: 01.07.2024).

111. Про внесення змін до Статуту комунального підприємства «Київдорсервіс»: Розпорядження КМДА від 05.01.2018 № 10. Київська міська рада, Київська міська державна адміністрація. URL: https://kyivcity.gov.ua/npa/pro_vnesennya_zmin_do_statutu_komunalnogo_pidpriyemstvakiydorservis_130630/ (дата звернення: 03.07.2024).

112. Статут комунальної установи «Спеціалізований монтажньо-експлуатаційний підрозділ» Одеської міської ради. Офіційний сайт міста Одеса. URL: <https://omr.gov.ua/ua/city/foundations/smep/statute/> (дата звернення: 03.07.2024).

113. Основні напрямки діяльності ЛКП «Львівавтодор». ЛКП Львівавтодор. URL: <https://lvivavtodor.com.ua/activity/> (дата звернення: 03.07.2024).

114. Звіт про виконання фінансового плану (основні фінансові показники), 2024 рік. КП «Центр організації дорожнього руху». URL: https://balans.gukv.gov.ua/output/?zvity=1&kod_form=6334&kod_kl=5&kod_zm=0&kod_obj=3451&d=182 (дата звернення: 17.03.2025).

115. Про перерозподіл видатків бюджету міста Києва, передбачених Департаменту транспортної інфраструктури виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації) на 2024 рік: Розпорядження Київської міської військової адміністрації від 30.08.2024 №979. URL: https://kyivcity.gov.ua/npa/pro_pererospodil_vidatkiv_byudzhetu_mista_kiyeva_peredbachenikh_departamentu_transportno_infrastrukturi_vikonavchogo_organu_kivsko_miskoy_radi_kivsko_misko_derzhavno_administratsi_na_2024_rik/kmva__979.pdf (дата звернення: 17.03.2025).

116. Скільки кілограмів CO₂ викидає автомобіль? Ресурс відповідей. Настанови лідерів. URL: <https://groshi.mercy.cx.ua/vzaiemodiya/skilki-kilogramiv-co2-vikidaie-avtomobil.html> (дата звернення: 23.11.2024).

117. Azarov N.Y., Yaroshenko F.A., Bushuyev S. D. Innovative principles for managing development programs. 2nd ed. Kyiv: K.: «Summit-Book», 2012. 576 p. URL:

https://www.researchgate.net/publication/267395284_Innovative_principles_for_managing_development_programs_Second_edition (дата звернення: 23.11.2024).

118. Бушуєв С.Д., Дорош М.С. Формування інноваційних методів та моделей управління проектами на основі конвергенції. Управління розвитком складних систем. 2015. № 23 (1). С. 30–38 URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2015_23%281%29__6 (дата звернення: 23.11.2024).

119. Bezshapkin S., Korzh R., Verenych O., Vasyliiev I. State-of-the-art Geoinformation Technologies Use in the Road Traffic Management. Proceedings of the ITPM 2021. 2021. С. 217-227. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2851/> (дата звернення: 17.03.2025).

120. Веренич О. В., Безшапкін С. М., Васильєв І. А., Войтенко О. С., Тимченко С. І. Методичні підходи щодо модернізації організації дорожнього руху. Управління проектами у розвитку суспільства. Управління проектами післявоєнної розбудови України: тези доповідей XX Міжнар. конф. / відповідальний за випуск С. Д. Бушуєв. м. Київ, 12 травня 2023 р. Київ: КНУБА, 2023. С. 69–73. URL: <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/4632/1/Тези%20Київ-2023.pdf> (дата звернення: 11.03.2025).

121. Verenych O., Boiko Y., Voitenko O. Approaches to assessing the sustainability of territorial communi-ties. Transfer of innovative technologies. 2025. Т. 7, № 2. С. 40–50. DOI: <https://doi.org/10.32347/tit.2024.7.2.01.05> (дата звернення: 14.03.2025).

122. Денисенко В. Стала мобільність у громадах: рекомендації щодо відновлення. Київ: Програма «U-LEAD з Європою», 38 с. URL: https://decentralization.ua/uploads/library/file/839/Посібник_Стала_мобільність_у_територіальних_громадах.pdf (дата звернення: 03.09.2024).

123. Що таке стала мобільність. Асоціація "Енергоефективні міста України". URL: <https://enefcities.org.ua/diyalnist/mobilnist/> (дата звернення: 15.08.2024).

124. GREEN PAPER on the impact of Transport on the Environment - A Community strategy for "sustainable mobility". Publications Office of the EU. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/98dc7e2c-6a66-483a-875e-87648c1d75c8/language-en> (дата звернення: 28.08.2024).

125. Паливода О. М., Литвиненко Л. Л. Управління сталою та розумною мобільністю в європейських містах. Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління. 2023. № 10. DOI: <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2023-10-03-04> (дата звернення: 12.09.2024).

126. The European Green Deal: Communication from the Commission. European Commission. 11.12.2019. COM(2019) 640 final. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN> (дата звернення: 13.09.2024).

127. Sustainable and Smart Mobility Strategy – putting European transport on track for the future. European Commission. 2020. 25 с. URL: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5e601657-3b06-11eb-b27b-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF (дата звернення: 04.09.2024).

128. Sustainable transport – new urban mobility framework. European Commission. URL: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12916-Sustainable-transport-new-urban-mobility-framework_en/ (дата звернення: 25.09.2024).

129. Європейський зелений курс (European Green Deal). Представництво України при Європейському Союзі. 12.04.2021. URL: <https://ukraine-eu.mfa.gov.ua/posolstvo/galuzeve-spivrobitnictvo/klimat-yevropejska-zelena-ugoda> (дата звернення: 25.09.2024).

130. Smart cities: cities using technological solutions to improve the management and efficiency of the urban environment. European Commission. URL: https://commission.europa.eu/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en (дата звернення: 25.09.2024).

131. Про внесення змін до деяких законів України щодо першочергових заходів реформування сфери містобудівної діяльності: Закон України від 12.05.2022 № 2254-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2254-20#Text> (дата звернення: 25.09.2024).

132. Про засади державної регіональної політики: Закон України від 05.02.2015 № 156-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/156-19#Text> (дата звернення: 25.09.2024).

133. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо засад державної регіональної політики та політики відновлення регіонів і територій: Закон України від 09.07.2022 № 2389-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2389-20#Text> (дата звернення: 25.09.2024).

134. Про затвердження порядків з питань відновлення та розвитку регіонів і територіальних громад: Постанова Кабінету Міністрів України від 18.07.2023 № 731: станом на 30 лип. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/731-2023-п#Text> (дата звернення: 29.09.2024).

135. ДБН Б.1.1-14:2012. Склад та зміст детального плану території. Чинний від 2012-10-01. Мінрегіон України. Київ, 2012. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=28514 (дата звернення: 10.04.2025).

136. ДБН Б.1.1-15:2012. Склад та зміст генерального плану населеного пункту. Чинний від 2012-11-01. Мінрегіон України. Київ, 2012. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=29359 (дата звернення: 10.04.2025).

137. Про затвердження Порядку розроблення, оновлення, внесення змін та затвердження містобудівної документації: Постанова Кабінету Міністрів України від 01.09.2021 № 926: станом на 15 серп. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/926-2021-п#Text> (дата звернення: 09.10.2024).

138. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо планування використання земель: Закон України від 17.06.2020 № 711-IX: станом на 9 черв. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/711-20#Text> (дата звернення: 28.08.2024).

139. Галушка З. І., Соболев В. О. Концепція інтегрованого розвитку міст: необхідність та можливості застосування в Україні. Проблеми системного підходу в економіці. 2019. № 1(69). С. 80–85. DOI: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2019-1-12> (дата звернення: 13.10.2024).

140. Нова Лейпцизька хартія: європейські принципи розвитку міст для людей тепер запрацюють і в Україні. Міністерство розвитку громад, територій та

інфраструктури України.. URL: <https://mtu.gov.ua/news/35707.html> (дата звернення: 26.09.2024).

141. Рабінович М., Даркович А. Що робить громади стійкими – перші уроки після 24 лютого. Вокс Україна. URL: <https://voxukraine.org/shho-robyt-gromady-stijkymy-pershi-uroky-pislya-24-lyutogo/> (дата звернення: 14.10.2024).

142. Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan. 2-ге вид. EU: Rupprecht Consult, 2019. 168 с. URL: https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu/document/download/87adaa0c-cd13-4ce0-9a15-d138ea31bb2c_en?filename=sump_guidelines_2019_second%20edition.pdf (дата звернення: 26.09.2024).

143. Про схвалення Стратегії підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 21.10.2020 № 1360-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1360-2020-p#Text> (дата звернення: 07.02.2025).

144. Настанови. Розробка та виконання Плану сталої міської мобільності. Європейська комісія, Генеральний директорат з мобільності та транспорту. Брюссель, 2014. 152 с. URL: https://city2030.org.ua/sites/default/files/documents/sump_guidelines_ukr_.pdf (дата звернення: 02.09.2024).

145. План сталої міської мобільності м. Житомир. 2019. 159 с. URL: <https://zt-rada.gov.ua/files/upload/sitefiles/doc1566467125.pdf>. (дата звернення: 13.10.2024).

146. Кам'янець-Подільський. План сталої міської мобільності. Фінальний звіт 2020. 76 с. URL: <https://kam-pod.gov.ua/gromadianam/jkg/plan-staloi-miskoi-mobilnosti> (дата звернення: 13.10.2024).

147. План сталої мобільності м. Львова. 2020. 83 с. URL: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1Zvgzkh0Od1BdBIC7yl4shycmXgMjKZTV>. (дата звернення: 13.10.2024).

148. План сталої міської мобільності міста Миколаєва. 2019. 38 с. URL: https://mkrada.gov.ua/files/2019/8_2019/SUMP%20Mykolaiv.pdf. (дата звернення: 13.10.2024).

149. У Полтаві обговорили план сталої мобільності міста. Сайт міста Полтави. URL: <https://www.0532.ua/news/2341489/u-poltavi-obgovorili-plan-staloi-mobilnosti-mista>. (дата звернення: 13.10.2024).

150. Ужгород. План сталої міської мобільності. 2020. 130 с. URL: <https://drive.google.com/file/d/1gCLEGtykdbKO1p2Jc9d9yXilBKtRzR5q/view>. (дата звернення: 13.10.2024).

151. Sustainable Urban Transport for Kyiv: Towards a Sustainable and Competitive City Built Upon the Legacy System and Innovations. World Bank Group. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1596/25092> (дата звернення: 11.10.2024).

152. Міська цільова програма розвитку транспортної інфраструктури міста Києва на 2019-2023 роки, затверджена рішенням Київської міської ради від 14.11.2019 №222/7795. Київська міська рада. URL: <https://kyivcity.gov.ua/img/item/general/4924.pdf> (дата звернення: 11.10.2024).

153. Чи реально виконати програму розвитку транспорту Києва на 77 мільярдів? Відповідають експерти. Хмарочос. URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2019/03/12/chy-realno-vykonaty-programu-rozvytku-transportu-kyyyeva-na-77-milyardiv-vidpovidayut-eksperty/> (дата звернення: 11.10.2024).

154. Jeon C. M., Amehudzi A. Addressing Sustainability in Transportation System: Definitions, Indicators, and Metrics. Journal of Infrastructure Systems. 2005. Vol. 11. Issue 1. P. 31–50. URL: https://www.researchgate.net/publication/245289031_Addressing_Sustainability_in_Transportation_Systems_Definitions_Indicators_and_Metrics (дата звернення: 03.10.2024).

155. Litman T., Burwell D. Issues in sustainable transportation. Int. J. Global Environmental Issues. 2006. Vol. 6. № 4. P. 331–347. URL: https://www.vtpi.org/sus_iss.pdf (дата звернення: 03.10.2024).

156. Sustainable Transportation Indicators. Research Program For Developing Sustainable Transportation Indicators and Data; Subcommittee Chair Todd Litman. 2008. 13 с. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Sustainable-Transportation->

Indicators%3A-A-Research-Litman/717a391bd55022faf019662fb5abc0279f6ef594
(дата звернення: 02.10.2024).

157. Dobranskyte-Niskota A., Perujo Mateos Del Parque A., Pregl M. Indicators to Assess Sustainability of Transport Activities - Part 1: Review of the Existing Transport Sustainability Indicator Initiatives and Development of an Indicator Set to Assess Transport Sustainability Performance. Luxembourg: OPOCE, 2007. 59 с. (EUR 23041 EN; JRC41602). URL: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC41602> (дата звернення: 02.10.2024).

158. Dobranskyte-Niskota A., Perujo Mateos Del Parque A., Jesinghaus J., Jensen P. Indicators to Assess Sustainability of Transport Activities - Part 2: Measurement and Evaluation of Transport Sustainability Performance in the EU27. Luxembourg: European Commission, 2009. 88 с. (EUR 23041 EN / 2; JRC54971). URL: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC54971> (дата звернення: 02.10.2024).

159. Arthur D. The Future of Urban Mobility 2.0. Imperatives to shape extended mobility ecosystems of tomorrow. Little future lab, UITP. 2014. 72 с. URL: https://www.adlittle.com/sites/default/files/viewpoints/2014_ADL_UITP_Future_of_Urban_Mobility_2_0_Full_study.pdf (дата звернення: 07.10.2024).

160. Вороніна Р. М. Розвиток міської мобільності у світі. Молодий вчений. 2015. № 2 (17). С. 13–16. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/molv_2015_2%282%29__3.pdf (дата звернення: 04.10.2024).

161. Кристопчук М. Є. Оцінка параметрів сталої міської мобільності. Інжиніринг криз та ризиків транспортних послуг: матеріали Міжнародної науково-методичної конференції, 20–21 січня 2021 року. С. 355–362. URL: https://www.researchgate.net/publication/351783569_Ocinka_parametriv_staloi_miskoi_mobilnosti (дата звернення: 04.10.2024).

162. Кристопчук М. Є. Аналіз індикаторів сталого розвитку міської пасажирської транспортної системи. Центральнотранспортний науковий вісник.

Технічні науки: зб. наук. пр. 2021. Вип. 4 (35). С. 208–221. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/items/9cda4119-34e7-4613-bf74-b4eb2b9a4364> (дата звернення: 04.10.2024).

163. Кристопчук М. Є. Європейські підходи до оцінки сталої міської мобільності. Проблеми з транспортними потоками і напрямки їх розв'язання: тези доповідей, Національний університет «Львівська політехніка», 25–26 березня 2021 року. С. 18–19. URL: <https://ena.lpnu.ua/bitstreams/9e57f1e9-5552-4ace-b426-66f2ce42cb5a/download> (дата звернення: 04.10.2024).

164. Про утворення Департаменту міської мобільності виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації): проект рішення Київської міської ради. URL: <https://kmr.gov.ua/uk/content/proekt-rishennya-kyuyivskoyi-miskoyi-rady-27756> (дата звернення: 09.12.2024).

165. Дмитро Беспалов. Департамент міської мобільності Києва – зайва структура або шанс на позитивні зміни? ПроМобільність. 11.06.2024. URL: <https://pro-mobility.org/dumka/departament-miskoyi-mobilnosti-kyueva-zajva-struktura-abo-shans-na-pozytyvni-zminy/> (дата звернення: 13.10.2024).

166. Войтенко О. С., Васильєв І. А. Упровадження проєктного підходу при модернізації комунального підприємства у сфері організування дорожнього руху під час повоєнної відбудови громади. Управління розвитком складних систем. 2024. № 60. С. 33–43. DOI: <https://dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.60.33-43> (дата звернення: 23.12.2024).

167. Wysocki W., Orłowski C. A multi-agent model for planning hybrid software processes. *Procedia Computer Science*. 2019. Vol. 159. P. 1688–1697. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.339> (дата звернення: 01.12.2024).

168. Bezshapkin S., Korzh R., Verenych O., Vasyliiev I. State-of-the-art Geoinformation Technologies Use in the Road Traffic Management. *Proceedings of the ITPM 2021*. 2021. С. 217–227. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2851/paper20.pdf> (дата звернення: 17.03.2025).

169. Cherniy V., Bezshapkin S., Verenych O., Vasyliiev I. Sharovara O. Modern Approach to the Road Traffic Management in Cities of Ukraine: Case Study of Kyiv

Municipal Company "Road Traffic Management Center". 2020 IEEE E-TEMS 2020, pp. 180-185. DOI: <https://doi.org/10.1109/E-TEMS46250.2020.9111757>. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9111757> (дата звернення: 17.03.2025).

170. Verenych O., Bezshapkin S., Vasyliiev I., Verenych D. GIS-Technologies Using for Spatial Data Analyse of the Road Traffic Accidences on the Example of Kyiv. 2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), 18-20 December 2019. DOI: <https://doi.org/10.1109/ATIT49449.2019.9030467> (дата звернення: 17.03.2025).

171. Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність: Закон України від 23.12.1998 № 353-XIV: станом на 15 листоп. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14#Text> (дата звернення: 17.03.2025).

172. Про національну інфраструктуру геопросторових даних: Закон України від 13.04.2020 № 554-IX: станом на 31 груд. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20#Text> (дата звернення: 17.03.2025).

173. Деякі питання ведення обліку дорожньо-транспортних пригод: Постанова Каб. Міністрів України від 22.05.2019 № 424: станом на 11 трав. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/424-2019-п#Text> (дата звернення: 17.03.2025).

174. Про затвердження Порядку виявлення аварійно-небезпечних ділянок та місць концентрації дорожньо-транспортних пригод: Наказ Міністерства інфраструктури України від 12.08.2022 № 598. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1313-22#Text> (дата звернення: 17.03.2025).

175. ДСТУ 8894:2019. Безпека дорожнього руху. Лінійний аналіз аварійності та оцінювання умов безпеки руху на автомобільних дорогах. Вид. офіц. ДП "УкрНДНЦ", 2020. 37 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=84294 (дата звернення: 18.03.2025).

176. Про затвердження Інструкції з формування та ведення інформаційної підсистеми «Дорожньо-транспортна пригода» інформаційно-телекомунікаційної системи «Інформаційний портал Національної поліції України»: Наказ М-ва внутр.

справ України від 15.07.2020 № 533: станом на 1 листоп. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0726-20#Text> (дата звернення: 18.03.2025).

177. Spatial without Compromise. QGIS Web Site. URL: <https://qgis.org/> (дата звернення: 19.03.2025).

178. PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database. PostgreSQL. URL: <https://www.postgresql.org/> (дата звернення: 19.03.2025).

179. PostGIS PSC & OSGeo. PostGIS. URL: <https://postgis.net/> (дата звернення: 19.03.2025).

180. MapServer. Open source web mapping URL: <https://www.mapserver.org/> (дата звернення: 17.10.2024).

181. OpenLayers. URL: <https://openlayers.org/> (дата звернення: 19.03.2025).

182. Leaflet. URL: <https://leafletjs.com/> (дата звернення: 19.03.2025). 179 Mapit GIS. URL: <https://www.mapitgis.com/> (дата звернення: 19.03.2025).

183. Mapit GIS. URL: <https://www.mapitgis.com/> (дата звернення: 19.03.2025).

184. Веренич О. В., Васильєв І. А. Методології управління проєктами для діджиталізації організації дорожнього руху. Сучасні тренди соціально-економічних перетворень та інтелектуалізації суспільства в умовах сталого розвитку: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. / ред. кол. О. М. Ложачевська та ін. м. Запоріжжя, 10 листопада 2023 р. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2023. С. 80–82. URL: https://zp.edu.ua/uploads/dept_s&r/2023/conf/1.7/STSEPtalS_2023_proc.pdf (дата звернення: 11.03.2025).

185. Веренич О. В., Безшапкін С. М., Васильєв І. А., Тимченко С. І. Роль просторових даних у реалізації інфраструктурних проєктів на прикладі організації дорожнього руху територіальних громад. Управління проєктами у розвитку суспільства. Управління проєктами післявоєнної розбудови України: тези доповідей XXI Міжнар. конф. / відповідальний за випуск С. Д. Бушуєв. м. Київ, 24 травня 2024 р. Київ: КНУБА, 2024. С. 86–90. URL: <https://repository.knuba.edu.ua/items/75f03d2e-0c9a-479a-b27a-37b3a64422c1> (дата звернення: 11.03.2025).

186. Державна служба статистики України. Транспорт України 2020. Статистичний збірник. 2021. 116 с. https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2021/zb/10/zb_Transpot.pdf (дата звернення: 19.03.2025).

187. Про офіційну статистику: Закон України від 16.08.2022 № 2524-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2524-20#Text> (дата звернення: 20.03.2025).

188. Стоколяс В. С. Ефективність транспортної логістики як складової логістичної системи. Ефективна економіка. 2014. № 7. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=3216> (дата звернення: 20.03.2025).

189. Історія друга: цікаві факти про вулиці й мости столиці. Київавтодор. URL: <https://kyivavtodor.kyivcity.gov.ua/news/4214.html> (дата звернення: 20.03.2025).

190. Звіт з управління КП «Київпастрас» за 2023 рік. Київпастрас. 2023. 20 с. URL: https://kpt.kyiv.ua/uploads/u/1/ixYZW8qfsrCfAOnzma0MKXxscxm_pKMf.pdf (дата звернення: 20.03.2025).

191. White Paper. Directions in the Common European Transport Area - Towards a Competitive and Resource Efficient Transportation System. Brussels, 2011. URL: http://www.dublinport.ie/fileadmin/user_upload/documents/Euro_pean_Commission_-_White_Paper_-_Roadmap_to_a_single_European_Transport_Area. (дата звернення: 20.03.2025).

192. Action Plan on Urban Mobility – State of Play / European Commission. Directorate-General for Mobility and Transport, Directorate C – Innovative and Sustainable Mobility, C.1 – Clean Transport and Sustainable Urban Mobility. Brussels, 2012. URL: http://sietlu.masfak.ni.ac.rs/images/sietlu/Action_Plan_on_Urban_Mobility.pdf (дата звернення: 21.03.2025).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А



ВИКОНАВЧИЙ ОРГАН КИЇВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ
(КИЇВСЬКА МІСЬКА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ)

ДЕПАРТАМЕНТ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

**КОМУНАЛЬНЕ ПІДПРИЄМСТВО
«ЦЕНТР ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ»**

вул. Чистяківська, 19-А, м. Київ, 03062, тел: (044) 374 11 03, 374 11 01
Адреса для листування: 01054 м. Київ-54, а/с № 245 E-mail: kyiv.codr@kyivcity.gov.ua
<https://codr.kyivcity.gov.ua> Код ЄДРПОУ 32955518

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор КП «Центр організації
дорожнього руху»

Міщенко О. Г.

« 07 » лютого 2025

ДОВІДКА

про апробацію результатів дисертаційного дослідження

Представлені результати дисертаційного дослідження Васильєва Ігоря Анатолійовича, на тему «Менеджмент проєктів модернізації організування дорожнього руху в населених пунктах» пройшли апробацію у виробничій діяльності відділу картографії та геоінформаційних технологій Служби дислокації технічних засобів регулювання дорожнього руху комунального підприємства «Центр організації дорожнього руху».

Зазначені результати були апробовані під час виконання виробничих процесів і окремих технологічних операцій, пов'язаних з:

- створенням планово-картографічної основи організування дорожнього руху (ОДР);
- процесом ведення дислокації технічних засобів регулювання дорожнього руху (ТЗРДР) в електронному вигляді;
- збором та обробкою вихідних даних щодо розташування, складу та стану ТЗРДР;
- створенням і використанням загальної електронної схеми ОДР;
- роботою з даними під час проєктування, моделювання та аналізу ОДР;
- аналізом дорожньо-транспортних пригод.

Застосування отриманих результатів дозволило підтвердити їхню практичне значення та потенціал для оптимізації виробничих процесів з упровадження шляхом їх діджиталізації.

На основі аналізу результатів апробації можна зробити висновок, що застосовані підходи сприяють підвищенню ефективності та швидкості роботи з інформацією, спрощенню внутрішньої комунікації між структурними підрозділами підприємства.

В подальшому буде розглянута можливість упровадження результатів, отриманих в рамках дисертаційного дослідження, в операційну діяльність служби, з урахуванням відповідних нормативних, технічних і фінансових умов.

Начальник служби дислокації ТЗРДР

Олег Федянін

ДОДАТОК Б

УКРАЇНА



СВІДОЦТВО

про реєстрацію авторського права на твір

№ 132661

Літературний письмовий твір наукового характеру «Рекомендації щодо змін у нормативно-правовій базі щодо організації дорожнього руху з врахуванням вимог до національної безпеки та оборони країни»

(вид, назва твору)

Автор (співавтори) **Веренич Олена Володимирівна, Тимченко Сергій Ігорович, Безшапкін Сергій Миколайович, Васильєв Ігор Анатолійович, Бушуєв Сергій Дмитрович, Войтенко Олександр Степанович**

(прізвище, ім'я, по батькові (за наявності), псевдонім (за наявності))

Авторські майнові права належать повністю **Київський національний університет будівництва і архітектури, просп. Повітряних Сил, 31, м. Київ, 03037**

(прізвище, ім'я, по батькові (за наявності) фізичної особи / найменування юридичної особи, адреса)

Дата реєстрації 13 січня 2025 р.

Виконувач обов'язків
Директора Державної
організації «Український
національний офіс
інтелектуальної власності та
інновацій»



Любов МАЙДАНИК



УКРАЇНА



СВІДОЦТВО

про реєстрацію авторського права на твір

№ 132662

Літературний письмовий твір наукового характеру «Звіт щодо впливу наслідків воєнних дій в контексті організації дорожнього руху щодо безпеки вулично-дорожньої мережі для населення територіальних громад та впливу на національну безпеку та оборону країни»

(вид, назва твору)

Автор (співавтори) **Веренич Олена Володимирівна, Тимченко Сергій Ігорович, Безшапкін Сергій Миколайович, Васильєв Ігор Анатолійович, Бушуєв Сергій Дмитрович**

(прізвище, ім'я, по батькові (за наявності), псевдонім (за наявності))

Авторські майнові права належать повністю **Київський національний університет будівництва і архітектури, просп. Повітряних Сил, 31, м. Київ, 03037**

(прізвище, ім'я, по батькові (за наявності) фізичної особи / найменування юридичної особи, адреса)

Дата реєстрації 13 січня 2025 р.

**Виконувач обов'язків
Директора Державної
організації «Український
національний офіс
інтелектуальної власності та
інновацій»**



Любов МАЙДАНИК



УКРАЇНА



СВІДОЦТВО

про реєстрацію авторського права на твір

№ 132663

Літературний письмовий твір наукового характеру «Звіт щодо існуючих методологій управління проєктами для інфраструктурних проєктів та програм в контексті їх застосування для організації дорожнього руху із зазначенням переваг та недоліків та визначенням пріоритетних методологій чи їх конвергенції для управління інфраструктурними проєктами в контексті їх використання для організації дорожнього руху»

(вид, назва твору)

Автор (співавтори) **Веренич Олена Володимирівна, Тимченко Сергій Ігорович, Безшапкін Сергій Миколайович, Васильєв Ігор Анатолійович, Бушуєв Сергій Дмитрович, Войтенко Олександр Степанович, Терейковська Людмила Олексіївна**

(прізвище, ім'я, по батькові (за наявності), псевдонім (за наявності))

Авторські майнові права належать повністю **Київський національний університет будівництва і архітектури, просп. Повітряних Сил, 31, м. Київ, 03037**

(прізвище, ім'я, по батькові (за наявності) фізичної особи / найменування юридичної особи, адреса)

Дата реєстрації 13 січня 2025 р.

**Виконувач обов'язків
Директора Державної
організації «Український
національний офіс
інтелектуальної власності та
інновацій»**

 **Любов МАЙДАНИК**



ДОДАТОК В



CERTIFICATE

is awarded to

NAME

Olena Verenych & Ihor Vasyliiev, Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine

TOPIC

Traffic control as a method of transformation of Sustainable Urban Mobility in wartime and to the needs of post-war reconstruction of communities

for the successful participation in the

Roundtable

“Inclusive and Cohesive Urban Development in European Cities. European Reflections and Learnings for a Post-War Urban Planning”

held on 18th of October 2024

at Slovak University of Technology in Bratislava, Slovakia.

Maroš Finka
Director of SPECTRA CE

Nataliia Yehorchenkova
Project Manager

Alois Humer

Eva Purkarthofer

AESOP Thematic Group “Transboundary planning and governance”



ДОДАТОК Г

Наукові праці, які відображають основні наукові результати дисертації:

1. Verenych O., Bezshapkin S., Vasyliiev I., Verenych D. GIS-Technologies Using for Spatial Data Analyse of the Road Traffic Accidences on the Example of Kyiv. 2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), 18-20 December 2019. DOI: <https://doi.org/10.1109/ATIT49449.2019.9030467>.

Особистий внесок здобувача: обґрунтування використання цифрових технологій, у тому числі геоінформаційних технологій, у сфері безпеки та організування дорожнього руху;

2. Cherniy V., Bezshapkin S., Verenych O., Vasyliiev I. Sharovara O. Modern Approach to the Road Traffic Management in Cities of Ukraine: Case Study of Kyiv Municipal Company "Road Traffic Management Center". 2020 IEEE E-TEMS 2020, pp. 180-185. DOI: <https://doi.org/10.1109/E-TEMS46250.2020.9111757>. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9111757>.

Особистий внесок здобувача: опис робочого прототипу загальної міської схеми управління дорожнім рухом; аналіз заходів з методичної підтримки та інформаційного забезпечення розробки прототипу схеми, як пілотного проєкту модернізації організування дорожнього руху на прикладі м. Києва;

3. Bezshapkin S., Korzh R., Verenych O., Vasyliiev I. State-of-the-art Geoinformation Technologies Use in the Road Traffic Management. Proceedings of the ITPM 2021. 2021. С. 217-227. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2851/paper20.pdf>.

Особистий внесок здобувача: аналіз положень організування дорожнього руху, як базового підходу для забезпечення безпеки дорожнього руху; розробка та основних заходів з розробки геоінформаційної системи організування дорожнього руху, як елементу інфраструктурного проєкту зі створення діючого прототипу загальної схеми організування дорожнього руху;

4. Васильєв І. А., Безшапкін С. М., Тимченко С. І. Проєкти організації дорожнього руху: питання понятійного апарату та нормативно-правового забезпечення в контексті національної безпеки та оборони країни. Управління

розвитком складних систем. 2023. № 56. С. 31–39. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.56.31-39>.

Особистий внесок здобувача: аналіз визначень та відношень понять у сфері організування дорожнього руху, надання пропозицій щодо уточнення визначень базових понять з позицій методології управління проєктами модернізації організації дорожнього руху;

5. Васильєв І. А. Реалізація інфраструктурних проєктів із цифровізації процесів управління організацією дорожнього руху: термінологічний аспект. Управління розвитком складних систем. 2024. № 58. С. 15–24. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.58.15-24>.

6. Бушуєв С. Д., Васильєв І. А. Проєктний підхід щодо створення керуючої системи для модернізації організації дорожнього руху під час відбудови територіальних громад. Управління розвитком складних систем. 2024. № 59. С. 24–33. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.59.24-33>.

Особистий внесок здобувача: аналіз організаційної структури та складу керуючої системи дорожніми умовами та транспортними потоками на прикладі Києва, Харкова, Одеси, Дніпра, Львова; аналіз відкритих даних щодо завантаженості доріг та дорожньо-транспортних пригод; обґрунтування необхідності переходу до принципів сталої мобільності для забезпечення підвищення транспортної стійкості територіальних громад в умовах викликів воєнного часу та перманентних загроз під час їх відбудови;

7. Войтенко О. С., Васильєв І. А. Упровадження проєктного підходу при модернізації комунального підприємства у сфері організування дорожнього руху під час повоєнної відбудови громади. Управління розвитком складних систем. 2024. № 60. С. 33–43. DOI: <https://dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.60.33-43>.

Особистий внесок здобувача: аналіз етапів розвитку мобільності в територіальних громадах; обґрунтування застосування проєктного підходу при модернізації організування дорожнього руху, у тому числі, системи управління шляхом цифровізації процесів управління в територіальній громаді; розробка базових положень проєкту модернізації підприємства з упровадження

організування дорожнього руху в умовах воєнної та повоєнної відбудови громади відповідно до принципів сталості.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

8. Веренич О. В., Безшапкін С. М., Васильєв І. А., Войтенко О. С., Тимченко С. І. Методичні підходи щодо модернізації організації дорожнього руху. Управління проєктами у розвитку суспільства. Управління проєктами післявоєнної розбудови України: тези доповідей XX Міжнар. конф. / відповідальний за випуск С. Д. Бушуєв. м. Київ, 12 травня 2023 р. Київ: КНУБА, 2023. С. 69–73. URL: <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/4632/1/Тези%20Київ-2023.pdf>.

Особистий внесок здобувача: визначення складу організаційних заходів та методичного супроводу в рамках модернізації організації дорожнього руху;

9. Веренич О. В., Васильєв І. А. Методології управління проєктами для діджиталізації організації дорожнього руху. Сучасні тренди соціально-економічних перетворень та інтелектуалізації суспільства в умовах сталого розвитку: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. / ред. кол. О. М. Ложачевська та ін. м. Запоріжжя, 10 листопада 2023 р. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2023. С. 80–82. URL: https://zp.edu.ua/uploads/dept_s&r/2023/conf/1.7/STSEPtalS_2023_proc.pdf.

Особистий внесок здобувача: обґрунтування застосування традиційної методології та гнучких підходів при реалізації проєктів з цифровізації організації дорожнього руху;

10. Веренич О. В., Безшапкін С. М., Васильєв І. А., Тимченко С. І. Роль просторових даних у реалізації інфраструктурних проєктів на прикладі організації дорожнього руху територіальних громад. Управління проєктами у розвитку суспільства. Управління проєктами післявоєнної розбудови України: тези доповідей XXI Міжнар. конф. / відповідальний за випуск С. Д. Бушуєв. м. Київ, 24 травня 2024 р. Київ: КНУБА, 2024. С. 86–90. URL: <https://repository.knuba.edu.ua/items/75f03d2e-0c9a-479a-b27a-37b3a64422c1>.

Особистий внесок здобувача: визначення особливостей реалізації інфраструктурних проєктів, пов'язаних з просторовими властивостями інфраструктури.

ДОДАТОК Д

Таблиця Д.1 – Кількість перевезених пасажирів за видами транспорту у 2015-2023 роки, млн. Джерело: складено автором на основі [65; 186]

Вид транспорту	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Залізничний	390	389	165	158	155	68	81	53	65
Морський	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Внутрішній водний (річковий)	1	1	1	1	1	<1	1	<1	<1
Авіаційний	6	8	10	12	14	5	9	1	1
Автомобільний (автобуси)	2250	2025	2019	1907	1805	1084	1089	663	803
Міський електротранспорт (тролейбусний)	1081	1039	1058	1016	945	579	594	412	539
Міський електротранспорт (трамвайний)	739	694	676	666	627	423	398	252	322
Міський електротранспорт (метрополітенівський)	700	698	719	727	715	411	483	220	308
Всього	5167	4854	4648	4487	4262	2570	2655	1601	2038

Таблиця Д.2 – Відсоток від загальної кількості перевезених пасажирів за видами транспорту у 2015-2023 роки, млн. Джерело: складено автором на основі [65; 186]

Вид транспорту	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Залізничний	8	8	4	4	4	3	3	3	3
Морський	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Внутрішній водний (річковий)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Авіаційний	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Автомобільний (автобуси)	43	42	43	42	42	42	41	42	39
Міський електротранспорт (тролейбусний)	21	22	23	23	22	23	22	25	27
Міський електротранспорт (трамвайний)	14	14	15	15	15	16	15	16	16
Міський електротранспорт (метрополітенівський)	14	14	15	16	17	16	19	14	15
Всього	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Таблиця Д.3 – Обсяг перевезених вантажів за видами транспорту у 2015-2023 роки, млн т. Джерело: складено автором на основі [65; 186]

Вид транспорту	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Залізничний	350	343	339	322	313	306	314	151	149
Автомобільний	1021	1086	1122	1206	1147	1232	1121	695	677
Морський	3	3	2	2	2	2	2	1	<1

Кінець таблиці Д.3

Внутрішній водний (річковий)	3	4	4	4	4	4	3	1	2
Авіаційний	<1	<1	<1	<1	<1	<1	3	не оприл.*	не оприл.*
Трубопровідний	97	107	115	109	113	97	3	не оприл.*	не оприл.*
Всього	1474	1543	1582	1643	1579	1641	1518	902	878

Таблиця Д.4 – Відсотки від загального обсягу перевезених вантажів за видами транспорту у 2015-2023 роки. Джерело: складено автором на основі [65; 186]

Вид транспорту	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Залізничний	24	22	22	20	20	19	21	17	17
Автомобільний	69	71	71	73	73	75	74	77	77
Морський	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Внутрішній водний (річковий)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Авіаційний	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	не оприл.*	не оприл.*
Трубопровідний	7	7	7	7	7	6	5	не оприл.*	не оприл.*
Всього	100	100	100	100	100	100	100	100	100

не оприл.* - дані не оприлюднені з метою забезпечення виконання вимог Закону України «Про офіційну статистику» [187] щодо статистичної конфіденційності

Таблиця Д.5 – Перевезення пасажирів за видами сполучення окремими видами транспорту у 2015-2023 роки, млн. Джерело: складено автором на основі [65; 186]

Вид транспорту	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Міжміське сполучення	170	175	182	181	184	91	97	57	70
Залізничний (далеке сполучення)	40	43	46	47	46	16	26	17	24
Авіаційний	6	8	10	12	14	5	9	1	1
Автомобільний (автобуси) (уключаючи міжнародне сполучення)	124	124	126	122	124	70	62	39	45
Приміське сполучення	811	754	512	461	423	242	244	156	171
Залізничний	350	346	119	111	109	52	56	36	41
Внутрішній водний	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Автомобільний (автобуси)	460	407	392	349	313	190	188	120	130
Внутрішньоміське сполучення	4186	3925	3954	3845	3655	2237	2314	1388	1797
Автомобільний (автобуси)	1666	1494	1501	1436	1368	824	839	504	628
Тролейбуси	1081	1039	1058	1016	945	579	594	412	539
Трамваї	739	694	676	666	627	423	398	252	322
Метрополітен	700	698	719	727	715	411	483	220	308

ДОДАТОК Е

Таблиця Е – Характеристика видів транспорту з позиції ефективності перевезення пасажирів та вантажів. Джерело: [188]

Вид транспорту	Характерні риси видів транспорту	
	позитивні	негативні
Залізничний	- велика провізна спроможність; - доволі низька собівартість перевезень; - регулярність перевезень; - незалежність від погодних умов; - висока ефективність організації навантажувально-розвантажувальних робіт	- великі затрати на будівництво залізниць; - відносно невисока швидкість доставки вантажів, зважаючи на навантажувально-розвантажувальні роботи; - обмеженість радіусу доставки залізничними коліями; - прив'язка до розкладу руху потягів; - обмеженість кількості перевізників.
Автомобільний	- достатня швидкість доставки; - можливість доставки вантажу «від дверей до дверей» без перевантаження; - висока маневреність; - регулярність поставки; - можливість відправлення вантажу малими партіями.	- мала провізна спроможність; - висока собівартість перевезень, що, в першу чергу, зумовлено затратами на пальне; - великі затрати на будівництво доріг; - мала вантажоспроможність;

		- жорсткі вимоги до пакування товарів; - терміновість розвантажування транспортного засобу; - ймовірність викрадення вантажу чи автотранспорту взагалі; - екологічне забруднення довкілля (повітря).
Водний (морський та річковий)	- низькі тарифи на перевезення; - велика провізна спроможність; - відсутність капітальних вкладень за статтею будівництво перевізних шляхів; - при перевезеннях вантажів вагою понад 100 т на відстань більш 250 км річковий транспорт є найдешевшим видом.	- відсутність регулярності перевезень; - обмеженість у застосуванні (сезонність застосування); - невелика швидкість перевезення; - залежність від географічних, навігаційних і погодних умов; - жорсткі вимоги до пакування товарів і кріплення вантажів; - низька частота відправлень; - необхідність створення складної портової інфраструктури.

Кінець таблиці Е

Повітряний	найвища швидкість доставки; - можливість доставки вантажів у будь-який район, у тому числі туди, де немає інших видів транспорту; - найкраще збереження вантажу	- мала провізна спроможність; - відсутність регулярності перевезень; - дуже висока собівартість перевезення; - залежність від погодних умов
Трубопровідний	- найдешевший вид транспорту; - велика провізна спроможність; - висока швидкість перекачування вкладень	- обмеженість у застосуванні (мала номенклатура вантажів, придатних для транспортування - (рідини, гази, емульсії)

ДОДАТОК Ж

Розподіл прямих грошових втрат інфраструктурних об'єктів по областях,
визначений у звіті Київської школи економіки разом із профільними
міністерствами та Національним банком України

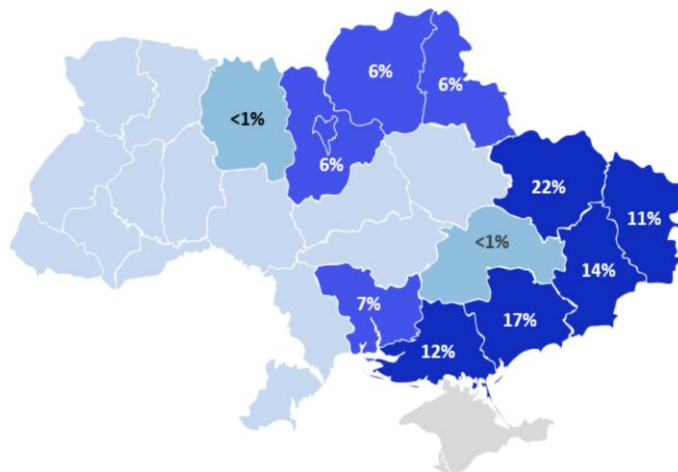


Рисунок Ж.1 – Розподіл на початок 2024 року прямих грошових втрат доріг по областях, визначений Київською школою економіки. Джерело: [71]

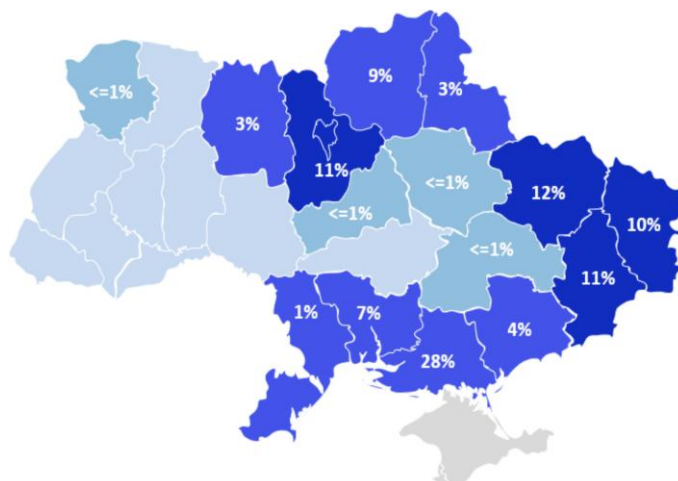


Рисунок Ж.2 – Розподіл на початок 2024 року прямих грошових втрат мостів і мостових переходів по областях, визначений Київською школою економіки.

Джерело: [71]

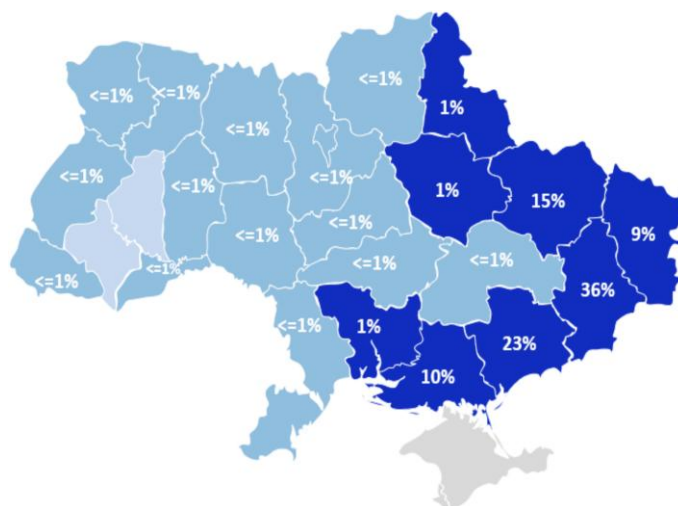


Рисунок Ж.3 – Розподіл на початок 2024 року прямих грошових збитків залізничної інфраструктури по областях, визначений Київською школою економіки. Джерело: [71]

ДОДАТОК И

Заходи визначені операційним планом заходів з реалізації у 2025-2027 роках Стратегії 2030, що спрямовані на діджиталізацію розвитку транспортної системи, стратегічне планування її розвитку, розвиток мобільності та ОДР.

Джерело: складено автором на основі [4]

В рамках визначених Стратегією 2030 завдань, операційним планом заходів з її реалізації у 2025-2027 роках передбачається здійснення наступних заходів, що спрямовані на діджиталізацію розвитку транспортної системи, стратегічне планування її розвитку, розвиток мобільності та ОДР:

- проведення аналізу та пріоритизація потреб у відновленні та розбудові транспортної інфраструктури, що постраждала внаслідок бойових дій;
- забезпечення розвитку та удосконалення Єдиної цифрової інтегрованої інформаційно-аналітичної системи управління процесом відбудови об'єктів нерухомого майна, будівництва та інфраструктури (екосистеми DREAM);
- забезпечення поглиблення двосторонньої співпраці з країнами-партнерами у галузі транспорту, зокрема у рамках програм підтримки Транспортного товариства, зокрема в частині обміну досвідом імплементації директив та регламентів ЄС у галузі транспорту шляхом участі в навчальних програмах, семінарах тощо;
- посилення інституційної спроможності центральних органів виконавчої влади, відповідальних за реалізацію державної політики в окремих сферах транспорту;
- забезпечення повноцінного функціонування усіх модулів інтегрованої інформаційної системи управління людськими ресурсами в державних органах галузі транспорту (HRMIS);
- забезпечення вдосконалення програмних документів та нормативно-правової бази з питань функціонування інфраструктури альтернативних видів палива та джерел енергії для підвищення рівня екологічності транспорту з

урахуванням пріоритетів транспортної політики і законодавства ЄС у відповідних сферах;

- удосконалення процесів залучення коштів міжнародних фінансових організацій, міжнародної технічної допомоги, коштів донорів, грантів для реалізації інвестиційних проектів, пов'язаних із захистом, відновленням, реконструкцією, модернізацією, будівництвом у транспортній галузі, та для посилення інституційної спроможності інституцій, які здійснюють управління відновленням транспортної інфраструктури;

- забезпечення під час планування, проектування та будівництва об'єктів транспортної інфраструктури опрацювання альтернативних варіантів з метою недопущення чи мінімізації негативного впливу на навколишнє природне середовище, збереження лісів, територій та об'єктів природно-заповідного фонду, зниження рівня загибелі тварин;

- запровадження системи обміну інформацією про дорожньо-транспортні пригоди та їх наслідки, а також визначення порядку ведення відомчих класифікаторів інформації, форми спостережень та методики проведення аналізу даних;

- забезпечення реалізації загальної методології для розрахунку економічних наслідків аварій, дорожньо-транспортних пригод відповідно до практики європейських країн;

- Запровадження системи встановлення і використання пристроїв обмеження швидкості для деяких категорій колісних транспортних засобів;

- запровадження системи здійснення контролю за технічним станом транспортних засобів загального користування;

- удосконалення нормативно-правового регулювання з питань функціонування системи електронної черги в пунктах пропуску через державний кордон для всіх видів автомобільного транспорту за допомогою електронної системи «Електронна черга перетину кордону» з поступовим забезпеченням сумісності з аналогічними системами сусідніх країн;

- забезпечення пріоритизації проектів нового будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг на підставі інформаційно-аналітичних і експертних систем та уникнення суб'єктивного втручання у процес планування робіт на основі інструментальних показників;

- забезпечення розвитку ефективних мультимодальних перевезень та транспортно-логістичної інфраструктури;

- стимулювання впровадження національних стандартів з якості щодо перевезень громадським пасажирським транспортом на національному та місцевому рівні;

- удосконалення процедури надання послуг з перевезення пасажирів усіма видами громадського транспорту;

- удосконалення організації суспільно важливих пасажирських перевезень (PSO) автомобільним, внутрішнім водним транспортом;

- створення умов для використання автоматизованої системи обліку оплати проїзду у пасажирському транспорті;

- забезпечення розвитку системи планування сталої міської мобільності;

- удосконалення системи регіонального розвитку автомобільного транспорту;

- забезпечення розвитку системи планування сталої міської мобільності шляхом розробки та затвердження планів сталої міської мобільності у містах з населенням більше 50 тис. осіб з урахуванням міського планування транс'європейської транспортної мережі.

ДОДАТОК К

Загальна характеристика транспортного вузла м. Києва.

Джерело: складено автором на основі [52; 82; 189; 190].

У м. Києві вулично-дорожня мережа складається з 2330 вулиць протяжністю 1667 км та включає 170 мостів та шляхопроводів [189].

В місті станом на 2022 рік зареєстровано 1,38 млн автомобілів, кількість яких з 695 тис. у 2015 року збільшилась у 1,97 разів. Приблизно 60 % транспортних засобів на дорогах м. Києва належить його мешканцям, 30 % – мешканцям міст-супутників та 10 % припадає на транзитний транспорт [52].

Станом на 01.01.2024 на балансі КП «Київпастранс» налічувало: 2988 од. транспортних засобів для перевезення пасажирів (514 трамвайних вагонів, 606 тролейбусів, 1856 автобусів та 12 вагонів міської електрички); 229,0 км трамвайних колій; 2019,1 км контактної мережі (1011,1 км тролейбусних ліній, 239,6 км трамвайних та 768,4 км приведеної контактної мережі); 91 тягова підстанція загальною потужністю 342,3 тис. кВА, 1261,8 км кабельних мереж. Станом на початок 2019 року у підпорядкуванні КП «Київпастранс» знаходилася 2751 зупинка пасажирського громадського транспорту. До складу Київпастранс» входило три трамвайних депо, чотири тролейбусних депо, шість автобусних парків, одинадцять спеціалізованих служб та відокремлених підрозділів для обслуговування інженерної та соціальної інфраструктури та фунікулер. У 2023 році експлуатувалось 152 маршруту громадського транспорту (22 трамвайних, 45 тролейбусних, 85 автобусних), на яких було перевезено 224,5 млн пасажирів (трамваями 51,6 млн, тролейбусами 71,5 млн та автобусами 101,0 млн пасажирів) [190].

На кінець 2019 року до крупних внутрішньоміських транспортних вузлів відносилось дев'ять об'єктів, з яких найбільшими були – Центральний залізничний вокзал (64,1 тис. осіб/добу), станція метро Лісова (56,7 тис.), станція метро Академмістечко (56,5 тис.). Серед транспортних вузлів за ступенем модальності

дуже складним вважається Центральний залізничний вокзал, який поєднує десять видів транспорту. Складними вважаються Видубичі (сім видів транспорту), Почайна (шість видів транспорту), станція Дарниця (шість видів транспорту), станція метро Берестейська (шість видів транспорту) [82]. Внутрішньоміський транспортний вузол Центрального залізничного вокзалу поєднує три залізничних вокзали (Центральний, Південний та Приміський), автостанцію «Київ», станцію «Вокзальна» Святошинсько-Броварської лінії Київського метрополітену, станцію швидкісного трамваю «Старовокзальну».

ДОДАТОК Л

Таблиця Л – Характеристика напрямів та способів реалізації ОДР. Джерело:
[86]

№ з/п	Напрямок	Задача що вирішується при застосуванні відповідних способів реалізації ОДР	Недолік способу реалізації
1	Розподіл руху у просторі	Скорочення кількості конфліктних точок у місцях перетину ТП та зниження завантаженості автомобільних доріг. Використовуються каналізування транспортних потоків, багаторівневі розв'язки	Неможливість усунення усіх можливих точок конфлікту ТП. Перепробіг ТЗ
2	Розподіл руху у часі	Мінімізація конфліктності при проїзді перехресть, переїздів, вузьких місць ВДМ. Використовуються ПДР, ТЗРДР	Не врахування складу ТП та швидкісного режиму дорожнього руху
3	Формування однорідного транспортного потоку	Вирівнювання швидкості руху, підвищення швидкісних характеристик ВДМ, ліквідація «внутрішніх» конфліктів у ТП. Використовуються смуги пріоритетного руху, вулиці вантажного руху	Неможливість зменшення конфліктних точок, керування швидкісним та стоянковим режимами

Кінець таблиці Л

4	Оптимізація швидкості руху на вулицях і дорогах	Підвищення безпеки руху і пропускної здатності ВДМ за рахунок регулювання швидкісного режиму. Використовуються ТЗРДР. Враховується специфіка конкретної задачі	Використання різноманітного обладнання та ТЗРДР
5	Розв'язування проблем організації руху пішоходів	Підвищення безпеки руху пішоходів при їх русі вздовж або через проїзну частину	Протиріччя що виникають при організації руху транспортних засобів та пішоходів
6	Розв'язування проблем тимчасових стоянок	Збільшення пропускної здатності ВДМ, запобігання заторам. Реалізація здійснюється за рахунок організації придорожніх та позавуличних стоянок, інформування водіїв	Неможливість виділення території для організації стоянок
7	Впровадження АСУДР (АСДКР)	Підвищення ефективності функціонування ВДМ	Необхідність вирішення комплексу задач на усіх етапах життєвого циклу системи. Вартість будівництва. Експлуатаційні витрати. Створення та утримання структури, що здійснює експлуатацію системи

ДОДАТОК М

Таблиця М – Послуги для користувачів ІТС. Джерело: [191]

№ з/п	Вузол послуг	Послуги для користувачів
1	Інформаційні послуги для подорожуючих	Інформація, отримана до подорожі Інформація, отримана під час подорожі Інформація, про послуги під час подорожі Визначення маршруту і навігація – до подорожі Визначення маршруту і навігація – під час подорожі Підтримка планування подорожі
2	Управління транспортними операціями та операційні послуги	Управління транспортними операціями та регулювання руху Управління надзвичайними ситуаціями, пов'язаними з транспортом Управління попитом Управління підтримкою транспортної інфраструктури
3	Обслуговування транспортних засобів	Покращення видимості Автоматичне управління транспортним засобом Уникнення зіткнень Готовність системи безпеки Обмеження для уникнення аварій
4	Обслуговування вантажного транспорту	Розмитнення комерційних транспортних засобів Процес адміністрування комерційними транспортними засобами Автоматична інспекція безпеки на дорогах Управління транспортним парком вантажного транспорту Інформаційне управління між різними видами транспорту Управління та контроль за центрами різних видів транспорту Управління небезпечними вантажами

Кінець таблиці М

5	Обслуговування громадського транспорту	Управління громадським транспортом Транспорт, який реагує на попит, і спільний транспорт
6	Обслуговування у надзвичайних ситуаціях	Повідомлення про надзвичайні ситуації, пов'язані з транспортом, і особиста безпека Пошуки транспортного засобу після крадіжки Управління транспортними засобами у надзвичайних ситуаціях Небезпечні матеріали та повідомлення про надзвичайні ситуації
7	Особиста безпека, пов'язана з безрейковим транспортом	Безпека громадських поїздок Покращення безпеки для вразливих користувачів доріг Покращення безпеки для неповносправних користувачів доріг Положення про безпеку для пішоходів, які використовують інтелектуальні вузли та зв'язки
8	Послуги електронної оплати, які стосуються транспорту	Електронні фінансові операції, пов'язані із транспортом Інтеграція послуг електронної оплати, пов'язаних із транспортом
9	Послуги моніторингу погодних умов та стану довкілля	Контроль за погодою Контроль за умовами навколишнього середовища

ДОДАТОК Н

Таблиця Н – Рівні управління, рівні та напрямки діяльності по управлінню ТС та дорожнім рухом. Джерело: складено автором на основі [86]

Рівень управління	Рівень діяльності	Основні напрямки діяльності
Стратегічне управління дорожньою системою	загальнодержавний	Аналіз і прогноз розвитку автомобільних перевезень у загальному обсязі перевезень. Регулювання масштабів автомобілізації; Планування й прогнозування розвитку й стану дорожньої мережі країни, районів, областей; Стандартизація вимог до системи управління дорожнім рухом; Законодавчі акти по вдосконаленню структури, організації взаємодії та функціонування системи управління дорожнім рухом
	міністерства та відомства	Розробка та реалізація технічної політики в області конструкцій і параметрів автомобілів, автомобільних доріг, засобів і методів управління. Організація наукових досліджень по цих напрямкам; Організація та удосконалення вантажних, пасажирських перевезень і роботи автомобільного транспорту; Підготовка водіїв і вдосконалення системи підготовки; Планування черговості та етапності будівництва й реконструкції автомобільних доріг. Розробка форм, методів і технічних засобів утримування автомобільних доріг;

		Організація виробництва машин і механізмів для ремонту та утримування доріг, технічних засобів керування дорожнім рухом.
Оперативне управління дорожньою системою	міністерства та відомства, органи державної влади та місцевого самоврядування	Розробка та впровадження нормативно-технічних документів, досягнень науки й техніки; Вибір оптимальних маршрутів вантажних і пасажирських перевезень. Розподіл руху по дорожній мережі; Удосконалення основних технічних параметрів існуючих доріг; Розподіл матеріальних ресурсів на ремонт і зміст доріг
Стратегічне управління дорожнім рухом	міністерства, відомства, підприємства та установи різних форм власності, Патрульна поліція, органи державної влади та місцевого самоврядування	Розробка та впровадження методів і технічних засобів управління рухом. Організація наукових досліджень по цих напрямках; Дослідження стану, закономірностей дорожнього руху і розробка схем організації руху, а також вимог до технічного стану доріг. Інженерне устаткування та облаштованість доріг, пристрій зв'язку; Організація служби ремонту та утримання доріг. Реконструкція окремих ділянок. Планування й проведення дорожньо-ремонтних робіт; Організація масових перевезень вантажів і пасажирів в окремі періоди. Заборона руху окремих видів транспортних засобів по періодах року. Управління розподілом руху по дорожній мережі

Кінець таблиці Н

Оперативне управління дорожнім рухом	органи державної влади та місцевого самоврядування	Вивчення та аналіз умов і режимів руху, виявлення найнебезпечніших ділянок. Розмітка автомобільних доріг, облаштування знаками, сигналами, засобами зв'язку та інформацією; Вибір і призначення оптимальних режимів руху по всій дорозі та на окремих її ділянках. Регулювання рівня завантаження автомобільних доріг;
		Призначення оптимальних схем і режимів руху в складних погодних умовах і в різні періоди року. Забезпечення режимів руху для пропуску колон автомобілів і інших спеціальних машин; Оптимальне використання матеріальних ресурсів і засобів для поточного ремонту й утримання. Забезпечення нормальних умов руху в складних погодних умовах; Оперативне виявлення місць ДТП, надання допомоги та ліквідації наслідків. Регулювання руху в місцях виробництва ремонтних робіт

ДОДАТОК П

Таблиця П – Напрями та заходи щодо європейської сталої міської мобільності. Джерело: складено автором на основі [192]

Напрямок	Захід
Тема 1 - Просування комплексної політики	Дія 1 - Прискорення впровадження планів сталої міської мобільності Дія 2 - Стала міська мобільність і регіональна політика Дія 3 - Транспорт для здорового міського середовища
Тема 2 - Орієнтація на громадян	Дія 4 - Платформа прав пасажирів у міському громадському транспорті Дія 5 - Покращення доступності для осіб з обмеженою мобільністю Дія 6 - Покращення інформації про подорожі Дія 7 - Доступ до зелених зон Дія 8 - Кампанії щодо сталої мобільності Дія 9 - Енергоефективне водіння як частина навчання водінню
Тема 3 - Озеленення міського транспорту	Дія 10 - Дослідницькі та демонстраційні проекти для транспортних засобів із низьким і нульовим рівнем викидів Дія 11 - Інтернет-довідник щодо чистих та енергоефективних автомобілів Дія 12 - Дослідження міських аспектів інтерналізації зовнішніх витрат Дія 13 - Обмін інформацією про схеми ціноутворення в містах

Кінець таблиці П

Тема 4 - Посилення фінансування	Дія 14 - Оптимізація існуючих джерел фінансування Дія 15 - Аналіз потреб у майбутньому фінансуванні
Тема 5 - Обмін досвідом та знаннями	Дія 16 - Оновлення даних і статистики Дія 17 - Створення обсерваторії міської мобільності Дія 18 - Сприяння міжнародному діалогу та обміну інформацією
Тема 6 - Оптимізація міської мобільності	Дія 19 - Міський вантажний транспорт Дія 20 - Інтелектуальні транспортні системи (ІТС) для міської мобільності

ДОДАТОК Р

Таблиця Р – Вертикаль документів, які визначають просторовий розвиток територій (зокрема мобільності) на державному, регіональному й місцевому рівнях.

Джерело: [122]

Рівень	Документи неформального планування (м'які стратегічні документи, які розробляють виконавчі органи влади. Лягають в основу створення документів формального планування)	Документи формального планування (жорсткі документи, які мають розробляти спеціалізовані наукові інститути або сертифіковані спеціалісти)
Державний (замовники: Верховна Рада, рада Автономної Республіки Крим, відповідні обласні ради)	Транспортна стратегія України (визначає пріоритети комплексного формування транспортної політики й ефективного державного управління, основні напрями розвитку транспортної галузі на період до 2030 року); Державна стратегія регіонального розвитку на 2021-2027 роки	Генеральна схема планування території України (визначає концептуальні вирішення планування та використання території України): Схеми планування окремих частин території України (кількох областей, узбережжя Чорного й Азовського морів, гірських територій Карпат, територій, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи, та інших територій із підвищеним техногенним навантаженням чи ризиком виникнення надзвичайних ситуацій)

Продовження таблиці Р

Регіональний (замовники: Рада міністрів Автономної Республіки Крим, обласні (районні) державні адміністрації)	Програма комплексного відновлення області (визначає основні просторові, містобудівні й соціально-економічні пріоритети політики відновлення та містить комплекс заходів для забезпечення відновлення території відповідної області, яка постраждала внаслідок збройної агресії проти України або в якій сконцентровані соціально- економічні, інфраструктурні, екологічні чи інші кризові явища); План відновлення та розвитку регіонів (соціально-економічний документ із відновлення регіону)	Схема планування території Автономної Республіки Крим, областей і районів
---	---	---

Продовження таблиці Р

Місцевий (замовники: органи місцевого самоврядування)	Стратегія розвитку громади (документ, який визначає вектор розвитку громади); Програма комплексного відновлення території територіальної громади (її частини) (документ просторового спрямування); План відновлення та розвитку територіальної громади (документ соціально-економічного спрямування); Концепція інтегрованого розвитку території територіальної громади (визначає довгострокові, міждисциплінарні, просторові й соціально-економічні пріоритети розвитку території);	Комплексний план просторового розвитку території територіальних громад (одночасно містобудівна документація на місцевому рівні й документація із землеустрою, що визначає планувальну організацію, функціональне призначення території); Генеральний план населеного пункту (призначений для обґрунтування довгострокової стратегії планування та забудови території населеного пункту);
---	--	--

Кінець таблиці Р

	План сталої міської мобільності (ПСММ) (стратегічний план розвитку транспортній галузі території); Секторальні транспортні стратегії (розвиток пішохідного, велосипедного руху, громадського транспорту, підвищення безпеки руху тощо); Цільова бюджетна програма; Програми економічного й соціального розвитку	План зонування території (встановлює функціональне призначення, вимоги до забудови окремих територій (функціональних зон) населеного пункту, їх ландшафтною організації); Детальний план території (деталізує положення генерального плану населеного пункту або комплексного плану й визначає планувальну організацію та розвиток частини території населеного пункту або території за його межами без зміни функціонального призначення цієї території)
--	--	---

ДОДАТОК С

Таблиця С – Заходи з розвитку різних способів мобільності в рамках сталої міської мобільності з врахуванням наслідків воєнної агресії проти України.

Джерело: складено автором на основі [122]

Спосіб пересування(тип мобільності)	Захід
Пересування пішки	– фізичне розділення пішоходів та автомобільного транспорту; – створення пішохідних «коридорів» вздовж водних об'єктів та «зелених» зон; – створення пішохідних зон
Мікромобільний транспорт	– забезпечення велосипедами соціальних працівників, працівників об'єктів критичної інфраструктури, внутрішньо переміщеним особам (ВПО) – створення безкоштовного велопрокату для мешканців міста; – розвиток велосипедної інфраструктури; – розвиток сучасних мікромобільних транспортних засобів (наприклад електросамокатів)
Громадський транспорт	– заміна рухомого складу; – покращення інформування пасажирів за допомогою веб-застосунків, інформаційних табло на зупинках та в транспорті; – кооперація з прилеглими населеними пунктами та громадами щодо узгодженого розвитку транспортної системи та сумісного використання транспортних засобів; – пошук взаємовигідних стосунків з перевізниками
Залізниця	– синхронізація автобусних перевезень із перевезеннями залізницею
Приватний автотранспорт	– збільшення спільних поїздок та підвезення автостопом

ДОДАТОК Т

Таблиця Т – Порівняльна характеристика традиційного транспортного планування та планування сталої міської мобільності. Джерело: перекладено автором з [142]

Традиційне транспортне планування	Планування сталої міської мобільності
Акцент на дорожньому русі	Акцент на людях
Першочергові цілі: пропускна здатність та швидкість транспортного потоку	Першочергові цілі: доступність і якість життя, включаючи соціальну справедливість, якість здоров'я та навколишнього середовища, а також економічну життєздатність
Орієнтований на вид транспорту	Інтегрований розвиток усіх видів транспорту та перехід до стійкої мобільності
Інфраструктура як основна тема	Поєднання інфраструктури, ринку, регулювання, інформації та просування
Документ галузевого планування	Документ планування, що відповідає відповідним сферам політики
Короткостроковий і середньостроковий план виконання	Короткостроковий і середньостроковий план виконання – Короткостроковий і середньостроковий план виконання, включений у довгострокове бачення та стратегію
Охоплення адміністративної території	Охоплення функціональної міської території на основі потоків поїздок на роботу
Область інженерів дорожнього руху	Міждисциплінарні команди планування

Кінець таблиці Т

Планування силами експертів	Планування із залученням зацікавлених сторін і громадян із використанням прозорого та спільного підходу
Оцінювачі обмеженого впливу	Систематична оцінка впливу для полегшення навчання та вдосконалення

ДОДАТОК У

Таблиця У – Групування індикаторів інтегрального індикатора сталої міської мобільності, що розраховується методом мультиплікативної згортки. Джерело: складено автором на основі [30]

Група показників	Показники	Індикатор
Техніко-економічні	Попит на транспортні послуги у місті	Кількість поїздок загалом, кількість поїздок за видами громадського транспорту, загальна кількість пасажирів громадського транспорту, кількість поїздок приватним транспортом за певний проміжок часу, середня тривалість поїздки
	Витрати на транспорт	Загальні витрати, пов'язані з використанням приватного транспорту (витрати на паливе, оплату паркування тощо), витрати на громадський транспорт, транспортні податки, субсидії з бюджету міста транспортному сектору, розмір інвестицій у транспортну інфраструктуру
	Якість транспортної інфраструктури	Щільність транспортної інфраструктури, частка транспортної інфраструктури, що потребує ремонту
	Технічний стан транспорту	Кількість транспортних засобів на одного мешканця, середній вік транспорту, частка транспортних засобів, що відповідають сучасним стандартам, які регулюють уміст шкідливих речовин у вихлопних газах (Євро-5 або Євро-6)

Продовження таблиці У

Соціальні (відображають різні аспекти міської мобільності на суспільний розвиток міської громади)	Доступність транспорту	Частка витрат на транспортні послуги у доходах домогосподарств, рівень облаштування міського транспорту та транспортної інфраструктури для людей з особливим потребами
	Здоров'я та безпеки	кількість випадків хронічних захворювань (особливо онкологічних та захворювань дихальної системи), кількість загиблих та серйозно травмованих у ДТП
	Зайнятість населення	Вплив системи міської мобільності на динаміку робочих місць
Екологічні (відображають) вплив транспортної системи міста на довкілля	Використання довкілля	Рівень забруднення повітря, грунтів та вод, площа земель, що використовується для розташування транспортної інфраструктури, кількість випадків суттєвого забруднення довкілля (наприклад, через аварії на транспорті)
	Енергоефективність	Споживання палива та енергії за видами транспорту, використання відновлюваних джерел енергії на транспорті та транспортній інфраструктурі

Кінець таблиці У

Інституціональні (пов'язані з забезпеченням контролю над виконанням програм та проєктів із розвитку сталої міської мобільності)	Розкриття та доступ до інформації	Показники публічності доступу до фінансової звітності, переліку операцій та платежів комунальних підприємств, які забезпечують міську мобільність, наявність та наповнення інформаційних ресурсів, присвячених міській мобільності, наявність інтелектуальних транспортних систем, які забезпечують управління дорожнім рухом, моніторинг транспорту та забезпечують доступ громадян до інформації про організацію транспортного обслуговування
	Забезпечення конкуренції та контролю	Частка комунальних підприємств міста, які забезпечують роботу міського транспорту та транспортної інфраструктури, на яких створено професійні та незалежні наглядові ради, показники наявності регуляторних бар'єрів у транспортній галузі міста, рівень ринкової концентрації по видах транспорту

ДОДАТОК Ф

Таблиця Ф – Загальна характеристика нормативної бази з модернізації Підприємства. Джерело: розроблено автором

Напрямок документів/назва документа	Стислий зміст нормативного документу
Документи загального призначення, у тому числі	Документи визначають загальні принципи та стратегію цифрової трансформації підприємства
Цільова програма	Опис комплексу заходів направлених на вирішення проблемних задач у певній сфері розвитку території
Концепція проєкту	Містить загальний опис проєкту, його мету, основні завдання, можливості та обмеження. Є попереднім документом, який слугує основою для ухвалення рішення про доцільність запуску проєкту.
Статут проєкту	Офіційний документ, який формально санкціонує існування проєкту, надає повноваження керівнику проєкту щодо реалізації проєкту, містить основні характеристики проєкту
План управління проєктом	Описує реалізацію, контроль, завершення проєкту. Містить опис усіх процесів, процедур та методів управління проєктом. Є основним інструментом для контролю, координації та оцінки успішності виконання проєкту
Стратегія цифрової модернізації підприємства	Визначає ключові напрями цифрової трансформації, цілі, очікувані результати та етапи реалізації
Положення про цифрову трансформацію підприємства	Закріплює основні правила переходу на цифрові технології, відповідальних осіб та вимоги до інформаційної інфраструктури

Продовження таблиці Ф

План цифрової модернізації	Містить детальний план заходів, етапи впровадження цифрових технологій, необхідні ресурси, бюджет та терміни виконання
Документи з управління персоналом, у тому числі	Визначають зміни в структурі підприємства; основні завдання, функції, права та обов'язки, керівництво та відповідальність структурних підрозділів підприємства; правила взаємодії працівників із цифровими системами та їх відповідальність
Організаційна структура підприємства	Визначає рівні та ланки управління на підприємстві, розподіл на структурні підрозділи, їх підпорядкування
Положення про структурні підрозділи	Визначають основні завдання, функції, права та обов'язки, керівництво та відповідальність структурних підрозділів
Посадові інструкції працівників підприємства	Визначають завдання та обов'язки, права, відповідальність, кваліфікаційні вимоги та взаємовідносини працівників підприємства
Політика цифрової грамотності персоналу	Визначає необхідні навички та компетенції працівників у сфері цифрових технологій
Технічні нормативні документи, у тому числі	Регламентують впровадження, налаштування та експлуатацію цифрових технологій на підприємстві.
Технічні регламенти	Визначають вимоги до ІТ-інфраструктури, серверів, мережевого обладнання, програмного забезпечення
Стандарти інформаційної взаємодії	Регламентують обмін даними між внутрішніми та зовнішніми системами, формат даних, протоколи комунікації
Регламент впровадження ERP/CRM-систем	Встановлює порядок розгортання, налаштування та використання корпоративних систем управління ресурсами

Кінець таблиці Ф

Інструкція з використання цифрових платформ та сервісів	Містить порядок роботи з електронним документообігом, хмарними сервісами, системами електронного підпису
Документи з використання ІТ-систем та цифрових ресурсів, у тому числі	Регламентують правила користування корпоративними ресурсами, месенджерами, електронною поштою
Положення про обробку даних	Регламентує правила збору, обробки та зберігання даних відповідно до законодавства
Регламент використання електронного документообігу	Встановлює порядок обміну електронними документами, підписання цифровим підписом, збереження архівів
Документи з кібербезпеки та захисту даних, у тому числі	Охоплюють питання безпеки інформації, збереження персональних та корпоративних даних
Політика інформаційної безпеки підприємства	Визначає принципи та заходи захисту даних, відповідальність працівників, контроль доступу до систем
Регламент управління доступом до інформаційних систем	Встановлює порядок авторизації користувачів, розмежування прав доступу, контроль над обліковими записами
Інструкція з резервного копіювання та відновлення даних	Регламентує процес резервного копіювання, частоту створення резервних копій, порядок відновлення у разі втрати даних
План реагування на інциденти кібербезпеки	Визначає дії при кібератаках, втраті даних, витоках інформації, аваріях у цифрових системах

ДОДАТОК Х



Рисунок Х.1 – Приклади роботи з паперовими документами. Джерело: розроблено автором [169]



Рисунок Х.2 – Приклад просторового аналізу з використанням загальної схеми ОДР. Джерело: розроблено автором [169]

