

РЕЦЕНЗІЯ

кандидата технічних наук, доцента Войтенка Олександра Степановича
на дисертаційну роботу Тимченка Сергія Ігоровича
на тему «Цифровізація дорожньо-інфраструктурних проєктів із застосуванням
геоінформаційних технологій» представлену на здобуття наукового ступеня
доктора філософії за спеціальністю 073 «Менеджмент» в галузі знань 07 –
«Управління та адміністрування»

За результатами детального вивчення дисертаційної роботи Тимченка Сергія Ігоровича на тему «Цифровізація дорожньо-інфраструктурних проєктів із застосуванням геоінформаційних технологій» та розгляду його наукових публікацій можна сформулювати наступні висновки та надати загальну оцінку виконаного дослідження.

Актуальність обраної теми. Сучасний розвиток дорожньо-транспортної інфраструктури в Україні та світі супроводжується зростанням складності проєктів, посиленням вимог до їх ефективності, прозорості, екологічності та адаптивності до змін зовнішнього середовища. Традиційні підходи до управління дорожніми проєктами втрачають свою ефективність в умовах урбанізації, кліматичних змін, нестабільного фінансування та постійного оновлення нормативної бази.

Особливої гостроти ця актуальність набуває в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення України. Масштабні руйнування дорожньої інфраструктури, завдані внаслідок бойових дій (понад 26 тисяч кілометрів доріг та 344 мости пошкоджено станом на листопад 2024 року), поставили перед державою безпрецедентні виклики. Це зумовлює нагальну потребу не просто у відновленні, а в якісній модернізації галузі на нових технологічних засадах. Ключовими завданнями стають оперативна оцінка завданих збитків, обґрунтоване визначення пріоритетів відбудови в умовах обмежених ресурсів та забезпечення максимальної прозорості використання коштів, зокрема від міжнародних партнерів.

Саме в цьому контексті цифровізація та геоінформаційні технології (ГІС) перетворюються з перспективного напрямку на критично важливий інструмент антикризового управління та стратегічного планування. ГІС дозволяють

оперативно збирати та аналізувати дані про пошкодження, створювати цифрові карти руйнувань, моделювати сценарії відновлення та оптимізувати розподіл ресурсів на основі багатокритеріального аналізу. Такі платформи, як DREAM та ONOVA GIS HUB, вже демонструють потенціал цифрових рішень для забезпечення підзвітності та ефективної координації процесів відбудови.

Проте, попри наявність окремих ініціатив та усвідомлення важливості проблеми, системного наукового підходу до розробки моделей цифрового управління дорожньо-інфраструктурними проєктами, адаптованих до умов повоєнного відновлення, все ще бракує. Це створює гостру потребу у комплексному дослідженні даної теми, формуванні науково обґрунтованих підходів та інструментів для інтеграції ГІС-технологій у практику управління інфраструктурними ініціативами.

Таким чином, актуальність теми дисертаційного дослідження зумовлена об'єктивною необхідністю цифрової трансформації управлінських процесів у дорожній галузі, що багатократно посилюється викликами воєнного часу та завданнями масштабної повоєнної відбудови, а також недостатнім рівнем наукової розробленості питань використання геоінформаційних систем для забезпечення ефективного, прозорого та сталого розвитку та управління транспортною інфраструктурою України. Актуальність також підтверджується зв'язком роботи з науково-дослідними роботами КНУБА, такими як «Методологія управління проєктами модернізації організування дорожнього руху воєнної та повоєнної відбудови територіальних громад» (№ 4 ДБ-2023) та «Ціннісно-орієнтоване управління в умовах дигіталізації суспільства» (державний реєстраційний номер 0121U114473).

Метою дослідження є розробка моделей, методів і технологічних рішень для цифрового управління дорожньо-інфраструктурними проєктами з використанням геоінформаційних систем, що дозволяють забезпечити ефективну інтеграцію просторових даних, автоматизацію процесів прийняття рішень та підвищення результативності управлінських дій на всіх етапах життєвого циклу об'єкта інфраструктури.

Гіпотеза дослідження полягає в припущенні, що впровадження геоінформаційних систем в управління дорожньо-інфраструктурними проєктами дозволяє суттєво підвищити ефективність реалізації проєктів за рахунок підвищення точності прогнозування, оптимізації ресурсного забезпечення, зменшення адміністративного навантаження та посилення прозорості рішень, ухвалених у межах інфраструктурної політики.

Об'єктом дослідження є процеси цифровізації та управління дорожньо-інфраструктурними проєктами на основі застосування геоінформаційних технологій, просторового аналізу, інструментів Big Data та сценарного моделювання.

Предметом дослідження є цифрові моделі та методи управління дорожньо-інфраструктурними системами, які формуються, функціонують і використовуються в рамках управління дорожньо-інфраструктурними проєктами.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій. Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертаційній роботі, є логічними та обґрунтованими. Їх достовірність забезпечується системним підходом до дослідження, коректною постановкою мети і завдань та використанням адекватної методологічної бази.

Теоретичне підґрунтя роботи сформовано на основі комплексу загальнонаукових та спеціальних методів дослідження, зокрема: методів аналізу і синтезу – для структурування ключових понять; системного підходу – для побудови цілісної моделі цифрового управління; а також спеціальних методів, таких як просторове моделювання, геоінформаційний аналіз та методи візуалізації даних із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення (QGIS, ArcGIS)

Достовірність отриманих результатів підтверджується:

- чітким формулюванням наукової гіпотези та її послідовним доведенням у ході дослідження;
- практичною апробацією у виробничій діяльності Служби дислокації ТЗРДР комунального підприємства «Центр організації дорожнього руху» (м. Київ) ;
- свідоцтвами про реєстрацію авторського права на твір;

- публікацією основних результатів дисертації у фахових наукових виданнях України.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у розробці концептуальних та прикладних моделей та методів цифрового управління дорожньо-інфраструктурними проєктами на основі використання геоінформаційних технологій.

Вперше:

- Запропоновано метод розрахунку індексу цифрової зрілості (Digital Maturity Index, DMI) як інтегрального показника рівня цифровізації організацій у дорожньо-інфраструктурній сфері. Цей індекс базується на критеріях технологічного впровадження (TAL), якості даних (DQA), кваліфікації персоналу (SCL) та економічного ефекту (EI).

- Розроблено концептуальну модель цифрового управління дорожньо-інфраструктурними проєктами з використанням ГІС, що враховує специфіку просторово-часових даних та їх вплив на процес прийняття управлінських рішень.

Удосконалено:

- Метод управління дорожньо-інфраструктурними проєктами на основі інтегрованих цифрових моделей, який, на відміну від традиційних підходів, базується на концепції динамічного цифрового двійника та проактивному, аналітично орієнтованому підході, що забезпечує наскрізну інтеграцію даних (digital thread).

- Метод комплексної оцінки ефективності управлінських рішень, який, на відміну від існуючих, базується на конвергенції кількісної оцінки (KPI), аналітичного моделювання, якісного стратегічного аналізу та інтегральної оцінки за допомогою індексу DMI.

Набули подальшого розвитку:

- Класифікація ключових бар'єрів (фінансових, технічних, організаційно-кадрових, нормативно-правових) на шляху цифровізації дорожньо-інфраструктурних проєктів в Україні, доповнена механізмом їх подолання.

- Модель управління життєвим циклом дорожньо-інфраструктурних проєктів, що базується на наскрізній інтеграції геоінформаційних технологій на всіх етапах, забезпечуючи безперервність та цілісність проєктних даних (digital thread).

Практичне значення отриманих результатів дослідження полягає у можливості їх безпосереднього використання органами державної влади та комунальними підприємствами при реалізації проєктів модернізації та відбудови дорожньої інфраструктури. Застосування розробленого індексу DMI та аналітичних моделей дозволяє підвищити обґрунтованість інвестиційних рішень, оптимізувати розподіл ресурсів та посилити прозорість, що відповідає цілям Національної транспортної стратегії України до 2030 року та Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних».

Практична значущість підтверджується апробацією результатів дослідження у виробничій діяльності Служби дислокації ТЗРДР комунального підприємства «Центр організації дорожнього руху» (м. Київ). Зокрема, результати були застосовані при цифровій обробці результатів обстежень, плануванні маршрутів моніторингу, супроводі бази геопросторових даних та створенні веб-модуля для обліку документації. Ефективність запропонованих підходів підтверджена значним скороченням часу виконання операційних завдань та підвищенням точності й доступності проєктних даних.

Крім того, результати дисертаційного дослідження були використані при виконанні науково-дослідних робіт КНУБА: «Методологія управління проєктами модернізації організування дорожнього руху воєнної та повоєнної відбудови територіальних громад» (№ 4 ДБ-2023) та «Ціннісно-орієнтоване управління в умовах дигіталізації суспільства» (державний реєстраційний номер 0121U114473).

Результати дослідження також підтверджуються трьома свідоцтвами про реєстрацію авторського права на твір та публікаціями у фахових наукових виданнях.

Повнота викладу матеріалу в опублікованих працях. Дисертаційна робота підтверджується апробацією отриманих результатів у 5 наукових працях. З них 4 статті опубліковано у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових

видань України з присвоєнням категорії «Б», затверджених Міністерством освіти і науки України, у тому числі 3 одноосібно. Одна публікація апробаційного характеру представлена у вигляді тез доповіді у збірнику матеріалів міжнародної конференції.

Оцінка змісту, стилю та мови дисертації, її завершеності, оформлення.

Представлена на рецензію дисертаційна робота написана українською мовою та оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації». Дисертація складається з анотації українською та англійською мовами, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації становить 212 сторінок, з них основного тексту – 159 сторінок. Список використаних джерел налічує 156 найменувань. Додатки представлені на 17 сторінках. Робота містить 12 рисунків і 12 таблиць.

У вступі обґрунтовується актуальність теми дисертаційного дослідження, наведено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, визначено мету та завдання дослідження, об'єкт, предмет і методи дослідження, а також наукову та практичну новизну отриманих результатів. Описано особистий внесок здобувача та представлена інформація щодо апробації результатів дисертаційних досліджень та публікацій.

У першому розділі «Теоретико-методологічні засади цифровізації дорожньо-інфраструктурних проєктів» проведено аналіз теоретико-методологічних засад цифровізації дорожньо-інфраструктурних проєктів, систематизовано наукові підходи, досліджено сучасний стан технологій, зокрема синергію ГІС, ВІМ та ІоТ, та виявлено ключові бар'єри (фінансові, технічні, організаційні, нормативні) для їх впровадження в Україні. Окрему увагу приділено аналізу існуючих методологій управління та їх адаптації до вимог цифрової епохи, а також визначено ключові принципи інтеграції ГІС у процеси управління.

У другому розділі «Моделі та методи цифровізації управління дорожньо-інфраструктурними проєктами» представлено концептуальну модель цифрового управління, що базується на принципі динамічного цифрового двійника та об'єднує різноманітні джерела даних. Сформовано комплекс аналітичних моделей для підтримки прийняття рішень, що включає оптимізаційні, прогностичні та

імовірнісні моделі. Висвітлені етапи цифровізації та роль геопросторових даних у підтримці управлінських рішень.

У третьому розділі «Моделювання та оцінка ефективності цифровізації управління дорожньо-інфраструктурними проєктами» розроблено метод комплексної оцінки ефективності цифрових рішень та обґрунтовано інноваційний інструмент – індекс цифрової зрілості (DMI) з детальною методикою його розрахунку. Представлено інструментарій кількісної оцінки на основі KPI та статистичних методів.

У четвертому розділі «Практичне впровадження та оцінка цифровізації дорожньо-інфраструктурних проєктів» викладено результати практичної апробації розробленого інструментарію, проведено оцінку ефективності та надано стратегічні рекомендації щодо використання ГІС у менеджменті. Проведено комплексну діагностику цифрової зрілості на прикладі КП «Центр організації дорожнього руху».

У загальних висновках дисертаційної роботи обґрунтовано цінність теоретичних досліджень, отримані наукові результати, їхнє практичне значення та можливості подальшого використання.

Загалом дисертаційна робота структурована, викладена науковою мовою, матеріал має послідовність викладення і логічний зв'язок, усі розділи є завершеними. Загальні висновки наукової роботи є обґрунтованими та відповідають поставленим науковим завданням дослідження. Як результат, можна стверджувати, що мета дисертаційної роботи досягнута.

Дискусійні положення та зауваження до дисертаційної роботи. У процесі аналізу змісту й структури дисертації виникли такі зауваження та дискусійні положення змістовного характеру:

1. У тексті дисертації спостерігається невідповідність шрифтів, використаних в рисунках (зокрема, рисунки 1.3, 2.2, 2.3, 2.5) основному тексту роботи. Рекомендується уніфікувати форматування для забезпечення цілісності візуального представлення матеріалу.

2. При описі застосування краудсорсингових даних (підрозділ 2.3.1) слушно акцентується увага на їхніх перевагах для оперативного моніторингу. Водночас,

було б корисно більш детально зупинитись на ризиках, пов'язаних з якістю та достовірністю таких даних, та запропонувати можливі механізми їх верифікації перед інтеграцією в офіційну ГІС.

3. Незважаючи на високий рівень деталізації концептуальної моделі цифрового управління, варто було б більше уваги приділити конкретним інструментам та платформам для реалізації функції "зворотного зв'язку" з фізичним об'єктом, окрім загальних посилань на IoT-сенсори. Яким чином забезпечується інтеграція цих даних в систему для оперативного оновлення цифрового двійника?

4. У Розділі 2, підрозділі 2.3.1 "Методи збору даних" при описі застосування мобільних додатків та краудсорсингу (наприклад, Waze for Cities), було б доцільно навести більше прикладів успішного застосування таких підходів саме в українському контексті, або розкрити потенційні бар'єри їх ширшого впровадження для збору даних про стан доріг.

Вважаю, що зазначені зауваження не є визначальними, не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Відповідність дисертації вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії...». Тимченко Сергій Ігорович провів власне наукове дослідження, оформлене у вигляді дисертації, та опублікував основні його результати. Дисертація здобувача на тему «Цифровізація дорожньо-інфраструктурних проєктів із застосуванням геоінформаційних технологій» відповідає вимогам, що передбачені в пп. 5 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Дотримання принципів академічної доброчесності. Дисертаційна робота Тимченка Сергія Ігоровича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, копіяції, фабрикації, плагіату та запозичень.

Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Загальний висновок про дисертаційну роботу

У підсумку до викладеного вище можна стверджувати про високий рівень виконання здобувачем поставленого наукового завдання та глибоке оволодіння методологією наукової діяльності.

Вважаю, що кваліфікаційна наукова праця Тимченка Сергія Ігоровича «Цифровізація дорожньо-інфраструктурних проєктів із застосуванням геоінформаційних технологій», подана на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 073 – Менеджмент, є завершеною і самостійно виконаною науковою працею, містить нові науково обґрунтовані теоретичні та практичні результати та відповідає вимогам пп. 5–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 , а її автор, Тимченко Сергій Ігорович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 07 «Управління та адміністрування» за спеціальністю 073 «Менеджмент».

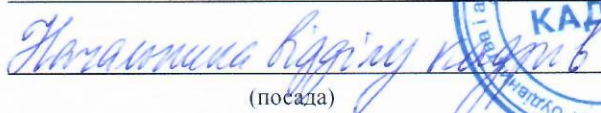
Рецензент,

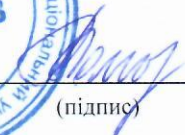
Доцент кафедри управління проєктами
Київського національного університету
будівництва і архітектури
кандидат технічних наук, доцент

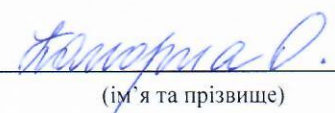
 Олександр ВОЙТЕНКО

«Підпис О. Войтенка засвідчую»



 (посада)

 (підпис)

 (ім'я та прізвище)