

Голові разової спеціалізованої вченої ради

PhD 15743

Київського національного університету

будівництва і архітектури доктору наук

професору Веренич Олені Володимирівні

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» Алексєєва Михайла Олександровича на дисертаційну роботу Березуцького Ігоря Сергійовича

«Інформаційна технологія інтеграції бізнес-процесів в системі адміністрування інфраструктурними проєктами», подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології».

Актуальність теми дослідження. Дисертаційна робота Ігоря Березуцького присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі розроблення інформаційної технології інтеграції бізнес-процесів у системі адміністрування інфраструктурними проєктами, що спрямована на підвищення обґрунтованості вибору методології управління проєктами на основі комплексного аналізу їх характеристик, використання історичних даних та математичного апарату підтримки прийняття рішень.

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій ефективність реалізації інфраструктурних проєктів значною мірою визначається якістю управлінських рішень, що приймаються на ранніх етапах життєвого циклу проєкту. Одним із таких рішень є вибір методології управління, від якого залежить організація процесів планування, управління ресурсами, взаємодії учасників проєкту, контролю виконання робіт та адаптації до змін зовнішнього середовища. Незважаючи на значний розвиток сучасних інформаційних систем управління проєктами, переважна більшість із них орієнтована на автоматизацію процесів реалізації проєкту і не містить засобів формалізованої підтримки вибору методології управління з урахуванням особливостей конкретного проєкту.

Особливої актуальності зазначена проблема набуває при адмініструванні інфраструктурних проєктів, для яких характерними є багатокритеріальність, неоднорідність вхідних даних, необхідність врахування значної кількості взаємопов'язаних чинників, а також урахування досвіду реалізації аналогічних проєктів. За таких умов застосування лише експертних оцінок не завжди

забезпечує достатній рівень об'єктивності та відтворюваності результатів, що обумовлює необхідність використання сучасних методів системного та статистичного аналізу, математичного моделювання й систем підтримки прийняття рішень..

У дисертації запропоновано комплексний підхід до вирішення зазначеної проблеми, який ґрунтується на інтеграції бізнес-процесів, формалізації процедур аналізу характеристик інфраструктурних проєктів, використанні історичних даних для формування рекомендацій щодо вибору методології управління та програмній реалізації розробленої інформаційної технології. Запропоновані моделі, методи й алгоритми забезпечують можливість автоматизованого оцінювання альтернатив та формування обґрунтованих рекомендацій щодо застосування методологій Scrum, Kanban, Waterfall або Hybrid залежно від характеристик конкретного проєкту.

Актуальність дисертаційної роботи також підтверджується сучасними тенденціями розвитку інформаційних технологій, пов'язаними з широким використанням інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, методів аналізу даних та цифрової трансформації процесів управління проєктами. Запропонована інформаційна технологія відповідає сучасним напрямкам розвитку інформаційних систем і технологій та може бути використана як складова інформаційних систем управління проєктами різного призначення.

Таким чином, тема дисертаційної роботи є своєчасною, актуальною та має важливе наукове і практичне значення, а виконане дослідження відповідає сучасним тенденціям розвитку інформаційних систем і технологій, математичного моделювання та систем підтримки прийняття рішень у сфері адміністрування інфраструктурних проєктів

Відповідність дисертаційної роботи вимогам Стандарту вищої освіти за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» для третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти, затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України від 28 квітня 2022 року № 394, підтверджується змістом виконаного дослідження, його структурою, рівнем наукової новизни, теоретичною обґрунтованістю та практичною спрямованістю отриманих результатів.

Зміст дисертації свідчить про сформованість у здобувача компетентностей щодо постановки та вирішення складних науково-прикладних задач, розроблення математичних моделей, методів та алгоритмів оброблення інформації, створення програмного забезпечення, проведення експериментальних досліджень, аналізу отриманих результатів та формування науково обґрунтованих висновків.

Наукова новизна отриманих автором результатів. *Наукова новизна* дисертаційної роботи полягає у вирішенні актуальної науково-прикладної задачі розроблення інформаційної технології інтеграції бізнес-процесів у системі адміністрування інфраструктурними проєктами, що забезпечує підвищення обґрунтованості вибору методології управління проєктом на основі аналізу його

характеристик та використання історичних даних реалізованих проєктів.

При цьому автором *вперше розроблено та обґрунтовано*:

- інформаційну технологію інтеграції бізнес-процесів у системі адміністрування інфраструктурними проєктами, яка поєднує математичні моделі аналізу характеристик проєкту, рекомендаційну модель вибору методології управління та механізми інтеграції із сучасними інформаційними системами управління проєктами, що забезпечує автоматизацію процесу підтримки прийняття управлінських рішень;

- метод аналізу характеристик інфраструктурних проєктів, який базується на використанні історичних даних успішно реалізованих проєктів та забезпечує формування обґрунтованих рекомендацій щодо вибору методології управління залежно від сукупності визначених характеристик проєкту;

- архітектуру інтеграції розробленої інформаційної технології із зовнішніми інформаційними системами управління проєктами, яка забезпечує двосторонній обмін параметрами проєктів, результатами аналізу та рекомендаціями щодо вибору методології управління із застосуванням стандартизованих механізмів інформаційної взаємодії.

Удосконалено:

- математичне забезпечення процесу вибору методології управління інфраструктурними проєктами шляхом формалізації процедури оцінювання характеристик проєкту, їх нормалізації, визначення вагових коефіцієнтів та агрегування результатів аналізу, що підвищує об'єктивність прийняття управлінських рішень;

- інформаційно-технологічний підхід до інтеграції бізнес-процесів у системах управління проєктами за рахунок виділення спеціалізованої рекомендаційної підсистеми, здатної функціонувати як окремий інтегрований компонент сучасних інформаційних систем управління проєктами.

Набули подальшого розвитку:

- науково-методичні засади використання історичних даних реалізованих проєктів для підтримки прийняття рішень щодо вибору методології управління інфраструктурними проєктами;

- підходи до побудови інформаційних технологій підтримки прийняття рішень у сфері управління інфраструктурними проєктами шляхом поєднання математичних моделей, алгоритмів аналізу характеристик проєктів та сучасних механізмів інтеграції бізнес-процесів;

- практичні підходи до програмної реалізації рекомендаційних інформаційних систем вибору методології управління проєктами із можливістю їх подальшої інтеграції до корпоративних інформаційних систем управління проєктами.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі забезпечується коректною постановкою наукової задачі, логічною послідовністю проведеного дослідження, застосуванням сучасних методів системного аналізу, математичного моделювання, статистичного аналізу, теорії інформаційних систем та програмної інженерії, що відповідають поставленій меті та визначеним завданням дослідження.

Виконане дослідження характеризується цілісністю та внутрішньою узгодженістю. У роботі простежується логічний взаємозв'язок між аналізом сучасного стану досліджуваної проблеми, постановкою наукової задачі, розробленням математичного забезпечення, побудовою інформаційної технології, її програмною реалізацією та експериментальною перевіркою отриманих результатів. Сформульовані висновки є логічним наслідком проведених теоретичних і прикладних досліджень.

Обґрунтованість отриманих результатів підтверджується використанням математичних моделей аналізу характеристик інфраструктурних проєктів, формалізованих процедур нормалізації та агрегування даних, а також застосуванням статистичних методів опрацювання результатів дослідження. Використаний математичний апарат є адекватним предметній області дослідження та забезпечує можливість кількісного оцінювання характеристик проєктів і формування рекомендацій щодо вибору методології управління.

Позитивної оцінки заслуговує використання історичних даних реалізованих проєктів як основи для побудови рекомендаційної моделі. Такий підхід дозволяє знизити вплив суб'єктивних експертних оцінок, забезпечує відтворюваність результатів аналізу та створює передумови для подальшого накопичення знань у процесі експлуатації інформаційної технології.

Достовірність отриманих результатів підтверджується проведеними експериментальними дослідженнями, аналізом сформованої вибірки проєктів, оцінюванням статистичних показників та порівнянням результатів роботи розробленої інформаційної технології з існуючими підходами до вибору методологій управління проєктами. Представлені результати досліджень є достатніми для підтвердження працездатності запропонованих моделей, методів та алгоритмів.

Практична реалізація запропонованої інформаційної технології у вигляді програмного застосунку підтверджує працездатність запропонованих рішень та забезпечує додаткове підтвердження достовірності отриманих наукових результатів. Проведена апробація розробленого програмного забезпечення демонструє можливість його використання під час адміністрування інфраструктурних проєктів та інтеграції із сучасними інформаційними системами управління проєктами.

Таким чином, наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані

у дисертаційній роботі, є достатньо обґрунтованими, достовірними та підтверджуються як теоретичними дослідженнями, так і результатами експериментальної перевірки та практичної реалізації запропонованої інформаційної технології.

Теоретичне та практичне значення одержаних результатів. *Теоретичне значення одержаних результатів* в дисертаційній роботі полягає у подальшому розвитку науково-методичних засад побудови інформаційних технологій підтримки прийняття рішень у сфері адміністрування інфраструктурних проєктів. Отримані результати розширюють існуючі підходи до інтеграції бізнес-процесів шляхом формалізації процедур аналізу характеристик проєктів, математичного опису процесів вибору методології управління та інтеграції рекомендаційної підсистеми із сучасними інформаційними системами управління проєктами.

Науковий інтерес становить запропонований комплекс моделей, методів та алгоритмів, що утворюють цілісну інформаційну технологію підтримки прийняття рішень. Результати дослідження можуть бути використані як теоретична основа для подальшого розвитку інформаційних технологій інтелектуальної підтримки управління складними проєктами, рекомендаційних систем та інформаційно-аналітичних платформ.

Практичне значення роботи полягає у створенні програмно реалізованої інформаційної технології, придатної до використання в діяльності підприємств та організацій, що здійснюють управління інфраструктурними проєктами. Запропонована інформаційна технологія дозволяє автоматизувати процес аналізу характеристик проєктів, підвищити об'єктивність вибору методології управління та скоротити час прийняття відповідних управлінських рішень.

Практичну цінність також підтверджують результати впровадження окремих положень дисертаційної роботи, використання отриманих результатів у навчальному процесі та можливість інтеграції розробленої інформаційної технології із сучасними інформаційними системами управління проєктами без істотної модифікації їх архітектури.

Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях. Основні результати дисертаційної роботи достатньо повно відображено у наукових працях автора та апробовано на міжнародних і всеукраїнських наукових конференціях.

За темою дисертації опубліковано **19 наукових праць**, серед яких **дві** одноосібні статті у фахових виданнях України категорії «Б», **три** публікації у співавторстві з науковим керівником, які індексуються в наукометричній базі «Scopus», а також **чотирнадцять** публікацій у матеріалах міжнародних та всеукраїнських наукових конференцій з яких дві також індексуються в наукометричній базі «Scopus».

Опубліковані праці повною мірою відображають основні результати проведеного дослідження, включаючи теоретичні положення, математичні моделі, результати експериментальних досліджень, програмну реалізацію інформаційної технології та результати її практичної апробації. Зміст наукових публікацій відповідає тематиці дисертації, а отримані результати пройшли належну апробацію у науковому середовищі

Структура та зміст дисертації. Дисертаційна робота викладена на 152 сторінках основного тексту та складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, який містить 139 найменувань, та 4 додатків. Робота ілюстрована 19 рисунками та 36 таблицями, що сприяє кращому сприйняттю результатів дослідження та підтверджує достатній рівень їх формалізації.

Структура дисертації є логічною та послідовною. Побудова роботи забезпечує системний перехід від аналізу сучасного стану досліджуваної проблематики до розроблення інформаційної технології, створення математичного забезпечення, програмної реалізації та експериментальної перевірки отриманих результатів. Послідовність викладення матеріалу свідчить про чітке дотримання методології наукового дослідження, а зміст окремих розділів є взаємоузгодженим і спрямованим на досягнення поставленої мети.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження, визначено його зв'язок із науковими програмами та напрямками досліджень, сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, наведено використані методи дослідження, визначено наукову новизну, теоретичне та практичне значення одержаних результатів, відображено відомості щодо апробації результатів дослідження та їх опублікування.

У *першому розділі* проведено ґрунтовний аналіз сучасного стану інформаційних технологій управління проєктами, досліджено еволюцію сучасних методологій управління, виконано порівняльний аналіз підходів до вибору методології реалізації ІТ-проєктів та проаналізовано існуючі інформаційні системи управління проєктами. Значну увагу приділено аналізу сучасних наукових досліджень у сфері інтеграції бізнес-процесів, підтримки прийняття рішень та застосування рекомендаційних систем у проєктному менеджменті. На основі проведеного аналізу визначено основні недоліки існуючих підходів, сформульовано наукову проблему та обґрунтовано необхідність створення спеціалізованої інформаційної технології інтеграції бізнес-процесів, здатної забезпечити підтримку прийняття рішень щодо вибору методології управління інфраструктурними проєктами.

У *другому розділі* розроблено концептуальні засади запропонованої інформаційної технології. Побудовано її функціональну та компонентну архітектуру, визначено місце інформаційної технології у структурі сучасних

інформаційних систем управління проєктами, описано інформаційні потоки між окремими функціональними компонентами та запропоновано механізми інтеграції із зовнішніми програмними системами. Особливу увагу приділено формалізації бізнес-процесів, моделі інформаційної взаємодії між підсистемами, принципам використання інтеграційних сервісів та стандартизованих механізмів обміну даними. Запропоновані архітектурні рішення забезпечують можливість використання інформаційної технології як окремого інтелектуального модуля сучасних інформаційних систем управління проєктами.

У *третьому розділі* представлено математичне забезпечення інформаційної технології. Запропоновано метод аналізу характеристик інфраструктурних проєктів, який ґрунтується на використанні історичних даних про реалізовані проєкти та статистичному аналізі взаємозв'язків між параметрами проєкту і результатами застосування різних методологій управління. Розроблено математичні моделі нормалізації та агрегування даних, алгоритм визначення вагових коефіцієнтів характеристик проєкту, рекомендаційну модель вибору методології управління, а також алгоритмічне забезпечення функціонування інформаційної технології. Представлений математичний апарат характеризується внутрішньою узгодженістю та забезпечує формалізацію процесу підтримки прийняття рішень під час адміністрування інфраструктурних проєктів.

У *четвертому розділі* наведено результати програмної реалізації розробленої інформаційної технології, описано структуру програмного забезпечення та основні функціональні модулі інформаційної системи. Представлено результати експериментальних досліджень, виконано статистичну перевірку ефективності запропонованого підходу, оцінено точність сформованих рекомендацій та підтверджено працездатність розроблених моделей і алгоритмів. Окрему увагу приділено питанням інтеграції розробленої інформаційної технології із сучасними інформаційними системами управління проєктами, а також аналізу можливостей її практичного використання під час адміністрування інфраструктурних проєктів.

Загальні *висновки* є логічним завершенням проведеного дослідження, повністю відповідають поставленій меті та визначеним завданням і узагальнюють основні наукові та практичні результати дисертаційної роботи. Висновки підтверджують досягнення мети дослідження, містять оцінку отриманих результатів та визначають перспективи їх подальшого розвитку.

Додатки доповнюють основний зміст дисертації та містять матеріали, необхідні для повного сприйняття виконаного дослідження. До них включено приклад результатів статистичного аналізу, фрагменти програмної реалізації інформаційної технології та інтерфейсу, довідки про використання результатів дослідження та інші матеріали, які підтверджують достовірність і практичну цінність отриманих результатів.

У цілому структура дисертації є методично виваженою та відповідає логіці виконання наукового дослідження. Кожний наступний розділ закономірно продовжує попередній, а сукупність отриманих результатів утворює завершену інформаційну технологію, що має належний рівень наукового обґрунтування, програмної реалізації та експериментального підтвердження ефективності

Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності. Дисертаційну роботу оформлено відповідно до вимог Міністерства освіти і науки України, що висуваються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії. Матеріал викладено послідовно, з використанням сучасної наукової термінології, а текст роботи характеризується логічністю, структурованістю та достатнім рівнем наукового стилю викладення.

Аналіз змісту дисертації, списку використаних джерел та наукових публікацій здобувача свідчить про дотримання принципів академічної доброчесності. Використані результати інших дослідників супроводжуються належними бібліографічними посиланнями, а наведені у роботі наукові положення, математичні моделі, результати експериментальних досліджень і висновки мають самостійний характер та відображають особистий внесок здобувача у вирішення поставленої наукової задачі.

Ідентичність анотації та основних положень дисертаційної роботи. Зміст анотації повністю відповідає основним положенням дисертаційної роботи. В анотації коректно відображено актуальність теми дослідження, мету, завдання, об'єкт, предмет дослідження, наукову новизну, теоретичне та практичне значення одержаних результатів, а також основні висновки.

Подані в анотації результати узгоджуються зі змістом усіх розділів дисертації, адекватно відображають її структуру та не містять положень, що суперечать змісту виконаного дослідження

Дискусійні положення та зауваження до дисертації. Загалом позитивно оцінюючи актуальність обраного напрямку, наукову новизну, теоретичну та практичну цінність одержаних автором результатів, вважаю за доцільне висловити такі зауваження й дискусійні положення:

1) У підрозділі 2.3 здобувач пропонує механізм інтеграції із зовнішніми інформаційними системами на основі стандартизованих API. Водночас поза увагою автора залишилися аспекти забезпечення інформаційної безпеки інтеграційних процесів. Зокрема, у дисертації бракує аналізу питань журналювання подій інтеграції, розмежування прав доступу, захисту інтерфейсів від несанкціонованого втручання та забезпечення цілісності й автентичності даних при їх передачі.

2) У підрозділі 3.2 переконливо обґрунтовано вибір характеристик інфраструктурних проєктів, однак дисертаційна робота виграла б від більш

детального аналізу впливу окремих параметрів на кінцевий результат рекомендаційної моделі. Такий аналіз дозволив би оцінити чутливість моделі до зміни вагових коефіцієнтів та визначити її найбільш критичні чинники.

3) У підрозділі 3.3 запропоновано математичну модель вибору методології управління проектом. Разом із тим доцільно було б ширше розглянути можливість використання альтернативних методів підтримки прийняття рішень, зокрема моделей машинного навчання або ансамблевих підходів, та провести їх порівняльний аналіз із запропонованою моделлю.

4) У підрозділі 4.2, присвяченому архітектурно-програмної реалізації інформаційної технології, результати дослідження могли б бути доповнені оцінюванням продуктивності системи при збільшенні обсягів вхідних даних та кількості одночасних користувачів. Це дозволило б більш повно охарактеризувати можливості використання розробленої інформаційної технології у великих організаціях.

5) У підрозділі 4.3 наведено результати програмної реалізації та апробації інформаційної технології. Водночас було б доцільно розширити оцінювання ефективності запропонованого підходу шляхом порівняння отриманих рекомендацій із рішеннями, прийнятими експертами-практиками або із результатами використання інших рекомендаційних систем.

Окремої уваги заслуговують перспективи розвитку запропонованої інформаційної технології. На мій погляд, дисертація лише окреслює потенціал використання штучного інтелекту для вдосконалення рекомендаційної підсистеми. Було б доцільно більш детально визначити можливі напрями розвитку інформаційної технології із застосуванням сучасних генеративних моделей та агентних систем підтримки прийняття рішень.

У роботі використано значну кількість схем, моделей та архітектурних діаграм, що позитивно впливає на сприйняття матеріалу. Разом із тим окремі рисунки містять велику кількість функціональних елементів, що дещо ускладнює їх сприйняття. На мій погляд, частину таких ілюстрацій доцільно було б подати у вигляді декількох взаємопов'язаних схем або винести окремі деталізовані фрагменти до додатків.

Наведені зауваження не мають принципового характеру, не знижують наукової цінності виконаного дослідження та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи. Більшість із них стосується можливих напрямів подальшого розвитку запропонованої інформаційної технології та розширення сфери її практичного застосування.

Загальний висновок офіційного опонента.

Дисертаційна робота Березуцького Ігоря Сергійовича на тему «Інформаційна технологія інтеграції бізнес-процесів у системі адміністрування інфраструктурними проектами» є завершеним самостійним науковим

дослідженням, у якому вирішено актуальне науково-прикладне завдання, що має істотне значення для розвитку галузі інформаційних технологій за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертації, є достатньо обґрунтованими, достовірними та підтверджуються результатами теоретичних досліджень, математичного моделювання, програмної реалізації, експериментальної перевірки та практичного впровадження.

Одержані результати характеризуються науковою новизною, мають теоретичне і практичне значення, а їх апробація та повнота висвітлення в наукових публікаціях відповідають вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Дисертаційну роботу виконано на належному науковому та методичному рівні. Робота відзначається логічною структурою, послідовністю викладення матеріалу, достатнім рівнем обґрунтованості наукових положень і коректністю застосування сучасних методів дослідження.

У цілому за актуальністю, науковою новизною, теоретичним і практичним значенням, ступенем обґрунтованості отриманих результатів та рівнем їх апробації дисертаційна робота Березуцького Ігоря Сергійовича «Інформаційна технологія інтеграції бізнес-процесів у системі адміністрування інфраструктурними проектами» повністю відповідає паспорту спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» (галузь знань 12 «Інформаційні технології»), а також вимогам Вимог до оформлення дисертації, затверджених наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 № 40 (зі змінами, внесеними згідно з наказом МОН України від 31.05.2019 № 759), та Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (у редакції постанови КМУ від 03 квітня 2024 р. № 507).

З огляду на викладене, вважаю, що дисертаційна робота відповідає встановленим вимогам, а її автор — Березуцький Ігор Сергійович — *заслуговує* на присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

ОФІЦІЙНИЙ ОПОНЕНТ

Доктор технічних наук, професор
завідувач кафедри програмного
забезпечення комп'ютерних систем
Національного технічного університету
«Дніпровська політехніка»

Михайло АЛЕКСЄЄВ

Підпис *Алексеев*
засвідчую:
вчений секретар
Вченої ради
Колотина

