

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії **Сергій ДАНІЛОВ**, 1997 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2021 році Київський національний університет будівництва і архітектури за спеціальністю Будівництво та цивільна інженерія, виконав акредитовану освітньо-наукову програму 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Разова спеціалізована вчена рада, утворена наказом Київського національного університету будівництва і архітектури Міністерства освіти та науки України, м. Київ від «03» квітня 2026 року № 54/52-14/90/26, у складі:

Голови разової спеціалізованої вченої ради – Олексій ТУГАЙ, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри організації і управління будівництвом Київського національного університету будівництва і архітектури

Рецензентів – Дениса ДУБІННА, кандидата економічних наук, доцента кафедри економіки будівництва Київського національного університету будівництва і архітектури
– Олени ЄМЕЛЬЯНОВОЇ, кандидата наук з державного управління, доцента, професора кафедри організації управління будівництвом Київського національного університету будівництва і архітектури

Офіційних опонентів – Василя ДОНЕНКА, доктора технічних наук, професора, професор кафедри будівництва, урбаністики та промислового планування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля
– Олександра МЕНЕЙЛЮКА, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва і архітектури

на засіданні «08» червня 2026 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» Сергію ДАНІЛОВУ на підставі публічного захисту дисертації «Моделі та методи мультиагентного розподілу трудових ресурсів в середовищі будівельних девелоперських проєктів в умовах невизначеності» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Дисертацію виконано в Київському національному університеті архітектури і будівництва Міністерства освіти та науки України, м. Київ.

Науковий керівник: Дмитро ПРИХОДЬКО, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри менеджменту в будівництві Київського національного університету будівництва і архітектури.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису. Дисертація є

актуальною і завершеною кваліфікаційною науковою працею, виконаною особисто автором. Отримані результати дисертаційної роботи Данілова Сергія спрямовані на вирішення важливого наукового завдання розвитку методичних засад та прикладного інструментарію мультиагентного розподілу трудових ресурсів у будівельних девелоперських проєктах. Запропоновані моделі забезпечують адаптивне управління трудовими ресурсами, цифрову узгодженість учасників проєкту та підвищення ефективності організаційно-трудова процесів в умовах невизначеності. Результати дослідження формують сучасну науково-методичну основу для інтелектуалізації систем управління у будівельному девелопменті.

Результати дисертаційної роботи створюють науково-прикладне підґрунтя для впровадження мультиагентних моделей управління трудовими ресурсами у будівельних організаціях. Удосконалена модель управління, побудована на принципах самоорганізації та цифрової взаємодії агентів, забезпечує прогнозування потреб у персоналі, адаптивний розподіл робочих потоків і підтримання ресурсного балансу. Запропонована архітектура агентної взаємодії підвищує стійкість та результативність девелоперських проєктів.

Запропоновані у дисертації методи мультиагентного моделювання, нечіткої логіки та сценарного аналізу дозволяють прогнозувати ризики й забезпечувати ефективну координацію персоналу в умовах динамічних змін. Розроблений підхід до застосування концепту «цифрового працівника девелоперського проєкту» забезпечує інтеграцію процесів адміністрування персоналу у BIM- та ERP-системах. Практичне впровадження результатів дослідження сприяє підвищенню продуктивності праці та ефективності управління девелоперськими проєктами.

Дисертація написана державною мовою та відповідає вимогам пункту 6 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 року №44 (зі змінами).

Здобувач має 14 наукових публікацій за темою дисертації, з них: 9 статей у наукових фахових виданнях України категорії «Б»; 5 тез наукових доповідей в збірниках матеріалів міжнародних конференцій:

Статті у наукових фахових виданнях України, які індексуються в міжнародних наукометричних базах:

1. Данілов С. Принципи конфігурації агентних взаємодій у складному трудовому середовищі IT-проєктів. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*, 2025, 2(56), 3–13. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56\(2\).3-13](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56(2).3-13) <https://ways.knuba.edu.ua/article/view/348032/334960>
2. Козак А., Данілов С., Поліщук О., Устинов Є. Структура інтеграційного підходу до оптимізації критеріально-параметричної системи управління економікою та менеджментом будівельних проєктів. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*, 2025, 1(55), 201–216. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55\(1\).201-216](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55(1).201-216). <https://ways.knuba.edu.ua/article/view/327012/316818> (Особистий внесок здобувача: розроблено інтеграційний підхід до оптимізації критеріально-параметричної системи управління будівельними проєктами, який забезпечує

узгодження економічних, ресурсних і управлінських рішень у цифровому середовищі)

3. Данілов С.Ю., Стельмах О.В., Кривда К.Є., Науменко Є.В. Теоретичні основи мультиагентного моделювання у системах управління трудовими ресурсами з акцентом на міждисциплінарну інтеграцію та поведінкову складову. *Просторовий розвиток*, 2025, 14, С. 110-121 <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.14.110-121>. <https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/29/2025/SD2514.pdf> (Особистий внесок здобувача: сформовано теоретичні засади мультиагентного моделювання управління трудовими ресурсами з урахуванням поведінкових факторів та міждисциплінарної інтеграції, що підвищує ефективність організації будівництва).

4. Малихін М.О., Данілов С.Ю., Іванина О.М., Зяхор Д.О. Трансформація економічних підходів до диверсифікації підприємницької діяльності в контексті будівництва. *Просторовий розвиток*, 2025, 13, С. 358-373 <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.13.358-373> <https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/29/2025/SD2513.pdf> (Особистий внесок здобувача: обґрунтовано напрями трансформації економічних підходів до диверсифікації діяльності будівельних підприємств з урахуванням інвестиційних ризиків і умов ринкової нестабільності).

5. Данілов С.Ю. Класифікація типів невизначеності в управлінні іт-проектами та їхній вплив на формування стратегій агентного розподілу трудових ресурсів. *Просторовий розвиток*, 2025, 15, С. 313-324 <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.15.313-324> <https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/29/2025/SD2515.pdf>

6. Стельмах О., Данілов С., Кривда К., Науменко Є. Системний аналіз концептуальних основ управління трудовими ресурсами в іт-середовищі з урахуванням трансформації парадигм під впливом динаміки цифрової економіки. *Будівельне виробництво*, 2025, 80, 77-85. <https://doi.org/10.36750/2524-2555.80.77-85>. <https://ndibv-building.com.ua/index.php/building/article/view/554/286> (Особистий внесок здобувача: узагальнено концептуальні засади управління трудовими ресурсами в умовах цифрової трансформації, зокрема із застосуванням hr-аналітики та гнучких моделей зайнятості в іт-орієнтованому середовищі).

7. Данілов С.Ю. Моделі реактивної адаптації агентів до контекстів невизначеності та зміни параметрів навколишнього середовища. *Управління розвитком складних систем*. 2025. № 64. С. 185 – 193 <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2025.64.185-193> <https://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-64/185-193.pdf>

8. Козак А., Герасимчук Я., Стельмах О., Данілов С. Шляхи модернізації системи організаційно-технологічного моделювання проектів будівництва в бік подолання можливих невизначеностей та загроз циклу проектів будівельного девелопменту. *Будівельне виробництво*, 2024, 77, 31-42. <https://doi.org/10.36750/2524-2555.77.31-42> <https://ndibv-building.com.ua/index.php/Building/article/view/506/238> (Особистий внесок здобувача: запропоновано підходи до модернізації організаційно-технологічного моделювання будівельних проектів, орієнтовані на зниження ризиків і підвищення ефективності управління проектним циклом).

9. Козак А., Соболев Д., Данілов С., Оксенчук Р., Шаршун Ф. Концептуалізація енергоадаптованих будівельних проектів у контексті сталого розвитку, регуляторного поля та цифрової трансформації. *Шляхи підвищення ефективності*

будівництва, 2022, 2(49), 305–319. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2022.49\(2\).305-319](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2022.49(2).305-319) <https://ways.knuba.edu.ua/article/view/342154/330046> (Особистий внесок здобувача: обґрунтовано концепцію енергоадаптованих будівельних проєктів у контексті сталого розвитку та цифрової трансформації, із використанням BIM-технологій та інструментів енергетичної оптимізації).

*Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:
тези доповідей на конференціях:*

10. **Данілов С.Ю.** Алгоритмічне забезпечення самонавчання агентів і вибору стратегій взаємодії в умовах обмеженого доступу до інформації. *Налаштування освітніх траєкторій в підготовці менеджерів будівництва в контексті відбудови України*: матеріали круглого столу, 30 травня 2023 р. К.: КНУБА, 2023. С. 25. <https://lnk.ua/FL4IPeGld>

11. **Данілов С.Ю.** Розробка варіативних моделей мультиагентного розподілу із залученням нечіткої логіки, сценарного аналізу та теорії ймовірностей. *Енергоощадні машини і технології*: програма V Міжнародної науково-практичної конференції, 22-24 травня 2024 р. К.: КНУБА, 2024. С. 44 <https://lnk.ua/wmbp18Yos>

12. Кричевська Ю.В., Грабчак П.В., **Данілов С.Ю.** Теоретико-методичні основи організації ресурсів та технологічного планування в проєктах зведення багатоповерхових будівель на основі девелоперських і мультиагентних моделей. *Проблеми генезису економіки інтелектуально-інноваційного капіталу*: матеріали доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 4-5 листопада 2025 року) / за заг. ред. В. М. Лича, Л.О. Згалат-Лозинської. Київ: КНУБА, 2025. С. 653-655 https://cf.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2026/01/Konference-program-KNUCA-4-5_11_2025.pdf

13. Грабчак П.В., **Данілов С.Ю.** Інтеграція організаційно-технологічних рішень у девелоперських проєктах будівництва та моделей мультиагентного розподілу трудових ресурсів в умовах невизначеності на ґрунті наукового процесу. *Актуальні проблеми освітнього процесу в контексті європейського вибору України*: матеріали VIII Міжнародної конференції (12 листопада 2025 року). Київ: Видавництво Ліра-К, 2025. С. 620-621 <https://repository.knuba.edu.ua/items/d0b87d1f-fb32-4375-8961-42e490aeda9b>

14. **Данілов С.Ю.**, Кривда К.Є. Моделі та методи мультиагентного управління ресурсами та моніторингу стійкості IT-проєктів і будівельних мереж в умовах невизначеності. *Архітектура, Будівництво, Дизайн: Виробництво, Інформатизація, Менеджмент*: Міжнародний науково-технічний форум: програма та тези доповідей (24-25 листопада 2025 р., м. Київ). Київ : Видавництво Ліра- К, 2025. С. 522-523 <https://drive.google.com/file/d/1h5Zrq3IXNGrt06JuGw2-5oeijf26i8SX/view>

Повнота викладення основних наукових результатів, висновків, рекомендацій та положень дисертаційного дослідження відповідає вимогам, що пред'являються до дисертаційних робіт на здобуття ступеня доктора філософії.

У дискусії взяли участь (голова, рецензенти, офіційні опоненти) та висловили зауваження:

Голова ради – доктор технічних наук, професор ТУГАЙ Олексій Анатолійович,

завідувач кафедри організації і управління Київського національного університету будівництва і архітектури, без зауважень.

Рецензент – кандидат технічних наук, ДУБІНІН Денис Владиславович, доцент кафедри економіки будівництва Київського національного університету будівництва і архітектури, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1) Дискусійне питання щодо вжиття в тексті дисертації терміну «цифровий трудовий ресурс», починаючи з стор. 39. Термін «цифровий трудовий ресурс у будівельному IT-середовищі» не є усталеним у науковій традиції спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», однак має чітке концептуальне підґрунтя в межах цифрової трансформації управління будівельними девелоперськими проектами. Його застосування є методологічно виправданим за умови чіткого розмежування між класичним розумінням трудових ресурсів як людського персоналу та їхньою формалізованою агентною репрезентацією в BIM/ERP-середовищі. У представленій дисертації даний термін набуває змісту інтегрованої моделі взаємодії людей, цифрових агентів та управлінських алгоритмів у мультиагентній системі. Такий підхід узгоджується з сучасними концепціями digital workforce та cyber-physical systems, що розвиваються в межах Industry 4.0. Водночас важливим є усунення терміно-онтологічної неоднозначності шляхом авторського визначення категорії. Встановлено, що запропонована інтерпретація дозволяє перейти від описового до формалізованого рівня моделювання управлінських процесів. Отже, термін має інноваційний характер, але є науково коректним у межах обраної дослідницької парадигми за умови його чіткої дефініції та науково-методичного закріплення.

2) Зауваження щодо рис. 2.6. в п. 2.3. другого розділу. Рисунок 2.6 загалом має логічно вибудовану багаторівневу структуру оцінювання інноваційної спроможності підприємства, однак зв'язок між діагностичними блоками та подальшим використанням результатів у контексті мультиагентного розподілу трудових ресурсів у будівельних девелоперських проектах простежується недостатньо чітко. Позитивним є системне охоплення факторів інноваційності, проте відсутня явна інтерпретація переходу від діагностики до управлінських рішень у ресурсному моделюванні. Доцільним є посилення концептуальної ув'язки між оцінкою інноваційної спроможності та її прикладним використанням у мультиагентних алгоритмах розподілу ресурсів у подальших розділах дослідження.

3) Зауваження щодо структурної схеми «Методична багаторівнева система компонентів дослідження» на стор. 114 в другому розділі. Поданий рисунок і супровідний опис загалом демонструють логічну ієрархію методичної системи, однак у представленому вигляді не забезпечують повного відображення механізмів взаємодії між рівнями методичної бази та цифровими інструментами, що використовуються в роботі. З одного боку, структура є наочною і концептуально узгодженою, з іншого - потребує більшої деталізації зв'язків між аналітичним, технологічним та інфраструктурним рівнями. Рекомендовано в подальшому уточнити прикладні сценарії застосування кожного блоку для підвищення інтерпретаційної цінності моделі

4) Зауваження стосовно формул (3.8)-(3.11) на стор. 137-138 в третьому розділі. Запропоновані формалізації інтегрованої оцінки ефективності та сценарні моделі

загалом демонструють логічну узгодженість із завданнями розділу щодо багатокритеріального аналізу та поведінкового моделювання в умовах невизначеності, однак мають переважно узагальнений характер і потребують чіткішого обґрунтування вибору функцій належності, вагових коефіцієнтів та калібрування параметрів для реальних будівельних даних. Водночас їх перевагою є можливість сценарної декомпозиції ризиків і адаптивної оцінки рішень агентів, що підсилює прикладну цінність моделі. Недоліком є недостатня формалізація процедур валідації та відсутність експериментального підтвердження стійкості результатів у різних умовах проєктної невизначеності.

5) Зауваження редакційного характеру щодо п. 3.3. В розглянутому підрозділі алгоритмічно-прикладна складова дослідження загалом подана достатньо розгорнуто і структуровано, з акцентом на інтеграцію мультиагентних моделей та механізмів самонавчання в контекст управління будівельними девелоперськими проєктами. Водночас, опис носить переважно концептуально-описовий характер і потребує більш чіткої формалізації процедур реалізації та верифікації запропонованих інструментів у практичних умовах, зокрема щодо їх алгоритмічної відтворюваності та прикладної імплементації в реальних проєктних середовищах.

Рецензент – кандидат наук з державного управління, доцент СМЕЛЬЯНОВА Олена Миколаївна, професор кафедри організації управління будівництвом Київського національного університету будівництва і архітектури, надала позитивний відгук із зауваженнями:

1. Представлена таблиця 1.1 змістовно відображає трансформацію управлінських парадигм, однак у її завершальних рядках або в подальшому текстовому супроводі доцільно було б узагальнити авторське бачення наукових і практичних передумов формування концепції «цифрового працівника». Зокрема, варто чіткіше окреслити, як наведені характеристики цифрової економіки логічно зумовлюють появу цієї парадигми як нового об'єкта управління. Таке доповнення посилює аналітичну завершеність таблиці та забезпечило більш виразний перехід концептуального розвитку дослідження. до подальшого

2. Зміст параграфу 1.2 у цілому коректно відображає заявлену тематику та створює належне теоретичне підґрунтя мультиагентного моделювання з урахуванням міждисциплінарних і поведінкових аспектів. Водночас у подальших дослідженнях доцільно дещо посилити структурованість викладу через узагальнення ключових теоретичних положень саме як авторської концептуальної позиції. Бажаним є також більш чітке акцентування зв'язку розглянутих підходів із задачами мультиагентного розподілу трудових ресурсів у девелоперських проєктах. Окремої уваги заслуговує можливість виокремлення стислих підсумкових узагальнень, що підсилять роль параграфу як концептуально-теоретичної основи дисертації.

3. Щодо тексту опису агентної взаємодії на стор. 56-60 (зокрема, рис. 1.5, 1.6 і табл. 1.6) є наступне редакційне зауваження автору доцільно було б у параграфі відобразити належний зв'язок між поняттями «цифровий взаємодія В структурі адміністрування працівник» девелоперським проєктом». Автору було б доцільно вказати, що «Цифровий працівник виступає носієм операційних функцій і поведінкових характеристик, тоді як агент адміністрування забезпечує узгодження

цілей, регуляцію взаємодій та адаптацію до змін проєктного контексту. Синергія їх взаємодії формують адаптивну систему управління, здатну до самоорганізації, оптимізації розподілу ресурсів та підвищення ефективності девелоперського проєкту.

4. Текст дисертації на стор. 69-73 фрагмент демонструє глибоке опрацювання типології невизначеності та її впливу на поведінку агентів, однак виклад має дещо перевантажений описовий характер та потребує більшої концептуальної узагальненості. Доцільно було б чіткіше виокремити авторську інтерпретацію ролі невизначеності як системо-утворювального чинника агентної взаємодії, узагальнивши її у вигляді стислої моделі або принципів. Крім того, варто посилити зв'язок наведених положень із предметною специфікою дисертації мультиагентним розподілом трудових ресурсів у девелоперських проєктах, що підвищить прикладну спрямованість результат.

5. Формули (2.12-2.14) загалом відображають логіку взаємозв'язку інноваційної спроможності та управлінських змін, проте їх подання потребує більш чіткого узгодження позначень та змінних (зокрема AP, DC, UC), що дещо ускладнює цілісне сприйняття запропонованого підходу; доцільно також та деталізувати економіко-управлінський зміст параметрів обґрунтувати вибір функціональних залежностей, особливо у випадку логістичної моделі, а також посилити взаємозв'язок між наведеними формулами як єдиною аналітичною конструкцією та доповнити їх прикладною інтерпретацією у контексті управління девелоперськими проєктами.

6. Формули (3.4) та (3.5) загалом коректно відображають імовірнісний підхід до оцінювання сценаріїв і вибору стратегій агентами, однак у їх поданні спостерігаються окремі неточності в позначеннях та індексації змінних (зокрема у співвідношеннях між ана,ss), що дещо ускладнює однозначне сприйняття логіки моделей. Доцільним є також невелике уточнення інтерпретації величини $P(a)$ як нормувального елемента в межах імовірнісної схеми. Бажано більш чітко розмежувати функціональне призначення формули Байєса та моделі переходу між стратегіями для уникнення можливих інтерпретаційних накладок. У цілому рекомендовано посилити прикладне трактування зазначених залежностей у контексті мультиагентного управління трудовими ресурсами у девелоперських проєктах.

7. Було б доцільно автору на заключних сторінках дисертації на прикладі певного девелоперського проєкту подати стисло характеристику впровадження інновацій стосовно «мультиагентного адміністрування» та «цифрового працівника» в девелоперському проєкті у форматі «кошторис витрати на устрій мультиагентних інновацій» → «технічний, функціональний, адміністративний ефекти» тощо.

Офіційний опонент – доктор технічних наук, професор ДОНЕНКО Василь Іванович, професор кафедри будівництва, урбаністики та промислового планування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1. Термінологічна неузгодженість назви дисертації та внутрішньої структури тексту. Тема дисертації позиціонує предметну область як «будівельні девелоперські проєкти», тоді як заголовки усіх трьох розділів і значної частини підрозділів послідовно оперують поняттям «ІТ-проєкти»: розділ 1 «...мультиагентного

управління трудовими ресурсами в ІТ-проектах», розділ 2 «...розподілу трудових ресурсів у мультиагентних системах управління ІТ-проектами», розділ 3 «...розподілу ресурсів в ІТ-проектах в умовах змінної складності». Аналогічна термінологічна позиція збережена у назвах низки фахових публікацій здобувача (статті №1, 4, 6, 14 за переліком наукових праць). Така невідповідність формулювань між темою та основним текстом потребує концептуального пояснення на захисті. На розгляд ради виноситься питання, чи розглядаються будівельні девелоперські проекти як підклас ІТ-проектів, чи як самостійний предмет управління, а ІТ-проекти використовуються як базова модель для перенесення інструментарію. У першій редакції наступних публікацій термінологічну позицію доцільно уніфікувати.

2. Передумови переходу до поняття «цифровий трудовий ресурс» (с. 41-43). Виклад загалом є змістовним, проте місцями має узагальнений, описовий характер. Зокрема, доцільне більш чітко розкриття причинно-наслідкових зв'язків між традиційним і цифровим підходами до управління персоналом та формалізація критеріїв такої трансформації. Без формалізації критеріїв (рівень автоматизації окремих операцій, частка цифрової комунікації у функціональних обов'язках, частка рішень, що приймаються у людино-машинній взаємодії) перехід від традиційного до цифрового трудового ресурсу залишається радше описовою категорією. Структурованість викладу етапів еволюції з прив'язкою до вимірюваних індикаторів сприяла б підвищенню аналітичної чіткості та забезпечила можливість зовнішньої валідації запропонованої концепції.

3. Зміст таблиці 1.4 у параграфі 1.1. Таблиця 1.4 змістовно відображає ключові компоненти моделі цифрового працівника, проте її аналітичний потенціал у контексті системного аналізу може бути розширений. Доцільне доповнення таблиці такими складовими, як поведінкові характеристики агента (мотивація, адаптивність, рівень залученості), параметри цифрового лідерства та здатність до самонавчання, що прямо впливають із подальшого тексту розділу і фактично використовуються при побудові моделей у розділах 2 і 3. Включення показників оцінювання ефективності цифрової взаємодії та індикаторів інтеграції у мультиагентне середовище посилює зв'язок таблиці з концепцією трансформації управлінських парадигм у цифровій економіці. Без такого доповнення між постановкою моделі цифрового працівника у першому розділі та її розгортанням у наступних розділах виникає змістовий розрив, який ускладнює відстеження логіки переходу від концептуального до операційного рівня.

4. Формули (2.2) та (2.3) на с. 82-83. Зазначені формули загалом коректно відображають логіку адаптивної поведінки та багатокритеріальної взаємодії агентів, однак супровідний виклад має концептуально-описовий характер. Інтерпретація параметрів моделей подається переважно текстом, без достатнього рівня формалізації умов їх застосування. Доцільне чітко визначення меж практичної інтерпретації змінних та припущень, за яких модель є валідною для трудових агентних систем: характер розподілів випадкових величин, властивості простору станів, тип функції корисності агента. Не менш важливим є посилення зв'язку між математичними виразами та конкретними сценаріями управління командами девелоперського проекту, що дозволило б іншому досліднику відтворити модельний

експеримент і зіставити отримані результати з описаними у роботі.

5. Формули (2.5) та (2.6). Формули адекватно відображають логіку самоорганізації та балансування ролей у агентному середовищі, проте супровідний текст потребує уточнення в частині обґрунтування характеристик самоорганізаційної поведінки. Доцільне чіткіше розкриття механізмів переходу від локальних взаємодій між парами агентів до глобальної узгодженості команди девелоперського проєкту: чи реалізується цей перехід через консенсусні протоколи, агрегацію часткових станів, ринковий механізм аукціонів, чи через інший механізм координації. Окремо варто розширити опис якостей самоорганізації за рахунок включення таких аспектів, як рівень автономності команди, швидкість адаптації до змін завдань і здатність до саморегуляції у кризових ситуаціях. У теперішній редакції перехід від мікрорівня до макрорівня залишається постульованим, а не виведеним з механіки взаємодії агентів.

6. Формула (3.8) і схема самонавчання агента (рис. 3.7). У фрагменті, що супроводжує формулу (3.8) та схему самонавчання, недостатньо розкрито взаємозв'язок між інтегрованою функцією ефективності та принципами самонавчання агента. Не показано, яким чином результати навчання агента безпосередньо впливають на зміну вагових коефіцієнтів і параметрів моделі ефективності, та чи передбачено механізм перевірки збіжності процесу навчання. Місце формули (3.8) у загальному інструментарії прийняття рішень потребує конкретизації, щоб уникнути її ізольованого сприйняття. Додатково доцільне посилення опису механізмів зворотного зв'язку між аналітичними панелями та процесом самонавчання: який канал передачі оцінок ефективності у навчальний контур, як часто оновлюються ваги, якою є реакція системи на суперечливі сигнали від різних аналітичних панелей. Без такого опису цілісність запропонованої моделі залишається на рівні структурної декларації.

7. Підрозділ 3.3: відсутність наскрізної схеми алгоритму. У підрозділі 3.3 бракує наскрізної узагальненої схеми алгоритму використання аналітичних і прикладних результатів у складі інструментарію мультиагентного розподілу ресурсів. Відсутнє інтегроване представлення послідовності їх застосування на всіх етапах підготовки та організації циклу девелоперського будівельного проєкту. Наявність такої схеми (наприклад, у формі нотації BPMN або розширеної блок-схеми з виділенням точок прийняття рішень, входів і виходів кожного модуля) дозволила б системно відобразити взаємозв'язок між окремими моделями, методами та модулями запропонованого інструментарію. Це підвищило б рівень структурної завершеності викладу та полегшило б практичне сприйняття результатів дослідження фахівцями організацій-впроваджувачів.

8. Відсутність кількісного зіставлення з базовими методами. У роботі не наведено систематичного кількісного зіставлення ефективності запропонованих мультиагентних моделей з традиційними детерміністичними методами розподілу трудових ресурсів і з підходами на основі експертних оцінок. Без такого зіставлення утруднена об'єктивізація приросту, який забезпечує запропонований інструментарій. Доцільно представити порівняльні показники щонайменше за такими метриками: час прийняття рішення про перерозподіл ресурсу, точність прогнозу завантаження персоналу (середня абсолютна похибка), рівень відхилення

фактичного балансу від планового, чутливість моделі до зміни вагових коефіцієнтів. Така порівняльна таблиця могла б бути винесена у додатки і не потребує переробки основного тексту, проте значно посилила б емпіричну переконливість результатів.

9. Технічні характеристики програмної реалізації мультиагентної моделі. У роботі недостатньо розкрито технічну сторону реалізації мультиагентної симуляції: середовище розробки (NetLogo, AnyLogic, Mesa, JADE або інше), параметри експериментів, кількість прогонів імітаційної моделі для статистично значущого результату, метод генерації випадкових збурень. Для технічної дисертації за спеціальністю 192 ця інформація є істотною з огляду на вимогу відтворюваності результатів. На мій погляд, доцільно було б прокоментувати, на якій програмній платформі реалізовано симуляцію та які типові обчислювальні характеристики моделі (час одного прогону, обсяг параметричного простору, ступінь паралелізації).

10. Рекомендації щодо подальших досліджень. Як перспективні напрями розвитку дослідження доцільно рекомендувати: поглиблення емпіричної верифікації запропонованих мультиагентних моделей на ширшій вибірці будівельних девелоперських проектів з різним рівнем організаційної зрілості; удосконалення механізмів інтеграції штучного інтелекту та алгоритмів самонавчання агентів у промислові системи управління персоналом з урахуванням галузевої специфіки; розвиток методів кількісної оцінки ефектів цифрової трансформації трудових ресурсів через удосконалення інтегрованих показників ефективності та ризик-менеджменту; розширення дослідження у напрямі міжорганізаційної взаємодії агентних систем у мультипроектному середовищі будівельного девелопменту.

Офіційний опонент – доктор технічних наук, професор МЕНЕЙЛЮК Олександр Іванович, завідувач кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва і архітектури, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1. У цілому висновки першого розділу відображають ключові результати дослідження та логічно узагальнюють отримані положення. Однак, незважаючи на широке охоплення (Друкер, Ульріх, Берсін, Зубофф, Канеман та ін), в аналізі інформаційних джерел можна виділити певні прогалини.

Упущені або слабо проаналізовані напрямки:

- Специфіка вітчизняного девелопменту за умов кризи: Хоча автор посилається на загальні роботи з невизначеності, практично відсутні посилання на сучасні дослідження (2024–2025 рр.) щодо адаптації будівельних компаній саме до умов воєнного часу та повоєнного відновлення України, що є вкрай актуальним для теми дисертації.

- Глибокі технічні публікації з інтеграції BIM та AI: Автор згадує BIM-системи (Procore, Navisworks), але не наводить детального аналізу робіт, присвячених алгоритмам автоматичного розпізнавання образів на будмайданчику для потреб HR-аналітики.

Робота значно покращилася б, якби в ній був аналіз сучасних (за 2024-25 роки) джерел, наприклад:

- Stepanov V., Ferson S. "Agent-based models under uncertainty" (2024). Опубліковано в F1000Research. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://f1000research.com/articles/12-834>.

• Syvytskyi Y., Shevchenko V. "Computer Simulation Model of the Organization at the Stage of Transformation" (2024). CEUR Workshop Proceedings. — Режим доступу: https://ceur-ws.org/Vol3806/S_61_Shevchenko_Syvytskyi.pdf.

• Хмельницький А. В. «Цифрова модернізація публічного управління: роль ШІ» (2025). Дисертація PhD. — Режим доступу: <https://karazin.ua/storage/staticcontent/source/documents/aspirantura/zakhysty/Khmelnyskyi/15-07/dysertatsia15-07.pdf>.

2. Поданий у п.2.1 матеріал загалом є змістовно насиченим і логічно структурованим, проте потребує певного редакційного уточнення щодо узгодженості окремих теоретичних положень із прикладними механізмами формування агентних взаємодій у трудовому середовищі ІТ-проектів. Зокрема, доцільно було б більш чітко підкреслити зв'язок між формалізованими моделями (зокрема матрицями та функціями оновлення станів агентів) і їх впливом на практичну результативність розподілу трудових ресурсів.

3. У поданому фрагменті з формулами (2.15) та (2.16) логічно окреслено взаємозв'язок між людським капіталом, організаційною культурою та потенціалом управлінських змін, однак цей опис потребує більш чіткого редакційного узгодження з контекстом мультиагентного розподілу трудових ресурсів. Доцільно було б додатково розкрити, яким чином наведені індекси НС та УС впливають на результативність мотивації агентів у процесах адміністрування девелоперських будівельних проектів. Також бажано конкретизувати механізм переходу від теоретичних залежностей до їх використання в алгоритмах розподілу та прийняття рішень у мультиагентному середовищі. Це дозволило б посилити прикладну інтерпретацію моделі та її безпосередній зв'язок із ефективністю управління ресурсами.

4. Розглянутий в п.3.1. на стор.130-131, рис. 3.6 та супровідним формалізованим описом задачі оптимізації загалом логічно відображає концепцію мультиагентного управління та демонструє її теоретичну цілісність. Водночас доцільно було б посилити його розрахунково-ілюстративну складову шляхом наведення конкретного числового прикладу застосування запропонованих співвідношень для окремих агентів. Зокрема, бажано було б продемонструвати покроковий розрахунок зміни стану агента за функцією переходу та результат оптимізаційної задачі для типового кейсу. Це дозволило б більш наочно простежити практичну реалізацію моделі та підвищило б рівень її прикладної інтерпретованості. Таке доповнення не змінює загальної концепції, але суттєво підсилює її демонстраційну та верифікаційну складову.

5. Використання формули (3.12) та даних таблиці 3.1 у контексті сценарного підходу до мультиагентного розподілу ресурсів загалом є методично обґрунтованим і логічно узгодженим. Водночас потребує більш чіткого пояснення змістовне наповнення часткових показників E_{delay} , E_{budget} та E_{innov} , а також їх зв'язок із параметрами агентної взаємодії.

6. У цілому представлений прикладний інструментарій дисертаційного дослідження характеризується високим рівнем концептуальної опрацьованості та системністю побудови, однак у межах опису окремих підсистем і модулів програмного комплексу на стор. 157-160 спостерігається певна узагальненість

викладу. Зокрема, недостатньо детально розкрито внутрішню структуру окремих компонентів, а також механізми їхньої взаємодії та інформаційного обміну між модулями. Доцільним було б більш предметно конкретизувати реалізаційні аспекти функціонування запропонованих модулів у прикладному середовищі. Така деталізація сприяла б кращому розумінню практичної реалізації інструментарію та підвищила б наочність запропонованих рішень.

7. Автор справедливо вказує на перспективи досліджень, проте дуже важливим, на наш погляд, перспективним напрямом є перехід від імітаційних моделей до систем автономного оперативного управління, де мультиагентна система зможе самостійно перерозподіляти наряди-допуски в режимі реального часу на основі даних з пристроїв (wearables), що носять робочі, мінімізуючи людський фактор при прийнятті рутинних рішень.

8. На наш погляд, суттєво покращити роботу могли б наступні доповнення:

8.1. Інтеграція з технологіями цифрових двійників (Digital Twins) будівель: Більш детальний опис того, як розподіл персоналу змінюється не просто у BIM-моделі, а у живій моделі, синхронізованій з датчиками наоб'єкті.

8.2. Розширення вибірки для апробації: Незважаючи на наявність 3 актів впровадження, результати були б переконливішими при проведенні порівняльного експерименту на великому інфраструктурному проєкті державного значення.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,

«Проти» немає членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує **Сергію ДАНИЛОВУ** ступінь доктора філософії з галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192«Будівництво та цивільна інженерія».

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої
вченої ради



Олексій ТУГАЙ

Підпис Тугая О.А. засвідчую

Вчений секретар Вченої ради,
Київського національного університету
будівництва та архітектури



Микола КЛИМЕНКО