

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії **Микола ФЕДОРЧЕНКО**, 1998 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2021 році Київський національний університет будівництва і архітектури за спеціальністю Інформаційні системи та технології, виконав акредитовану освітньо-наукову програму 126 «Інформаційні системи та технології».

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 – Євгенія БОРОДАВКИ, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики Київського національного університету будівництва і архітектури

Рецензентів – Тетяни ГОНЧАРЕНКО, доктора технічних наук, професора, завідувачки кафедри інформаційних технологій Київського національного університету будівництва і архітектури

– Вадима ПОКОЛЕНКА, доктора технічних наук, професора, професора кафедри менеджменту в будівництві Київського національного університету будівництва і архітектури

Офіційних опонентів – Андрія ОЛІЙНИКА, доктора технічних наук, професора, професора кафедри програмних засобів Національного університету «Запорізька політехніка»

– Юрія АНДРАШКА, кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри системного аналізу та теорії оптимізації Державного вищого навчального закладу «Ужгородський національний університет»

на засіданні «03» червня 2026 року ухвалила рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» Миколі ФЕДОРЧЕНКУ на підставі публічного захисту дисертації «Інтелектуальна інформаційна система підтримки вибору альтернатив енергоощадних будівель з використанням штучного інтелекту» за спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології».

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

Наукові керівники: Олександр ТЕРЕНТЬЄВ, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики Київського національного університету будівництва і архітектури та Євгеній ГОРБАТЮК, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри будівельних машин 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

Федорченка Миколи Андрійовича спрямовані на вирішення актуального наукового завдання створення інтелектуальної інформаційної системи підтримки вибору енергоощадних будівель. Запропонована система базується на інтеграції технологій штучного інтелекту, BIM-моделювання та цифрових двійників у єдиному інформаційному середовищі. Розроблені моделі та алгоритми забезпечують підвищення точності оцінювання енергетичних характеристик і оптимізацію проєктних рішень. Отримані результати мають важливе значення для розвитку спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології».

Результати дисертаційної роботи формують сучасне науково-методичне підґрунтя для розроблення інтелектуальних інформаційних систем у сфері енергоефективного будівництва. Удосконалено підходи до інтеграції теплотехнічного моделювання у BIM-середовище та методи візуалізації енергомоделей. Запропонована адаптивна модель багатокритеріального вибору рішень із застосуванням нейронних мереж, нечіткої логіки та методів підтримки векторів. Це забезпечує підвищення ефективності аналізу та прогнозування параметрів енергоефективності.

Запропоновані у дисертації науково-прикладні рішення забезпечують автоматизоване виявлення енергетичних ризиків та підтримку ухвалення рішень у процесах проєктування будівель. Розроблена мікросервісна архітектура системи забезпечує масштабованість, адаптивність і ефективне адміністрування даних. Практичне впровадження результатів у навчальний процес КНУБА підтверджує їхню прикладну цінність та відповідність сучасним напрямкам розвитку інформаційних систем і технологій.

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 9 наукових публікацій за темою дисертації, з них: 6 статей у наукових фахових виданнях України категорії «Б»; 3 тези наукових доповідей в збірниках матеріалів міжнародних конференцій:

Статті у наукових періодичних виданнях інших держав та у виданнях України, які включено до міжнародних наукометричних баз

1. Федорченко М.А. Інтеграція штучного інтелекту та BIM-технологій для забезпечення нормативної відповідності та енергоефективності будівель. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*. 2025. № 56(2). С. 65–78. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56\(2\).65-78](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56(2).65-78) (Фахове видання «Б»)

2. Федорченко М.А., Катін О.А. Побудова інтегрованого аналітичного простору для виявлення сукупного рівня енергоефективності будівлі. *Управління розвитком складних систем*. 2025. № 63. С. 201–211. <https://dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2025.63.201-211> (Фахове видання «Б»)

3. Федорченко М.А., Катін О.А., Гроголь В. Опрацювання понятійного апарату щодо сумісного застосування штучного інтелекту та ІТ як нового підґрунтя вибору варіантів будівель з раціональними характеристиками. *Управління розвитком складних систем*. 2025. № 62. С. 141–154. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2025.62.141-154> (Фахове видання «Б»)

4. Fedorchenko M. Detailing the procedural and expert components of the digital framework for forming a reliable energyefficient state of buildings. *Transfer of Innovative Technologies*. 2025. Vol. 8, No. 1. URL: <https://tit.knuba.edu.ua/article/view/334492> (англ.). (Фахове видання «Б»)

5. Федорченко М.А., Катін О.А. Цифровізація економіки як домінанта трансформації систем управління будівельних підприємств. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*. 2026. № 55(3). С. 12–30. DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55\(3\).12-30](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55(3).12-30) (Фахове видання «Б»)

6. Федорченко М.А. Інформаційні та програмні модулі для підтримки рішень у досягненні енергоефективності проектування будівель. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*. 2026. № 57(1). С. 257–269. DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2026.57\(1\).257-269](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2026.57(1).257-269) (Фахове видання «Б»)

Наукові праці, що представлені як тези доповіді у міжнародних науково-технічних конференціях

7. Chupryna Kh., Gonchar V., Biloshchytskyi Y., Predun K., Fesun A., Fedorchenko M. Research and assessment of the effectiveness of digital transformation processes of construction enterprises. *Proceedings of the 2025 IEEE 5th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)*. Astana, 2025. P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1109/SIST61657.2025.11139364> (англ.) (Scopus)

8. Федорченко М. Комплексна оцінка енергоефективності будівель на основі інструментів штучного інтелекту та сучасних аналітичних методів прийняття проектних рішень. *Енергоощадні машини і технології: програма V Міжнародної науково-практичної конференції, 22–24 травня 2024 р., Київ*. Київ: КНУБА, 2024. http://esmt.knuba.edu.ua/?page_id=1082

9. Федорченко М.А. Моделювання підсистем програмного комплексу формалізованого адміністрування процесів підвищення енергоефективності будівель. *Налаштування освітніх траєкторій в підготовці менеджерів будівництва в контексті відбудови України: програма круглого столу, 30 травня 2023 р.* Київ: КНУБА, 2023. <https://cf.knuba.edu.ua/uchast-u-naukovyh-konferencziyah-zahodah-ta-kruglyh-stolah/>

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 БОРОДАВКА Євгеній Володимирович, завідувач кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики Київського національного університету будівництва і архітектури, без зауважень.

Рецензент – доктор технічних наук, професор, ГОНЧАРЕНКО Тетяна Андріївна, завідувачка кафедри інформаційних технологій Київського національного університету будівництва і архітектури, надала позитивний відгук із зауваженнями:

1) У дисертаційній роботі достатньо ґрунтовно обґрунтовано актуальність створення інтелектуальної інформаційної системи підтримки вибору альтернатив

енергоощадних будівель, однак у першому розділі не повністю розкрито порівняльний аналіз існуючих підходів до інтеграції BIM та штучного інтелекту. Доцільним було б більш чітко окреслити їх обмеження та переваги у контексті енергоефективного проектування.

2) У висновках до першого розділу слід було б вказати про сутність емерджентних властивостей моделей вибору енергоощадних будівель. На думку рецензента, ці властивості полягають «у здатності системи формувати нові узагальнені знання та оптимальні рішення на основі взаємодії BIM-даних, моделей штучного інтелекту та нормативних обмежень». Вони проявляються у синергетичному ефекті, коли інтеграція різнорідних інформаційних компонентів забезпечує появу більш точних і адаптивних проектних альтернатив, ніж кожен модуль окремо. Крім того, такі властивості забезпечують самонавчання, адаптацію до змінних умов середовища та підвищення якості багатокритеріального вибору енергоефективних рішень. Хоча ці властивості не згадані у висновках до першого розділу, але автором ці властивості належно враховано при формуванні комплексу програм у п.3.6, а саме на стор.137-141.

3) У роботі представлено розгорнуту постановку задачі багатокритеріального вибору енергоощадних рішень, проте було б доцільно надати ще більшу деталізацію критеріїв формування вхідних параметрів для інтелектуальної системи. Зокрема, потребувало б уточнення у висновках до 3 розділу, які саме фактори є домінуючими при оцінюванні альтернатив та яким чином здійснюється їх нормалізація і пріоритизація в межах моделі.

4) Дисертація пропонує використання моделей штучного інтелекту для прогнозування енергоефективності будівель, однак недостатньо чітко описано процедури валідації та перевірки стійкості отриманих результатів у різних кліматичних і експлуатаційних сценаріях. Це може для окремих типів будівель ускладнити рівень оцінювання універсальності запропонованих рішень.

5) У параграфі 4.3 ґрунтовно розкрито аспекти візуалізації та інтеграції результатів у BIM-середовище, однак доцільно більш чітко формалізувати взаємодію між AI-модулями та компонентами BIM з позицій спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», зокрема через опис архітектурних патернів, протоколів обміну та моделей даних. Також варто деталізувати алгоритмічні засади підтримки ухвалення рішень (MCDA, прогнозні моделі) у контексті їх інтеграції з візуальними інтерфейсами. Це підвищить наукову обґрунтованість розробленої системи як інтелектуального інструменту вибору альтернатив енергоощадних будівель.

6) У контексті подальшого вдосконалення роботи варто було б більш детально описати алгоритм застосування штучного інтелекту для адаптивного формування та оцінювання варіантів енергоощадних будівель із урахуванням багатокритеріальності задачі. Доцільним також є уточнення етапів обробки даних, навчання моделей і прийняття рішень у межах єдиного інформаційного контура системи. Крім того, у подальших дослідженнях можна більш наочно відобразити роль сучасних компонентів інформаційних технологій (BIM, цифрові двійники, хмарні платформи та аналітичні модулі) у забезпеченні інтегрованого процесу генерації та відбору оптимальних проектних альтернатив. Такі уточнення сприятимуть ще більш повному розкриттю потенціалу запропонованого підходу та його практичної реалізації.

Рецензент – доктор технічних наук, професор ПОКОЛЕНКО Вадим Олегович, професор кафедри менеджменту в будівництві Київського національного університету будівництва і архітектури, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1. У розділі 1 достатньо детально висвітлені основні можливості BIM-технологій та їх інтеграція з іншими IT-компонентами, однак є потреба в глибшому розгляді аспектів адаптації таких систем до специфічних умов будівельних проєктів в Україні, зокрема з урахуванням локальних кліматичних та нормативних особливостей. Крім того, наукова гіпотеза про інтеграцію BIM та ШІ для адаптивного вибору проєктних альтернатив є актуальною та перспективною, але для більш чіткого формулювання задач дослідження необхідно додати уточнення щодо конкретних інструментів і методів, які будуть використані в реалізації цієї інтеграції, а також визначити потенційні труднощі впровадження таких технологій у реальних умовах будівництва.

2. Зауваження та рекомендації стосовно змісту досліджень другого розділу. У контексті другого розділу роботи, який стосується нейтралізації загроз енергоефективності будівель, варто поглибити розгляд специфічних стратегій мінімізації впливу екстремальних погодних умов, змін клімату та аномалій у поведінці користувачів. Рекомендується також дослідити подальшу інтеграцію технологій BIM, IoT, штучного інтелекту та машинного навчання для створення синергії, яка підвищить енергоефективність і комфорт користувачів. Важливо зосередитися на визначенні чітких критеріїв ефективності таких систем, що враховують технічні та економічні аспекти, а також вплив на екологічну стійкість і користувацький комфорт будівель.

3. У розділі 3 «Аналітико-прикладне забезпечення та спрямування ШІ на вибір варіантів енергоефективності будівель» наведено важливі науково-прикладні підходи до розв'язання задач енергоефективності з використанням штучного інтелекту. Проте виявляється потреба в уточненні того, як саме окремі результати та розрахункові індикатори, представлені в пунктах 3.4, впливають на загальний контекст розвитку інформаційних систем для енергоефективного проєктування. Окрім того, у висновках до 3 розділу слід конкретизувати, яким чином отримані науково-аналізовані результати вплинули на формування провідних результатів, зокрема щодо застосування алгоритмів ШІ для прогнозування і досягнення бажаного енергоефективного стану будівель. Однак це зауваження спростовується наданою автором розширеною деталізацією компонент новизни в п. 3.5.

4. До значних науково-прикладних переваг даного дослідження слід віднести зроблену автором у 4 розділі інтеграцію результатів енергетичного моделювання та прогнозування в цифровий інструментарій управління енергоефективністю. Такий інструментарій та вмонтовані в його склад компоненти IT дозволяють зібрати та аналізувати дані в єдиній інтегрованій системі, що включає BIM-моделювання, IoT-сенсори, енергетичні модулі та алгоритми штучного інтелекту. Рецензент висловлює надію на подальший успішний розвиток та впровадження результатів дисертаційного дослідження, зокрема у сфері інтеграції інноваційних інформаційних технологій в процеси проєктування енергоефективних будівель. Для досягнення максимального ефекту він пропонує окремо виокремити наявні підсистеми, які складають інструментарій для підтримки прийняття рішень:

- BIM-модель – інтегрує геометричні та структурні дані з енергетичними показниками будівлі.
- Data Lake (енергодані) – функціонує як центральне сховище для збору та аналізу енергетичних, сенсорних та кліматичних даних.
- IoT-шлюзи – забезпечують реальний моніторинг стану будівлі через сенсори, що відслідковують параметри мікроклімату.
- AI-модулі – здійснюють глибокий аналіз трендів та прогнозування енергоспоживання на основі великої кількості даних.
- Модулі індексації – проводять розрахунки показників ефективності будівель на основі визначених критеріїв.
- Візуалізація (UI/UX) – забезпечує інтуїтивно зрозуміле представлення результатів через інтерактивні дашборди, теплові карти та 3D-моделі.

Ці шість підсистем утворюють потужну та скоординовану екосистему, яка не лише забезпечує точний вибір енергоефективних рішень, але й дозволяє здійснювати постійний моніторинг та оперативну оптимізацію в реальному часі. Використання інтерактивних візуалізаційних інструментів, таких як дашборди та цифрові двійники, дозволяє всім учасникам процесу (архітекторам, інженерам, інвесторам) ефективно і швидко приймати обґрунтовані рішення, що сприяє зниженню ризиків, поліпшенню планування та досягненню високих стандартів енергоефективності будівель.

Офіційний опонент – доктор технічних наук, професор ОЛІЙНИК Андрій Олександрович, професор кафедри програмних засобів Національного університету «Запорізька політехніка», надав позитивний відгук із зауваженнями:

1) у параграфі 1.1 недостатньо повно відображено нормативно-правовий аспект що регламентує процес фіксації пошкоджень будівельних об'єктів та формування відповідної звітної документації. Залучення положень чинних нормативних актів і стандартів дозволило б посилити прикладну складову дослідження. Це також сприяло б більш чуткому обґрунтуванню постановки задачі та підвищенню практичної значущості отриманих результатів;

2) у параграфі 1.2 автором достатньо ґрунтовно розкрито інструментальні та візуально-графічні можливості BIM-середовищ і суміжних IT-рішень, однак виклад матеріалу має переважно описовий характер. Недостатньо чітко структуровано розмежування між функціональними можливостями окремих платформ та їх інтеграційною роллю в запропонованій системі. Доцільним було б більш акцентовано виділити критеріальну оцінку ефективності використання BIM-інструментів у задачах енергоефективного проектування. Загалом підрозділ потребує посилення аналітичної складової та узагальнення отриманих результатів у контексті мети дослідження;

3) текст параграфу 2.2 характеризується високим рівнем наукової насиченості та демонструє сучасне бачення інтеграції BIM і III, однак потребує певною доопрацювання в частині структуризації викладу та чіткого розмежування теоретичних положень і прикладної реалізації. Зокрема, окремі фрагменти містять надмірну деталізацію алгоритмічних процедур, що дещо ускладнює сприйняття основної логіки запропонованої моделі. Бажаним є також більш узгоджене подання нормативної складової (ДБН, ДСТУ) у контексті запропонованої AI-BIM системи для підсилення аргументації її практичної придатності. Крім того, доцільно більш чітко окреслити узагальнені висновки за результатами

представленого прикладного моделювання для посилення цілісності наукового викладу;

4) параграф 3.3 загалом має високий рівень науково-методичної опрацьованості та відображає сучасні підходи до побудови експертних AI-компонентів у цифровому середовищі будівель. Водночас виклад потребує певного уточнення щодо ієрархії взаємодії між окремими підсистемами (ML, IoT, сценарне моделювання) для більшої структурної прозорості запропонованої архітектури. Окремі фрагменти містять надмірну деталізацію опису методів прогнозування, що дещо ускладнює виокремлення ключових інноваційних положень роботи;

5) текст параграфу 4.2 містить ґрунтовний експериментальний матеріал, однак окремі положення щодо валідації прогнозованої моделі потребують більш чіткого обґрунтування вибору вихідних даних та чутливості результатів до припущень моделювання. Також бажано уточнити межі застосовності отриманих результатів для інших кліматичних зон і типів будівель. Загалом висновки є переконливими, однак доцільно посилити їх статистичну верифікацію та порівняння з додатковими базовими моделями;

б) зауваження в цілому до змісту 4 розділу: в дисертації недостатньо наочно продемонстровано приклад наскрізного застосування розроблених аналітичних інструментів, IT-технологій та програмних компонентів у єдиному інтегрованому циклі від – вихідних даних до формування остаточного вибору. Мова саме йде про наскрізний приклад. Бажано більш чітко візуалізувати практичну взаємодію модулів системи та послідовність їх роботи для підвищення рівня відтворюваності запропонованого підходу.

Офіційний опонент – кандидат технічних наук, доцент АНДРАШКО Юрій Васильович, доцент кафедри системного аналізу та теорії оптимізації Державного вищого навчального закладу «Ужгородський національний університет», надав позитивний відгук із зауваженнями:

1. На сторінках 26–28 при визначенні положень щодо особистого наукового внеску здобувача використано поняття «аналітичний простір оцінки енергоефективності будівель» та «адаптивний метод багатокритеріального вибору проектних рішень». Разом з тим зміст зазначених термінів у роботі розкрито недостатньо повно. У зв'язку з цим у підрозділі 1.1 доцільно було б подати їх авторські науково-онтологічні визначення в контексті тематики дисертаційного дослідження та спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології».

2. У підрозділі 1.2 (стор. 40–47) окремі положення мають переважно описовий характер і потребують більш глибокого аналітичного узагальнення. Доцільним було б також розширити методичне обґрунтування підходів до інтеграції BIM-технологій, засобів штучного інтелекту та інформаційних систем у процесах енергоефективного проектування. Крім того, частина наведеного табличного матеріалу потребує більш детального узагальнення та аналітичних висновків щодо представлених результатів.

3. У підрозділі 2.3 (стор. 67–74) концептуальні положення моделі, математичний апарат, опис алгоритмів машинного навчання та програмно-технічні аспекти їх реалізації подано без достатнього структурного розмежування. Зокрема, опис застосування нейронних мереж, BIM-

виокремлення власне науково-методичних результатів дослідження. Доцільним було б більш чітко відокремити теоретичні аспекти запропонованого підходу, зокрема межі застосування моделі, припущення та обмеження використання алгоритмів штучного інтелекту, від опису технічної реалізації та інтеграції програмних компонентів, перенісши останні до розділу 4, присвяченого реалізації моделі та експериментальним дослідженням.

4. У підрозділі 3.4 (стор. 114–124), присвяченому розрахунковим індикаторам та візуалізації застосування штучного інтелекту для досягнення очікуваного стану енергоефективності будівлі, доцільно було б більш чітко структурувати та формалізувати основні етапи запропонованої цифрової методики динамічного розрахунку індикаторів. Зокрема, потребує додаткової конкретизації послідовність обчислювальних процедур, логіка формування індикаторів та взаємозв'язки між окремими компонентами моделі, що використовуються для аналізу альтернативних проектних рішень, прогнозування витрат та обґрунтування вибору енергоефективних варіантів.

5. У підрозділах 3.4, 3.5 та висновках до третього розділу недостатньо чітко узагальнено практичне значення отриманих результатів у контексті зниження ризиків при виборі енергоефективних проектних рішень. З огляду на розроблені в роботі аналітичний простір оцінки енергоефективності, адаптивний метод багатокритеріального вибору, когнітивні моделі III та механізми прогнозування тепловтрат, доцільно було б більш конкретно відобразити їх вплив на зменшення невизначеності, підвищення достовірності оцінювання альтернатив та обґрунтованості прийняття проектних рішень.

6. У підрозділі 4.2 недостатньо структуровано подано послідовність етапів імітаційно-сценарного моделювання показника EUI та енергостійкості будівель. Зокрема, доцільно було б більш формалізовано відобразити взаємозв'язок між формуванням BIM-моделі, генерацією сценаріїв експлуатації, прогнозуванням енергоспоживання засобами штучного інтелекту та адаптивною оптимізацією проектних рішень.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,

«Проти» немає членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує **Миколі ФЕДОРЧЕНКУ** ступінь доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології».

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої
вченої ради

Євгеній БОРОДАВКА

Підпис Бородавкі Є.В. засвідчує

Вчений секретар Вченої ради
Київського національного університету
будівництва і архітектури



Микола КЛИМЕНКО