

## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу  
Сердечного Павла Юрійовича  
представлену на здобуття ступеня доктора філософії  
в галузі знань 14 Електрична інженерія  
за спеціальністю 144 – Теплоенергетика

### **Актуальність теми дисертації.**

Актуальність теми дисертаційної роботи зумовлена сукупністю технічних, економічних та екологічних викликів, що постають перед будівельною галуззю та енергетикою України в умовах глобального переходу до енергоефективних і кліматично нейтральних технологій. Підвищення ефективності використання енергоресурсів є одним із ключових напрямів державної політики та відповідає стратегічним пріоритетам сталого розвитку. Зростання вартості енергоресурсів, обмеженість власних паливно-енергетичних ресурсів та необхідність скорочення викидів парникових газів роблять питання енергоефективності будівель надзвичайно актуальним.

Значна частина існуючого будівельного фонду України характеризується низькими теплозахисними властивостями огорожувальних конструкцій, що зумовлює підвищене енергоспоживання, значні тепловтрати та перевитрати бюджетних і приватних коштів на опалення та кондиціювання. При цьому особливу роль відіграють теплопровідні включення — локальні ділянки конструкцій, через які відбуваються непропорційно великі тепловтрати. Ігнорування їх впливу призводить до завищення розрахункових показників енергоефективності, погіршення мікроклімату приміщень, появи зон конденсації та біологічного ураження.

Міжнародний досвід та численні наукові дослідження свідчать, що теплові мости можуть забезпечувати додаткові втрати тепла на рівні 20–40 % від загальних тепловтрат будівлі. Усунення або мінімізація цього впливу є важливим чинником досягнення цілей сталого розвитку та підвищення енергоефективності. Проте в Україні облік теплопровідних включень у практиці проектування та енергетичного аудиту здійснюється переважно за спрощеними методиками, які не враховують повною мірою реальні експлуатаційні умови.

У цьому контексті дисертаційне дослідження, спрямоване на удосконалення методів оцінювання впливу теплопровідних включень та розробку конструктивних рішень для їх мінімізації, набуває особливої значущості. Використання сучасних програмних засобів чисельного аналізу у поєднанні з динамічним енергетичним моделюванням, дозволяє комплексно

оцінити вплив термічної неоднорідності на річну енергопотребу будівель та споживання первинного палива і сформулювати обґрунтовані рекомендації щодо їх термомодернізації.

Результати роботи спрямовані на вирішення науково-прикладного завдання у сфері енергоефективності: підвищення точності енергетичних сертифікатів, оптимізацію конструктивних вузлів, зменшення тепловтрат та покращення енергоефективності будівель як у новому будівництві, так і під час реконструкції. Впровадження отриманих результатів сприятиме зниженню енергоспоживання в масштабах країни, зменшенню залежності від імпортованих енергоносіїв, покращенню екологічної ситуації та підвищенню рівня комфортності й довговічності будівель.

Таким чином, дисертаційне дослідження гармонійно поєднує вирішення фундаментальних і прикладних завдань, роблячи внесок у реалізацію національної політики енергоефективності, а також у досягнення міжнародних кліматичних цілей і стандартів сталого розвитку.

**Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1) Поглиблено дослідження теплового стану характерних вузлів термічно неоднорідних огорожувальних конструкцій будівель різного призначення з урахуванням актуальних вимог законодавства щодо енергетичної ефективності та стандартів будівель класу nZEB.

2) Удосконалено підходи до застосування динамічних 3D-моделей громадських і житлових будівель для детального розрахунку енергопотреби на опалення та охолодження з урахуванням різного рівня теплозахисту та впливу теплопровідних включень.

3) Вперше виконано комплексну оцінку впливу конструктивного виконання вузлів огорожувальних елементів та теплопровідних включень на річну енергопотребу на опалення й охолодження будівель різного призначення в кліматичних умовах України.

Достовірність наукових результатів забезпечується використанням апробованих методів чисельного та енергетичного моделювання, застосуванням сертифікованого програмного забезпечення (THERM, DesignBuilder, EnergyPlus), коректним заданням вихідних та граничних умов, а також підтвердженням отриманих висновків шляхом їх апробації на науково-технічних конференціях і публікації у фахових виданнях. Також, достовірність отриманих результатів додатково засвідчує факт їх практичного впровадження у діяльність ГО «Асоціація енергетичних аудиторів України».

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання комплексного дослідження та моделювання впливу теплопровідних включень на енергетичну ефективність будівель різного призначення шляхом аналізу теоретичних і

методичних підходів, визначення релевантних показників енергоефективності та формування рекомендацій для проєктування енергоефективних будівель відповідно до вимог nZEB виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

**Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.**

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Сердечного П.Ю. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 144 Теплоенергетика та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Теплоенергетика.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям енергозбереження та підвищення рівня ефективності кінцевих споживачів (будівель).

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Сердечного Павла Юрійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Найбільша кількість текстових співпадинь є фрагментами з магістерської дисертації самого автора та витяги з фахової статті у співавторстві, представлені у вигляді цитат, в яких викладаються результати дисертаційного дослідження. Інші подібності обґрунтовані нормативно-правовими актами та стандартами. При використанні всіх запозичених матеріалів у тексті є відповідні посилання на першоджерела. Дисертація написана коректно з дотриманням всіх вимог та правил академічної доброчесності.

**Мова та стиль викладення результатів.**

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Дисертаційна робота викладена послідовно, має логічну структуру та доступна для розуміння, написана технічною мовою з використанням наукової термінології. Текст дисертації має достатній обсяг та проілюстрований рисунками і таблицями.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 178 сторінок.

У вступі дисертації розкрито актуальність дослідження з огляду на завдання підвищення енергоефективності будівель, зміцнення енергетичної безпеки, досягнення кліматичних цілей та впровадження стандартів nZEB. Сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, визначено методи виконання роботи, наукову новизну та практичне значення результатів, а також наведено відомості про апробацію й публікації, що відображають особистий внесок автора.

У першому розділі обґрунтовано методологічні засади дослідження: проаналізовано національні та міжнародні нормативно-правові документи і стандарти (ДБН, ДСТУ, директиви ЄС, ASHRAE), розглянуто сучасні методи розрахунку теплопередачі та визначення впливу теплопровідних включень, узагальнено результати вітчизняних і зарубіжних наукових праць у цій сфері.

У другому розділі описано об'єкти дослідження — будівлю загальноосвітньої школи та багатоквартирного житлового будинку, подано характеристику їх архітектурно-конструктивних рішень, інженерних систем і стану теплової оболонки. Обґрунтовано вибір програмних комплексів THERM, DesignBuilder та EnergyPlus, наведено їхні можливості, особливості та математичні основи, що забезпечують адекватність моделювання.

У третьому розділі виконано чисельний аналіз теплопровідних включень у вузлах будівельних конструкцій (з'єднання стін, перекриттів, зовнішніх кутів, балконних плит, віконних блоків). Розроблено базові та вдосконалені конструктивні рішення, оцінено вплив кожного з них на зменшення лінійних коефіцієнтів теплопередачі ( $\psi$ -коефіцієнтів) і, відповідно, на скорочення тепловтрат.

У четвертому розділі проведено динамічне енергетичне моделювання обраних будівель для різних сценаріїв врахування теплопровідних включень. Проаналізовано зміну річної енергопотреби на опалення та охолодження, а також вплив застосування удосконалених вузлів на зниження енергоспоживання та покращення параметрів теплового комфорту (використовується операційна температура).

У висновках узагальнено наукові та практичні результати роботи: підтверджено значний вплив теплопровідних включень на енергетичну ефективність будівель, доведено доцільність і результативність запропонованих конструктивних рішень, надано рекомендації щодо їх використання у проєктуванні, сертифікації та термомодернізації будівель відповідно до вимог стандартів nZEB.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

### **Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.**

Наукові результати дисертації висвітлені у семи наукових публікаціях здобувача, серед яких: п'ять статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України.

Також результати дисертації були апробовані на двох наукових фахових конференціях.

Наукові публікації здобувача містять опис наукових досліджень, проведених в рамках дисертаційного пошуку, аналіз сутності проблеми, методи і результати досліджень, а також обґрунтовані висновки. В наукових публікаціях здобувача не виявлено порушень принципів академічної

добросовісності, висновки є оригінальними, на запозичені джерела надані відповідні посилання.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

Загалом робота складає позитивне враження та попри це варто відмітити декілька зауважень:

1. У роботі наявна певна кількість орфографічних, стилістичних та синтаксичних помилок, що загалом не впливають на розуміння матеріалу.

2. У третьому розділі (стор. 71), запропонований варіант покращення конструктивного вузла важко застосувати на практиці для вже існуючих будівель.

3. У висновках до розділу 3, наголошується на ризиках утворення конденсації. Було б доречно провести відповідні розрахунки, що допомогли б оцінити дані ризики.

4. У розділі 4 визначається енергопотреба на опалення та охолодження з врахуванням теплопровідних включень. Для більшої повноти проведеного дослідження було б доцільно додатково провести аналіз зміни величини річного енергоспоживання з врахуванням різних типів систем опалення та кондиціонування, що дало б розуміння впливу дослідження на споживання первинного палива та зниження викидів парникових газів.

5. У розділі 4 автор аналізує покращення внутрішнього мікроклімату з урахуванням сезонної варіативності навантажень на основі операційної температури, але не наведено обґрунтування використання даного показника і не описано методику його розрахунку та визначення середньої радіаційної температури.

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

### **Висновок про дисертаційну роботу.**

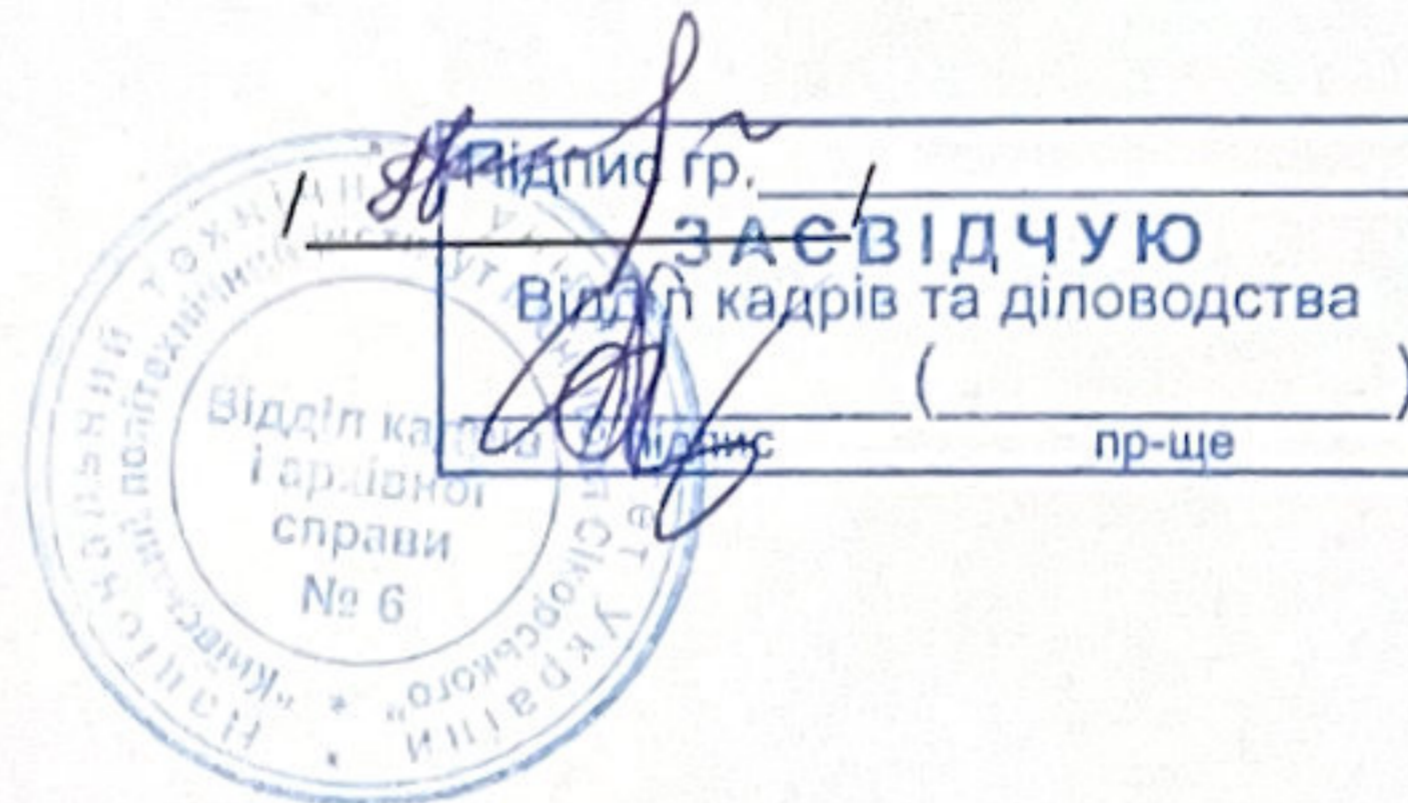
Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Сердечного Павла Юрійовича на тему «Покращення енергетичних характеристик огорожувальних конструкцій будівель з урахуванням їх термічної неоднорідності» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 14 Електрична інженерія. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що

передбачені в п.6 – 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.

Здобувач Сердечний Павло Юрійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 144 Теплоенергетика.

**Рецензент:**

к.т.н., ст. викл. кафедри  
теплової та альтернативної  
енергетики  
КПІ ім. Ігоря Сікорського,



Надія БУЯК

М.П.

«19» серпня 2025 року