

## 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 даного дослідження обумовлена нагальною потребою забезпечення сталого балансу між енергетичною ефективністю будівель та раціональним використанням ресурсів в умовах глобальних енергетичних і кліматичних викликів. Сектор будівництва в Україні є одним із найбільших споживачів енергії та джерел викидів парникових газів, що перетворює ефективне використання енергоресурсів на стратегічний пріоритет.

Огороджувальні конструкції будівлі формують її тепловий бар'єр, від якого безпосередньо залежить енергоспоживання та стабільність мікроклімату внутрішніх приміщень. Одним із найменш очевидних, але суттєвих чинників погіршення цього бар'єра є теплопровідні включення, або «теплові мости» — локальні зони з підвищеною теплопередачею. Ігнорування їхнього впливу на етапі проектування та розрахунків призводить до значних відхилень між теоретичною та фактичною енергоефективністю, а також до експлуатаційних проблем, таких як поява конденсату, цвілі та передчасного зносу конструкцій.

Актуальність дослідження значно зростає в контексті імплементації в Україні європейських стандартів енергоефективності, зокрема вимог до будівель із майже нульовим споживанням енергії (nZEB). У таких умовах навіть незначні додаткові тепловтрати від теплових мостів можуть стати критичними для досягнення нормативних показників. Традиційні спрощені методи обліку цих явищ часто не враховують реальних умов експлуатації та сучасного різноманіття конструктивних рішень. Вирішення цієї проблеми можливе шляхом впровадження комплексного підходу, що поєднує детальне чисельне моделювання теплових процесів у вузлах конструкцій із динамічним енергетичним моделюванням усієї будівлі. Такий підхід дає змогу не лише кількісно оцінити вплив теплопровідних включень на річне енергоспоживання, але й визначити найбільш ефективні конструктивні рішення для їх мінімізації.

Таким чином, дисертаційне дослідження спрямоване на усунення одного з «прихованих» бар'єрів досягнення високих показників енергоефективності, що робить його актуальним як у науковому, так і в практичному аспекті. Результати можуть стати основою для вдосконалення нормативної бази, оптимізації проектних рішень та реалізації національних програм



енергозбереження, сприяючи зниженню енергоспоживання, підвищенню комфорту та довговічності будівель, а також зменшенню екологічного навантаження.

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

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1) поглиблено аналіз теплового стану типових вузлів термічно неоднорідних огорожувальних конструкцій будівель різного призначення для поточних вимог законодавства до енергетичної ефективності та будівель nZEB;

2) розвинуто підходи використання динамічних 3D-моделей громадських та житлових будівель для детального моделювання енергопотреб на опалення та охолодження з врахуванням різного рівня теплового захисту та теплопровідних включень;

3) вперше проведено оцінку впливу улаштування вузлів огорожувальних конструкцій та теплопровідних включень на енергопотребу на опалення та охолодження будівель різного призначення для кліматичних умов України.

Достовірність отриманих наукових результатів ґрунтується на використанні перевірених теоретичних положень теплотехніки та енергетичного моделювання, застосуванні сертифікованих програмних комплексів THERM, DesignBuilder та EnergyPlus, а також коректному визначенні вихідних і граничних умов для моделювання. Узгодженість розрахункових даних з фізичними законами теплопередачі та логічна узгодженість результатів між різними етапами дослідження підтверджують їх наукову надійність.

Додатковим свідченням достовірності є апробація основних положень дисертації на науково-технічних конференціях, де вони отримали позитивну оцінку фахівців галузі, а також публікація матеріалів у рецензованих фахових виданнях, що також передбачають перевірку на академічну доброчесність.

Таким чином, поєднання коректного вибору методів, адекватних інструментів аналізу та зовнішньої верифікації результатів забезпечує високий рівень довіри до висновків і рекомендацій, сформульованих у роботі.

### **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 Сердючка Павла Юрійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Дисертація складена коректно, з дотриманням всіх вимог та правил академічної доброчесності.

#### **Мова та стиль викладення результатів.**

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Дисертаційна робота побудована логічно й послідовно, відзначається чіткою структурою та зрозумілим викладом матеріалу, поданим технічною мовою з використанням коректної наукової термінології. Обсяг тексту є достатнім для повного розкриття теми, а зміст доповнено інформативними рисунками та таблицями.

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

У вступі обґрунтовано необхідність проведення дослідження з позицій сучасних викликів енергоефективності та енергозбереження, пов'язаних із виконанням національних і міжнародних зобов'язань у сфері сталого розвитку. Визначено мету та завдання дослідження, об'єкт і предмет, сформульовано методичну основу, окреслено наукову новизну та прикладне значення отриманих результатів. Представлено відомості про апробацію роботи та наукові публікації, що відображають внесок здобувача.

Перший розділ присвячений теоретичному підґрунтю дослідження. Тут проведено детальний аналіз нормативно-правової та методичної бази України та ЄС з енергоефективності, включно з вимогами до будівель класу nZEB. Узагальнено результати вітчизняних і зарубіжних досліджень з питань теплопередачі та впливу теплопровідних включень на тепловий баланс будівлі. Сформовано висновки, що визначають напрями подальшого розвитку методів оцінки та моделювання.

Другий розділ зосереджено на виборі та характеристиці об'єктів і інструментів дослідження. Детально описано архітектурно-конструктивні параметри та інженерні системи двох репрезентативних будівель — школи та багатоквартирного житлового будинку. Обґрунтовано вибір програмних комплексів THERM, DesignBuilder та EnergyPlus, подано їхні функціональні можливості, математичні моделі та алгоритми, що застосовувалися для чисельного та енергетичного моделювання.



Третій розділ містить результати чисельного аналізу впливу теплопровідних включень у різних вузлах огорожувальних конструкцій. Досліджено геометричні та матеріальні чинники, що визначають величину лінійних коефіцієнтів теплопередачі. Розроблено та випробувано удосконалені конструктивні рішення, спрямовані на зменшення тепловтрат, а також проведено порівняння їх ефективності з базовими варіантами.

Четвертий розділ присвячений динамічному енергетичному моделюванню будівель із застосуванням розрахованих параметрів теплопровідних включень. Проведено серію сценарних розрахунків для оцінки впливу удосконалених вузлів на річну енергопотребу на опалення та охолодження, а також на показники теплового комфорту. Наведено кількісні результати, що демонструють потенціал зменшення енергоспоживання завдяки оптимізації конструктивних рішень.

У висновках узагальнено результати дослідження, сформульовано ключові наукові та практичні положення. Підтверджено, що теплопровідні включення є значущим чинником зростання енергопотреби будівель, і доведено ефективність запропонованих заходів для їх мінімізації. Запропоновано рекомендації для впровадження отриманих рішень у проєктну практику, енергетичну сертифікацію та програми термомодернізації відповідно до 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 доброчесності, 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. Практичну цінність дисертаційної роботи варто було б доповнити взаємодією з профільною інституцією Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», яка відповідає за оновлення ключового стандарту ДСТУ 9191, в якому наводяться показники лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі з метою врахування отриманих результатів при подальшому оновленні стандарту.

2. У розділі 3 роботи аналізуються та моделюються різні вузли огорожувальних конструкцій з теплопровідними включеннями, однак без прив'язки до об'єктів дослідження, енергетичне моделювання яких здійснюється в 4 розділі. Варто додати відповідний опис з фотофіксацією вузлів на реальному об'єкті. Чи всі вузли з теплопровідними включеннями, досліджуваних будівель проаналізовані та визначено їх лінійні/точкові коефіцієнти теплопередачі?

3. В роботі досліджуються два типи будівель: навчальний заклад та житлова будівля. Чим зумовлений вибір саме цих типів будівель? Чи існує залежність впливу теплопровідних включень на енергопотребу від типу будівлі?

4. У тексті наявні поодинокі орфографічні, стилістичні та синтаксичні помилки, що потребують редакційного доопрацювання.

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.

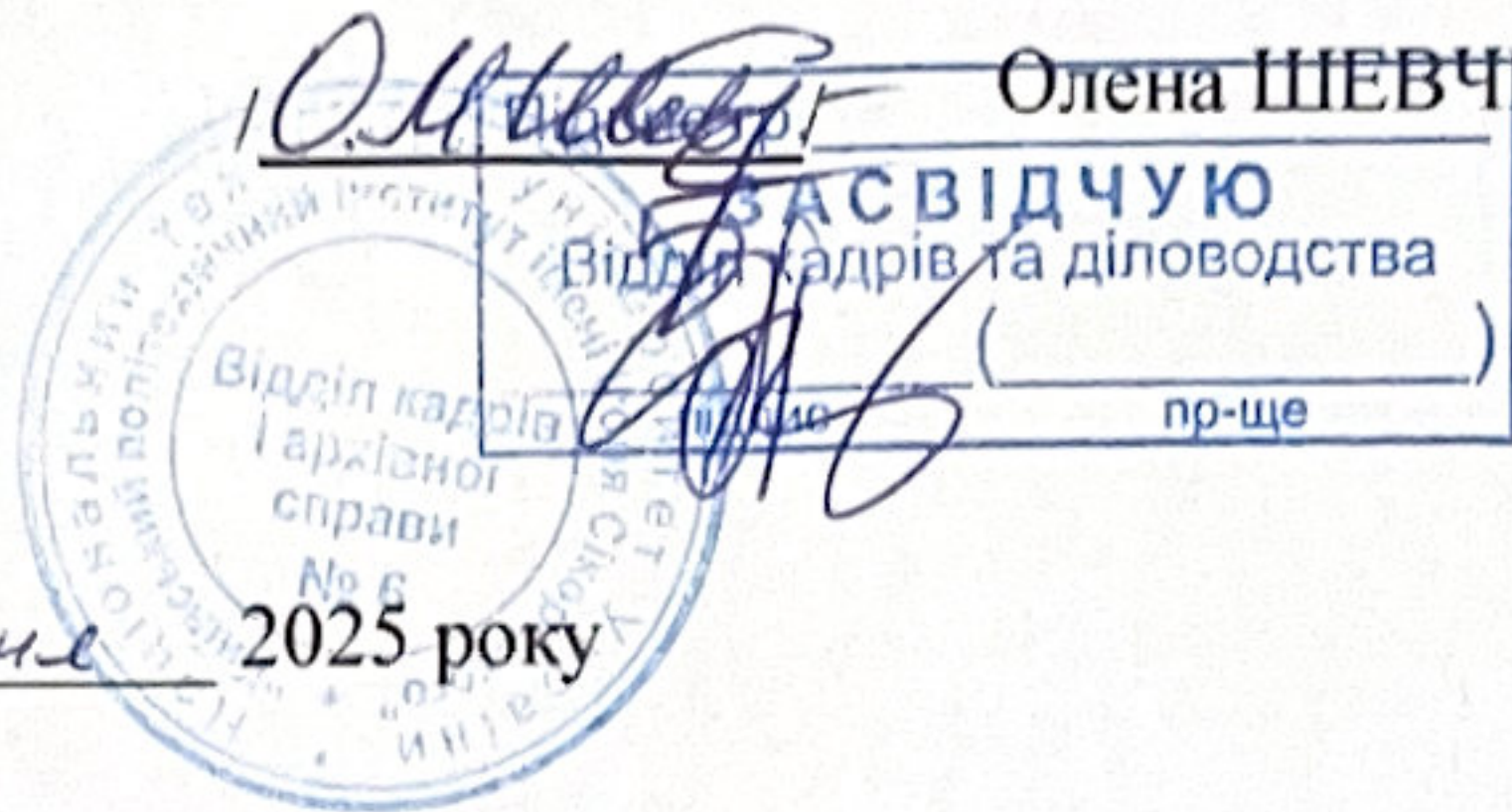


Здобувач Сердечний Павло Юрійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 144 Теплоенергетика.

**Рецензент:**

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

Олена ШЕВЧЕНКО



М.П.

« 19 » серпня 2025 року