

## **РЕЦЕНЗІЯ**

на дисертаційну роботу

Яценко Олени Ігорівни

на тему «**Енергетичні показники динамічних режимів будівлі  
та інженерних систем**»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 14 Електрична інженерія

за спеціальністю 144 Теплоенергетика

### **Актуальність теми дисертації.**

В рамках прийняття енергетичного пакета заходів «Чиста енергія для всіх європейців» була запропонована оновлена Європейська Директива про енергоефективність, метою якої є досягнення підвищення енергоефективності в Європейському Союзі на 32,5% до 2030 року. Україна взяла на себе ряд зобов'язань щодо енергоефективності, та відповідно до наведеної вище Директиви розпочала створення сучасної системи енергоефективності. Відомо, що Україна є однією з найбільш енергоємних європейських країн. Водночас енергоспоживання побутового (житлового) сектору складає другу за величиною частку в енергобалансі України. На сучасному етапі виникає потреба у пошуку ефективних шляхів підвищення енергоефективності кожної будівлі. Відсутність та обмеженість наявних розрахункових моделей та підходів до управління режимами роботи інженерних систем будівель значним чином впливає на вивчення нових аспектів енергоефективності.

З огляду на це актуальним залишається розроблення сучасних динамічних моделей для визначення енергоефективних режимів роботи інженерних систем будівель.

Мета дисертаційної роботи – підвищення ефективності управління режимами роботи інженерних систем будівель при врахуванні впливу динаміки контрольованих та неконтрольованих факторів за допомогою програмних засобів для енергетичного моделювання будівель.

Дисертацію виконано згідно з планами науково-дослідних робіт кафедри теплотехніки та енергозбереження Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Проведене дисертаційне дослідження відповідає пріоритетну напрямку розвитку науки і техніки в Україні «Енергетика та енергоефективність», Законам України «Про енергозбереження», «Про енергетичну ефективність будівель».



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

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- вдосконалено підходи до енергетичного моделювання будівель шляхом врахування великої кількості динамічних факторів одночасно із дослідженням впливу змін в технічних, експлуатаційних та енергетичних характеристиках будівель та інженерних систем для підвищення їх енергетичної ефективності;

- вперше досліджено одночасно вплив повітрообміну заданого за добовим графіком відповідно до різних нормативних документів та експериментальних досліджень; використання переривчастого режиму повітрообміну, запропоноване автором, дозволяє проводити ефективний аналіз енергоспоживання погодинно, а також оцінити вплив застосування таких режимів на енергоефективність будівлі чи приміщення, таким чином було надано конкретні рекомендації для використання стандартів;

- встановлено нові значення питомих надбавок до теплового навантаження зони в залежності від швидкості виходу системи опалення на режим;

- вперше запропоновано методику CFD-моделювання теплообміну для визначення складової загального рівня ефективності підсистеми тепловіддачі, яка відповідає за вертикальний профіль розподілення температури повітря у приміщенні.

Обґрунтованість висновків і одержаних результатів дисертаційної роботи полягає у коректному проведенні моделювання та верифікації динамічних моделей з експериментальними дослідженнями та фактичними даними. Здобуті автором наукові результати відповідають завданням досліджень та підтверджуються їх апробацією на науково-технічних конференціях.

Достовірність результатів дисертації підтверджується коректністю поставлених задач і несуперечністю відомих і запропонованих у роботі практичних положень. Достовірність отриманих результатів також підтверджується їх впровадженням у діяльність громадської організації ГО «Асоціація енергоаудиторів України», державного підприємства «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» та у навчальний процес КПІ ім. Ігоря Сікорського на кафедрі теплової та альтернативної енергетики.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання «підвищення ефективності управління режимами роботи інженерних систем будівель при врахуванні впливу динаміки контрольованих та неконтрольованих факторів за допомогою програмних засобів для енергетичного моделювання будівель» 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 Яценко О. І. є завершеною науковою працею і за своїм змістом повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 144 Теплоенергетика та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Теплоенергетика».

Відповідно до звіту подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Яценко Олени Ігорівни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати й тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

### **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. Трапляються поодинокі неточності у оформленні рисунків: відсутнє пояснення даних на рисунках 3.7 і 3.8 (с. 85); англomовні позначення на рисунках 1.1 (с. 24), 2.6 (с. 55), 2.9 (с. 61), 3.23 (с. 108); на рисунку 3.4 (с. 81) вказано концентрацію вуглекислого газу в кімнаті у  $\text{г/м}^3$ , а у описі цього рисунку концентрація наводиться у мільйонних частинках (parts per million, ppm); на рисунку 4.2 (с. 117) температура повітря вказана у градусах Кельвінах (K), однак у описі цього рисунку наводяться значення у градусах Цельсія ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 150 сторінок.

У вступі послідовно обґрунтовано актуальність дослідження, сформульовано мету та завдання, об'єкт, предмет та методи дослідження наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, а також відомості про наявні публікації, апробацію та особистий внесок здобувача.

Перший розділ має оглядовий характер та присвячений сучасним підходам до визначення енергетичних показників будівель. Окрема увага в даному розділі приділяється будівельному сектору та енергоефективним режимам роботи систем опалення і вентиляції.

Другий розділ присвячений використаним у роботі методом дослідження енергетичних показників будівель. Серед методів є динамічне моделювання



житлової квартири та громадського будинку у програмному середовищі Energy Plus, CFD-моделювання приміщення у програмному середовищі Ansys Fluent, а також методи експериментально-розрахункового визначення таких показників теплового комфорту приміщень як внутрішня температура, концентрація вуглекислого газу та кратність повітрообміну.

У третьому розділі основний акцент зроблено на аналізі впливу режимів роботи інженерних систем (опалення та вентиляції) на енергетичні показники будівель за допомогою моделей в програмі Energy Plus. Особливої уваги заслуговує перевірка рекомендованих стандартами нормативних значень повітрообміну між кімнатами та оцінка впливу динаміки та розподілення повітрообміну на енергетичні показники.

Четвертий розділ присвячений визначенню енергетичних показників роботи підсистеми тепловіддачі за допомогою гідродинамічного моделювання. В даному розділі на базі 3-D CFD-моделі було проаналізовано швидкості розігріву та охолодження приміщення при застосуванні переривчастого режиму опалення, уточнено складову загальної ефективності, представлену в ДСТУ 9190, досліджено вплив повітрообміну на умови комфортності.

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 10 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 2 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та Scopus, з яких 1 стаття у виданні, віднесеному до першого квартіля Q1 відповідно до класифікації Journal Citation Reports; 3 статті в інших виданнях.

Також результати дисертації були апробовані на 10 наукових фахових конференціях.

Публікації здобувача мають високий науковий рівень, проходили рецензування та перевірку на плагіат згідно умов видавництва. Особистий внесок здобувача до представлених наукових публікацій є вагомим. Публікації охоплюють всі результати дисертаційного дослідження.

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 першому розділі описується стан застарілого житлового фонду України, а саме будівель з централізованим тепlopостачанням. Однак енергетичні показники динамічних режимів визначаються для будинків нового житлового фонду із індивідуальним (поквартирним) опаленням.

2. У першому розділі енергоефективні режими роботи системи опалення описані без вказання недоліків, відсутнє їх порівняння. Незрозуміло який режим краще використовувати і чому. Відповідно чітко не сформульовані завдання дослідження саме для підвищення ефективності управління режимами роботи системи опалення.

3. У дисертації є таке: «Так як програма EnergyPlus не має можливостей щодо створення радіаторної водяної системи опалення, в даній моделі було застосовано найбільш близьку за характеристиками до радіаторної – плінтусну водяну систему опалення....» (с. 54). Не вказано, як така заміна відобразилася на точності моделювання.

4. В ході експериментальних досліджень було виміряно відносну вологість повітря в приміщенні, однак ці дані надалі не використовуються для визначення енергетичних показників.

5. Яке практичне значення має дослідження двох варіантів швидкості нагрівання приміщення з різною температурою поверхонь радіатора (55°C та 65°C)? Адже для обох випадків кількість теплоти передана від радіатора до повітря в кімнаті буде однаковою.

6. Під час дослідження впливу кратності повітрообміну на внутрішню температуру та теплове навантаження кімнати не показано, на скільки потрібно підвищити температуру радіатора щоб забезпечити комфортні умови за необхідної кратності повітрообміну.

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 Яценко Олени Ігорівни на тему «Енергетичні показники динамічних режимів будівлі та інженерних систем» 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 Яценко Олена Ігорівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 144 Теплоенергетика.

#### Рецензент:

доцент кафедри теплової та  
альтернативної енергетики  
Національного технічного  
університету України  
«Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря  
Сікорського»,  
кандидат технічних наук,  
доцент



М.П.

«28» квітня 2023 року