

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Буяк Надії Андріївни на тему «**Оцінювання ефективності енергетичної системи будівлі в умовах теплового комфорту**», яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.01 «Енергетичні системи та комплекси»

I. Загальна характеристика роботи

Актуальність обраної теми.

Досягнення належного рівня теплового комфорту і зниження енергоспоживання будівлями є надзвичайно важливим завданням для України. Адже питання енергетичної ефективності і сертифікації будівель піднімається досить часто, однак важливо поряд з енергетичною оцінкою зазначити категорію будівлі щодо забезпечення комфортних умов. Таким чином, предмет дослідження в дисертаційній роботі, а саме методи і показники оцінювання енергетичної та ексергетичної ефективності системи «джерело теплоти – людина – огорожувальні конструкції» (ДЛК), є актуальною науково-практичною задачею.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертації Буяк Н.А пов'язана з тематикою фундаментальних і прикладних досліджень, що проводяться на кафедрі теплотехніки та енергозбереження КПІ ім. Ігоря Сікорського в галузі підвищення енергоефективності будівель та споруд. Результати дисертаційної роботи використані під час виконання бюджетних тем «Розробка комплексу науково-технічних рішень для створення системи енергоменеджменту закладів освіти МОН України» (№ держреєстрації 0115U000313); «Управління енергоспоживанням об'єктів комунальної енергетики» (№ держреєстрації 0117U000469).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційного дослідження є підвищення ефективності енергетичної системи будівлі шляхом урахування взаємозв'язку джерел енергії, теплового захисту, показників теплового комфорту і параметрів мікроклімату приміщень. Здобувачем чітко сформульовані завдання для реалізації поставленої мети.

Об'єкт, предмет і методи досліджень. Об'єктом дослідження є процеси перетворення енергії та ексергії у складній системі ДЛК, а предметом – методи і показники оцінювання енергетичної та ексергетичної ефективності системи ДЛК.

В якості методів дослідження були використані наступні: аналізу та синтезу, математичного моделювання, прогнозування, математичної статистики, прикладної термодинаміки.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

- вперше запропоновано та обґрунтовано врахування зміни умов комфортності при термомодернізації будівель шляхом застосування моделі теплового комфорту та розрахунку середньої радіаційної температури приміщення, що дає змогу знизити температуру повітря у приміщенні, а відповідно і знизити енергоспоживання;

- створено математичну модель для аналізу показників енергоефективності системи ДЛК, яка у порівнянні з відомими дає змогу враховувати вплив стандартних параметрів теплового комфорту на споживання енергії по ланцюгу до первинного палива;

- створено регресійну модель для розрахунку температури повітря у кімнаті і на її основі визначено впливовість внутрішніх та зовнішніх факторів, що в кінцевому підсумку зробить можливим регулювання роботи систем тепlopостачання відповідно до умов комфортності;

Практичне значення одержаних результатів проведених дослідження полягає у наступному:

- розроблено методику вибору джерела теплоти в комплексі з огороженнями, що враховує зміну вартості енергоносіїв та грошей в часі;
- отримані регресійні залежності можна використовувати для проектування систем опалення, із врахуванням обраного рівня теплового комфорту;
- розроблена методика ексергетичного аналізу дозволить оцінити використання якості енергії системою «джерело теплоти – людина – огорожувальні конструкції»;
- згідно акту впровадження результати дисертаційної роботи були використані в навчальному процесі КПІ ім. Ігоря Сікорського на кафедрі теплотехніки та енергозбереження під час викладання дисципліни «Методи енергозбереження та енергоаудиту», в ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» для розробки норм щодо ефективного використання енергії в будівлях, у Центрі ресурсоефективного та чистого виробництва для техніко-економічного обґрунтування вибору джерела теплоти,.

Особистий внесок здобувача. В списку опублікованих праць у співавторстві конкретно вказаний особистий внесок здобувача.

Апробація результатів дисертаційного дослідження здійснювалась шляхом представлення та обговоренням на Всеукраїнських та Міжнародних науково-практичних конференціях, опублікування в фахових виданнях України та закордоном.

Редакційний аналіз. Дисертаційна робота й автореферат написані на державній мові, грамотно, з використанням сучасної технічної термінології. Стиль їх викладу легкодоступний для сприйняття і відповідає сучасним вимогам

до наукових публікацій. Матеріали досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій викладені грамотно, логічно і послідовно, сприймаються доступно.

Відповідність тексту автореферату і дисертації. Текст автореферату адекватний змісту, структурі та основним положенням дисертації.

Повнота викладення основних положень дисертації в опублікованих роботах. Результати дисертаційної роботи, дані досліджень, проведених здобувачем, опубліковані в 22 наукових працях, у тому числі одній колективній монографії, 10 статтях у наукових фахових виданнях (з них дві статті у виданнях іноземних держав, чотири у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз), двох свідоцтвах про реєстрацію авторського права на науковий твір, дев'ятьох тезах доповідей у збірниках матеріалів конференцій.

II. Аналіз основного змісту роботи

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків.

У **вступі** сформульовані основні проблеми підвищення енергетичної ефективності будівель в умовах теплового комфорту, обґрунтовано актуальність теми, наведено мету і задачі дослідження, зазначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено відомості про апробацію результатів та публікації за темою дисертаційної роботи.

У **першому розділі** проводиться огляд літературних джерел з питань оцінювання енергоефективності системи «джерело теплоти – людина – огорожувальні конструкції», а саме: проаналізовано витрати енергії на усіх етапах життєвого циклу будівлі, проаналізовано різні підходи щодо оцінки енергоефективності будівлі в цілому. На підставі виконаного аналізу літературних джерел сформульовані мета й завдання дисертаційної роботи.

У **другому розділі** наводиться опис математичних моделей для розрахунку інтегрованої вартості системи «джерело теплоти – огорожувальні конструкції» (ДК), аналізу потоків енергії та ексергії системи ДК. Створено математичну та комп'ютерну модель теплового комфорту людини відповідно до енергетичного та ексергетичного підходів, яка дозволяє розраховувати середню радіаційну температуру приміщення із врахуванням надходження сонячного випромінювання. Розроблено ексергоекономічну модель на базі якої запропоновано розраховувати ексергоекономічні критерії для системи ДК. При створенні математичних моделей використовувався програмний продукт Mathcad.

В **третьому розділі** описана модель дослідження, обґрунтовано вибір вхідних даних, проведено ретроспективний аналіз та запропоновано три сценарії зміни цін на енергоносії. Представлено результати вибору економічно доцільного теплового захисту будівлі з різними джерелами теплоти, оцінено вплив комфортних умов на інтегровану вартість опалення.

В **четвертому розділі** наводяться результати аналізу ефективності

енергосистеми будівлі в умовах теплового комфорту. На основі чисельного моделювання отримані регресійні залежності температури повітря у кімнаті, що відповідає умовам комфортності відповідно до енергетичного та ексергетичного підходів, розроблено блок-схему, що інтегрує керуючий вплив людини у складну систему «джерело тепла-огороджувальні конструкції» через параметри комфортності. Проведено аналіз потоків енергії від джерела тепла до огорожень розглянуто ексергетичний коефіцієнт ефективності використання первинного палива, а також моделювання факторів впливу на потребу на опалення за умови застосування енергетичного та ексергетичного підходів до забезпечення комфортних умов. Оцінка впливу параметрів теплового комфорту на споживання первинного палива надає роботі завершений вигляд.

III. Зауваження до роботи та рекомендації

1. Автором проведений широкий огляд різних підходів щодо оцінки ефективності енергосистеми будівлі в умовах теплового комфорту, а також розглянуто різні моделі теплового комфорту, однак не згадано праці Богословського, який запропонував використовувати умови комфортності.

2. В роботі спрощення та припущення, які обиралися при розробці моделей, потребують більш детального обґрунтування.

3. У тексті дисертації на ст. 58 у формулі (2.15) не врахована нелінійна залежність вартості джерела теплоти від встановленої потужності, що обумовлює неточності при визначенні інтегрованої вартості системи.

4. У другому розділі описано застосування теорії нечітких множин для врахування зміни вартості енергоносіїв в часі, однак практичного застосування цього методу у дисертації немає.

5. В дисертаційній роботі на ст.54 наведена ф-ла (2.1), що дозволяє проводити вибір оптимальних параметрів термічного опору теплоізоляційної оболонки будівлі, однак на практиці автор проводить вибір оптимального термічного опору теплоізоляції зовнішньої стіни, що значно обмежує можливості запропонованого підходу.

6. Під час застосування ексергоекономічних критеріїв автор обирає термін 10 років, що є значно нижчим за термін експлуатації теплоізоляції будівлі, це суттєво занижує значення даного критерію.

7. У тексті дисертації автор неодноразово згадує термін «ексергетична модель людини», хоча, в дійсності, мається на увазі ексергетична модель терморегуляції людини.

8. Текст потребує окремих редакційних правок, доповнень та виправлень.

IV. Загальний висновок

Наведені зауваження не впливають на головні теоретичні й практичні результати дисертації і не знижують позитивної оцінки дисертаційної роботи, а висловлені побажання можуть бути враховані у подальшій науковій діяльності здобувача.

Дисертаційна робота Буяк Н.А на тему «Оцінювання ефективності енергетичної системи будівлі в умовах теплового комфорту» є закінченою науково-дослідницькою роботою і містить усі складові частини закінченої дисертації: аналіз проблеми, на підставі якої поставлені задачі досліджень, теоретичну частину, математичне моделювання, чисельний експеримент та практичні рекомендації. Зміст дисертації відповідає паспорту спеціальності 05.14.01 – «Енергетичні системи та комплекси».

Зважаючи на актуальність роботи, значний обсяг проведених досліджень, новизну наукових результатів, практичну цінність роботи, вважаю, що дисертаційна робота «Оцінювання ефективності енергетичної системи будівлі в умовах теплового комфорту» цілком відповідає вимогам п. 9; 11 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р., № 567 щодо захисту кандидатських дисертацій та може бути представлена в спеціалізовану вчену раду до публічного захисту, а її автор, Буяк Надія Андріївна, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.01 «Енергетичні системи та комплекси».

Офіційний опонент –
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри теплоенергетики
та холодильної техніки
Національного університету
харчових технологій

С.М. Василенко

