

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора
Середюка Ореста Євгеновича
на дисертаційну роботу

Микийчука Богдана Миколайовича

**“Створення нормативно-технічних засад для індивідуального обліку
спожитої теплової енергії з оцінюванням її якості”,**
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.01.02 - стандартизація, сертифікація та метрологічне
забезпечення

1. Актуальність теми дисертації

Одним із видів важливих енергоносіїв є тепла енергія, яка широко використовується в промисловості та комунальному господарстві. Економне та ефективне використання її в житлово-комунальному секторі України має важливе соціально-економічне значення, так як власні енергетичні ресурси є обмежені та відчутною є різниця у темпах зростання тарифів порівняно з реальними доходами населення. Тому останнім часом індивідуальні системи опалення розглядаються як переконливою альтернативою до застосування централізованих систем.

Значною проблемою, при використанні теплової енергії є труднощі, які виникають при спробі вимірювання її індивідуального споживання. Нормативний метод вимірювання обсягу споживання тепла за узагальненими нормативами вносить значну недостовірність в систему розрахунків за надання послуги теплопостачання та не сприяє впровадженню ідеології всеохоплюючої економії енергоресурсів. Поряд з цим гостро постає питання створення нормативно-технічного та нормативно-метрологічного забезпечення обліку споживання індивідуальним споживачем теплової енергії в умовах широкого застосування на даний час систем централізованого теплозабезпечення (багатоквартирні будинки), яке дозволило би забезпечити достатній рівень оцінювання теплоспоживання окремими приміщеннями при комерційних розрахунках за спожиту теплову енергію та виконувати при цьому вимоги чинних нормативно-правових документів. За таких обставин впровадження систем інтелектуально-раціонального управління ресурсами в житлових приміщеннях допоможе вирішити не лише проблему збереження енергії, але також підвищить рівень комфорту та безпеки мешканців. Це потребує створення новітніх систем обліку з достатньо великим ступенем адаптації як до змін теплофізичних властивостей об'єктів теплоспоживання, так і до змін на ринку енергоносіїв.

У зв'язку з цим дисертаційна робота Микийчука Б.М., яка присвячена створенню нормативно-технічних засад для індивідуального обліку спожитої теплової енергії з оцінюванням її якості є актуальною науково-прикладною задачею.

2. Структура та зміст дисертації

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків, викладена на 139 сторінках друкованого тексту і містить 13 рисунків, 6 таблиці та список використаних джерел з 98 найменувань.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, поставлена мета і задачі дослідження, а також коротко сформульовано основні результати, одержані в роботі, вказано їх значення для науки та практики, зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

У першому розділі проаналізовано існуючі методи обліку спожитої теплової енергії. Здійснено їх порівняльний аналіз стосовно можливостей їх застосування для обліку споживання тепла окремим приміщенням багатоквартирного будинку. Встановлено, що найбільш раціональною схемою обліку спожитої теплової енергії є її комерційний облік за результатами вимірювання будинкового вузла обліку з наступним розподілом між індивідуальними споживачами за показами квартирних пристроїв-розподілювачів тепла. Здійснено огляд існуючих засобів обліку споживання теплової енергії та виявлено їх особливості застосування для обліку теплової енергії індивідуальними споживачами багатоквартирного будинку. Здійснено аналіз чинного нормативно-правового забезпечення комерційного обліку теплової енергії та показано необхідність його удосконалення у напрямку підвищення вірогідності результатів обліку та підвищення рівня забезпечення якості послуги тепlopостачання.

У другому розділі розроблено та проаналізовано математичну модель індивідуального споживання теплової енергії окремим приміщенням багатоквартирного будинку. Встановлено необхідні умови забезпечення яких є важливою умовою виконання вимог чинних нормативно-правових актів стосовно забезпечення якості послуги тепlopостачання. Показано, що важливою умовою виконання договірних зобов'язань між виконавцем та споживачем послуги тепlopостачання є забезпечення відповідного рівня теплової ефективності приміщення. Запропоновано нормувати коефіцієнт теплової ефективності приміщення та здійснювати його періодичне оцінювання за результатами теплотехнічного аудиту. Досліджено специфіку індивідуального обліку спожитої теплової енергії у будинках з великою кількістю споживачів. Встановлено практичну трудність комерційного обліку спожитого тепла у складних теплотехнічних об'єктах при існуючому методичному забезпеченні. Запропоновано підхід до раціонального об'єднання різних методів обліку теплової енергії при здійсненні комерційного обліку споживання тепла індивідуальним споживачем. Для врахування поточних теплотехнічних характеристик окремих приміщень багатоквартирного будинку розроблено алгоритм визначення їх коефіцієнтів теплової ефективності, який базується на граф-моделі теплового балансу приміщення в багатоквартирному будинку, який дозволяє враховувати індивідуальні теплофізичні властивості приміщення.

У третьому розділі розроблено структурну схему системи комерційного обліку теплової енергії багатоквартирного будинку, визначено її функції та проаналізовано вимоги до структурних елементів. Проаналізовано вимоги до тепловізійного моніторингу тепловтрат зовнішніх огорожуючи будинку. Розроблено структуру системи тепловізійного моніторингу яка складається з тепловізійної камери, фотокамери на основі матриці із зарядовими зв'язками та пірометра. Розроблено алгоритм роботи системи тепловізійного моніторингу, який дозволяє здійснювати ідентифікацію місць тепловтрат та прив'язку їх до конкретного місця огорожуючої конструкції досліджуваного будинку. Також, розроблено блок-схему використання морфологічного та CANNY алгоритмів обробки даних за результатами тепловізійного моніторингу. Проаналізовано необхідні умови для підвищення точності обліку споживання тепла окремим приміщенням. Розроблено підхід до оцінювання непевності результатів вимірювання теплової енергії для систем з витратомірами та лічильниками різних типів.

У четвертому розділі розроблено рекомендації до методики розподілу витрат теплової енергії між споживачами багатоквартирних будинків. Запропоновані зміни до методики дозволить здійснювати розподіл обсягів спожитої теплової енергії між споживачами багатоквартирних будинків у випадку застосування загально будинкових вузлів обліку тепла та наявності споживачів, приміщення яких оснащені, не оснащені пристроями розподілу тепла та які обладнані автономними системами опалення. Розроблено алгоритм оцінювання якості послуги тепlopостачання який може використовуватися при плануванні і організації тепlopостачання індивідуального споживача, а також, підтвердження права на зміну розміру оплати у разі зниження якості послуги.

У висновках сформульовані основні результати дисертаційної роботи.

Додатки містять акти, що підтверджують практичні результати роботи.

3. Оцінка обґрунтованості наукових положень дисертації, їх достовірності та новизни

Обґрунтування наукових положень дисертації забезпечується коректністю постановки і вирішення завдань дослідження, достатньо чітким формулюванням мети і вибору методу досліджень, використанням нормативно затверджених методик щодо вимірювання витрат тепла для визначення тепловіддачі кімнатних опалювальних батарей і положень будівельної кліматології, коректним використанням основних положень теорії теплопровідності і теплообмінних процесів, теорії кваліметрії при оцінюванні якості послуг тепlopостачання, а також цифрових методів обробки вимірювальної інформації при експериментальних дослідженнях.

Узагальнення результатів здійснювалося із застосуванням теорії вимірювань, математичної статистики, теорії похибок, концепції оцінювання невизначеності при метрологічних дослідженнях, а також з використанням методів числового опрацювання результаті експериментів, зокрема методів апроксимації, за допомогою персональних комп'ютерів.

Отримані автором наукові результати у відповідності до поставлених задач є логічними, не суперечать фундаментальним фізичним і математичним закономірностям, повністю відображають отримані автором результати, а також підтверджуються достатньою апробацією основних положень і висновків на міжнародних і всеукраїнських науково-технічних конференціях.

Достовірність отриманих в роботі положень і наукових результатів визначається їх теоретичним обґрунтуванням та експериментальним підтвердженням результатів досліджень, достатньою збіжністю результатів математичного і фізичного моделювання та результатами метрологічних досліджень, а також впровадженням результатів досліджень, які відображені в додатках до дисертації.

4. Наукова новизна результатів, отриманих в дисертаційній роботі

1) Вперше запропоновано використовувати коефіцієнт теплової ефективності приміщення, як оцінюваний показник тепловтрат приміщення, нормування якого при здійсненні комерційного обліку дозволить забезпечити погодження інтересів виконавця і споживача послуги тепlopостачання на підставі визначення рівня якості наданої послуги.

2) Вперше запропоновано метод структурування функції якості послуги тепlopостачання, що дає змогу підвищити ступінь відповідності наданої послуги, реалізувати кваліметричний принцип постійного вдосконалення та сприяє підвищенню вірогідності оцінювання якості при мінімізації витрат на його реалізацію.

3) Удосконалено математичну модель споживання теплової енергії шляхом нормування надійності послуги тепlopостачання та оцінювання теплової ефективності приміщення, що дає змогу оперативно визначати тепловий баланс окремого приміщення та підвищити точність обліку використаної теплової енергії індивідуальним споживачем.

4) Удосконалено метод тепловізійного моніторингу тепловтрат зовнішніх огорожуючих конструкціях будинку із застосуванням CANNY та Hot Pixels Seeds алгоритмів для ідентифікації місць критичних тепловтрат, що дає змогу оперативно оцінювати теплову ефективність приміщення.

5. Практичне значення результатів, отриманих в дисертаційній роботі

Виконані в роботі дослідження дозволили одержати наступні практичні результати:

– розроблено рекомендації для удосконалення чинного нормативно-правового забезпечення, які дозволять підвищити об'єктивність індивідуального обліку споживання теплової енергії складними теплотехнічними об'єктами;

– розроблено алгоритм роботи системи тепловізійного моніторингу тепловтрат зовнішніх огорожуючих конструкцій будинку та блок-схеми

застосування CANNY та Hot Pixels Seeds алгоритмів для ідентифікації місць критичних тепловтрат.

6. Публікації по роботі

Основні результати наукової роботи опубліковані в 13 друкованих працях, в тому числі 8 – у наукових фахових виданнях України, 1 – у періодичному закордонному виданні, 4 – у матеріалах міжнародних науково-технічних конференцій.

Основні положення роботи доповідалися на міжнародних науково-технічних конференціях, що підтверджує повноту висвітлення результатів у наукових працях та особистий внесок автора.

Автореферат дисертації адекватно передає основні результати дисертації і повністю відповідає її змісту.

7. Недоліки та зауваження по роботі

1. В літературному огляді не проаналізований зарубіжний досвід теоретичних напрацювань та практичного застосування в галузі індивідуального обліку теплової енергії.

2. Порівняння ефективності методів обліку теплової енергії, яке подано в розділі 1, є декларативним і не містить числових значень.

3. Розроблена математична модель індивідуального споживання теплової енергії не містить числових значень використовуваних коефіцієнтів і параметрів, що розширило би розуміння і можливості її практичного застосування. Не вказано на відмінності запропонованої математичної моделі від загально прийнятої.

4. Відсутній числові значення діапазону зміни коефіцієнта теплової ефективності приміщення, як вимірюваного показника тепловтрат приміщення, нормування якого необхідне для здійснення вдосконаленого комерційного обліку теплопостачання.

5. В підпункті 3.1 розділу 3 при розробленні структури системи обліку теплової енергії індивідуальними споживачами доцільно було би навести конкретні моделі або метрологічні характеристики серійних (рекомендованих до застосування) сенсорів температури, тиску, витрати, а також теплообчислювача.

6. Не конкретизовано на скільки може бути досягнуто підвищення точності обліку теплової енергії в окремих приміщеннях, що досліджено в підрозділі 3.3 дисертації. Зокрема це може стосуватися, наприклад, оцінювання точності оптичного оперативного контролю тепловтрат будинку.

7. Чому у роботі не розглядалось питання застосування розроблених автором моделей та алгоритмів для створення нових нормативних документів із індивідуального обліку теплової енергії?

8. В роботі не оцінено до яких матеріальних вигод приведе підвищення точності обліку споживання тепла.

9. В дисертації не розкрита методика оцінювання рівня відповідності $E \geq 0,8$ послуги теплопостачання, яка подана на рис. 4.1 - Алгоритму оцінювання якості послуги теплопостачання.

10. Є ряд зауважень щодо оформлення дисертації:

10.1 Не розкрито суть критерію якості теплової енергії і його кореляції з чинними нормативними документами, що витікає із теми дисертації.

10.2 Не зрозумілим є термін в предметі дослідження “підвищення ефективності обліку споживання теплової енергії”. Чи може це стосуватися підвищення ефективності методів обліку теплової енергії.

10.3 У розкритті поняття апробація результатів за текстом дисертації не відображена міжнародна науково-практична конференція “Управління якістю ..., Львів, 2013 р.”.

10.4 В схемі рис. 1.1 не вказана лінія зв'язку вимірювача температури T1 у подаючому трубопроводі з обчислювачем тепла.

10.5 У висновках до роботи недостатньо розкрито її наукову новизну, а також формулювання висновків не містить трьохелементних компонент.

11. Зауваження до оформлення автореферату дисертації:

11.1 Доцільно було навести алгоритм вимірювання кількості теплової енергії, на основі якого подана формула (3) в авторефераті для обчислення похибки вимірювання кількості теплової енергії.

11.2 Не повністю відображені в переліку результати апробації дисертаційної роботи.

11.3 Недостатньо прокоментовано практичний аспект застосування математичної моделі системи рівнянь (2), що затрудняє розуміння наукової новизни дисертаційної роботи.

11.4 Відсутні коментарі до розробленої граф-моделі теплового балансу окремого приміщення в багатоквартирному будинку (рис. 2).

11.5 Доцільно було би навести кінцеві кількісні результати метрологічних досліджень, які подані алгоритмами (3) і (4) в авторефераті.

Перераховані зауваження мають рекомендаційний характер, не ставлять під сумнів результати дисертації та не впливають на її оцінку.

8. Загальні висновки до дисертаційної роботи

На підставі викладеного вище вважаю, що дисертаційна робота **Микийчука Богдана Миколайовича** «Створення нормативно-технічних засад для індивідуального обліку спожитої теплової енергії з оцінюванням її якості» є завершеною науковою працею, у якій вирішено актуальне науково-прикладне завдання у сфері індивідуального обліку теплової енергії в багатоквартирних будинках.

Робота вносить суттєвий вклад в розвиток науки і має практичне значення. Зміст дисертаційної роботи свідчить про достатньо високий рівень кваліфікації автора як наукового співробітника, здатного формулювати та розв'язувати науково-прикладні завдання. Відзначені недоліки і зауваження не впливають на вагомість результатів дисертації та її практичну значимість.

За науково-прикладним рівнем виконання дисертації, актуальністю теми, обґрунтованістю і достовірністю науковою досліджень і висновків, науковою новизною дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення та вимогам МОН України, які ставляться до робіт на здобуття ступеня кандидата технічних наук, а її автор Микийчук Богдан Миколайович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення.

Офіційний опонент:
виконувач обов'язків завідувача
кафедри інформаційно-вимірювальних
технологій Івано-Франківського
національного технічного
університету нафти і газу,
доктор технічних наук, професор

Орест СЕРЕДЮК

