

## НОРМАТИВНІ ОСНОВИ ПРОВЕДЕННЯ ТЕПЛОВІЗІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ БУДІВЕЛЬ

Гоц Н.Є., д.т.н., доцент, Дзіковська Ю.М., аспірант  
Національний університет «Львівська політехніка» (Україна)

Протягом останніх років істотно виріс інтерес до тепловізійних досліджень як простого та інформативного способу оцінки стану теплового розподілу об'єктів будівництва. З наукової точки зору, особливу цікавість викликає необхідність у забезпеченні точності та відтворюваності результатів вимірювань, проведених у реальних умовах.

Завдяки розвиткові техніки температурна чутливість промислових тепловізорів досягає менше 20 мК [1, с. 36]. При цьому точність вимірювання температури, яка вказана виробниками в супровідній документації, знаходиться в межах  $\pm(2\div 5)\%$  або  $\pm(2\div 5)$  К (вибирається, що є більшим). Це значення відповідає лише похибці засобу вимірювання. Таким чином, точність вимірювання температури та градієнту температури в реальних умовах є значно нижчою, що визначається взаємодією засобу вимірювання з об'єктом вимірювання, методичною та суб'єктивною складовими похибки. В таблиці 1 представлено основні джерела виникнення відмінностей результатів дослідження будівель у реальних умовах від істинних значень розподілу температури згідно:

- 1) еталонної термограми;
- 2) змодельованого розподілу, прийнятого за еталонний;
- 3) термограми, отриманої з базової ділянки будівлі.

Таким чином, у дійсності сумарна похибка результатів проведеного дослідження в робочих умовах може становити десятки відсотків.

Окремі складові джерел виникнення похибки можна істотно зменшити або нівелювати їхній вплив за рахунок розробки єдиної методики проведення тепловізійних досліджень будівель в рамках стандарту України, що має обов'язковий характер, та чіткого визначення у ній:

- конкретних об'єктів будівництва, на які поширюється дія даної методики;
- вимог до обладнання, приладів та матеріалів, що використовуються під час дослідження. При цьому, згідно чинного законодавства ті, для яких це передбачено, обов'язково повинні бути зареєстрованими у Державному реєстрі ЗВТ та відкаліброваними;
- вимог безпеки, яких потрібно дотримуватися під час проведення дослідження, згідно ГОСТ 8.395 та вимог експлуатаційних документів, технічних регламентів для відповідних обладнання й приладів;
- вимог щодо кваліфікації операторів та осіб, які беруть участь у дослідженні, порядку їх атестації та сертифікації, потреби у додатковому навчанні при дослідженні окремих об'єктів;

**Таблиця 1 – Джерела виникнення похибки тепловізійних досліджень будівель**

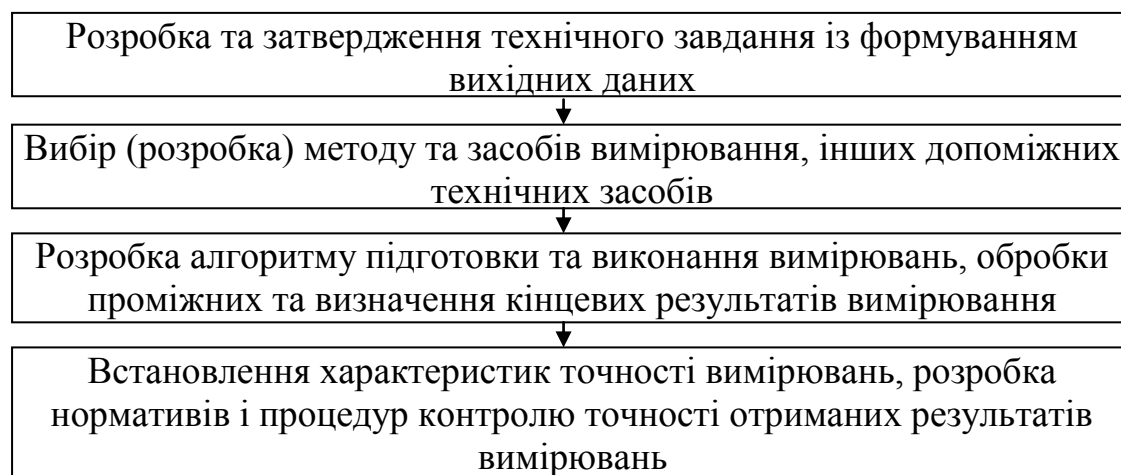
<i>Джерело виникнення похибки</i>	<i>Складові, що впливають на величину похибки</i>
Тепловізор, інше обладнання та прилади, що використовуються під час дослідження	Похибка засобу вимірювання, передбачена документацією. Похибка, обумовлена взаємодією засобу вимірювання з об'єктом вимірювання.
Випромінювальна здатність поверхні об'єкта	Невідоме значення величини випромінювальної здатності досліджуваної поверхні. Залежність випромінювальної здатності від температури та довжини хвилі.
Атмосфера та кліматичні умови	Пропускання проміжного середовища. Випромінювання атмосфери. Складність врахування кліматичних умов.
Фон	Відбиття фонового випромінення від поверхні об'єкта дослідження. Ототожнення температури фонового випромінення оточуючих предметів зі значенням температури оточуючого середовища. Складність врахування багатократного відбивання фонового випромінення.
Оператор та інші особи, що беруть участь у дослідженні	Чіткість дотримання всіх умов та порядку проведення дослідження. Своєчасність та правильність введення поправок, зокрема, на випромінювальні властивості складних за формою та матеріалом об'єктів, температуру фону тощо. Правильність побудови панорамних знімків та аналізування термограм, проведення розрахунків та заповнення звітів. Правильність вибору нормативної документації з питань проведення дослідження.
Теоретично закладені спрощення [2, с. 874]	Обмеженість спектральної смуги оптично-приймальної системи тепловізора. Неврахування комплексного та взаємозалежного впливу температури і довжини хвилі на випромінювальну здатність.

- умов проведення дослідження та порядку підготовки до нього, зокрема, обов'язковість проведення додаткового калібрування тепловізора в робочих умовах [3, с. 32];

- етапів вимірювань та порядку їх проведення;
- порядку обробки термограм для побудови панорамних знімків;
- порядку аналізування термограм за видом тепловізійного дослідження, проведення розрахунків;
- порядку формування та заповнення звітності.

Отже, сформована методика передбачає виконання вимірювань згідно встановленої сукупності процедур і правил під час вимірювань, виконання яких забезпечує отримання результатів з гарантованою точністю.

Загальний порядок її розробки [4] представлено на рисунку 1.



**Рисунок 1 – Загальний порядок розробки методики виконання вимірювань**

Діючий на території гармонізований стандарт ДСТУ Б EN 13187:2011 «Теплові характеристики будівель. Якісне виявлення теплових відмов в огорожувальних конструкціях. Інфрачервоний метод» (EN 13187:1998, IDT) не відповідає особливостям, передбаченим вище, та не задовольняє потреби будівельної галузі в рамках дослідження окремих елементів будівлі, зокрема, сполучених конструкцій і конструкцій, непередбачених проектною документацією, а також її інженерних мереж та комунікацій. Окрім того, цей стандарт обмежений лише якісним виявленням теплових відмов і не передбачає навіть оцінку стану конструкцій. Тому доцільним є розроблення ефективної методики проведення тепловізійних досліджень будівель загалом та за окремими їх елементами в рамках оцінки стану теплоізоляції, порядку їх функціонування та безпечності. Це дозволить розширити сферу ефективного застосування тепловізорів у будівництві та підвищити точність результатів проведених досліджень.

#### **Література:**

1. Коротаев В.В. Основы тепловидения / В.В. Коротаев, Г.С. Мельников, С.В. Михеев, В.М. Самков, Ю.И. Солдатов. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 122 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://oeps.ifmo.ru/uchebn/thermography.pdf>.
2. Hots N. Analiza czynników składowych błędów pirometrii radiacyjnej [Text] / N. Hots, T. Piątkowski // Pomiar. Automatyka. Kontrola. – 2009. – № 11. – P. 874-877.
3. Гоц Н.Є., Дзіковська Ю.М. Дослідження особливостей застосування тепловізорів у промислових умовах / Н.Є. Гоц, Ю.М. Дзіковська // Український метрологічний журнал. – 2015. – № 1. – С. 26-31.
4. ГОСТ 8.010-99. ГСИ. Методики выполнения измерений. Основные положения. – Введ. 01.05.2002. – К.: Гостстандарт Украины, 2002. – 26 с.