МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД «ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»

КАФЕДРА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ТА КАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ЕНЕРГОАУДИТУ В БУДІВНИЦТВІ» ДЛЯ СТУДЕНТІВ СТУПЕНЯ МАГІСТРА СПЕЦІАЛЬНОСТІ 192 «БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ» ДЕННОЇ, ЗАОЧНОЇ ТА ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ

Дніпро 2021 Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Основи енергоаудиту в будівництві» для студентів ступеня магістра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної, заочної та дистанційної форм навчання / Укладачі: Юрченко Є. Л., Коваль О. О., Ляховецька-Токарєва М. М., Кудряцвев О. П., Колохов О.В. – Дніпро: ДВНЗ ПДАБА, 2021. – 36 с.

Методичні вказівки містять рекомендації щодо виконання практичних занять з термографічної зйомки. Наведені принципи виконання термографічної зйомки та оформлення звіту з такої зйомки зі спеціалізації «Енергоаудит та енергоефективність в будівництві».

Укладачі: Юрченко Є. Л., кандидат технічних наук, доцент кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій ДВНЗ ПДАБА; Коваль О. О., кандидат технічних наук, старший науковий співробітник кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій ДВНЗ ПДАБА; Ляховецька-Токарєва М. М., кандидат технічних наук, доцент кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій ДВНЗ ПДАБА;

Кудрявцев О. П., аспірант кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій ДВНЗ ПДАБА

Колохов О. В., студент групи ЕМ-19мн ДВНЗ ПДАБА

- Відповідальний за випуск: Юрченко Є. Л., кандидат технічних наук, доцент кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій ДВНЗ ПДАБА.
- Рецензент: Конопляник О. Ю., кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій ДВНЗ ПДАБА.

Затверджено на засіданні кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій ДВНЗ ПДАБА Протокол № 9 від <u>23.04.2021</u> Завідувач кафедри Конопляник О. Ю.

Затверджено на засіданні Президії методичної ради ДВНЗ ПДАБА Протокол № <u>4 (146)</u> від <u>06.04.2021</u>

3MICT

Мета та завдання методичних вказівок до виконання практичних зан	ять.
	4
Вступ	4
1. Послідовність виконання термографічної зйомки	4
2. Нормативні вимоги зовнішнього середовища для проведе термографічної зйомки	ення 5
3. Правила техніки виконання зйомки (отримання коректних даних фото та термограми)	від 5
4. Задавання вхідних параметрів термографічної зйомки	6
4.1. Коефіцієнт випромінювання є	7
4.2. Віддзеркалена температура	7
5. Визначення коефіцієнту випромінювання	8
6. Визначення віддзеркаленої температури	10
7. Точка роси та відносна вологість	10
8. Тепловий потік. Містки холоду	12
9. Коефіцієнт теплопровідності U	13
10. Огляд термографа TESTO 868	14
11. Послідовна інструкція з виконання термографічної зйомки	16
11.1. Увімкнення та вимкнення приладу	16
11.2. Налаштування приладу	17
12. Аналіз термографічної зйомки та вказівки до зйомки. Приклади	26
13. Зразок виконання звіту з термографічної зйомки	29
Література	35

вступ

Мета та завдання методичних вказівок до виконання практичних занять:

- продемонструвати послідовність виконання термографічної зйомки;
- показати вплив зовнішніх умов на якість зйомки;
- показати принцип аналізу отриманих даних.
- показати теоретичні принципи фізичних явищ та обчислення таких показників, як відносна вологість у приміщенні, коефіцієнт теплопередачі конструкції, точки роси та теплового потоку.

Вхідні дані.

Термографічна зйомка проводиться на базі будівлі Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, що знаходиться за адресою вул. Чернишевського 24-а.

Вихідні дані.

Студент повинен зробити цифрову та термографічну зйомку, провести аналіз отриманих даних з наведенням рекомендацій для покращення теплоізоляційних властивостей будівлі.

Вступ

Термографія будівель слугує візуалізації і таким чином локалізації місць пошкоджень і будівельних дефектів, і може відображати лише моментальний стан.

Лише на основі температури поверхні без знань будівельних особливостей не можна робити висновків або навіть висловлювати рекомендації.

1. Послідовність виконання термографічної зйомки

1. Перевірка погодних умов на відповідність до вимог для проведення зйомки об'єкта.

2. Налаштування приладу для проведення зйомки (тепловізора або термографа).

3. Виконання знімку термограми.

4. Виконання цифрового знімку з тієї ж позиції, що і термографічного.

5. Нумерація знімку, позначення позиції на плані з якої були зроблені знімки.

6. Фіксація зовнішніх умов та приміток при виконанні зйомки (положення світлових джерел, особливості умов, за яких проводився знімок тощо)

7. Аналіз отриманих даних

2. Нормативні вимоги зовнішнього середовища для проведення термографічної зйомки

Термографічна зйомка дозволяє отримати достовірні дані для подальшого аналізу при зберіганні наступних умов проведення зйомки

• Необхідно витримати різницю температур між зовнішнім та внутрішнім приміщеннями не менше ніж у 20 градусів (при необхідності об'єкт може бути нагрітий).

- Відсутність сонця.
- Відсутність сильного вітру.
- Відсутність опадів безпосередньо на конструкціях об'єкта
- Зовнішня термографія слугує, насамперед, для орієнтації.
- Вплив вітру та відбиття неба (та сонця) мають ураховуватися.
- Пошук фахверку відбувається, як правило, ззовні.

• Термографію вентильованих фасадів можна проводити лише зсередини.

• Внутрішня термографія не залежить від погодних умов.

• В обох випадках має бути наявною $\Delta T (T_{всередині} - T_{330BHi})$ мінімум 10 К, краще 15К.

3. Правила техніки виконання зйомки (отримання коректних даних від фото та термограми)

• Під час створення кадру необхідно унеможливити рух об'єктива.

• Спектр відтінків кольорів треба налаштувати з метою отримання як можна контрастнішого зображення за допомогою температурної шкали «рівень та інтервал» (див. рис. 3.1)

Температурна шкала – це зона вимірювання камери (див. puc.2).

Інтервал – це температурний інтервал, який ми застосовуємо в межах температурної шкали (див. рис. 3.2).

Рівень – це центр прольоту і регулює положення інтервалу в межах вимірювального діапазону (див. рис. 3.2).

• Під час зйомки з зовнішньої сторони будівлі треба унеможливити попадання в кадр елементів неба, землі, дерев тощо.

• Треба враховувати здатність поверхні до віддзеркалювання та відбиття тепла.



Рис. 3.1. Налаштування контрасту зображення за допомогою шкали «рівень та інтервал»



Рис. 3.2. Температурна шкала

4. Задавання вхідних параметрів термографічної зйомки.

Для обчислення коректної температури інфрачервона камера потребує певної інформації. Більшість даних камера сприймає сама, але деякі параметри повинні виставити Ви.

Два найважливіші параметри об'єкту, що необхідно виставити перед зйомкою:

<u>•Коефіцієнт випромінювання</u> – описує здатність об'єкту, що вимірюється, до відбиття.

•Віддзеркалена температура – температура, яка відбивається об'єктом, що вимірюється.

Для автоматичного підрахунку точки роси необхідно виставити:

•<u>Відносну вологість</u> (див. главу 7)

•Температуру повітря.

4.1. Коефіцієнт випромінювання є.

Коефіцієнт випромінювання розраховується за формулою:

 $\rho+t+\epsilon=1,$

де:

<u>•</u> *ρ* – коефіцієнт відбиття;

•t - коефіцієнт пропускання (трансмісія);

<u>•</u>ε – коефіцієнт випромінювання.

На практиці більшість матеріалів не пропускають інфрачервоне (ІЧ) випромінювання

Тому вираз: $\rho + \tau + \varepsilon = 1$ спрощується до $\rho + \varepsilon = 1$

Для термографії це означає, що чим нижче коефіцієнт випромінювання, тим вище частка віддзеркаленого випромінювання, тим важчим є точне вимірювання температури.

Коефіцієнт випромінювання залежить від властивості поверхні, матеріалу та температури

У довгохвильових камерах коефіцієнт випромінювання не залежить від кольору об'єкту

Більшість будівельних матеріалів мають коефіцієнт випромінювання між 0,85 та 0,95.

Таблиці з коефіцієнтами випромінювання можуть використовуватися, але з великою обережністю.

Високий коефіцієнт випромінювання означає, що видима температура дуже подібна до справжньої температури предмету, тобто Ви можете довіряти тому, що Ви бачите

Низький коефіцієнт випромінювання означає, що видима температура відповідає радше температурі оточуючого середовища відбиття, тобто Ви не можете довіряти тому, що Ви бачите.

4.2. Віддзеркалена температура.

Якість поверхні впливає на коефіцієнт випромінювання і відбиту температуру.

Відбиття буває двох видів:

1) Спрямоване відбиття.

Це відбиття як у дзеркала або у віддзеркаленого світла на поверхні. Також віддзеркалюють таким чином і поліровані поверхні.

У видимому спектрі ми можемо бачити спрямоване відбиття у віддзеркаленні на склі, на блискучих пофарбованих поверхнях, рівному пластику, полірованій деревині і навіть на спокійній воді.

Ці відбиття Ви можете бачити і в інфрачервоному спектрі.

Об'єкти, які віддзеркалюються спрямованим рефлектором, дуже добре розпізнаються. Найкращий приклад це – дзеркало.

2) Дифузне відбиття.

Воно схильне до розсіювання відбиття в усіх напрямках

Поверхні, які є грубими, окисленими або запиленими , схильні мати дифузні властивості.

Такі поверхні мають, зазвичай, більш високий коефіцієнт випромінювання

Матовий білий колір часто використовується для дифузії видимого світла в люмінесцентних лампах. Якщо Ви дивитися на рефлектор, ви констатуєте, що він білий, але Ви не можете побачити чіткої картинки газорозрядних трубок.

Папір, деревина та поверхні, які пофарбовані матовою фарбою, є хорошим прикладом дифузних рефлекторів в інфрачервоному спектрі

5. Визначення коефіцієнту випромінювання

Метод 1:

1) Визначте за допомогою контактного датчика, термоелемента або іншого надійного методу актуальну температуру матеріалу.

2) Виміряйте за допомогою тепловізора температуру об'єкту і скоригуйте налаштування коефіцієнта випромінювання до досягнення ідентичної температури

При рівності температури виставлений на камері показник відповідає коефіцієнту випромінювання.

Метод 2:

При вимірюванні температур до прибл. 250°С використовуйте на вимірюваному об'єкті клейку стрічку для визначення випромінювання (є = 0,87) або крейдяний спрей (є = 0,92). За більшої температури слід використовувати стійку до високих температур фарбу.

1) Виміряйте температуру при налаштуванні відповідного коефіцієнту випромінювання.

2) Виміряйте температуру суміжної зони на об'єкті і змінюйте коефіцієнт випромінювання, поки не буде досягнута така сама температура.

При рівності температур виставлений на камері показник відповідає коефіцієнту випромінювання.

В наступній таблиці (див. табл. 1) приведені контрольні значення випромінювання важливих матеріалів. Ці значення можуть бути використанні в якості контрольних для проведення налаштувань користувачем.

	Таблиця І
Матеріац (температура матеріацу у °С)	Коефіцієнт
Marepian (remieparypa marepiany y C)	випромінювання
Прокат яскравого алюмінію (170)	0,04
Хлопок (20)	0,77
Бетон (25)	0,93
Гладкий лід (0)	0,97
Шліфоване залізо (20)	0,24
Залізо з ливарною плівкою (100)	0,80
Залізо з прокатною плівкою (20)	0,77
Гіпс (20)	0,90
Скло (90)	0,94
Тверда резина (23)	0,94
М'яка сіра резина (23)	0,89
Деревина (70)	0,94
Пробка (20)	0,70
Радіатор чорний з гальванічним покриттям (50)	0,98
Мідь з невеликим окисленням (20)	0,04
Мідь з оксидною плівкою (130)	0,76
Пластик: поліетилен, поліпропілен, ПВХ (20)	0,94
Латунь з оксидною плівкою (200)	0,61
Папір (20)	0,97
Кераміка (20)	0,92
Чорна фарба, матова (80)	0,97
Сталь з термічно обробленою поверхнею (200)	0,52
Сталь з оксидною плівкою (200)	0,79
Опалена глина (70)	0,91
Трансформатор пофарбований (70)	0,94
Цегла, будівельний розчин, штукатурка (20)	0,93

Неправильне налаштування коефіцієнта випромінювання може призводити до значних помилок при вимірюванні.

Далі продемонстровано (див. рис. 5.2), як на одному зображенні, змінювався лише коефіцієнт випромінювання. Зверніть увагу на те, що картинка залишається незмінною. Але неправильне виставлення коефіцієнту користувачем суттєво впливає на вимірювання температури.



Рис. 5.2. Вплив коефіцієнту випромінювання на вимірювання відбитої температури

6. Визначення віддзеркаленої температури

Метод 1:

1) Пожмакайте алюмінієву фольгу і натягніть її на картонку. Внаслідок пожмаканої структури теплове випромінювання буде ідеально відзеркалено.

2) Покладіть картонку з алюмінієвою фольгою поблизу або на вимірювана поверхню. Зверніть увагу, щоб картонка мала той самий кут.

3) Виставте на камері коефіцієнт випромінювання на 1. Фокусування має бути трохи нерізким. Трохи поведіть камерою, щоб отримати середній показник.

4) Відображений середній показник температури виставте як віддзеркалену температуру в камері

Метод 2:

1) Станьте біля вимірюваного об'єкту і поверніться на 180 до об'єкту.

2) Виставте в камері коефіцієнт випромінювання на 1. Фокусування має бути трохи нерізким.

3) Трохи поведіть камерою, щоб отримати середній показник.

4) Відображений середній показник температури виставте як віддзеркалену температуру в камері.

7. Точка роси та відносна вологість

Вологість може вимірюватися різними способами:

1) Абсолютна вологість повітря – є фактична кількість водяної пари, що міститься в кубічному метрі повітря. Вона, як правило, вимірюється в г/м³.

2) Відносна вологість – це співвідношення абсолютної вологості до максимально можливої маси водяної пари (її кількість насичення) у повітрі

Абсолютна вологість використовується, наприклад, для вимірювання вологості деревини. В цьому випадку зазначається маса води на масу деревини. Оскільки вода є важчою за деревину, вологість тут може становити понад 100 відсотків маси.

Відносна вологість використовується, насамперед, для вимірювання вологості повітря, але, наприклад, і для вимірювання вологості бетону. Вона ніколи не може бути більшою за 100%, оскільки вона співвідноситься з максимальною кількістю (водяної) пари, яку може сприймати матеріал.

Розглянемо значення відносної вологості ззовні та всередині приміщення (див. рис. 7.1).



Зовнішня температура -8 °C Відносна вологість повітря 95% Вміст води у повітрі 2,4 г/м³ Внутрішня температура 20 °С, Вміст води у повітрі 2,4 г/м³ Відносна вологість повітря 13%

Рис. 7.1. Порівняння значень відносної вологості ззовні та всередині приміщення

Розглянемо задачу 1 на розрахунок відносної вологості при заданих умовах

Задача 1

<u>Вхідні умови:</u> температура повітря становить 22°С. Відносна вологість 40 %. Скільки води у повітрі

<u>Розв'язання:</u> при 22°С повітря може сприйняти максимум 19,4 грами води на кубічний метр повітря (100% відн. вол.). Наше "повітря містить 40%:

19,4 х 40/1 00 = 7,8 грамів води на м³ повітря

Утворення точки роси

Точка роси – це температура, при якій повітря досягає стану насиченості водяною парою при незмінному тиску і даному стані утримання вологи

Тобто, коли повітря вже не може в себе увібрати воду – ця вода випадає в осад (конденсується).

Повернемося до задачі 1 та визначимо температуру з'явлення конденсату. Для цього розглянемо таблицю максимальної вологості при різних температурах (див. табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Таблиця максимальної	вологості повітря	(100% відносної	вологості)
	за різних темпера	mvD	

Тепм. ₀С	грам води/ м ³ повітря	Темп. «С	грам води/ м ³ повітря	Темп. ₀С	грам води/ м ³ повітря	Темп. ∍С	грам води/ м ³ повітря
30	30,3	20	17,3	10	9,4	0	4,9
29	28,7	19	16,3	9	<mark>8,</mark> 8	-1	4,5
28	27,2	18	15, <mark>4</mark>	8	8,3	-2	4,1
27	25,7	17	14,5	7	7,8	-3	3,8
26	24,3	16	13,6	6	7,3	-4	3,5
25	23,0	15	12,8	5	6,8	-5	3,2
24	21,8	14	12,1	4	<mark>6,4</mark>	-6	3,0
23	20,6	13	11,4	3	6,0	-7	2,8
22	19,4	12	10,7	2	5,6	-8	2,5
21	18,3	11	10,0	1	5,2	-9	2,3

Ми отримуємо 100 % відносної вологості (точку роси), коли температура опускається нижче 7 °С. Тому при температурі нижче ~7 °С Слід очікувати конденсацію.

8. Тепловий потік. Містки холоду.

<u>Тепловий міст</u> – це ділянка або складова об'єкта, яка має більш високу теплопровідність.

Види теплових містків (див. рис. 8.1):

- Матеріальний (виникає через високу теплопровідність матеріалу)
- Конструктивний (виникає через методи виконання конструкції за проектом та через старіння конструкції)
- Геометричний (виникає на стиках кутів оболонки будівлі)



Рис. 8.1. Види теплових містків

<u>Тепловий потік</u> – це фізична величина, яка визначає кількість теплоти, що проходить через ізотермічну поверхню за одиницю часу. Вимірюється в системі СІ у Вт або ккал/годину.

Тепловий потік Р визначається за формулою:

$$P = \frac{k \times A \times (T_1 - T_2)}{L}$$

Де:

k – Коефіцієнт теплопровідності матеріалу, вимірюється е Вт/м*К.
 У будівельній сфері поширене позначення λ лямбда

А – Площа перетину, вимірюється м²

 $T_1 - T_2 = \Delta T - різниця температур між різних сторонах матеріалу, що вимірюється у К.$

L – Довжина або товщина матеріалу, вимірюється в метрах. У будівельній сфері поширене позначення: d товщина

Тепловий потік йде шляхом найменшого опору. Тобто тепло виходить з будівлі там, де матеріали або особливості конструкції (частіше за все на стиках) мають найменші показники опору теплопровідності.

9. Коефіцієнт теплопровідності U

Коефіцієнт теплопередачі U є лабораторною величиною, яка може бути визначена для точно визначених умов. Він є обернено пропорційним показником до приведеного коефіцієнту опору теплопровідності стіни R_{прив}.

Вимірюється коефіцієнт U у Вт/(м²*К).

Коефіцієнт R_{прив} розраховується згідно з формулою 2 ДСТУ Б В.2.6-189:2013:

Визначення коефіцієнта теплопровідності U:

$$U = \frac{1}{R_{\sum npus}}$$
$$\frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}$$
$$R_{\sum npus} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{\alpha_i}$$

Дe:

де α_в, α₃ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огороджувальної конструкції, Вт/(м²*К), приймають згідно з Додатком Б ДСТУ Б В.2.6-189:2013;

 δ_i — товщина і-го шару зовнішніх стін, м; λ_i — розрахункова теплопровідність матеріалу і-го шару зовнішніх стін в розрахункових умовах, Вт/(м*К), приймають згідно з Додатком А ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

10. Огляд термографа ТЕЅТО 868

Розглянемо термограф та його функції детально. Розпочнемо з огляду елементів керування (див. рис. 10.1 та таблицю 10.1).



Рис. 10.1 Огляд елементів керування

		1.0000000000000000000000000000000000000
N⁰	Елемент	Призначення
3/		
П		
1	Дисплей	Відображає інфрачервоне та реальне
		зображення, меню й функції
2	Інтерфейс підключення	З'єднання micro USB для блока живлення
		з ПК
3	- 🖱 кнопка	- Увімкнення/вимкнення тепловізора
	 Esc кнопка 	 Відхилення дії
4	 ОК кнопка 	- Відкриття меню, вибір функції,
		підтвердження налаштування
	Пукойотик	 Навігація меню, вибір функції та
	- джоистик	палітри
5	Кнопка швидкого	Виклик функції, призначеної для кнопки
	вибору:	швидкого вибору; знак обраної функції
		відображається в нижній частині дисплея
		праворуч
6	Інфрачервоний	Формує інфрачервоне зображення; захист
	об'єктив; захисна	об'єктива
	кришка	
7	Цифрова камера	Для створення реальних зображень
8	Тригер	Збереження зображення
9	Відділення для батареї	Місце зберігання акумуляторної батареї

Таблиця 10 1

Огляд дисплею (див. рис. 10.2 та таблицю 10.2).



Рис. 10.2. Огляд інтерфейсу дисплея

Таблиця 10.2

N⁰	Елемент	Призначення
3/		
П		
1	Статусний рядок	Відображає дані, що налаштовані для показу
2	Індикатор батареї	Відображає ємність акумулятора та стан зарядки, в т.ч. живлення від мережі
3	Показує зображення	Відображення IЧ або реального зображення
4	°С або °F	Встановлення одиниці виміру та відображення шкали
5	Шкала	 Одиниця виміру температури Символи сірого кольору: діапазон виміру Символи білого кольору: граничні температурні значення відображеного зображення, відображення мін./макс. значень з автоматичним або ручним регулюванням шкали
6	А, М або S	 А – автоматичне регулювання шкали М – ручне регулювання шкали S – функція ScaleAssist (помічник зміни масштабу)
7	Е	Встановлення коефіцієнту випромінювання

11. Послідовна інструкція з виконання термографічної зйомки

11.1. Увімкнення та вимкнення приладу

Для запуску тепловізора зробіть наступну послідовність дій:

1) Зніміть захисну кришку з об'єктива.

2) Натисніть кнопку увімкнення (див. табл. 10.2 пункт № 3 та рис. 11.1).

Тепловізор увімкнеться та з'явиться стартове привітання на екрані.



Рис. 11.1. Увімкнення тепловізора

Для вимкнення тепловізора:

1) Натисніть кнопку увімкнення (див. табл. 10.2 пункт № 3 та рис. 11.1) та утримайте її, доки полоса індикатора не завантажиться до кінця.

Дисплей згасне – тепловізор вимкнен.

11.2. Налаштування приладу

Ідеальні умови для зйомки та правила її виконання приведені у главі 3 даних методичних вказівок.

Для точного визначення температури коефіцієнт випромінювання та віддзеркалювана температура повинні бути виставлені вірно.

Для налаштування функцій вимірювання:

1) Відкрийте меню «Виміри».

Для цього натисніть кнопку «ОК» (див. рис. 11.2) → Джойстиком вниз перейдіть на пункт «Виміри» (див. рис. 11.3) та натисніть «ОК» або джойстик праворуч.





Puc. 11.3.

Рис. 11.2. Увімкнення меню. Рис. 11.3. Пункт «Виміри»

Відкриється підменю з функціями вимірювання (див. рис. 11.4). Рухайте «Джойстик» (див. табл. 10.2 пункт № 4) вгору/вниз для вибору функції, потім натисніть «ОК».:



Рис. 11.4. Меню «Виміри»

- Перейдіть на пункт «Піксельна розмітка» або «Виділити пік сель» та відмітьте необхідні функції для проведення зйомки (див. рис. 11.5):
 - «Одноточкове вимірювання»: точка вимірювання температури в центрі зображення позначена білим хрестиком (позначкою) з відображенням значення.
 - «Холодна точка», «Гаряча точка»: точка з мінімальною або максимальною температурою позначена синім або червоним хрестиком (позначкою) з відображенням значення.



Рис. 11.5. Налаштування точок вимірювання температури поверхні

 «Різниця температур»: виявляє різницю температур для двох значень. Ці дані можна зняти з зображення після проведення зйомки або до неї.

На прикладі (див. рис. 11.6) показано налаштування знімку для розрахунку різниці температур серед двох точок. Кожну з точок можна переміщувати джойстиком в необхідне місце зображення після виконання знімку. Різниця температур відображена на верхній панелі екрана (на рис. 11.6. дельта відмічена точкою «З»)



Рис. 11.6. Налаштування вимірювання різниці температури поверхні між двома точками

• «IFOV»: IFOV warner показує, яка область може бути виміряна з заданою похибкою з певної відстані.

<u>Для встановлення шкали:</u>

• Автоматичної (позначається літерою «А» в нижньому правому куті дисплея (див. рис. 11.7)):

1) Оберіть функцію «Шкала» в основному меню (див. рис. 11.7)

2) Рухайте «Джойстик» вгору/вниз доки не буде обраний режим «Auto».

3) Натисніть «ОК».







Puc. 11.8.

Рис. 11.7. Пункт «Шкала». Рис. 11.8. Налаштування режиму шкали

• Ручної (позначається літерою «М» в нижньому правому куті дисплея):

1) Оберіть функцію «Шкала».

2) Натисніть «ОК».

3) Рухайте «Джойстик» вгору/вниз доки не буде обраний пункт «Вручну» (див. рис. 11.8).

4) Рухайте «Джойстик» праворуч, оберіть «Мін.Темп.» (це нижнє граничне значення). Рухайте «Джойстик» вгору/вниз для встановлення значення.

4.1) Рухайте «Джойстик» праворуч, оберіть «Мін.Темп.» (це нижнє граничне значення) та «Макс.Темп.» (це верхнє граничне значення). Рухайте «Джойстик» вгору/вниз для встановлення значення.

4.2) Рухайте «Джойстик» праворуч, оберіть «Макс.Темп.» (це верхнє граничне значення). Рухайте «Джойстик» вгору/вниз для встановлення значення.

4.3) При необхідності поверніться в режим меню переміщенням «Джойстика» ліворуч.

5) Натисніть «ОК»

Ручне налаштування активоване. «М» відображається в правом нижньому куту дисплея.

 ScaleAssist (позначається літерою «S» в нижньому правому куті дисплея (див. рис. 11.9)). Ця функція розраховує шкалу незалежну від дисплею, що визначається значеннями внутрішньої та зовнішньої температур об'єкту. Застосовується при вимірах на всьому об'єкті для зручного порівняння знімків з різних точок будівлі



Рис. 11.9. Налаштування шкали "Scale Assist"

1) Оберіть функцію «Шкала».

2) Натисніть «ОК».

3) В режимі меню рухайте «Джойстик» вгору/вниз доки не буде обрана функція «ScaleAssist» (див. рис. 11.9).

4) Рухайте «Джойстик» праворуч та оберіть «Внутрішня температура». Рухайте «Джойстик» вгору/вниз для встановлення значення.

5) Рухайте «Джойстик» праворуч, оберіть «Зовнішня Температура». Рухайте «Джойстик» вгору/вниз для встановлення значення.

6) При необхідності рухайте «Джойстик» ліворуч, щоб повернутися в режим меню.

7) Активувати «ScaleAssist»: натисніть «ОК».

Ручне налаштування активоване. «S» відображається в правом нижньому куту дисплея.

Встановлення коефіцієнта випромінювання та віддзеркаленої температури:

Дана функція доступна тільки при виборі інфрачервоного «Типу зображення». Ви можете обирати серед коефіцієнту випромінювання, визначеним користувачем та 8-ма матеріалами с заданим коефіцієнтом випромінювання. Віддзеркалена температура (RTC) може бути встановлена окремо.

<u>Для встановлення коефіцієнта випромінювання:</u>

1) Оберіть функцію «Коефіцієнт випромінювання».

2) Рухайте «Джойстик» вгору/вниз для вибору необхідного матеріалу (з постійним коефіцієнтом випромінювання) та потім натисніть «ОК» (див. рис. 11.10).



Рис. 11.10. Налаштування коефіцієнту випромінювання

<u>Для налаштування коефіцієнта випромінювання:</u>

1) Оберіть функцію «Коефіцієнт випромінювання».

2) Рухайте «Джойстик» вгору/вниз для вибору функції «User defined» або «Задано користувачем» (див. рис. 11.11).

3) Рухайте «Джойстик» праворуч для вибору функції «є» та встановіть вручну необхідне значення (при виборі конкретного матеріалу поле «є» буде недоступним для корегування).

4) Натисніть «ОК».



Рис. 11.11. Налаштування коефіцієнту випромінювання вручну

Для встановлення віддзеркаленої температури «RTC»:

1) Оберіть функцію «Коефіцієнт випромінювання».

2) Рухайте «Джойстик» праворуч для вибору функції «RTC» та встановіть вручну необхідне значення. Це необхідно робити, якщо за допомогою іншого приладу (наприклад шарового термометра) ви змогли встановити інше значення температури, що відрізняється від отриманої температури приладу "Testo 868".

3) Натисніть «ОК».

<u>Для налаштування ε-Assist :</u>

1) Оберіть функцію «Коефіцієнт випромінювання».

2) Рухайте «Джойстик» праворуч для вибору функції «ε-Assist».

3) Натисніть «ОК».

4) Закріпить є-маркер на об'єкті, наведіть на нього тепловізор та утримайте маркер в прямокутнику, поки його обрамлення набуло зеленого кольору (див. рис. 11.12).

RTC та коефіцієнт випромінювання встановляться автоматично.

Якщо температура поверхні та відображена температура співпадають, то з'явиться вікно (див. рис. 11.13). Воно означає, що вам не потрібно встановлювати коефіцієнт.

5) Натисніть ОК.



Рис. 11.12. Зчитування з маркера. Рис. 11.13. Результат зчитування

Налаштування кольорової палітри:

Функція доступна, якщо обрано ІЧ «Тип зображення»

Для налаштування:

1) Оберіть функцію «Палітра»

2) Рухайте «Джойстик» вгору/вниз для вибору необхідної кольорової палітри.

3) Натисніть «ОК».

Функція розрахунку різниці температур:

Ця функція дозволяє розрахувати різницю температур двох точок вимірювання

Для налаштування:

1) Відкрийте «Меню».

2) Рухом «Джойстика» вниз оберіть «Зображення». Натисніть «ОК» для підтвердження.

3) Рухом «Джойстика» вниз оберіть «Різниця температур». Натисніть «ОК» для підтвердження.

4) Рухайте «Джойстик» вгору/вниз для вибору необхідної температури для розрахунку («Точка-точка» «Точка-зонд», «Точка-значення», «Точка-RTC». Натисніть «ОК».

4.1) Опція «Точка-точка»:

- Рухайте «Джойстик» праворуч — оберіть точку вимірювання 1 — натисніть «ОК» — рухайте точку вимірювання по зображенню за допомогою «Джойстика» — Натисніть «ОК».

- Рухайте «Джойстик» праворуч — оберіть точку вимірювання 2 — натисніть «ОК» — рухайте точку вимірювання по зображенню за допомогою «Джойстика» — Натисніть «ОК»

- Для завершення вимірювання рухайте «Джойстик» праворуч та натисніть End.

4.2) Опція «Точка-зонд»:

- Рухайте «Джойстик» праворуч — оберіть точку вимірювання 1 — натисніть «ОК» — рухайте точку вимірювання по зображенню за допомогою «Джойстика» — Натисніть «ОК».

- Для завершення вимірювання рухайте «Джойстик» праворуч та натисніть End.

4.3) Опція «Точка-значення»:

- Рухайте «Джойстик» праворуч — оберіть точку вимірювання 1 — натисніть «ОК» — рухайте точку вимірювання по зображенню за допомогою «Джойстика» — Натисніть «ОК».

- Рухайте «Джойстик» праворуч → встановіть необхідне значення вручну.

- Для завершення вимірювання рухайте «Джойстик» праворуч та натисніть End.

4.4) Опція «Точка-RTC»:

- Рухайте «Джойстик» праворуч — оберіть точку вимірювання 1 — натисніть «ОК» — рухайте точку вимірювання по зображенню за допомогою «Джойстика» — Натисніть «ОК».

- Рухайте «Джойстик» праворуч → вручну встановіть необхідне значення.

- Для завершення вимірювання рухайте «Джойстик» праворуч та натисніть End.

11.3. Виконання та огляд знімків через галерею.

<u>Для збереження зображення:</u>

1) Натисніть на «Тригер» (див. табл. 2 пункт №8)

Зображення буде збережено автоматично.

В незалежності від типу зображення, інфрачервоне зображення буде збережено з прикріпленим реальним зображенням.

<u>Для перегляду зображення:</u>

1) Оберіть функцію «Галерея зображень».

Всі збереженні зображення відображаються в режимі попереднього перегляду інфрачервоного зображення.

2) Рухайте «Джойстик» для вибору зображення.

3) Натисніть «ОК» для відкриття обраного зображення.

Зображення відкриється.

<u>Для видалення зображення:</u>

Повторіть дії 1-3 «Для перегляду зображення».

4) Натисніть кнопку швидкого вибору (див. табл. 2 пункт №5).

На дисплеї з'явиться напис: «Видалити зображення?»

5) Для підтвердження натисніть «ОК». Для відміни дії натисніть «ESC» (див. табл. 2 пункт №3)

12. Аналіз термографічної зйомки та вказівки до зйомки. Приклади.

Приклад 1

Камера перетворює невидиме інфрачервоне випромінювання у видиму картинку (див. рис.12.1). Ми отримуємо картинку інтенсивності випромінювання, а не температури!

Температура на поверхні майже скрізь однакова.

Але вона видається різною через різні показники випромінювання.



Рис. 12.1. Термографічна зйомка чашки

Приклад 2

Шляхом використання ізотерми може буде локалізована найгарячіша зона і таким чином показане точне місце негерметичності (див. рис. 12.2).



Рис. 12.2. Виявлення негерметичності за допомогою ізотерми

Приклад 3

Перевірка на герметичність несучої конструкції (див. рис. 12.3) виконана вдало (перепад температури в межах норми).



Рис. 12.3. Кут будівлі виконаний герметично

Відсутня ізоляція на стелі відображається як холодна зона (див. рис. 12.4)



Рис. 12.4. Відсутність ізоляції стелі

Приклад 5

Недоліки конструкцій можуть бути таких елементах, як дерев'яні стійки обрамлення вікон або галогенові лампи (див. рис 12.5).

Дерев'яні стійки 18,0 20,7°C 20 18 15,4°C

Рис. 12.5. Втрати тепла через дерев'яні стійки та лампи у стелі

Порівняння якісно ізольованої конструкції (див. рис. 12.6, а) з негерметичною. У стиках температура значно зменшується на правому фото (див. рис. 12.6, б), що спричиняє утворенню холодного містка.



Рис. 12.6. Порівняння якості ізоляції оболонки будівлі за допомогою термографічної зйомки

Приклад 7

Через охолодження внаслідок випаровування вологі місця на термограмі видаються холоднішими (див. рис. 12.7).

Галогенові лампи у стелі



Рис. 12.7. Виявлення вологих місць за допомогою термографа

Виявлення місць накопичення води у конструкції даху (див.рис.12.8).



Рис. 12.8. Накопичення води в конструкції даху

13. Зразок виконання звіту з термографічної зйомки

В першому розділі звіту надають загальні дані про об'єкт в цілому: його розташування, адреса.

Вказують контактні та юридичні дані власника об'єкта.

В кінці виконується перелік будівель, в яких проводилася термографічна зйомка. За потреби додається схема розташування будівель.

Зразок виконання цієї частини звіту дивитись на рисунку 13.1.

Tene		К ВИКОНАНО ОБСТВ		оча консульта	ція	
Пов	на назва установи	Комунальне нек	омерційне пілп	риємство "Міс	ька клінічна і	пікарня №9"
	ina inaoba jeranobii	Дніпровської міс	ької ради			independence.
Відг	повідальна особа	Хілько Ірина Лес	нідівна, інжене	р-енергетик		
ліка	рні за проведення	Панишева Люди	ила Петрівна, з	аступник гене	рального ди	ректора з
тери	мографічного	адміністративно	технічних пита	нь		
обст	геження (ПІБ, тел.,	790-06-60; +38-0	96-228-68-05, +	38-056-790-06	6-60	
e-ma	ail)	aup mkl9@ukr.n	et; admin.mkl9@	ukr.net		
# п.п.	Назва будівлі	Адреса будівлі	Призначення будівлі	Рік побудови	Кількість поверхів	Кіль-сть ліжкомісць
1	Пологовий будинок	м. Дніпро,	лікувальний заклад	1977	4	
2	Гінекологічне відділення,	проспект Мануйлівський,	лікувальний заклад	1926-1946	2	

Рис. 13.1. Загальні відомості про об'єки	Puc.	<i>c. 13.1.</i>	Загальні	відомості	npo	00'ЄКІ	т
--	------	-----------------	----------	-----------	-----	--------	---

лікувальний

заклад

1992

5

буд. 29

Жіноча

консультація

3

В наступному розділі звіту необхідно надати дані безпосередньо про будівлю: опис його конструкції, загальні цифрові фото. Також слід зазначити дані виконавця та замовленника. Потім варто вказати прилад, за допомогою якого проводилася зйомка та погодні умови. Зразок виконання дивитись на рисунку 13.2.



Загальний вигляд будівлі пологового будинку

Будівля №1		Дата та час обстеження	15.01.2020 p. 13:00	
Опис конструкції будівлі	Будівля пологов технічним поверх Конструктивна схи Зовнішні стіни – п пісчаному розчині Покрівля – пласка Подвійне засклен металопластикові	юго будинку – чотириповерхова ом, простої С-образної форми в п. ема – стінова з перехресною сист- овнотіла кладка із силікатної цегл і. Товщина стін – 510 мм. а, суміщена. на в дерев'яних плетіннях / однок. і склопакети	з підвалом та лані. емою несучих стін. и на цементно- амерні	
Температура зовнішнього повітря, С°	1	Температура повітря всередині, С°	20	
Різниця температур між внутрішнім та зовнішнім повітрям, С°	19	Погодні умови Інші важливі чинники, що впливають на результати	сухо, безхмарно, без вітру	
Замовник		Комунальне некомерційне підприємство "Міська клінічна лікарня №9" Дніпровської міської ради		
Адреса об'єкту		м. Дніпро, проспект Мануйлівський, буд. 29		
Модель тепловізора:		testo 875-2		
Серійний номер		№ 917617		
Об'єктив		Стандартний 32°		
Виконавець		Юрченко Є.Л.		

Рис. 13.2. Дані будівлі, що входить в план обстеження об'єкту

Наступним кроком є звітність за конструктивним частинами будівлі. Для коректного та наглядного представлення звіту необхідно відобразити цифрове та термографічне зображення з однієї точки проведення зйомки. На термографічному зображенні повинна бути налаштована температурна шкала та видно точки з екстремумами температури. Наприкінці треба зробити висновок із вказівкою наявності або відсутності порушень в конструкції теплоізоляційної оболонки будівлі. При наявності таких порушень необхідно їх вказати з описом проблеми.

Приклад 1

Зйомка скло прозорих конструкцій на герметичність та правильність їх встановлення в конструкцію стіни (див. рис. 13.3).

Тепловізійне обстеження зовнішніх стін Файл: IV_04715.BMT Дата: 15-Jan-20 Час: 13:06:51

			70 60 50 40 30 20
Параметри зображення: Коефіцієнт випромінювання : 0.93 Відображ . темп. [°C]: 0,1			
Вимірювані об'єкти	Температура поверхні, °C	Коефіцієнт випромінювання	Температура середовища, °С
Точка виміру М1	7.1	0.93	0,1
Точка виміру М2	4.6	0.93	0,1
Точка виміру МЗ	3.3	0.93	0,1
Висновок про зони теплових відмов	Виявлені нещільності фасаду	В МІСЦЯХ ВІКОННИХ ВІДКО	осів та перемичок

Рис. 13.3. Приклад 1. Звітність з термографічної зйомки скло прозорих конструкцій ззовні

Приклад 2

Аналіз теплоізоляційних властивостей скло прозорої конструкції зсередини будівлі (див. рис. 13.4).



Вимірювальні об'єкти	Температура поверхні, °С	Коефіцієнт випромінювання	Температура середовища, °С
Точка виміру М1	+11,6	0,98	+1,5
Найбільш холодна точка	+9,0	0,98	+1,5
Найбільш гаряча точка	+15,6	0,98	+1,5
Висновок:	Склопрозора коно теплоти. Необхід теплопередачі коно значенню. Темпер точки роси.	струкція проводить но перевірити зна струкції на відповідн атура поверхні виг	значну кількість чення коефіцієнта кість нормативному це за температуру

Рис. 13.4. Приклад 2. Звітність з термографічної зйомки скло прозорої конструкції зсередини

Обстеження приладів опалення (див. рис. 13.5).

Приклад 4

Обстеження стану цегляної кладки стіни ззовні (див. рис. 13.6).

Тепловізійне обстеження окремих частин системи опалення Файл: IV_04729.BMT Дата: 15-Jan-20 Час: 13:24:34



Рис. 13.5. Приклад 3. Звітність з термографічної зйомки елементів опалення

Тепловізійне обстеження зовнішніх стін Файл: IV_04646.BMT Дата: 15-Jan-20 Час: 12:08:04

			- 11.0 - 10.0 - 9.0 - 8.0 - 7.0 - 6.0 - 5.0 - 4.0
Параметри зображення: Коефіцієнт випромінювання : 0.93 Відображ. темп. [°C]: 1.0			
Вимірювані об'єкти	Температура поверхні, °С	Коефіцієнт випромінювання	Температура середовища, °C
Найбільш холодиа тоцка 1	3.8	0.93	1.0
Найбільш гаряца точка 1		1 2 2 2	

Рис. 13.6. Приклад 4. Звітність з термографічної зйомки зовнішньої стіни

Література

- 1. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. Київ : Мінрегіон України, 2014. 71 с.
- 2. Руководство пользователя. Тепловизор «Testo 868».
- 3. Звіт з термографічного обстеження комплексу будівель. Комунальне некомерційне підприємство «Міська клінічна лікарня № 9 Дніпровської міської ради».