

Шокар'єв Дмитро Анатолійович, Канд. техн. наук, доцент, Тел. (096)596 98 55. E-mail: dmytro.shokarov@khpі.edu.ua, ORCID:0000-0001-7038-3172

Мельников Георгій Ігорович, Канд. техн. наук, доцент, Тел. (097)669 52 36. E-mail: Heorhii.Melnykov@khpі.edu.ua, ORCID: 0000-002-2748-4733

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, Україна, 61002

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОПАЛЕННЯ БУДІВЛІ

***Анотація.** В роботі наведено методику запобігання витрат теплової енергії на опалення будівлі. Зазначено, що енергетична статистика України передбачає зростання вживання первинних енергоресурсів в період 2020–2030 рр. переважно за рахунок енергозбереження, що, в свою чергу, забезпечить на 30-40% зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу та стабілізує викиди парникових газів. Для обґрунтування шляхів зниження грошових витрат на електро- та теплоспоживання в роботі запропоновано певні заходи, що демонструють найбільший економічний ефект у найкоротші строки. Виконана оцінка якості здійснення теплового захисту огорожуючих конструкцій будівлі. Наведено аналіз термограм огорожуючих конструкцій на основі інфрачервоного сканування поверхонь. Тепловізійне обстеження проведене в два етапи. За допомогою тепловізора на першому етапі виконано сканування огорожуючих конструкцій з цілю виявлення ділянок огорожуючих конструкцій, які мають відмінність температурних полів. На базі аналізу термограм попереднього сканування намічена програма детального обстеження ділянок з температурними аномаліями і з'ясовано причини їх появи. На основі проведеного дослідження наведено рекомендації щодо збільшення зведеного опору теплопередачі огорожуючих конструкцій з метою запобігання витрат теплової енергії на опалення будівлі.*

***Ключові слова:** тепловізійне обстеження, енергоаудит, тепловізор, огорожуючі конструкції.*

Shokarev Dmytro A., Ph.D. Associate professor. Tel. (096)596 98 55. E-mail: dmytro.shokarov@khpі.edu.ua. ORCID:0000-0001-7038-3172

Melnikov Georgy I., Ph.D., associate professor. Tel. (097)669 52 36. E-mail: Heorhii.Melnykov@khpі.edu.ua. ORCID: 0000-002-2748-4733

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", str. Kyrpychova 2, Kharkiv, Ukraine, 61002

A METHODOICAL APPROACH TO REDUCING HEAT ENERGY EXPENDITURES FOR BUILDING HEATING

***Abstract.** The work provides a method of preventing the consumption of heat energy for heating the building. It is noted that the energy statistics of Ukraine foresee an increase in the use of primary energy resources in the period 2020–2030 mainly due to energy saving, which, in turn, will ensure a 30-40% reduction in emissions of harmful substances into the atmosphere and stabilize greenhouse gas emissions. In order to substantiate the ways of reducing money costs for electricity and heat consumption, certain measures are proposed in the work, which demonstrate the greatest economic effect in the shortest time. The evaluation of the quality of thermal protection of the building's enclosing structures was carried out. The analysis of thermograms of enclosing structures based on infrared scanning of surfaces is presented. The thermal imaging survey was*

carried out in two stages. With the help of a thermal imager, at the first stage, a scan of the enclosing structures was performed in order to identify areas of the enclosing structures that have different temperature fields. Based on the analysis of the thermograms of the previous scan, a program of detailed examination of the areas with temperature anomalies is planned and the reasons for their appearance are clarified. Based on the conducted research, recommendations are given to increase the combined heat transfer resistance of enclosing structures in order to prevent heat energy costs for heating the building.

Keywords: *thermal imaging survey, energy audit, thermal imager, enclosing structures.*

Постановка проблеми. Енергетична статистика України прогнозує в період 2020–2030 р.р. зростання споживання первинних енергоресурсів. У склавшихся умовах це можливо переважно за рахунок енергозбереження з одночасним зменшенням на 30-40% викидів в атмосферу шкідливих речовин та парникових газів [1]. Важливою складовою цих процесів є вартість заходів. Для зниження грошових витрат на електро- та теплоспоживання необхідно володіти методами, які б дали найбільший економічний ефект у найкоротші строки. Один з таких методичних підходів пропонується авторами у даній роботі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема енергозбереження дуже актуальна для України, бо, незважаючи на наявні запаси, використовувані енергоносії постачаються, переважно, з інших країн. Питанням впровадження енергетичного менеджменту у школах присвячено праці таких вчених, як О.Мельникова, А.Праховник, Дан Арне Хойстад, В.Дешко, Є. Іншеков, А. Конеченков та інших. Різні аспекти щодо енергозбереження та енергоефективності були предметом дослідження у межах технічних, економічних, природничих, правових та інших наук. У першу чергу, це ґрунтовні дослідження Л. Бойко, Земляного, Г.Зубко, Ю.Козака, І. Корінько, Є.Переґуди, В.Плоского, В.Малярєнко, Н.Матвийчука, С.Савчука, С.Сєдих, В. Струка, В.Торкатюка, А. Шевцова та інших [2-11]. Але динамічні зміни в суспільстві вимагають подальшого аналізу енергоефективності та енергозбереження як наукової проблематики. Тому, підходи до регулювання енергозбереження в національній економіці не втрачають своєї актуальності і у потребують подальшого дослідження із урахуванням реалій сьогодення. Особливої актуальності набувають питання зменшення витрат теплової енергії

на опалення будівель шкіл.

Виклад основного матеріалу. Розвиток інституту енергоефективності не можливо здійснювати лише у площині однієї галузі і знаходиться він на міждисциплінарному перетині не лише технічних та економічних наук, а звісно й правознавства. Але динамічні зміни в суспільстві вимагають подальшого аналізу енергоефективності та енергозбереження як наукової проблематики. Тому, регулювання енергозбереження в національній економіці не втрачають своєї актуальності і у потребують подальшого дослідження із урахуванням реалій сьогодення.

Мета статті – розробка та систематизація теоретичних засад використання енергозберігаючих технологій під час будівництва та визначення пріоритетних векторів розвитку будівельної галузі, розробка технічних рішень, які дозволять знизити споживання енергетичних ресурсів та підвищують комфортні умови навчання дітей та роботи вчителів у школах.

Відповідно до прийнятих європейських та українських державних стандартів система енергетичного менеджменту має наступні складові:

- енергетична політика;
- енергетичне планування;
- впровадження системи енергоменеджменту;
- перевірка системи енергоменеджменту;
- аналіз з боку керівництва щодо якості реалізації системи енергоменеджменту.

Енергетична політика - офіційна заява організації про основні наміри та напрямки діяльності щодо енергетичної результативності, у випадку шкільного енергоменеджменту пропонується формат «Шкільна енергетична декларація». Енергетичне планування – планування, яке узгоджується з «Шкільною енергетичною декларацією» і веде до здійснення дій, спрямованих на постійне поліпшення енергетичної результативності діяльності школи.

Впровадження системи енергоменеджменту передбачає низку кроків та

дій:

- формування команди енергоменеджерів - призначення відповідальних за збір і передачу даних щодо спожитих енергоресурсів;
- проведення енергетичної інвентаризації обладнання та систем;
- щоденна/щотижнева фіксація даних про спожиті енергоресурси та температури повітря в програмному забезпеченні.

Ефективним інструментом для потреб енергоменеджменту слугує енергомоніторинг. Енергомоніторинг показує, яким чином споживається енергія і виявляє потенціал для її заощадження. Документ ISO 50001:2011 «Система управління енергією» був розроблений і схвалений до використання у цілому світі Міжнародною організацією зі стандартизації (International Organization for Standardization (ISO)). Цей стандарт дозволяє будь-якій організації, котра в процесі своєї роботи послуговується енергетичними ресурсами виробити оптимальні підходи використання цієї категорії ресурсів та організації їх поставок незалежно від географічних, культурних, економічних чи соціальних умов, в яких в даний час перебуває відповідна організація. Згідно стандарту ISO 50001: 2011, енергетична політика — це офіційна заява вищого керівництва закладу про основні наміри та напрямки діяльності щодо енергетичної результативності. Енергетична політика визначає рамки для дій і служить основою для постановки енергетичних цілей та завдань. Заява має публічно задекларувати мету починання (основну проблему, на вирішення якої спрямовано енергоменеджмент) та її зв'язок з місцевою політикою і пріоритетами. Детальна розробка енергетичної політики повинна складатися з: визначення обов'язків; визначення цілей; розробки плану дій; складання плану з енергоспоживання; визначення відповідальних осіб та ресурсів для успішного здійснення плану; висвітлення основних дій та результатів. У випадку школи, політика повинна сприяти залученню всього колективу школи, куди входять учні, вчителі та адміністративно-технічний персонал, а також батьки учнів. В рамках даного методичного підходу пропонується показати, які

інструменти потрібно застосувати для зниження грошових витрат на електро- та теплоспоживання та отримати найбільший економічний ефект у найкоротші строки [12]. У даному дослідженні фахівцями проаналізовано енергоефективність будівлі КЗ "ХЛ № 11" з точки зору розробки заходів і рекомендацій щодо її підвищення. Теоретичне значення роботи полягає у дослідженні енергоефективності будівель і споруд з метою розробки методології комплексного тепловізійного обстеження [13].

На рис. 1 показано витрати тепла за 2020-2022 роки на потреби системи опалення та гарячого водопостачання школи за 2020- 2022 роки.

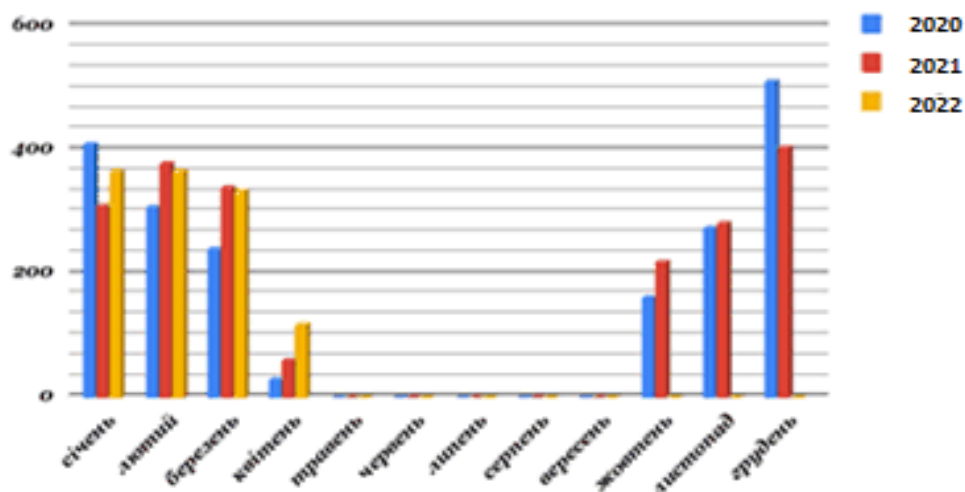


Рис. 1. Кількість теплоти для опалення школи за 2020- 2022 роки. Данні по споживанню енергоносіїв надані КП "Харківводоканал".

Будівля КЗ "ХЛ № 11" розташована у м. Харків за адресою вулиця Василя Мельникова,7. Будівля складається з однієї споруди будівлі, яка побудована у 1963 році. Будівля має 3 поверхи вище поверхні ґрунту, та додатковий 1 поверх прибудованої споруди з підлогою нижче поверхні ґрунту. У даний час будівля використовується в якості спеціалізованої школи. Система опалення централізована.

Регулювання температури теплоносія погодозалежне – по температурі зовнішнього повітря. Регулювання температури проводиться у ручному режимі оператором котельні. На рис. 2 приведено температурний графік системи опалення.

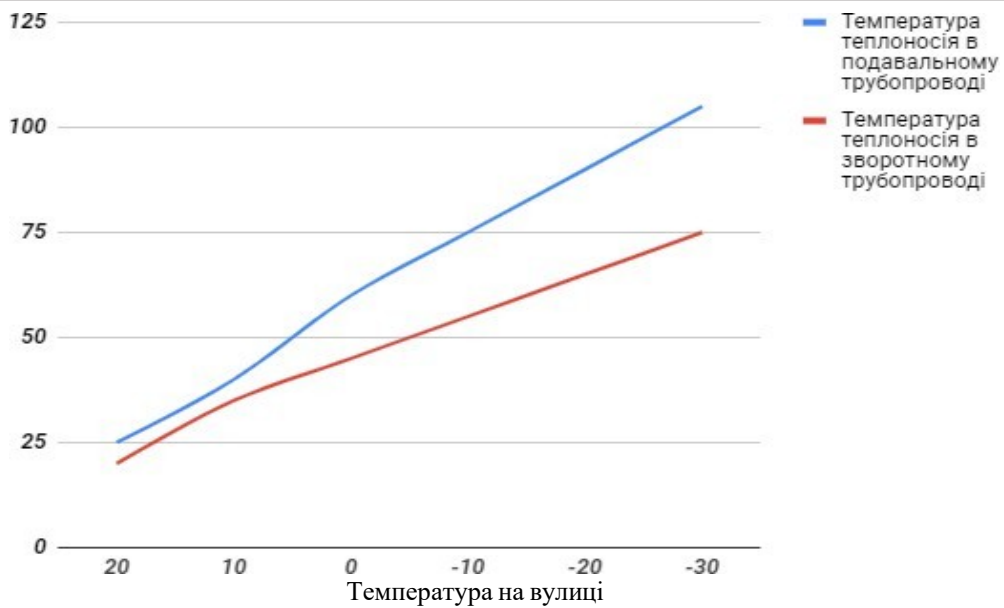


Рис. 2. Температурний графік системи опалення

На момент обстеження температура зовнішнього повітря не перевищувала мінус 10°C, тобто температура теплоносія в подавальному трубопроводі повинна бути не нижче 70°C [14].

Система опалення водяна вертикальна однотрубна з верхньою подачею. В якості циркуляційного насосу застосовано насоси K20/30- У2М. Опалювальні прилади – чавунні радіатори МС 140-500. Збільшення витрат теплоти на підтримання температури в школі за січень 2020 і 2021 років не зумовлено температурою повітря. Не зважаючи на те, що у січні 2020 році було холодніше, у 2021 році було витрачено більше.

Аналіз графіка споживання активної електроенергії (рис.3) показав, що у зимовий період значно збільшується споживання електричної енергії. Збільшення споживання відбувається частково за рахунок збільшення часу використання освітлювальних приладів, але основною причиною збільшення споживання є використання електричних опалювальних приладів.

Базове споживання електроенергії на освітлення та офісну техніку складає 16000...17000 кВт·год в зимовий період, споживання обладнанням котельні 2160 кВт·год. Виходячи з цих даних, споживання електричної енергії опалювальними приладами за 2016 рік становить 70000 кВт·год.

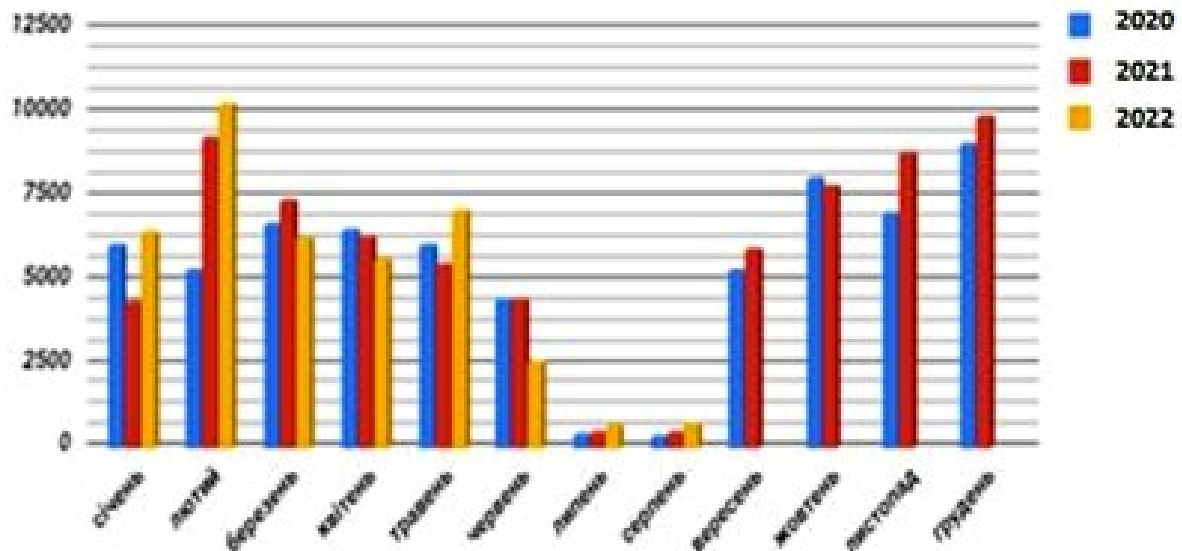


Рис.3. Щомісячне споживання активної електроенергії за 2020 - 2022 роки.

Матеріали і результати досліджень. Під час обстеження проводились вимірювання наступних параметрів [15 4]: температура повітря всередині приміщень; температура поверхонь огорожуючих конструкцій зовні та зсередини приміщень (стін вікон, горища, фундаменту); температура теплоносія в системі опалення на зворотних трубопроводах стояків системи опалення.

Вимірювання температури поверхонь виконане безконтактним методом – тепловізором RGK TL- 80. На тепловізійних знімках зафіксовано температури на різних поверхнях приміщень: зовнішніх стінах, внутрішніх міжкімнатних перегородках, підлозі, опалювальних приладах. На момент проведення вимірювань температура зовнішнього повітря складала - 10 °С, мінімальна температура за добу – 14,5°С.

Низька температура в приміщеннях обумовлена, в більшій мірі, режимом роботи опалення. Відповідно до температурного графіку системи опалення при температурі зовнішнього повітря -10°С, температура в подавальному трубопроводі в систему опалення повинна складати 73,8°С, теплоносій з системи опалення повинен повертатися з температурою близькою 57°С. При проведенні вимірювань температури теплоносія в системі опалення виявлено, що температура в подавальному трубопроводі в систему опалення складає 43°С,

теплоносії з системи опалення повертатися з середньою температурою 35°C.

В результаті тепловізійного обстеження радіаторів опалення МС-140 (рис. 4) були виявлені наступні недоліки.

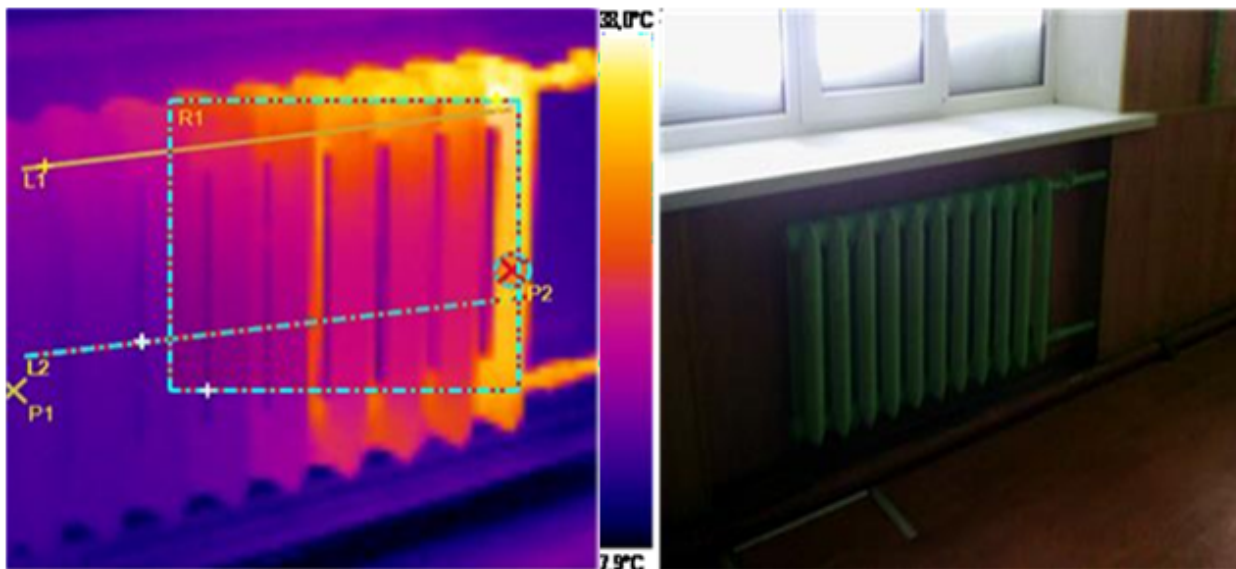


Рис. 4. Термограма батареї на першому поверсі.

Більша кількість радіаторів засмічена і не виконує в повній мірі свої функції. Існує проблема з справністю роботи радіаторів опалення. Як показує рис.4, не всі батареї повністю пропускають воду крізь себе, у деяких вода ледве доходить до середини, а це значно зменшує кількість теплоти, яку вони дають.

У табл. 1 представлено інформацію щодо лінії температурного профіля.

Таблиця 1.

Детальна інформація про лінії температурного профіля

№	Серед ня темпер.	Макс. темпер.	Мин. темпер.	Коеф випр.	Відображена темпер.	Окр. темп.	Вологість	Відстань
L1	25,9°C	37,7°C	17,9°C	0,97	25,0°C	25,0°C	50%	5,0m
L2	18,7°C	34,9°C	14,0°C	0,97	25,0°C	25,0°C	50%	5,0m

Низька температура обумовлена тим, що є проблемі зі щільністю конструкції школи. В стінах і підлозі є дірки, що пропускають тепло назовні. А під стелею з'єднання зі стінами є не щільним і холодне повітря з вулиці заходить в приміщення (рис. 5).

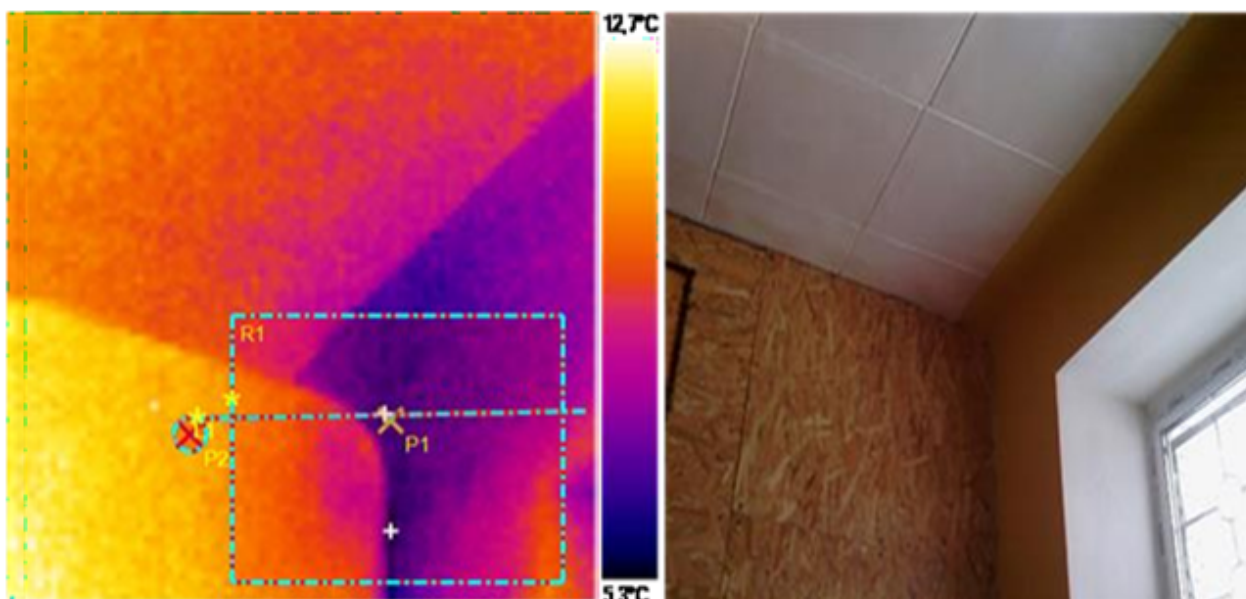


Рис. 5. Термограма для стелі на 3 поверсі.

Тепловізійні знімки температури на різних поверхнях приміщень надали можливість визначити характерні температурні точки (табл.2).

Таблиця 2.

Детальна інформація про температурні точки.

№	Температура	Коэф. изл.	Відображена температура	Окр. темп.	Вологість	Відстань
1	6,3°C	0,97	25,0°C	25,0°C	50%	5,0m
2	11,3°C	0,97	25,0°C	25,0°C	50%	5,0m

Вікна в головній будівлі переважно металопластикові з двокамерними склопакетами (рис.6), невелика кількість вікон залишилася з дерев'яними рамами з подвійним склінням в окремих плетіннях. Старі вікна з дерев'яними рамами знаходяться в незадовільному стані, рами мають значні відхилення розмірів та викривлення в площині скла. Деякі вікна мають пошкодження скла в результаті порушення цілісності та геометрії рами.

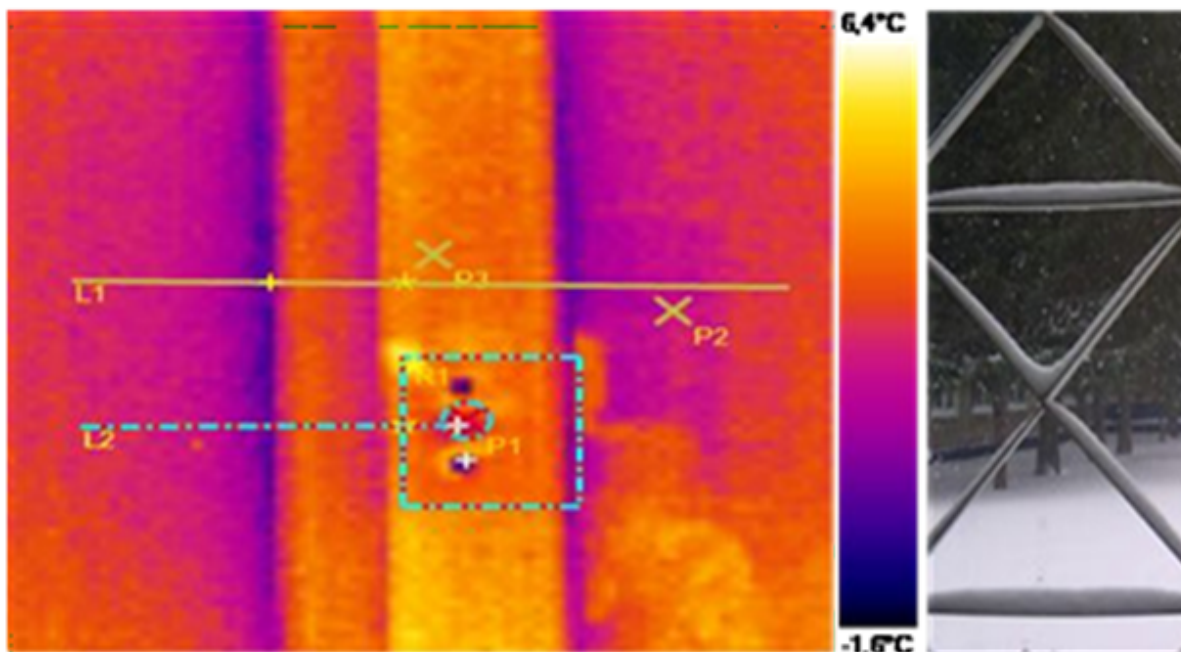


Рис. 6. Термограма вікна, 1-й поверх.

Таблиця 3.

Детальна інформація про лінії температурного профілю

№	Середня темпер	Макс. темпер.	Мін. темпер.	Коеф. випр.	Відображена темпер.	Окр. темп.	Вологість	Відстань
L1	2,5°C	4,3°C	0,4°C	0,97	25,0°C	25,0°C	50%	5,0m
L2	2,4°C	4,1°C	-0,6°C	0,97	25,0°C	25,0°C	50%	5,0m

Варто відзначити, що теплотехнічні характеристики встановлення нових металопластикових вікон не є задовільними. Склопакети нових вікон однокамерні термічним опором $0,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ (відповідно до [16] термічний опір повинен бути не $0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$) це не призводить до бажаного зменшення теплових втрат через вікна. Також проблема є в тому, що у вікнах на першому поверсі знімаються ручки. Це призводить до того що утворюються отвори на вулицю, через які втрачається тепло.

Головна споруда побудована з червоної повнотілої цегли. Стіни поверхів, по висоті будівлі, мають різну товщину – від 2-х до 3-цеглин. По цеглі виконане оштукатурювання ззовні та з середини. Стіни прибудованого корпусу виконані з силікатної цегли в 2 цеглини. Штукатурення виконане з середини

приміщень.

При виконанні тепловізійних знімків виявлено зони більш прогрітих стін напроти опалювальних приладів. Це свідчить про незначний термічний опір стін, і як наслідок, великих втрат тепла. На знімку головної будівлі (рис. 7) чітко видно, що з вікон верхнього поверху відбувається інтенсивний витік теплого повітря внаслідок значної нещільності віконних рам.

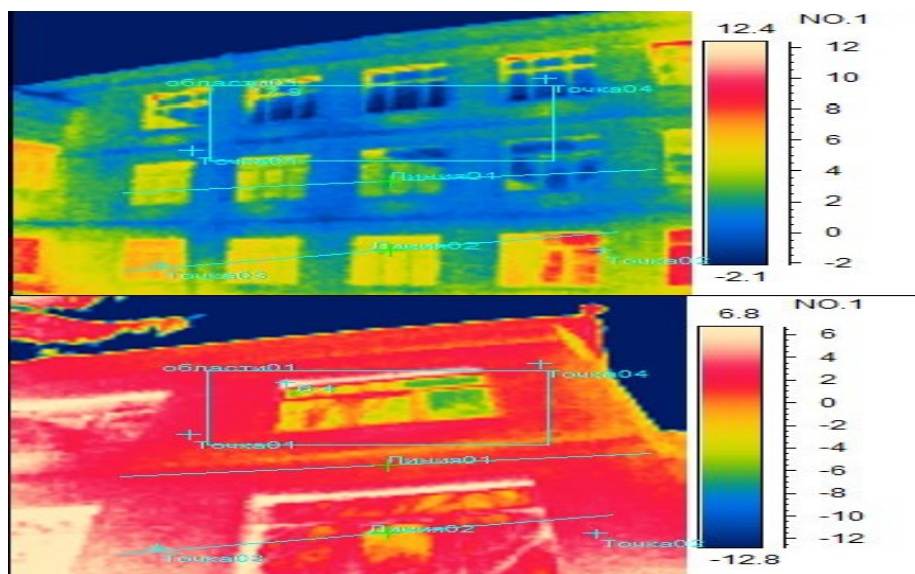


Рис.7. Термограма зовнішньої стіни у дворі школи

Висновки. Проведене дослідження показало, що для збільшення зведеного опору теплопередачі огорожуючих конструкцій з метою зменшення витрат теплової енергії на опалення будівлі потрібно виконати певні умови.

1. Виконати утеплення зовнішніх стін будівлі (задня частина будівлі).
2. Перед виконанням робіт з утеплення зовнішніх стін будівлі необхідно усунути всі існуючі дефекти в конструкціях: відколи цегли, порушення герметичності монтажних швів, «містки холоду» і таке інше.
3. Притули віконних і дверних блоків погано відрегульовані. Щілини між ущільнювачем рам і стулками становлять місцями до 5 мм. Виконані при монтажі вузли віконних зливів створюють містки холоду, що викликає зниження температури поверхні нижньої частини віконних рам.

Необхідно також виконати перерахунок температури внутрішньої поверхні низу віконних рам на розрахункові температурні умови. Для цього треба:

- здійснити заміну старих вікон та дверей на сучасні енергоефективні;
- провести регулювання механізмів закриття віконних стулок;
- замінити або прочистити радіатори батарей.

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Закон України «Про енергозбереження» із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 17 лютого 2011 року. № 3038-VI. URL: <http://naer.gov.ua/normativno-pravovabaza>.
2. Мельникова О. В., Праховник А. В., Дан Арне Хойстад, Іншеков Є. М., Дешко В. І., Конеченков А. Є. *Енергозбереження*. Посібник з раціонального використання ресурсів та екргії для учнів загальноосвітньої школи. Вид. 2, виправлене та доповнене. Київ. 2004. с. 104.
3. Фонд енергоефективності презентував програму модернізації житлового фонду України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/ua/news/fond-energoefektivnosti-prezentuvav-programu-modernizaciyi-zhitlovogo-fondu-ukrayini>. (дата звернення: 18.10.2019).
4. Про енергоефективність: Директива 2012/27/ЄС від 25 жовтня 2012 р. URL: <http://enref.org/docs/dyrektyva-2012-27es-pro-enerhoefektyvnist/> (дата звернення: 18.10.2019).
5. Дробишинець С. Я., Романюк Н. Г. Закордонний досвід в галузі енергозбереження та енергоефективності. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. Вип. 4. С. 48-55.
6. Міжнародний досвід використання енергозберігаючих технологій в будівництві. URL: <https://energox.com.ua/2018/05/03/mizhnarodnyj-dosvid-vykorystannya-energozberigayuchyh-tehnologij-v-budivnytstvi-2/> (дата звернення: 18.10.2019).
7. Європейців зобов'язують будувати «активні» будинки. URL: <https://ecotown.com.ua/news/YEvropeytsiv-zobov-yazhut-buduvaty-aktyvni-budyanky/> (дата звернення: 17.10.2019).
8. Перегуда Є. В., Стойко О. М., Деревінський В. Ф., Семко В. Л., Мамонтов І. О., Місержи С. Д. *Політика енергоефективності та енергозбереження як чинник національної консолідації: проблеми формування та реалізації*: Монографія. Київ-Тернопіль. «Економічна думка», 2018. 202 с.
9. Пасивний Будинок. URL: <http://passivehouse-igua.com/passive-house> (дата звернення: 18.10.2019).
10. Стандарт Пасивного Будинку. URL: <http://passivehouse-igua.com/passive-house/passive-house-standard/> (дата звернення: 18.10.2019).
11. 10 міфів щодо Пасивних Будинків. URL: <http://passivehouse-igua.com/passive-house/passive-house-fag/> (дата звернення: 19.10.2019).
12. URL: <https://enfcities.org.ua>
13. Наказ НАЕР від 20.05.2010 № 56 «Про затвердження Типової методики «Загальні вимоги до організації та проведення енергетичного аудиту»». URL: <http://www.uapravo.net/akty/postanovy-osnovni>.
14. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – Зі зміною № 1 від 1 липня 2013 року. На заміну СНіП П-3-79. Введ. 09.09.2006 р. К. Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. 72 с.
15. Методика проведення енергетичного аудиту закладів освіти. загальні положення. Порядок проведення. МОН України НТУУ "КПІ" Інститут енергозбереження та

енергоменеджменту. К., 2009.

16. Норми витрат електричної та теплової енергії для установ і організацій бюджетної сфери України. Міністерство енергетики України. Київ, 1999.

REFERENCES:

1. Закон України «Про енергозбереження» із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 17 лютого 2011 року. № 3038-VI. Available at: <http://naer.gov.ua/normativno-pravovabaza>.
2. Melnykova O. V., Prakhovnyk A. V., Dan Arne Khoistad, Inshekov Ye. M., Doshko V. I., Konechenkov A. Ie. *Enerhozberezhennia*. Posibnyk z ratsionalnogo vykorystannia resursiv ta ekrhii dlia uchniv zahalnoosvitnoi shkoly. Vyd. 2, vypravlene ta dopovnene. Kyiv. 2004. 104 p.
3. Fond enerhoefektyvnosti prezentuvav prohramu modernizatsii zhytlovoho fondu Ukrainy. Available at: <https://www.kmu.gov.ua/ua/news/fond-energoefektivnosti-prezentuvav-programu-modernizatsiyi-zhitlovogo-fondu-ukrayini>. (data zvernennia: 18.10.2019).
4. Pro enerhoefektyvnist: Dyrektyva 2012/27/Yes vid 25 zhovtnia 2012 r. Available at: <http://enref.org/docs/dyrektyva-2012-27es-pro-enerhoefektyvnist/> (data zvernennia: 18.10.2019).
5. Drobyshynets S. Ia., Romaniuk N. H. Zakordonnyi dosvid v haluzi enerhozberezhennia ta enerhoefektyvnosti. *Suchasni tekhnolohii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi*. Vyp. 4. P. 48-55.
6. Mizhnarodnyi dosvid vykorystannia enerhozberihaiuchykh tekhnolohii v budivnytstvi. Available at: <https://energox.com.ua/2018/05/03/mizhnarodnyj-dosvid-vykorystannya-energozberigayuchykh-tehnologij-v-budivnytstvi-2/> (data zvernennia: 18.10.2019).
7. Yevropeitsiv zoboviazhut buduvaty «aktyvni» budynky. Available at: <https://ecotown.com.ua/news/YEvropeytsiv-zobov-yazhut-buduvaty-aktyvni-budynky/> (data zvernennia: 17.10.2019).
8. Pehuda Ye. V., Stoiko O. M., Derevynskyi V. F., Semko V. L., Mamontov I. O., Miserzhy S. D. *Polityka enerhoefektyvnosti ta enerhozberezhennia yak chynnyk natsionalnoi konsolidatsii : problemy formuvannia ta realizatsii*. Monohrafiia. Kyiv-Ternopil. «Ekonomichna dumka», 2018. 202 p.
9. Pasyvnyi Budynok. Available at: <http://passivehouse-igua.com/passive-house> (data zvernennia: 18.10.2019).
10. Standart Pasyvnoho Budynku. Available at: <http://passivehouse-igua.com/passive-house/passive-house-standard/> (data zvernennia: 18.10.2019).
11. 10 mifiv shchodo Pasyvnykh Budynkiv. Available at: <http://passivehouse-igua.com/passive-house/passive-house-fag/> (data zvernennia: 19.10.2019).
12. Available at: <https://enecities.org.ua>
13. Nakaz NAER vid 20.05.2010 № 56 «Pro zatverdzhennia Typovoi metodyky «Zahalni vymohy do orhanizatsii ta provedennia enerhetychnoho audytu»». Available at: <http://www.uapravo.net/akty/postanovy-osnovni>.
14. DBN V.2.6-31:2006. Konstruktsii budynkiv i sporud. Teplova izoliatsiia budivel. – Zi zmoiniu № 1 vid 1 lypnia 2013 roku. Na zaminu SNiP II-3-79. Vved. 09.09.2006 r. K. Ministerstvo budivnytstva, arkhitektury ta zhytlovo-komunalnogo hospodarstva Ukrainy, 2006. 72 p.
15. Metodyka provedennia enerhetychnoho audytu zakladiv osvity. zahalni polozhennia. Poriadok provedennia. MON Ukrainy NTUU "KPI" Instytut enerhozberezhennia ta enerhomenedzhmentu. K., 2009.
16. Normy vytrat elektrychnoi ta teplovoi enerhii dlia ustanov i orhanizatsii biudzhethnoi sfery Ukrainy. Ministerstvo enerhetyky Ukrainy. Kyiv, 1999.

Надійшла до редакції 17.09.2023р.