

УДК 658.26

**ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВТРАТ АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ****Татарченко Г.О., Скурідіна Т.М., Поркуян С.Л.****EVALUATION OF ENERGY LOSS OF ADMINISTRATIVE BUILDING****Tatarchenko G.O., Skuridina T.M., Porkuian S.L.**

*В статті розглянуто результати теоретичних та практичних досліджень енергетичних втрат адміністративного будівництва 1994 року. Виконані теплові розрахунки та проведено тепловізійний огляд огорожувальних конструкцій адміністративної будівлі. Виявлені основні джерела теплових втрат, складений енергетичний паспорт.*

**Ключові слова:** енергоаудит, будівля, теплові втрати, енергетичний паспорт.

**Вступ.** Енергозберігаючі заходи є ключовою ланкою реформування житлово-комунального господарства та промисловості України в цілому. На даний час пропонується запровадити державну експертизу ефективного енергетичного користування, а її висновки будуть обов'язковими для реалізації інвестиційних та інноваційних будівельних проектів, модернізації, створення нової енергоємної техніки і технологій, що претендують на державну підтримку.

Для окремих категорій підприємств планується обов'язкова оцінка енергетичних втрат адміністративної будівлі (енергетичний аудит), його в обов'язковому порядку повинні будуть проходити підприємства-монополісти, підприємства, що претендують на державну підтримку, компанії з часткою держави понад 50% і енергоспоживанням понад 1000 тон умовного палива в рік, а також бюджетні організації.

**Постановка проблеми.**

В основі вирішення завдань енергозбереження важливу роль займає проведення своєчасного, професійного енергетичного обстеження об'єкта — енергоаудиту. Методологія ведення енергоаудиту залежить від тієї інформації, яку прагне отримати і за яку бажає платити клієнт. З одного боку, енергоаудит може бути простим оглядом енергоспоживання, заснованим на даних лічильників будівлі. З іншого боку, енергоаудит може бути комплексним і трудомістким процесом по визначенню та ідентифікації всіх напрямків витрат енергії та передбачати установку нового стаціонарного вимірювального обладнання, тестування та вимірювання протягом тривалого періоду часу. Визначено порядок проведення енергетичного обстеження будівлі який передбачає наступні

етапи: збір документальної інформації; обстеження інженерного обладнання; інструментальне обстеження; обробка і аналіз отриманої інформації; розробка рекомендацій з енергозбереження; оформлення звіту з енергетичного аудиту. Проблемам впровадження енергозберігаючих заходів в різні сфери господарства присвячено багато наукових робіт і приділяється значна увага. Однак безпосередньо розробкам енергозберігаючих заходів не приділяється належного значення. У роботах багатьох фахівців акцент ставиться на вдосконаленні обліку споживання енергоносіїв, що, звичайно, важливо, але недостатньо. Для обліку всіх факторів, що впливають на енергоефективність будівлі, необхідна розробка енергопаспортів усіх об'єктів, тому робота в цьому напрямку є важливою та актуальною [1-2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

У багатьох країнах накопичений досить великий досвід підвищення енергетичної ефективності. В європейському союзі однією з найбільш ефективних країн у галузі енергозбереження та підвищення енергоефективності є Фінляндія, яка займає перше місце в світі з використання біоенергії. У Фінляндії найнижчі в світі викиди вуглекислого газу на 1 кВт/рік енергії. До 2020 року з нинішніх 4% використовуваної фінами відновлюваної енергії зросте до 38% [3].

Данія знаходиться в більш вигідному положенні в сфері енергоефективності в порівнянні з іншими країнами завдяки своїй розумній енергетичній політиці. З 1981 року по теперішній час Данія збільшила економічне зростання на 75% у цілому, в той час як витрат енергії за великим рахунком не змінилася. Вона інвестувала кошти в ефективні енергетичні рішення і поновлювані джерела енергії.

Ще одною країною, що ефективно реалізує програми енергозбереження, є Німеччина. [4]. У цій країні директиви європейського союзу (ЄС) щодо енергоефективності будівель введені в існуючий національний закон (норми)  $E_n E_v$ , що відноситься до енергозбереження.

Питання енергозбереження в США вирішені на жорсткій обов'язковій основі. Користувачеві енергоресурсами не надається право обирати чи не обирати шлях енергоефективного господарювання. У 1992 році був прийнятий федеральний закон "Energy Policy Act of 1992" (Закон про енергетичну політику 1992) [5], в якому були визначені основні напрямки роботи з енергозбереження в Сполучених Штатах Америки. Згідно з цим законом була створена структура федеральних і місцевих агентств з енергозбереження, розробляються програми фінансування та заохочення робіт по впровадженню енергоефективних технологій.

Хорошим прикладом може служити позитивний досвід Польщі. Програма енергоефективності спрямована там в першу чергу на зниження витрат на опалення і газ. Тому будівлі, побудовані до 1984 року, повинні бути модернізовані - інженерні мережі замінені на сучасні, а вдома відремонтвані так, щоб зменшити тепловтрати. Всі ці роботи виконуються за рахунок товарищества співвласників житла (ТСЖ) - в іншому випадку муніципалітет має право позбавити недбайливого власника його нерухомості. Якщо врахувати, що, за даними мерії Варшави, 70% житлового фонду міста складають будинки, побудовані до Другої світової війни, то вищезазначений житловий фонд зазнає значних витрат. Для того щоб трохи скорегувати ситуацію соціальної нерівності, громадяни з низьким доходом, які мають власне житло, отримують субсидії від держави. Субсидія розраховується так, щоб покрити різницю між фактичними витратами та відсотком доходу, який має отримувати. Щоб полегшити життя самим ТСЖ, продумана система преміювання. Кожне товариство може отримати від держави субсидію - премію. Виплачує її Банк держави Крайова (BGK). Але, щоб знизити можливості корупції, «на руки» ці гроші ТСЖ не отримує - вони йдуть на погашення кредиту в тому банку, який виділив кошти на модернізацію будинку. Величина премії залежить від того, скільки коштів необхідно вкласти в реконструкцію будівлі, щоб знизити втрати енергії на 20%, причому і комплекс первинних заходів, і результати оцінюють за допомогою енергоаудиту. При цьому кредитоспроможність позичальника BGK не аналізує, і на умови позики вона не впливає [6].

Таким чином, ми бачимо, що в основі вирішення завдань енергозбереження важливу роль займає проведення професійного енергетичного аудиту.

**Мета статті.** Повна оцінка енергетичних втрат адміністративної будівлі та складання енергетичного паспорту.

**Результати досліджень.** Для найбільш ефективною реалізації енергозберігаючих можливостей в будівлях з великою площею, на підприємствах і виробництвах, а так само для зниження ризику - рекомендується застосовувати комплексний підхід, який пропонує великий вибір заходів, максимальну економію і включає в себе розгляд всього енергоспоживаючого обладнання. При такому підході використовується методичний збір даних, що значно спрощує завдання, яке стоїть перед фахівцями і дозволяє знайти, а в подальшому реалізувати на практиці, без труднощів, оптимально відповідні рішення.

Досліджувана адміністративна будівля перебуває у м. Северодонецьк та являє собою двоповерхову споруду з цокольним поверхом що введена в експлуатацію в 1994 році. Конструктивна схема будівлі – безкаркасна з зовнішньо несучими стінами, просторова жорсткість забезпечується внутрішніми поперечними стінами, та стінами сходових клітин, з'єднаними з зовнішніми поздовжніми стінами і міжповерховими перекриттями.

Першим етапом були проведені теоретичні розрахунки споживання енергоресурсів в адміністративній будівлі згідно з ДБН В 2.6-31:2006 [7-8] а саме стін, вікон, дверей, покриття, підлоги на ґрунті, перекриття під балконами. Виявлено, що отримані результати не відповідають сучасним вимогам до ефективного використання енергетичних ресурсів. Основними причинами такого становища є використання для спорудження будівель застарілих матеріалів і технологій, з точки зору енергоефективності. Приклад розрахунку теплофізичних характеристик стін наведені нижче (табл1).

Конструкція стін являє собою кладку з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині в 2 цегли товщиною  $\delta=0,51\text{ м}$ , щільність  $\rho=1800\text{ кг/м}^3$ ; коефіцієнт теплопровідності  $\lambda=0,87\text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ . За розрахунками (1) опір теплопередачі становить  $0,77\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$ , що не відповідає вимогам ДБН В 2.6-31:2006 [7-8]. Нормативне значення –  $3,3\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$ .

$$R_{\text{пр}} = 1/\alpha_{\text{в}} + \sum R_i + 1/\alpha_{\text{з}} = 1/8,7 + 0,37 + 1/23 = 0,115 + 0,37 + 0,043 = 0,53\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт} \quad (1)$$

Таблиця 1

Теплофізичні характеристики зовнішніх стін

Найменування матеріалу шару	Товщина шару $\delta$ , м	Щільність в сухому стані $\rho_0$ , $\text{кг/м}^3$	Коефіцієнт теплопровідності $\lambda_i$ , $\text{Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$	Термічний опір $R_i = \delta_i/\lambda_i$
Кладка з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині	0,51	1800	0,87	0,59
Внутрішня штукатурка	0,02	1700	0,87	0,02
$\sum R$				0,61

Цокольні бетонні стіни товщиною  $\delta=0,6\text{м}$  ( $\rho=2400\text{ кг/м}^3$ ;  $\lambda=1,86\text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ ). Середньозважений опір теплопередачі складає  $0,99\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$ . Висота цокольного поверху  $2,5\text{м}$ , при цьому висота цокольних стін над рівнем ґрунту становить  $1,8\text{м}$ , з урахуванням перекриття. Площа внутрішньої поверхні становить  $136\text{м}^2$ . Термічний опір  $0,53\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$ . Висота цокольних стін нижче рівня ґрунту на  $1\text{м}$ . Площа внутрішньої поверхні –  $64\text{м}^2$ . Опір теплопередачі розраховано за зональною методикою і приймається як для першої зони  $2,1\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$  з додаванням опору конструкції  $0,53\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$ . Загальна площа внутрішньої поверхні внутрішніх стін цокольного поверху становить  $199,2\text{м}^2$ . Площа для утеплення —  $233\text{м}^2$ . Відсутність теплоізоляції в значній мірі впливає на експлуатаційні та теплотехнічні показники конструкцій.

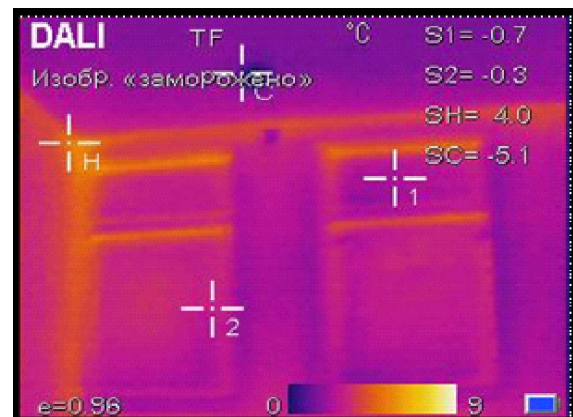
Наступним етапом були дослідження фактичних теплових витрат за допомогою Тепловізійної камери серії DALI LT3. Це одна з новітніх портативних інфрачервоних камер з оптичним дозволом матриці  $160\times 120$ . Вона обладнана об'єктивом з інфрачервоним, тепловізійним модулем щодо формування зображення у видимій спектральній частині, рідинно-кристалічним дисплеєм, зовнішній мікро SD

пам'яттю, лазерним модулем, змінною акумуляторною батареєю, простим у використанні програмним забезпеченням і системою обробки даних. Тепловізор DALI серії LT3 дозволяє зробити миттєві і точні термограми. За допомогою цього пристрою можна визначити області найбільших тепловтрат в будівлі, що будується або вже експлуатується і зробити висновки про якість застосовуваних будівельних матеріалів і утеплювачів.

Метою тепловізійного обстеження огорожувальних конструкцій є виявлення їх фактичних теплозахисних якостей та їх відповідність нинішнім нормативним вимогам для забезпечення економії та раціонального використання енергетичних ресурсів. Тепловізійне обстеження передбачає визначення теплотехнічних параметрів конструкцій, використовуючи при цьому неруйнівні і розрахункові методи дослідження. Воно полягає у тепловізійній зйомці фасадів будівлі та інженерного обладнання, з отриманням інфрачервоного зображення ділянок з температурними аномаліями (реперні зони), де за кольорами можна визначити температуру на поверхні конструкцій, і так саме визначити величину теплового потоку через обрані ділянки площі.



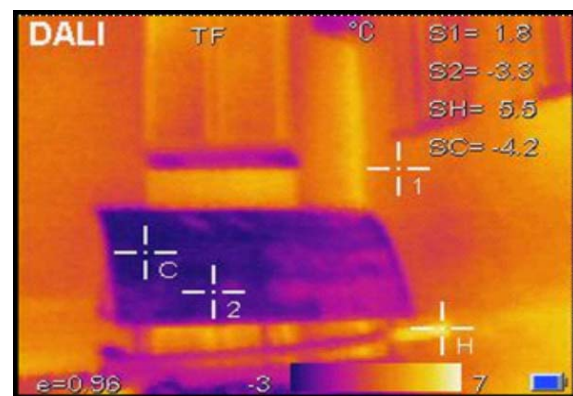
а



б



в



г

Рис. 1. Приклади тепловізійних обстежень адміністративної будівлі вікон, (а,б) цокольних стін (в,г); а, в – фотографії міста тепловізійної зйомки; б, г – тепловізійні показники температури об'єктів. Обладнання реєструє фотографії та термограму одночасно

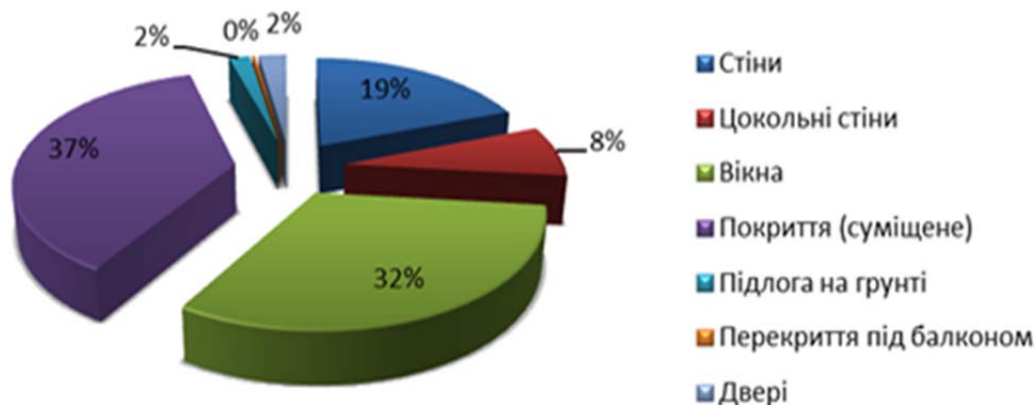


Рис. 2. Загальні теплові витрати через огорожувальні конструкції адміністративної будівлі за розрахунковими та тепловізійними даними

Оцінка теплозахисних властивостей конструкцій здійснювалася в природних умовах при різниці температур всередині і зовні будівлі не менш ніж 20°C. Тепловізійне обстеження проводилося у листопаді, у вечірній час, при температурі зовнішнього повітря мінус 3°C, швидкості вітру 4 м/с, погодні умови задовольняли проведенню тепловізійного обстеження. У момент проведення вимірювань бруд та інші нальоти, на досліджуваних поверхнях були прибрані, поверхні не були підвернені впливу прямих сонячних променів. Приклади тепловізійних обстежень адміністративної будівлі показано на рис. 1, де можна бачити по яскравості кольору та даним, які розташовані у верхнім правим куті зображення. Аналіз загальних теплових витрати через огорожувальні конструкції частин адміністративної будівлі (рис.2) виявив, що максимальні теплові втрати йдуть через вікна та покриття, крім того, стіни також додають внесок практично 20% от загальних теплових втрат.

**Висновки.** Виконано аналіз фактичного споживання енергоресурсів в адміністративній будівлі, розраховано питоме теплове навантаження об'єкту згідно з тепловитратами та теплонадходженнями за опалювальний період.

Проведення тепловізійного обстеження огорожувальних конструкцій об'єкту виявило, що адміністративна будівля не відповідає сучасним вимогам до ефективного використання енергетичних ресурсів. Основними причинами такого становища є використання для спорудження будівель застарілих матеріалів і технологій, з точки зору енергоефективності, що призводить до перевитрат палива для виробництва теплової енергії і, як наслідок, до надмірних викидів парникових газів. Тому, актуальним буде запропонувати енергоефективні заходи, які не тільки зменшать споживання теплової енергії, але і поліпшать комфортність умов перебування у приміщенні.

### Л і т е р а т у р а

1. Енергетичний менеджмент: Навчальний посібник Праховник А, В., Розен В.П. .. Розумовський О.Б. Київ, 1999 рік
  2. Енергоаудит. Лекції Прокопенко В.О. доц., к. т. н. Інститут енергозбереження та енергоменеджменту. Іжевськ.
  3. <http://jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/derzhavn-mezh-jenergojefektivnost-38262>
  4. Збірник матеріалів передового вітчизняного і зарубіжного досвіду в галузі енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності. "Національний дослідницький технологічний університет "Місіс". 2014р.
  5. Стельмах Н. Ю. Економіка та управління ресурсозбереженням. Навчально-методичний посібник [Електронний ресурс] / Н. Ю. Стельмах – Режим доступу до ресурсу: <http://ukrdoc.com.ua/text/47886/index1.html?page=5>.
  6. <http://www.cogita.ru/polskii-peterburg/sovremennost/polskii-opyt-energoeffektivnosti>
- Нормативна база:**
7. ДБН В 2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплоізоляція будівель.
  8. Зміна №1. ДБН В.2.6-31:2006

### R e f e r e n c e s

1. Energety`chny`j menedzhment: Navchal`ny`j posibny`k Praxovny`k A, V., Rozen V.P. .. Rozumovs`ky`j O.B. Ky`yiv, 1999 rik
2. Energoaudy`t. Lekciyi Prokopenko V.O. docz., k. t. n. Insty`tut energozberezheniya ta energomenedzhmentu. Izhevsk`k.
3. <http://jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/derzhavn-mezh-jenergojefektivnost-38262>
4. Zbirny`k materialiv peredovogo vitchyzn`yanogo i zarubizhnogo dosvidu v galuzi energozberezheniya ta pidvyshch`ny`a pidvy`shch`ny`a energety`chnoyi efekty`vnosti. "Nacional`ny`j doslidny`cz`ky`j texnologichny`j univ`ersyt`et "Misis". 2014r.
5. Stel`max N. Yu. Ekonomika ta upravlinnya resursozberezheniyam. Navchal`no-metody`chny`j posibny`k [Elektronny`j resurs] / N. Yu. Stel`max – Rezhym dostupu do resursu: <http://ukrdoc.com.ua/text/47886/index1.html?page=5>.
6. <http://www.cogita.ru/polskii-peterburg/sovremennost/polskii-opyt-energoeffektivnosti>

**Normatyvna baza:**

7. DBN V 2.6-31:2006. Konstrukciyi budy`nkiv i sporud. Teplova izolyaciya budivel`.
8. Zmina № 1. DBN V.2.6-31:2006

**Татарченко Г.О., Скуридина Т.Н., Поркуян С.Л.  
Оценка энергетических потерь административным зданием**

*В статье рассмотрены результаты теоретических и практических исследований энергетических потерь административного здания постройки 1994 года. Выполнены тепловые расчеты и проведены тепловизорные обследования ограждающих конструкций административного здания. Выявлены основные источники тепловых потерь, составлен энергетический паспорт.*

**Ключевые слова:** энергоаудит, здание, тепловые потери, энергетический паспорт.

**Tatarchenko GO, Skuridina T.N, Porkuian S.L Estimation of energy losses by an office building**

*The article considers the results of theoretical and practical studies of energy losses of the administrative building built in 1994. Thermal calculations were performed and thermal imaging surveys of the enclosing structures of the admin-*

*istrative building were carried out. The main sources of heat losses have been identified, an energy passport has been compiled.*

**Keywords:** energy audit, building, heat losses, energy passport.

**Татарченко Г.О.** – д.т.н., професор, завідувач кафедри «Міського будівництва та господарства» Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, E-mail: tatarchenkogalina@gmail.com.

**Скуридіна Т.М.** – магістр групи МБГ-16дм Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, E-mail: t.skyridina@gmail.com

**Поркуян С. Л.** – заслужений будівельник України, генеральний директор холдингової компанії «МРІЯ - ІНВЕСТ», ст. викладач кафедри «Міського будівництва та господарства» Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, E-mail: s.porkuian@gmail.com

*Рецензент:* д.т.н., проф. **Суворін О.І.**

Стаття подана 23.11.2017.