



МЕТОДИКА ЕКСПРЕС-АНАЛІЗУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ ЗА ФАКТИЧНИМИ ДАНИМИ СПОЖИВАННЯ

АВТОР: ВАДИМ ЛИТВИН

АНОТАЦІЯ

Аналітичний документ "Методика експрес-аналізу енергетичної ефективності громадських будівель за фактичними даними споживання" присвячений визначенню та оцінці рівня енергоспоживання на основі фактичних даних про використання енергетичних ресурсів. Запропонована методика дозволяє проводити швидкий аналіз ефективності витрат енергоресурсів на опалення без необхідності здійснення складних розрахунків або енергетичної сертифікації (при цьому запропонована методика не заміняє енергетичну сертифікацію відповідно до ЗУ «Про енергетичну ефективність будівель»).

Методика призначена для:

- підрозділів органів місцевої та державної влади, що відповідають за енергоспоживання будівель;
- компаній, що займаються обслуговуванням будинків та їх інженерних систем;
- енергоменеджерів міст, в тому числі для оцінювання ефективності програм фінансування енергоефективних заходів;
- представників державних програм фінансування/співфінансування проєктів з підвищення енергоефективності;
- представників міжнародних проєктів, що фінансують програми з підвищення ефективності енергоспоживання та будівництво/реконструкцію будівель;
- енергетичних аудиторів для експрес-аналізу ефективності енергоспоживання будівель.

Документ містить:

- алгоритм експрес-аналізу, що включає визначення вихідних даних, розрахунок питомого показника енергоспоживання на опалення та експрес-оцінку відповідності класу енергетичної ефективності;
- рекомендації щодо використання методики, зокрема для моніторингу ефективності теплоспоживання та виявлення перевитрат енергії;
- приклад застосування.

Методика буде корисною для виявлення відхилень від оптимального енергоспоживання житлових будівель та виконання робіт з оптимізації споживання енергії у житлових будівлях.

Виконати розрахунки відповідно до методики можна в розрахунковому файлі.

Цей звіт підтриманий Європейською кліматичною фундацією. Відповідальність за інформацію та погляди, висловлені у цьому звіті, лежить на авторах. Європейська кліматична фундація не може бути визнана відповідальною за будь-яке використання інформації, яка викладена в цьому звіті.

Вихідними даним для розрахунку є дані:

- про споживання теплової енергії або палива, що можуть бути визначені по платежам, інформаційним ресурсам постачальників теплової енергії, даним з систем енергетичного моніторингу (з автоматизованим або ручним вводом) або безпосередньо за показниками приладів обліку (в тому числі з використанням їх електронних архівів);
- про зовнішню температуру повітря в населеному пункті (за архівами метеоданих, або за інформацією на інформаційних ресурсах теплопостачальних організацій);
- про тривалість роботи системи опалення в розрахунковий період (за даними інформаційних ресурсів постачальників теплової енергії або з використанням електронних архівів вузлів обліку).

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1.НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ	6
2.ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ	6
3. ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ	7
4.АЛГОРИТМ ЕКСПРЕС-АНАЛІЗУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ	7
4.1 Вихідні дані	7
4.2 Розрахунок питомого показника енергоспоживання на опалення	7
4.3 Експрес оцінювання належності до класу енергетичної ефективності.	9
5. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМУ ТА ОТРИМАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ	10

ВСТУП

Наразі в Україні діє система енергетичної сертифікації будівель, заснована на теоретичному розрахунку параметрів енергоспоживання. Для визначення класу енергетичної ефективності використовуються такі дані:

- характеристики огорожувальних конструкцій;
- параметри інженерних систем будівлі;
- нормативні показники зовнішнього клімату;
- нормативні параметри внутрішнього мікроклімату (зокрема, температура та повітрообмін).

Водночас система не враховує ефективність експлуатації будівель, зокрема налаштування інженерних систем. Це може призводити до завищених показників споживання теплової енергії, навіть за умови розрахунково високого класу енергоефективності.

Крім того, розробка енергетичного сертифіката будівлі є досить трудомістким і дорогим процесом. Відтак, можливість оперативного аналізу показників енергоефективності на основі фактичного споживання енергії є ефективним методом оцінки та виявлення перевитрат. Такий підхід відповідає міжнародним документам, зокрема Міжнародному протоколу вимірювання та верифікації, а також міжнародним та державним стандартам серії ISO 50000.

1. НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

- Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 № 172 «Про затвердження Порядку проведення сертифікації енергетичної ефективності та форми енергетичного сертифіката»;
- Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 27.10.2020 № 260 «Про затвердження Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель»;
- наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 № 169 Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель;
- наказ Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України від 14.12.2023 № 1140 Про затвердження Методики визначення базового рівня енергетичної ефективності;
- ДСТУ ISO 50006:2016 Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання рівня досягнутої/досяжної енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності;
- ДСТУ ISO 50015:2016 Системи енергоменеджменту. Вимірювання та верифікація енергетичної ефективності організацій. Загальні принципи і настанови. International Performance Measurement and Verification.

2. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Нижче наведено терміни, вжиті в цій Методиці, та визначення відповідних понять:

- **градусо-доба (день)** – характеристика клімату за порівняльний період;
- **споживач теплової енергії** – власник або співвласник будівлі або її частини, що опалюється;
- **прилад обліку теплової енергії** – засіб вимірювальної техніки з нормованими метрологічними характеристиками, тип якого занесений до Державного реєстру засобів вимірювальної техніки, що використовується для визначення обсягу спожитої теплової енергії;
- **моніторинг споживання паливно-енергетичних ресурсів** (далі – моніторинг) – діяльність, спрямована на збір і аналіз даних, що дає змогу: фіксувати кількісні показники ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів; відстежувати динаміку їх споживання; оперативно визначати вплив різних процесів і факторів на об'єкти; прогнозувати теплоспоживання;
- **опалювальний об'єм** – об'єм будівлі в межах внутрішньої поверхні зовнішніх стін. В разі відсутності інформації про опалювальний об'єм, розрахований в рамках енергетичної сертифікації, може використовуватися об'єм наведений в проєктній документації, або розрахований на базі опалювальної площі, наведеної в договорах на тепlopостачання.

3. ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

- ГВП – гаряче водопостачання;
- ГД – градусо-доба.

4.АЛГОРИТМ ЕКСПРЕС-АНАЛІЗУ ЕНЕРГИТОЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ

Допущення, прийняті для методології:

- температура повітря в приміщеннях не опускається нижче нормативного значення;
- тривалість періоду для визначення ефективності енергоспоживання становить не менше 45 діб у межах опалювального сезону (збільшення цього періоду підвищує точність розрахунків);
- повітрообмін у приміщенні відповідає нормативним вимогам;
- будівля експлуатується у звичайному режимі (періоди з перебоями в теплопостачанні, ремонтами тощо не враховуються під час розрахунків);
- дані щодо опалювального об'єму відповідають фактичним значенням;
- питомий показник споживання енергії на охолодження у річному вимірі не перевищує 5% від загальних потреб на опалення та вентиляцію.

4.1 Вихідні дані

Для проведення розрахунку використовуються наступні вихідні дані:

Q_i^h - споживання теплової енергії (Q) за періоди (i) , що контролюються (мінімальний інтервал, що використовується в оцінюванні – 1 доба, максимальний – 31 доба (1 місяць);

4.2 Розрахунок питомого показника енергоспоживання на опалення

Питоме споживання теплової енергії на потреби опалення на 1 градусо-добу для періоду i визначається за формулою:

$$Q_i^{hs} = \frac{Q_i^h}{m_i^{оп.}(t_i^{вн.} - t_i^{зовн.})}, \quad (1)$$

де Q_i^{hs} – питоме споживання теплової енергії на 1 градусо-добу розрахункового періоду, Гкал/ГД;

Q_i^h – споживання теплової енергії (Q) за періоди (i), що контролюються (мінімальний інтервал, що використовується в оцінюванні – 1 доба, максимальний – 31 доба (1 місяць));

В разі, якщо споживання теплової енергії обліковується не в Гкал, використовуються наступні перевідні коефіцієнти: **1 Гкал = 125 куб. м. газу = 1163 кВт-год електричної енергії = 4 т твердого палива;**

$m_{i,op}^{op}$ – кількість діб протягом i-го періоду, коли відбувалося тепlopостачання на потреби опалення;

t_{norm}^{bh} – нормативна температура внутрішнього повітря в будинку;

$t_{i,sov}^{bh}$ – середня за i-й період температура зовнішнього повітря;

t_i^{bh} – середня за i-й період температура внутрішнього повітря, приймається рівною або за умови, що є підтвердження по результатам замірів, що < – фактичній виміряній температурі в період i;

t_{sov}^{bh} – середня температура зовнішнього повітря, протягом місяця для якого розраховується базовий рівень;

$m_{i,op}^{op} (t_i^{bh} - t_{i,sov}^{bh}) = G_{di}$ – кількість градусо-днів в i-му періоді.

n – кількість періодів;

Річне споживання теплової енергії на опалення та вентиляцію, приведене до нормативних умов розраховується за формулою:

$$Q_y^{hs} = \frac{m_n^h (t_{norm}^{bh} - t_{norm}^{sov})}{n} \sum_{i=1}^n Q_i^{hs} \quad (2)$$

де Q_y^{hs} – загальне споживання теплової енергії протягом року за нормованих зовнішніх умов;

m_y^{hs} – нормована тривалість опалювального періоду (приймається 176 діб, для першої температурної зони, та 163 доби - для другої температурної зони);

t_{norm}^{sov} – нормована температура зовнішнього повітря (приймається -0,1 °C, для першої температурної зони, та 1,3 °C - для другої температурної зони).;

Питомий показник споживання теплової енергії при опаленні.

$$q_s^h = Q_y^{hs} / V_h \quad (3)$$

де V_h – опалювальний об'єм будинку (частини будинку), також може бути визначений як $S_h \times H$, де H- середня висота поверху (за відсутності даних можна приймати 3 м).

4.3 Експрес оцінювання належності до класу енергетичної ефективності

Визначення класу енергоефективності (по фактичним показникам) відбувається на основі показників з таблиць 1 та 2.

Таблиця 1. Граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових та громадських будівель (відповідно до наказу Міністерства громад та територій «Про затвердження Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель»)

Громадські будівлі (поверховість):		
від 1 до 3	$[38\Lambda bci + 15]$	$[34\Lambda bci + 13]$
від 4 до 9	[30]	[25]
10 і більше	[25]	[20]
Окремі типи громадських будівель:		
Будівлі готельні	$57\Lambda bci + 60$	$50\Lambda bci + 55$
Будівлі закладів освіти	$[55\Lambda bci + 24]$	$[52\Lambda bci + 23]$
Будівлі закладів дошкільної освіти	[32]	[28]
Будівлі закладів охорони здоров'я	[30]	[26]
Будівлі торговельні	$[33\Lambda bci + 17]$	$[26\Lambda bci + 15]$
Примітка: Λbci - коефіцієнт компактності будівлі, м ⁻¹ , знаходиться згідно як частка від ділення площі всіх огорожувальних конструкцій (стіни, дах, підлога, вікна, двері ...) на опалювальний об'єм будівлі. В разі відсутності даних – можна приймати показник 0,4		

Таблиця 2. Клас енергетичної ефективності будівлі (Відповідно до методики визначення енергетичної ефективності будівель)

Клас енергетичної ефективності будівлі	Відсоткові показники відхилення питомого споживання від нормативних вимог (таблиця 1), ΔEP
A	$\Delta EP < -50$
B	$-50 \leq \Delta EP < -20$
C	$-20 \leq \Delta EP \leq 0$
D	$0 < \Delta EP \leq 20$
E	$20 < \Delta EP \leq 35$
F	$35 < \Delta EP \leq 50$
G	$50 < \Delta EP$

Клас енергоефективності визначається відповідно до таблиці 2 по відхиленню питомого споживання, розрахованого за формулою (3) від мінімальних вимог (таблиця 1).

5. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМУ ТА ОТРИМАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ

Для визначення показників енергетичної ефективності рекомендовано використовувати подібні дані з лічильника теплової енергії або газового коректора. Чим більше інтервалів спостережень – тим точнішим буде розрахунок.

Якщо окремі інтервали мають відхилення питомого споживання на 1 градусо-день понад 30% від середнього значення, це може свідчити про недостовірність даних. Такі інтервали рекомендовано виключати з розрахунків. Як правило, слід виключати з розрахунку періоди запуску та зупинки системи опалення (жовтень та квітень).

Якщо оцінювання проводиться на основі теплоспоживання окремої квартири, необхідно враховувати не лише її споживання, а й витрати теплової енергії на опалення місць загального користування.

У випадку, коли загальнобудинковий лічильник обліковує одночасно потреби теплової енергії на опалення та гаряче водопостачання, визначити споживання лише на опалення протягом опалювального періоду можна шляхом віднімання від загального обсягу споживання за відповідний період середнього споживання за міжопалювальний період (коли тепла енергія використовується виключно на гаряче водопостачання) з коефіцієнтом 1,25 (цей коефіцієнт враховує збільшення споживання енергії на підігрів гарячої води в опалювальний період через знижену температури холодної води, що підігрівається).

Додатковий аналіз залежності споживання теплової енергії від кількості градусо-днів може вказати на ефективність або неефективність системи регулювання тепlopостачання. Якщо коефіцієнт кореляції між кількістю градусо-днів та споживанням теплової енергії перевищує 0,75, це свідчить про ефективне регулювання (чим ближче до 1). Значення у діапазоні 0,6–0,75 вказує на необхідність покращення регулювання, а якщо коефіцієнт менший за 0,6 – регулювання фактично відсутнє.

Виконати розрахунки відповідно до методики в розрахунковому файлі.