

# ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

## ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

УДК 697.1

DOI 10.20535/1813-5420.4.2023.290892

Є.О. Микита<sup>1</sup>, аспірант, ORCID 0000-0001-6698-7555  
В.І. Дешко<sup>1</sup>, д-р техн. наук, проф., ORCID 0000-0002-8218-3933  
<sup>1</sup>Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

### РОЗПОДІЛЬНИЙ ОБЛІК ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОПАЛЕННЯ БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКІВ: ТЕХНІЧНІ, МЕТОДИЧНІ, ПОВЕДІНКОВІ АСПЕКТИ

*В даній статті проведено критичний аналіз технічної літератури, методичні вказівки і правила, науковий доробок українських та іноземних фахівців щодо аспектів організації розподільного обліку теплової енергії на опалення в багатоквартирних будинках з вертикальними системами опалення. Важливим етапом стратегії підвищення енергетичної ефективності будівлі є організація індивідуального контролю за споживанням енергії. Для організації індивідуального контролю за споживанням опалення в будівлях з вертикальними системами опалення набувають поширення системи розподільного обліку теплової енергії. В рамках даного дослідження б виявлено ряд аспектів та недоліків в технічних стандартах і нормативно-правових актах, що регламентують правила організації розподільного обліку. Визначено три групи аспектів: технічні – пов'язані з обґрунтуванням використання методу розподілу витрат на опалення відповідно до типів обліку, вимірювання температури, правил місця встановлення приладів, та наявністю суттєвої кількості поправкових коефіцієнтів; методичні – правила організації та проведення зняття показів, інтерпретація та врахування поправкових коефіцієнтів, суттєві спрощення при визначенні важливих коригувальних коефіцієнтів, відсутність методичного забезпечення запобіганню зловживанням споживачами з індивідуальними системами опалення у будівлях; поведінкові – можливість відслідковувати власну економію, мотивація до індивідуального регулювання, наявність індивідуального контролю за споживанням опалення без належного контролю дотримання температурного режиму і перетоків між квартирами спричиняє можливість безконтрольного паразитного споживання теплової енергії за рахунок сусідів. Сформульовані аспекти і недоліки наявної системи організації розподільного обліку потребують поглибленого вивчення задля уникнення необґрунтованих спрощень, покращення точності системи, підвищення справедливого розподілу оплати за спожиту теплову енергію між абонентами.*

**Ключові слова:** розподільвачі теплової енергії, розподільний облік опалення, паразитні перетoki, індивідуальний контроль споживання, індивідуальний облік, вертикальні системи опалення.

#### Вступ

З підписанням угод щодо асоціації України з Європейським союзом, розпочалась імплементація законодавства ЄС в різних галузях, зокрема в галузі енергетичної ефективності будівель. Підвищились вимоги до оболонки будівлі, та ефективності інженерних систем. Розпочалось формування системи сертифікації енергоефективності будівель. Для стимулювання залучення громадян до впровадження заходів з підвищення енергоефективності їх житлових будівель, було створено ряд програм державного та місцевого співфінансування. Зокрема, сформовано державну установу «Фонд енергоефективності», ключовим завданням якого є створення та управління програмами державного співфінансування термомодернізації багатоквартирних будинків. В рамках програми було сформульовано достатньо комплексну та гнучку стратегію термомодернізації будівлі, на основі пакетів заходів з підвищення енергоефективності [1].

Зокрема, в рамках програми наявні заходи з організації систем розподільного обліку теплової енергії на опалення, приладів-розподільвачів теплової енергії [2].

Можливість деталізованого індивідуального контролю споживання енергії споживачами є одним з найважливіших елементів стратегії підвищення енергетичної ефективності будівлі. Контроль споживання енергії слід розглядати як системний процес, що поєднує дві складові – **облік** спожитої енергії, та **регулювання** споживання.

Сучасні найкращі технічні рішення для регулювання споживання теплової енергії на опалення є достатньо розповсюдженими, недорогими і ефективними. Застосування радіаторних терморегуляторів з достатньою точністю дозволяють організувати складову регулювання споживання на рівні окремого приладу опалення, що інструментально є найбільш детальним способом організації регулювання.

Складова обліку у більшості багатоквартирних будинків організована на рівні всієї будівлі у вигляді лічильника комерційного обліку, з розподіленням оплати за споживання теплової енергії між споживачами пропорційно площі їх приміщень. Без складової обліку на рівні окремого споживача відсутня мотивація до економії, так як дана економія майже не відобразиться на оплаті за теплову енергію, а розподілиться серед усіх споживачів. Для багатоквартирних будинків відносно сучасного будівництва з горизонтальною системою опалення і поквартирним введенням встановлюють лічильники теплової енергії на кожен квартиру, додатково до центрального комерційного. Але в будинках з вертикальними системами опалення для складової обліку споживання досить складно досягти індивідуального рівня, не втрачаючи при цьому точність чи економічну привабливість технічного рішення [3].

З 2018 року в Україні з введенням Порядку визначення технічної можливості встановлення вузлів розподільного обліку теплової енергії та економічної доцільності встановлення приладів — розподільовачів теплової енергії [4] та Методики розподілу між споживачами обсягів спожитих у будівлі комунальних послуг [5] з'являється регуляторна база і починається застосування рішень з розподільного обліку теплової енергії в багатоквартирних будинках.

**Мета** – дослідити технічну літературу, нормативно-правові акти, доробок вітчизняних та іноземних науковців за темою організації розподільного обліку споживання теплової енергії на опалення в багатоквартирних будинках, сформулювати ключові технічні, методичні, поведінкові аспекти організації розподільного обліку.

**Завдання** – проаналізувати фактори, що впливають на якість, точність та справедливність розподілу, оцінити актуальність та обмеженість розвитку систем розподільного обліку.

#### **Прилади-розподільовачі обліку теплової енергії**

Традиційним методом розподілу оплати за теплову енергію на опалення в багатоквартирних будівлях з вертикальною системою опалення є пропорційне розділення показників загальнобудинкового лічильника відносно площі приміщень, власником яких є окремий абонент-споживач теплової енергії.

Даний метод не враховує конфігурацію системи опалення, різні розміри приладів опалення, можливість індивідуального регулювання споживанням.

Найновий ряд технічних непрямих методів, зокрема експериментальний метод за фіксуванням часу положення радіаторного терморегулятора, або так званий TRV-метод. Великого застосування даний метод не набув, за експериментальними дослідженнями має більшу похибку визначення частки теплової енергії, відносно інших технічних методів [6].

Найбільш розповсюдженим технічним способом розподілення оплати між споживачами є непрямого методу з застосуванням спеціалізованих приладів-розподільовачів теплової енергії (рис. 1).



Рисунок 1 – Прилад-розподільовач обліку теплової енергії [7]

Технічний стандарт, що обумовлює основні вимоги до приладів-розподільовачів теплової енергії - ДСТУ EN 834:2017 [8]. Даний стандарт регламентує умови сертифікаційних випробувань розподільовачів, правила монтажу та експлуатації.

В приладах з одним датчиком температури вимірюється лише температура на поверхні радіатора, температура в приміщенні встановлюється умовно сталою за нормами (18-20 °С), що впливає на точність розподілу. В системі з двома датчиками температури, другий датчик розміщується в приміщенні для реєстрації температури внутрішнього повітря приміщення. Встановлення на секційні радіатори відбувається неінвазивним методом без зупинки експлуатації системи опалення, за допомогою притискної пластини [8]. Точку встановлення розподільвача визначають: по висоті радіатора - регламентовано як  $\frac{3}{4}H$  від нижнього краю радіатора; по горизонталі - середина або наближена до середини точка, якщо радіатор несиметричний [8]. Графічне відображення визначення точки встановлення розподільвача наведено на рисунку 2.

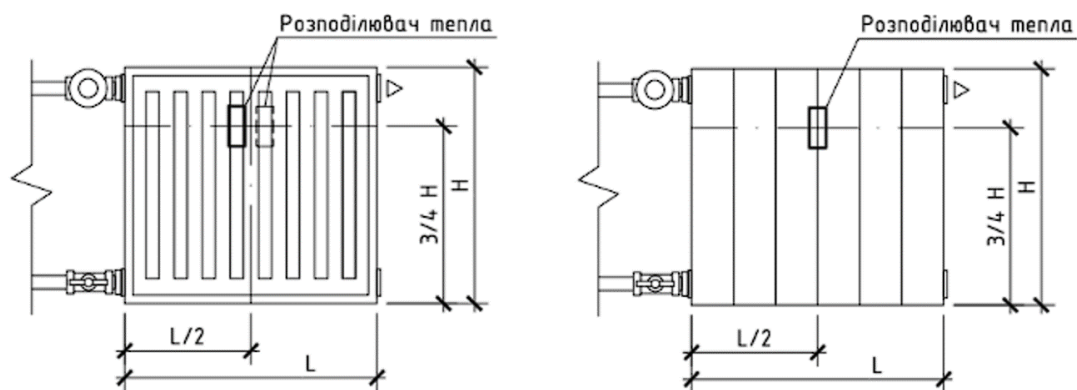


Рисунок 2 – Графічне відображення визначення точки встановлення розподільвача  
а) на панельний радіатор; б) на секційний радіатор [9]

Слід зазначити, що наявне правило встановлення не враховує фактичний стан радіатора, його потенційну засміченість, спосіб підключення радіатора до системи опалення.

Живлення пристроїв відбувається від одноразового джерела живлення, що забезпечує безупинну роботу приладу протягом 10 років.

Розподільвач обліку теплової енергії не можна відносити до категорії лічильників, так як в основі роботи приладу відсутні обидві складові рівняння теплового балансу – витрати теплоносія, і різниці температур теплоносія на контрольному вході і виході. Формулювання принципу дії приладу – прилад-розподільвач не визначає конкретну частку від споживання, лише інтеграл різниці температур між точкою на радіаторі і датчиком температури приміщення. Цю величину можна використати як непрямий, але визначальний параметр для порівняння теплових потоків різних радіаторів [8].

Показники цих приладів – це умовні одиниці, поясненням цих одиниць можна назвати «температуро-години» за вимірюваними величинами і логікою накопичення даних. Реєстрація даних з датчиків відбувається раз на кілька хвилин, залежно від конфігурації приладу.

Зчитування накопичених даних показів відбувається за допомогою допоміжних пристроїв, проміжних концентраторів даних та центрального блоку, з періодичністю мінімум один раз на місяць. Приклад розташування проміжних концентраторів та зона їх радіозв'язку наведені на рисунку 3.

Білінгова компанія, що на договірних засадах виконує обслуговування розподільвачів, зняття і опрацювання показників, зазвичай отримує фіксовану оплату за свої послуги один раз на місяць з кожної квартири (тобто з кожного абонента, зазвичай незалежно від кількості розподільвачів в квартирі).

Приклад зібраних показів з приладів-розподільвачів для однокімнатної квартири в багатоквартирному будинку за опалювальний період 2021-2022 наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Приклад показів розподільвачів для однокімнатної квартири за опалювальний період 2021-2022.

Приміщення	Жовтень 2021	Листопад 2021	Грудень 2021	Січень 2022	Лютий 2022	Березень 2022	Квітень 2022
Кухня	27	364	557	581	307	324	103
Кімната	25	202	501	714	640	439	122

В Україні наразі застосування даного типу розподільного обліку не є обов'язковою вимогою, тому не має великого поширення застосування. Наявні дані від Фонду енергоефективності, щодо ОСББ, які брали участь у програмі співфінансування впровадження заходів з підвищення енергоефективності

«Енергодім», і планували в рамках проектів термомодернізації впроваджувати заходи зі встановлення приладів-розподільвачів теплової енергії.

Станом на 2023 рік, з 898 заявок, близько 80 заявок містили захід з організації розподільного обліку теплової енергії на опалення в переліку впровадження на різних стадіях проекту – від початкової ініціації проекту до підтвердження повного впровадження заходів [10].

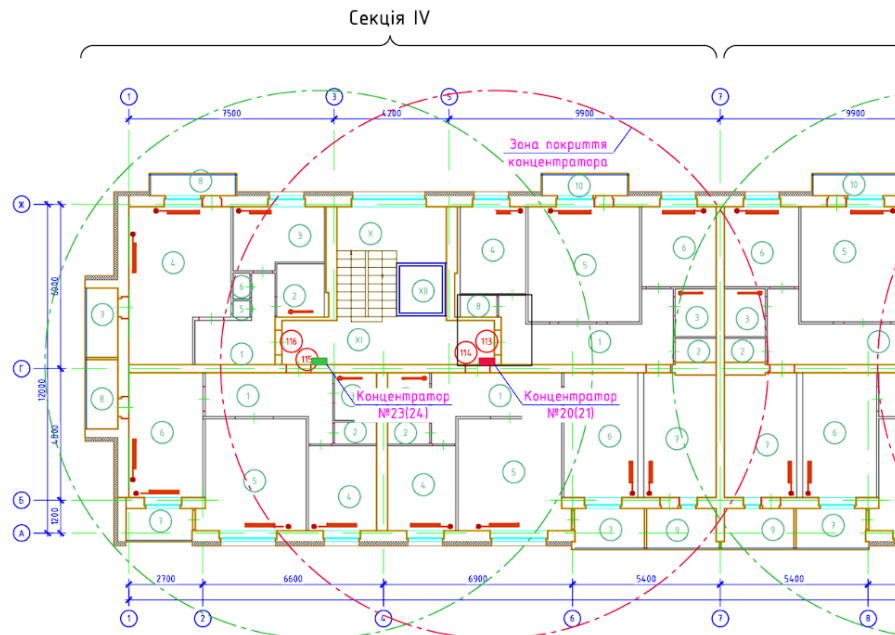


Рисунок 3 – Графічне визначення місць встановлення концентраторів даних на поверховому плані будівлі [9]

#### Методичні аспекти організації розподільного обліку

Наростаючий інтерес до впровадження даних систем спонукає до детального і всебічного дослідження аспектів роботи цих систем. Так як розподільвачі обліку теплової енергії не є безпосереднім засобом обліку теплової енергії, основні принципи розподілу будуються в першу чергу на умовностях і логічних припущеннях, а не прямих технічних вимірюваннях. Загальний алгоритм інтерпретації показників:

- 1) Виділення  $Q_{фсо}$  та  $Q_{мзк}$ ;
- 2) Коригування показів розподільвачів відповідно до поправкових коефіцієнтів на прилад, на розташування приміщення;
- 3) Пропорційний розподіл спожитої теплової енергії відповідно до скоригованих показів розподільвачів;
- 4) Визначення середнього питомого споживання;
- 5) Визначення мінімальної нормативної частки від середнього споживання;
- 6) Донарахування спожитої теплової енергії споживачам з нижчим від мінімальної частки споживанням;
- 7) Перерахунок надлишкових часток споживання для споживачів вище мінімальної частки [5].

Першим етапом інтерпретації показників розподільного обліку є умовне виокремлення спожитої теплової енергії, що обліковується комерційним лічильником, але не відноситься до жодного споживача. Такими складовими теплової енергії є тепла енергія для забезпечення функціонування внутрішньобудинкової системи опалення (далі – ФСО)  $Q_{фсо}$ , та тепла енергія на опалення місць загального користування (далі – МЗК)  $Q_{мзк}$  (у випадку відсутності розподільвачів теплової енергії на приладах опалення в МЗК). Зазвичай ці складові приймають умовно постійними, оплата за постійні складові відбувається класичним способом, пропорційно площі приміщень окремого споживача [5].

Частка теплової енергії на опалення квартир визначається за формулою:

$$Q_{пр-роз} = Q_{оп}^{буд} - Q_{фсо} - Q_{мзк} \text{ ,де:}$$

$Q_{пр-роз}$  – сума споживання всіх квартир в розрахунковий період, Гкал;

$Q_{оп}^{буд}$  – загальне будинкове споживання тепла, Гкал. [3]

В методиці наводиться спосіб визначення теплової енергії на опалення МЗК як деякої умовної відсоткової частки від споживання теплової енергії за комерційним лічильником. В таблиці 2 наведено запропоновані в Методиці значення відсотків в залежності від поверховості будівлі [5].

Таблиця 2 – Частка споживання теплової енергії на опалення МЗК

Поверховість будівлі	% від загального споживання
1	20%
2	18%
3	16%
4	14%
5	12%
6 і вище	10%

Слід зазначити, що в методиці вказано, що альтернативою використання укрупнених показників, може бути визначення цих складових в рамках комплексного енергетичного аудиту будівлі. Але не наводяться методичні рекомендації щодо імплементації визначених складових в процедуру розподілення, а також відсутнє коректне визначення такого типу енергетичного аудиту будівлі, відсутні нормативні документи щодо коректного визначення предмету виконання такого типу енергетичного аудиту, який відповідав би зазначеній меті.

Складова теплової енергії на функціонування системи опалення відповідно до Методики також визначається як відсоткове значення від споживання за комерційним лічильником в залежності від конфігурації системи опалення. Складові споживання на ФСО наведені в таблиці 3 [5].

Таблиця 3 – Відсоткові складові споживання теплової енергії на функціонування системи опалення

Характеристика системи опалення	% від загального споживання
Індивідуальний тепловий пункт без регулювання за погодними умовами	15%
Індивідуальний тепловий пункт при регулюванні за погодними умовами	5%
Автономна теплогенеруюча/когенераційна установка	7%
Центральний тепловий пункт або теплогенеруюча/когенераційна установка, яка не є автономною	8%
Квартирні/малі індивідуальні теплові пункти (за умови обладнання квартирними/малими індивідуальними тепловими пунктами всіх приміщень будівлі)	4%

Відсутність залежності розміру частки споживання від протяжності трубопроводів в неопалюваних приміщеннях, також не враховано стан теплової ізоляції даних трубопроводів.

Наступний етап – врахування поправкових коефіцієнтів показів приладів-розподілювачів на тип та розмір радіатора і на розташування приміщення в будівлі [11]:

$$q_{\text{пр-розп}}^i = N_i \times L_i \times P_i \times K_i, \text{ де:}$$

$q_{\text{пр-розп}}^i$  – споживання і-го радіатора в розрахунковий період,

$N_i$  – кількість умовних одиниць на розподілювачі, що встановлено на і-му радіаторі в розрахунковий період;

$L_i$  – типорозмір і-го радіатора;

$P_i$  – питома потужність типорозміру і-го радіатора, приймається по паспортним даним радіатора;

$K_i$  – поправковий коефіцієнт, в залежності від розташування приміщення в будівлі [11].

Для врахування поправки на розташування приміщення, в якому встановлено розподілювач, застосовуються укрупнені поправкові коефіцієнти, які наведено в таблиці 4 [5].

Поправка на тип і розмір опалювального приладу відбувається за паспортними характеристиками радіатора і не враховує змінність гідравлічного режиму, варіант підключення радіатора і потенційне засмічення реального радіатора опалення.

Наступним кроком є визначення середнього питомого споживання теплової енергії на опалення  $q^{\text{оп}}$ , Гкал/м<sup>2</sup> [5].

На жаль при наявності індивідуального контролю виникає можливість для зловживання регулюванням, а саме перекриттям протоку теплоносія через радіатор, і підтримання деякої достатньої температури в окремих приміщеннях квартири за рахунок так званих «паразитних» перетоків теплової енергії від суміжних приміщень сусідів. Для запобігання таких випадків наявні технічні та методичні механізми. Відповідно до п.6.7.25 та п.5.3 ДБН «Опалення, вентиляція та кондиціонування», при застосуванні автоматичних терморегуляторів в житлових будівлях допускається використання приладів, що мають заблоковане, чи обмежене мінімальне положення налаштувань температури повітря на рівні 12-14 °С (та максимальне обмежене положення на рівні 24 °С) [12].

Таблиця 4 – Поправкові коефіцієнти  $K_i$  на розташування приміщення в будівлі

Поверх	Поправковий коефіцієнт	
	кутової квартири (приміщення)	рядової квартири (приміщення)
Перший над неопалюваними приміщеннями	0,8	0,9
Перший над опалюваними приміщеннями	0,9	1
Середній	0,9	1
Середній над аркою або проїздом	0,9	0,9
Останній	0,8	0,9

Методика розподільного обліку передбачає обов'язкові донарахування показників до рівня мінімальної частки середнього питомого споживання (40-50%), якщо показники розподільовачів споживача нижчі за даний рівень [5].

Мінімальна частка  $q_{min}^{оп}$  середнього питомого споживання визначається за формулою:

$$q_{min}^{оп} = 0,5 \cdot q^{оп}, \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^2}.$$

Донарахування для опалюваного приміщення, оснащеного приладами-розподільовачами теплової енергії:

$$Q_{пр.г}^{дон} = \left( q_{min}^{оп} - \frac{Q_{пр.г}^{пр-роз}}{S_{пр.г}} \right) \cdot S_{пр.г}, \text{Гкал, якщо } \frac{Q_{пр.г}^{пр-роз}}{S_{пр.г}} < q_{min}^{оп}.$$

Через виконане нарахування, загальна сума значень розподіленої теплової енергії буде вищою за визначену комерційним лічильником. Відповідно дане перевищення згідно з методикою можна скоригувати і перерозподілити як зменшення нарахувань для приміщень, в яких не було донарахувань [11].

Результуючі сумарні перерозподілені покази для окремого споживача є розподіленою тепловою енергією на опалення, за яке необхідно виконати розрахунок з теплопостачальною організацією. Приклад помісячних значень розподіленої теплової енергії на опалення для однокімнатної квартири за опалювальний сезон 2021-2022 наведено у таблиці 5.

Таблиця 5 – Розподілена тепла енергія на опалення квартири за опалювальний період 2021-2022

	Жовтень 2021	Листопад 2021	Грудень 2021	Січень 2022	Лютий 2022	Березень 2022	Квітень 2022
Теплова енергія на опалення, Гкал	0,050	0,314	0,669	0,750	0,503	0,510	0,102

Деякі ключових методичних параметрів безпідставно вирішуються загальними зборами ОСББ, без попередніх консультацій та проведення технічних розрахунків професійними фахівцями, інженерами для кожної будівлі окремо.

В методиці відсутнє обґрунтування рівня мінімальної частки від середнього питомого споживання на рівні 40-50%. Без прив'язки до дотримання теплового комфорту і контролю перетоків, неможливо справедливо визначити рівень мінімального нормативного споживання теплової енергії окремою квартирою, відповідно до якого можна виконувати перерахунки.

В методиці не передбачено будь-яким чином відслідковування споживання теплової енергії в приміщеннях з індивідуальними системами опалення. Щодо причин встановлення індивідуального опалення в багатоквартирних будівлях можна констатувати, що основною свідомою чи несвідомою причиною є власне можливість зловживати «паразитними» перетоками теплової енергії від сусідніх квартир. Тому важливо дослідити можливість розширення методики з урахуванням перетоків до квартир з індивідуальним опаленням [13].

### **Аналіз іноземного досвіду та досліджень науковців**

В більшості країн ЄС було впроваджено обов'язкове застосування приладів-розподільвачів за умови технічної та економічної доцільності, але в деяких країнах (Швеція та Фінляндія) після накопичення досвіду застосування, було вирішено відмінити дану вимогу [14].

Найявні експериментальні дослідження роботи системи розподільного обліку італійськими науковцями висвітлюють аспекти відносної точності підходу з використанням приладів-розподільвачів. На великій експериментальній установці в Національному метрологічному інституті Італії (м. Турин), що відтворювала систему опалення, на кожному радіаторі було встановлено повноцінний лічильник теплової енергії, і прилад-розподільвач. Одночасно фіксувались покази лічильників та приладів-розподільвачів, з подальшою обробкою. Результати порівняння – середнє відхилення становило біля 8,1% з розкидом значень від 4,9 до 37,7 %. Але додатковий аналіз даних встановив, що при однакових типорозмірах радіаторів, відхилення вимірювань складали від 2,7 до 4,9 % [6].

Ряд дослідників вказують на суттєвий рівень паразитних перетоків між приіщеннями в багатоквартирних будинках: дослідження 24-квартирного будинку в м. Краєгувац (Сербія) виявило, неопалюване приміщення може отримати до 80% потреби в тепловій енергії на опалення, виключно через дані перетоки [13]. Через вищезазначену проблему є необхідність додаткових досліджень, формування та імплементації правил врахування і контролю за паразитними перетоками до квартир, що приєднані до системи опалення, але не встановили прилади-розподільвачі, а також особливо приміщення, обладнані індивідуальним опаленням, які слід досить умовно вважати відокремленими від загальнобудинкової системи опалення.

### **Висновки**

Було проведено критичний аналіз нормативної літератури, наукові статті українських та іноземних фахівців щодо аспектів організації розподільного обліку теплової енергії на опалення в багатоквартирних будинках з вертикальними системами опалення. В результаті аналізу було виявлено ряд аспектів та недоліків в технічних стандартах, практиках застосування і нормативно-правових документах, що регламентують організацію розподільного обліку.

Було зазначено ключові технічні, методичні та поведінкові недоліки та недосконалості в описаному технічному рішенні розподільного обліку, а саме:

- Відсутня однозначність у коректності застосування обраних фізичних величин для формування системи розподільного обліку;
- Велика кількість поправкових коефіцієнтів, що збільшують неточність розподілу;
- Значна частина поправкових коефіцієнтів різних факторів є занадто укрупненими, а частина коефіцієнтів, що є технічними і мають визначатись внаслідок інженерних розрахунків, визначаються рішенням самих мешканців;
- Відсутність відслідковування впливу споживачів, що не входять в систему розподільного обліку і мають індивідуальні системи опалення.

Важливим є подальше дослідження технічних, методичних та поведінкових факторів розподільного обліку теплової енергії, пошуку нових технічних рішень для покращення рівня точності, економічної привабливості та справедливості розподілу.

### **Список використаної літератури**

1. Закон України «Про Фонд енергоефективності» від 08.06.2017 № 2095-VIII.
2. Заходи з підвищення енергоефективності будівель програми «Енергодім». Режим доступу: <https://energodim.org/detalna-informatsiia/>
3. Проценко. С.Б. Оцінка способів поквартирного обліку споживання тепла на опалення в багатоквартирних житлових будинках / Вісник Національного університету водного господарства та природокористування, Випуск 1(69) 2015р.
4. Про затвердження Порядку визначення технічної можливості встановлення вузлів розподільного обліку теплової енергії та економічної доцільності встановлення приладів - розподільвачів теплової енергії: Постанова Кабінету Міністрів України від 10 жовтня 2018 р. № 829.
5. Про затвердження Методики розподілу між споживачами обсягів спожитих у будівлі комунальних послуг: Наказ міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України №315 від 22 листопада 2018. Зареєстрована у Міністерстві юстиції України 28 грудня 2018 року за № 1502/32954. 29 с.
6. F. Saba, V. Fericola, M.C. Masoero, S. Abramo, Experimental analysis of a heat cost allocation method for apartment buildings, Buildings 7 (2017) 20.
7. <https://metra-su.cz/cs/produkt/elektronicky-indikator-topnych-nakladu-e-itn-30-s-integrovanym-radiovym-vysilacem>.

8. ДСТУ EN 834:2017. Вимірювачі витрат тепла для визначення тепловіддачі кімнатних опалювальних батарей. Прилади з електроживленням (EN 834:2013, IDT). [Чинний від 2017-01-08]. Вид. офіц. Київ: Національний орган стандартизації ДП "УкрНДНЦ", 2017. 31 с.

9. Проєкти повторного використання. Режим доступу: <https://eefund.org.ua/druga-chastina-proektiv-povtornogo-vikoristannya-dlya-proektuvalnikiv>

10. Моніторинг проєктів участі в програмі «Енергодім». Режим доступу: <https://sites.google.com/eefund.org.ua/monitoring/>

11. Гончаров Н.С. Розподіл споживання теплової енергії в багатоквартирному будинку з використанням приладів-розподільовачів: маг. дис./ Н.С. Гончаров; Мін-во освіти і науки України, НТУУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського. – Київ, 2020. [www.ela.kpi.ua](http://www.ela.kpi.ua).

12. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. Вид. офіц. Київ: Державні норми України, 2013. 240 с.

13. N. Lukic', N. Nikolic', S. Timotijevic', S. Tasic', Influence of an unheated apartment on the heating consumption of residential building considering current regulations—case of Serbia, Energy Build. 155 (2017) 16–24.

14. L. Canale , M. Dell'Isola, G. Ficco , T. Cholewa, S. Siggelsten , I. Balen. A comprehensive review on heat accounting and cost allocation in residential buildings in EU. Energy & Buildings 202 (2019).

**Y. Mykyta<sup>1</sup>**, Ph. D. student, ORCID 0000-0001-6698-7555

**V. Deshko<sup>1</sup>**, Dr. Sc. (Eng.), Prof., ORCID 0000-0002-8218-3933

<sup>1</sup>**National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"**

## **DISTRIBUTION ACCOUNTING OF HEAT ENERGY FOR HEATING OF APARTMENT BUILDINGS: TECHNICAL, METHODOLOGICAL, BEHAVIORAL ASPECTS**

*In this paper, a critical analysis of technical literature, methodological guidelines and rules, scientific work of Ukrainian and foreign experts on aspects of the organization of distribution accounting of thermal energy for heating in multi-apartment buildings with vertical heating systems is carried out. An important stage of the strategy for improving the building's energy performance is to organize individual control of energy consumption. For the organization of individual consumption control for heat energy in buildings with vertical heating systems, distribution accounting systems for thermal energy are becoming widespread. Within the framework of this study, a number of aspects and shortcomings in technical standards and legal acts regulating the rules for the organization of distributive accounting would be revealed. Three groups of aspects are defined: technical - related to the justification of using the method of distribution of heating costs according to the types of accounting, temperature measurement, rules for the place of installation of devices, and the presence of a significant number of correction coefficients; methodical - rules for organizing and conducting screenings, interpretation and consideration of correction coefficients, significant simplifications in determining important correction coefficients, lack of methodical provision to prevent abuse by consumers with individual heating systems in buildings; behavioral - the ability to monitor one's own savings, motivation for individual regulation, the presence of individual control over heating consumption without proper control of the temperature regime and flows between apartments causes the possibility of uncontrolled parasitic consumption of thermal energy at the expense of neighbors. Formulated aspects and shortcomings of the existing distribution accounting system require in-depth study in order to avoid unreasonable simplifications, improve the accuracy of the system, and increase the fair distribution of payment for consumed thermal energy among consumers.*

**Keywords:** heat cost allocators, distribution accounting of heat energy, "parasitic" heat flows, individual control of consumption, individual accounting, vertical heating systems.

### **References**

1. Law of Ukraine "On the Energy Efficiency Fund" dated June 8, 2017 No. 2095-VIII.
2. Measures to increase the energy efficiency of buildings of the "Energodim" program. Access mode: <https://energodim.org/detalna-informatsiia/>
3. Protsenko. S.B. Evaluation of methods of apartment-by-apartment accounting of heat consumption for heating in multi-apartment residential buildings / Bulletin of the National University of Water Management and Nature Management, Issue 1(69) 2015.



4. On the approval of the Procedure for determining the technical feasibility of installing heat energy distribution metering units and the economic feasibility of installing devices - heat energy distributors: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated October 10, 2018 No. 829.

5. On the approval of the Methodology for distributing among consumers the volumes of utility services consumed in the building: Order of the Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine No. 315 of November 22, 2018. Registered in the Ministry of Justice of Ukraine on December 28, 2018 under No. 1502/32954. 29 p.

6. F. Saba, V. Fericola, M.C. Masoero, S. Abramo, Experimental analysis of a heat cost allocation method for apartment buildings, *Buildings* 7 (2017) 20.

7. <https://metra-su.cz/cs/produkt/elektronicky-indikator-topnych-nakladu-e-itn-30-s-integrovanym-radiovym-vysilacem>.

8. DSTU EN 834:2017. Heat flow meters for determining the heat output of room heating batteries. Electrically powered devices (EN 834:2013, IDT). [Effective from 2017-01-08]. Kind. officer Kyiv: National standardization body of SE "UkrNDNC", 2017. 31 p.

9. Reuse projects. Access mode: <https://eefund.org.ua/druga-chastina-proektiv-povtornogo-vikoristannya-dlya-proektuvalnikiv>

10. Monitoring of participation projects in the "Energodim" program. Access mode: <https://sites.google.com/eefund.org.ua/monitoring/>

11. Goncharov N.S. Distribution of thermal energy consumption in an apartment building using distribution devices: mag. diss./ N.S. Goncharov; Ministry of Education and Science of Ukraine, NTUU "KPI" named after Igor Sikorsky. – Kyiv, 2020. [www.ela.kpi.ua](http://www.ela.kpi.ua).

12. DBN V.2.5-67:2013 Heating, ventilation and air conditioning. Kind. officer Kyiv: State Regulations of Ukraine, 2013. 240 p.

13. N. Lukic', N. Nikolic', S. Timotijevic', S. Tasic', Influence of an unheated apartment on the heating consumption of residential building considering current regulations—case of Serbia, *Energy Build.* 155 (2017) 16–24.

14. L. Canale, M. Dell'Isola, G. Ficco, T. Cholewa, S. Siggelsten, I. Balen. A comprehensive review on heat accounting and cost allocation in residential buildings in the EU. *Energy & Buildings* 202 (2019).

Надійшла: 21.09.2023

Received: 21.09.2023