

М.М. Шовкалюк, канд. техн. наук, доцент, ORCID 0000-0002-1898-3493  
Є.О. Микита, магістр, ORCID 0000-0001-6698-7555  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

## ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

*Зважаючи на енергетичну залежність України, підвищення рівня енергетичної ефективності житлового фонду є надзвичайно актуальним питанням. Найбільший ефект в існуючих багатоквартирних будівлях досягається лише у разі комплексного впровадження енергозберігаючих заходів щодо огорожувальних конструкцій, інженерних мереж та обладнання, а такі проекти потребують залучення значних коштів. Для отримання фінансування від різних інвестиційних фондів та для можливості участі у державних чи місцевих програмах фінансування необхідно виконати енергетичний аудит та обґрунтувати енергозберігаючі заходи, оцінити клас енергоефективності будівлі. З цією метою виконано енергетичне обстеження із застосуванням інструментальних та аналітичних методів, а також здійснене моделювання енергоспоживання у спеціалізованому програмному продукті Auditor OZC. Уточнені геометричні, теплотехнічні та енергетичні характеристики будівлі. Для підвищення рівня енергоефективності запропоновано комплекс заходів, виконано економічний аналіз та вивчено можливості залучення інвестицій для реалізації енергоефективних заходів. За сучасними вимогами розроблено сертифікат енергетичної ефективності та оцінено зміну класу енергоефективності у разі впровадження заходів.*

**Ключові слова:** житлова багатоквартирна будівля, енергоефективність, моделювання енергоспоживання, енергетична сертифікація.

### Вступ

В рамках договору про асоціацію України з Європейським Союзом, українським урядом було розроблено план імплементації Директиви Європарламенту щодо енергетичної ефективності будівель (2010/31/ЄС) [1]. На виконання прийнятого Закону України №2118-8 «Про енергетичну ефективність будівель» [2] було розроблено комплекс нормативно-правових актів та методичних документів, зокрема [3, 4], нові стандарти [5], внесено зміни у будівельні норми та [6].

Зважаючи на те, що будівельний фонд України складається в основному із будівель, споруджених за часів масового серійного будівництва, на утримання його витрачається в декілька разів більше енергії, ніж, наприклад, у Польщі чи Німеччині [7]. Комплекс заходів з підвищення енергоефективності в багатоквартирних будівлях потрібно розробляти за результатами виконання детального енергетичного обстеження з виявленням причин неефективного енерговикористання, виконанням ґрунтового аналізу енергоспоживання з урахуванням різних впливових факторів [8] та визначенням очікуваної економії. Енергоаудитор також може запропонувати пакети заходів та пріоритетність в реалізації заходів за умови відсутності необхідних фінансових ресурсів для комплексної реалізації всіх заходів. В Україні для реалізації проектів енергоефективності використовуються інструменти співфінансування: працює Фонд енергоефективності [9], створено регіональні, місцеві програми [10]. В більшості випадків для отримання фінансування потрібно, щоб в будівлі було створено ОСББ, а рішення про участь у таких програмах приймалося Загальними зборами [11], на яких енергоаудитор має обґрунтувати з технічної та економічної точки зору рішення з підвищення енергоефективності. Крім того, проектна документація на комплексну термомодернізацію будівель з покращенням теплотехнічних властивостей огорожень та модернізацією інженерних систем і обладнання має містити енергетичний сертифікат будівлі [2], який внесено у офіційну базу даних. Якщо для серійних будівель із низькими значеннями опору теплопередачі огорожувальних конструкцій енергозбереження від утеплення чи заміни застарілого обладнання є суттєвим, то для будівель, які були введені в експлуатацію після 2000-х років, економічну доцільність конкретних заходів потрібно аналізувати детально. Під час виконання енергоаудиту для зменшення трудовитрат на виконання теплотехнічних розрахунків за методикою [5] доцільно застосовувати програмні продукти.

Об'єктом досліджень є житлова багатоквартирна будівля, що введена в експлуатацію у 2012 році. У 2017 році мешканцями будинку було створено ОСББ. У відносинах з підприємствами, що надають житлово-комунальні послуги, ОСББ обрало модель договору «колективний споживач» [12, 13], що передбачає відповідальність за технічне обслуговування та утримання внутрішньобудинкових інженерних

систем за рахунок об'єднання співвласників. Тому питання підвищення енергетичної ефективності даної будівлі і вибір пакету заходів для залучення фінансових ресурсів є надзвичайно актуальним.

### Мета та задачі

**Метою** дослідження є оцінювання енергетичних характеристик і визначення потенціалу енергозбереження житлової багатоквартирної будівлі на основі енергетичного обстеження та моделювання енергоспоживання з виконанням економічного аналізу доцільності впровадження заходів. Для сформованих пакетів енергоефективних заходів визначено, наскільки зміниться клас енергетичної ефективності будівлі відносно існуючого стану.

Для досягнення поставленої мети потрібно виконати наступні **задачі дослідження**:

- провести комплексне енергетичне обстеження житлової будівлі з уточненням геометричних, теплотехнічних та енергетичних характеристик;
- проаналізувати споживання енергетичних ресурсів з виконанням розрахунків базового рівня;
- запропонувати та економічно обґрунтувати заходи для підвищення рівня енергоефективності;
- виконати моделювання енергоспоживання у спеціалізованому програмному продукті;
- розробити енергетичний сертифікат будівлі та оцінити потенційну зміну класу енергоефективності у результаті впровадження рекомендованих пакетів заходів.

### Матеріал і результати досліджень

**Об'єкт дослідження** – односекційний 24-поверховий багатоквартирний житловий будинок у м.Київ, зведений за монолітно-каркасною системою в 2012 році. В будівлі наявні приміщення різного функціонального призначення: перший поверх будинку – нежитлові комерційні приміщення, 2-23 поверхи – квартири, 24 поверх – опалюваний технічний поверх. Всього в будівлі 176 квартир та 6 нежитлових приміщень. Опалювальна площа - 15193,6 м<sup>2</sup>. В будівлі проживає 264 особи.

Конструкція фасадів будівлі монолітно-каркасна, наявні декілька типів зовнішніх стін (таблиця 1):

- залізобетонний каркас із несучих опорних залізобетонних пілонів, товщиною 300 мм з утепленням пінополістиролом 100 мм і упорядженням декоративною штукатуркою;

- заповнення між пілонами з повнотілої керамічної цегли (250 мм), з утепленням пінополістиролом 100мм і упорядженням штукатуркою.

Таблиця 1 – Загальні характеристики зовнішніх стін будівлі

Загальна оцінка існуючого стану	задовільний			
		Керамічна цегла	Залізобетон	
Основний матеріал				
Площа зовнішніх стін	A <sub>зс</sub>	5708,40	1816,20	м <sup>2</sup>
Опір теплопередачі (по основному полю)	R <sub>зс</sub>	2,497	2,315	м <sup>2</sup> К/Вт

За проектом у будинку передбачено металопластикові вікна та балконні двері з двокамерними склопакетами 4-12-4-8-4і. У конструкції даху наявні зенітні ліхтарі з однокамерними склопакетами у ПВХ-профілях. Зовнішні двері входу до будівлі світлопрозорі, з ПВХ-профілю та двокамерним енергоефективним склопакетом 4-12-4-8-4і. Також наявні внутрішні тамбурні двері. Стіни підвалу залізобетонні (0,4 м), частина стін підвалу, що вище рівня ґрунту, теплоізолювана шаром пінополістиролу (0,1 м). Будівля має горизонтальну покрівлю двох типів: над приміщенням технічного поверху та над машинним приміщенням ліфтів (характеристики наведено у таблиці 2).

Таблиця 2 – Загальні характеристики покриття будівлі

Загальна оцінка існуючого стану	задовільний			
		Покриття 1	Покриття 2	
Основний матеріал				
Площа покриттів	A <sub>пок</sub>	541,00	88,00	м <sup>2</sup>
Опір теплопередачі покриттів	R <sub>пок</sub>	2,452	1,755	м <sup>2</sup> К/Вт
Загальна площа покриття	A <sub>покΣ</sub>	629,00		м <sup>2</sup>
Приведений опір теплопередачі	R <sub>прΣ</sub>	2,323		м <sup>2</sup> К/Вт

Проведений аналіз теплотехнічних властивостей огорожень із визначенням приведенного опору теплопередачі показав, що він не відповідає діючим вимогам [6], проте економічна доцільність заходів з утеплення огорожень і оцінка впливу на клас енергоефективності потребує детального вивчення.

Для визначення енергоспоживання та показників енергоефективності за нормативними вимогами [3-6] було сформовано розрахункову модель у програмному середовищі MS Excel. Загальний алгоритм розрахунків наведено на рис. 1.

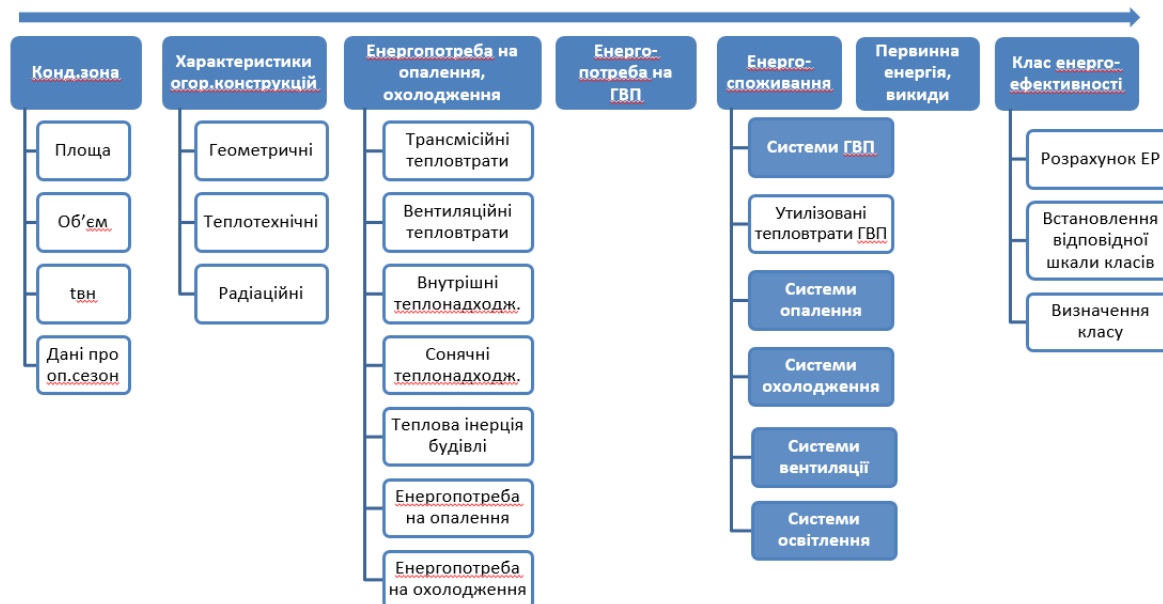


Рисунок 1 – Загальний алгоритм розрахунків

В основі програмного алгоритму лежить квазістаціонарний помісячний метод визначення енергетичних характеристик за ДСТУ Б А.2.2-12:2015 [5].

Таблиця 3 – Показники енергоефективності будівлі

Назва показника	Існуюче значення, кВт×год/м <sup>2</sup> за рік	Мінімальні вимоги, кВт×год/м <sup>2</sup> за рік
Питома енергопотреба на опалення, охолодження, ГВП	89,95	70
Питома енергоспоживання при опаленні	79,31	-
Питома енергоспоживання при охолодженні	1,19	-
Питома енергоспоживання при гарячому водопостачанні	67,64	-
Питома енергоспоживання системи вентиляції	0,00	-
Питома енергоспоживання при освітленні	2,55	-
Питома споживання первинної енергії, кВт×год/м <sup>2</sup> за рік	199,62	-
Питоми викиди парникових газів, кг/м <sup>2</sup> за рік	39,77	-

Таблиця 4 – Фактичне та розрахункове енергоспоживання

Вид	Фактичне споживання за рік		Розрахункове споживання за рік	
	тис. кВт×год	кВт×год/м <sup>2</sup> (кВт×год/м <sup>3</sup> )	тис. кВт×год	кВт×год/м <sup>2</sup> (кВт×год/м <sup>3</sup> )
Енергоспоживання систем опалення	866,77	57,05	1204,95	79,31
Енергоспоживання систем вентиляції	0	0	-	-
Енергоспоживання систем ГВП	-	-	1027,63	67,64
Енергоспоживання систем охолодження	0	0	18,09	1,19
Енергоспоживання систем освітлення	0,00	0,00	38,68	2,55
УСЬОГО:	866,77	57,05	2289,34	150,68

Для виконання енергетичного моделювання житлової будівлі застосовано програмний продукт Audytor OZC, так як він враховує методики розрахунків, нормативні дані та кліматологію [14], закладену в українські норми та стандарти [5,6]. Дане програмне забезпечення має ряд можливостей: створення 3D-моделі об'єкту; деталізоване моделювання енергетичних характеристик за окремими зонами та приміщеннями будівлі відповідно до [5]; можливість врахування теплопровідних включень огорожувальних конструкцій; визначення проектного навантаження системи опалення та орієнтовний підбір опалюваних приладів з бази обладнання.

В ході дослідження у внутрішньому просторовому редакторі програмного забезпечення створено 3D-модель об'єкту (рис.2) та розраховано енергопотребу і енергоспоживання системи опалення, гарячого водопостачання, освітлення, та визначено показники енергетичної ефективності.

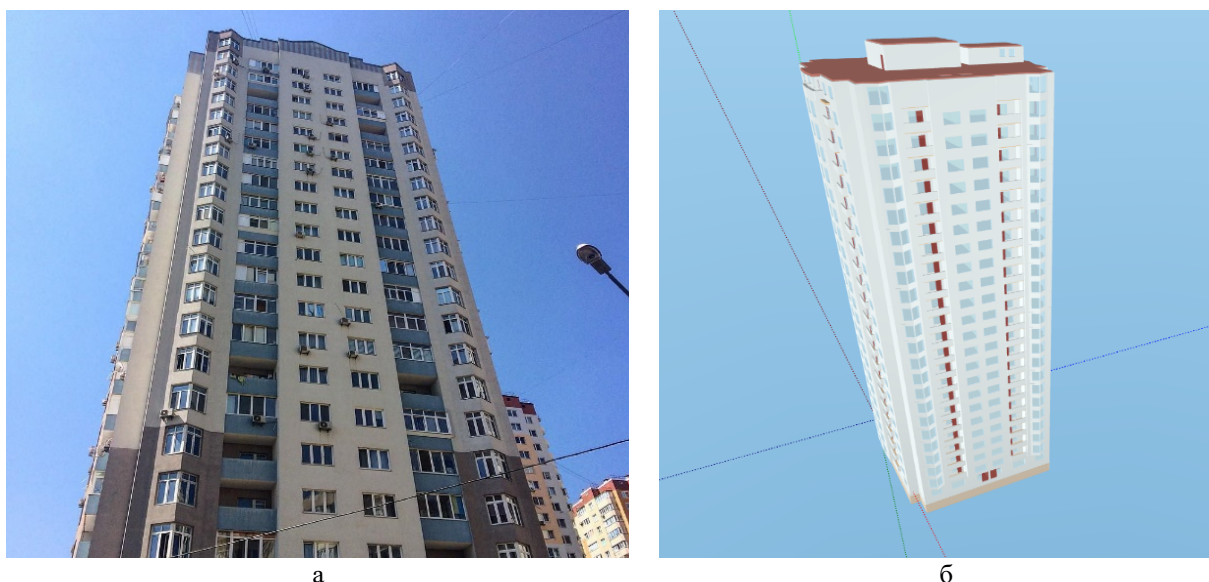


Рисунок 2 – Загальний вигляд будівлі (а - фактичний стан, б - 3D модель в Audytor OZC)

За результатами розрахунку було визначено, що енергопотреба будівлі на опалення, визначена за методикою стандарту [5], становить 841873,56 кВт·год, а енергопотреба будівлі за результатами моделювання у Audytor OZC 861638,89 кВт·год, тобто відхилення в розрахунках становить лише 2,32 %. Фактичне енергоспоживання за показами теплолічильників будівлі 893102,59 кВт·год, при чому умови мікроклімату підтримуються на нормативному рівні. Під час розрахунків енергоспоживання будівлі, що розглядається, було враховано енергетичні характеристики підсистем тепловіддачі, розподілення, генерації та акумулювання, включаючи регулювання. Тепловтрати підсистеми розподілення складаються із: тепловтрат трубопроводами; тепловтрат циркуляційним контуром; тепловтрат відпрацьованої води з водовипуску користувачів (для системи ГВП). Для виконання розрахунків уточнювалися діаметри та довжини горизонтальних і вертикальних ділянок трубопроводів, температурний графік теплоносія, режим експлуатації інженерних мереж, визначалися лінійні коефіцієнти теплопередачі та утилізовані тепловтрати. Нижче, у таблиці 5 наведено порівняльний аналіз результатів розрахунків енергоспоживання на різні потреби житлової будівлі. Якщо для системи опалення відмінності у розрахунках становлять близько 5%, то для системи гарячого водопостачання та освітлення відмінності більш суттєві.

Таблиця 5 – Порівняння результатів визначення енергоспоживання

Вид	Розрахункове	Audytor OZC
	кВт×год	кВт×год
Енергоспоживання систем опалення	1204946	1267380
Енергоспоживання систем ГВП	1027625	1496090
Енергоспоживання систем охолодження	18089	Не визначалося
Енергоспоживання систем освітлення	38683	42180

#### Економічна оцінка ефективності впровадження енергоефективних заходів

Зважаючи на те, що витрати на опалення – основна складова на енергозабезпечення будівлі, були запропоновані технічні заходи для зменшення витрат теплової енергії. В рамках виконання енергетичного

обстеження будівлі виконано економічну оцінку можливостей підвищення рівня енергоефективності будівлі, результати розрахунків економії енергії та витрат наведено у таблиці 6.

Таблиця 6 – Розрахунки економії енергії від впровадження

	Рекомендація	Економія енергії, кВт-год/рік	Грошова економія, грн/рік
1	Встановлення терморегуляторів	56217	79970
2	Балансування системи опалення	29580	42078
3	Теплоізоляція трубопроводів опалення	12213	17373
4	Теплоізоляція трубопроводів ГВП	18791	26731
5	Заміна дверей місць загального користування	25262	35936
6	Теплоізоляція перекриття підвалу	18330	26075
7	Теплоізоляція покриття	21970	31255
8	Теплоізоляція зовнішніх стін	148614	211410
9	Комплексна заміна вікон	41755	59397
10	Вентиляція з рекуперацією	333502	474420

З наведених рекомендацій з підвищення енергоефективності сформовано два пакети – «Мінімальний» та «Максимальний». Пакет «Мінімальний» включає такі рекомендації:

- теплоізоляція трубопроводів опалення в підпіллі,
- встановлення автоматичних балансувальних клапанів на стояки опалення,
- встановлення термоголовок на радіаторні термостатичні клапани,
- теплоізоляція трубопроводів гарячого водопостачання у підпіллі,
- заміна дверей у місцях загального користування.

Для обох пакетів заходів визначалися первинні капітальні інвестиції, грошові потоки та виконувалась інвестиційна оцінка впровадження рекомендацій з підвищення енергоефективності виконують за такими показниками: термін окупності (PB); чиста приведена вартість (NPV), коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ) - відношення NPV до загальних інвестицій; внутрішня норма прибутковості (IRR). Показники інвестиційної привабливості пакетів заходів наведено у таблиці 7.

Було визначено, що у пакеті «Максимальний» наявні капіталомісткі рекомендації, термін окупності яких суттєво перевищує строк експлуатації обладнання та конструкцій. Заходи з даного пакету доцільно впроваджувати в рамках планового капітального ремонту будівлі.

Таблиця 7 – Показники інвестиційної привабливості пакетів заходів

Найменування пакету	Інвестиції	Економія	PB	NPV	NPVQ	IRR
	грн.	грн/рік	років	млн. грн		%
«Мінімальний»	1528990	195 280	7,83	0,92	0,601	8,8%
«Максимальний»	41504986	911170	45,55	-29,08	-0,701	-7,0%

Важливим завданням є фінансове планування впровадження заходів з підвищення рівня енергоефективності, пошук можливостей та інструментів залучення зовнішніх інвестицій, програм співфінансування. Для багатоквартирних будинків існує ряд державних та регіональних програм фінансування проектів підвищення енергоефективності. Умови програм, зазвичай базуються на спільному з мешканцями фінансуванні проектів енергомодернізації будівель, або частковому відшкодуванні понесених співвласниками капітальних витрат.

Розглянуто можливості залучення інвестицій за двома програмами:

- конкурсна Програма КМДА «70/30» (співфінансування проектів з впровадження заходів з енергоефективності у житлових будинках в м. Київ, що передбачає розділення інвестицій на дві окремі групи заходів у комплексному проекті за капітальними витратами: до 70% покривається даною програмою, від 30% коштів - забезпечують мешканці будинку);

- Програма підтримки проектів енергомодернізації ОСББ «Енергодім» від Державного Фонду енергоефективності [9], що передбачає поетапне грантове відшкодування частини капітальних витрат на енергоаудит, проєктування, впровадження енергоефективних заходів та верифікацію проєкта за двома пакетами: пакет А (легкий), пакет Б (комплексний).

Для розрахунку співфінансування було обрано заходи пакету «Мінімальний». Результати розрахунків необхідних інвестиційних витрат по програмі «70/30» наведено у таблиці 8. Для програми Фонду енергоефективності виконано розрахунок орієнтовного відшкодування витрат до умов впровадження пакету заходів «А» (Легкий), результати наведено у таблиці 9.

Таблиця 8 – Розрахунок співфінансування за програмою «70/30»

Повна вартість заходів, грн.		1640992,5	100%
Заходи, що фінансуються за рахунок коштів бюджету міста Києва			
Назва заходу	грн.		%
Встановлення терморегуляторів	418600,0		25,5%
Встановлення автоматичних балансувальних клапанів	209000,0		12,7%
Заміна дверей МЗК	461600,0		28,1%
<b>Разом:</b>	<b>1089200,0</b>		<b>66,4%</b>
Заходи, що фінансуються за рахунок співвласників			
Назва заходу	грн.		%
Теплоізоляція трубопроводів опалення	293992,5		17,9%
Теплоізоляція трубопроводів ГВП	257800		15,7%
<b>Разом:</b>	<b>551792,5</b>		<b>33,6%</b>

Таблиця 9 – Розрахунок відшкодування за програмою «Енергодім»

Стаття витрат	Фінансові витрати	% відшкодування*	Орієнтовна сума відшкодування
Енергоаудит	20000,0	70%	14000,0
Супровід проєкту	55000,0	70%	38500,0
Виготовлення проєктно-кошторисної документації	85000,0	70%	59500,0
Будівництво та монтаж	1640992,5	60%	984595,5
Авторський нагляд	8000,0	70%	5600,0
Технічний нагляд	12000,0	70%	8400,0
Верифікаційний енергоаудит	20000,0	70%	14000,0
Обстеження інженерних систем	15000,0	70%	10500,0
<b>Всього:</b>	<b>1855992,5</b>		<b>1135095,5</b>
Орієнтовні фактичні кап. витрати:		720897,0	грн

\*Для перших 500 учасників програми "Енергодім" Фонду енергоефективності

За розрахованими показниками було сформовано енергетичний сертифікат будівлі та визначено клас енергоефективності існуючої будівлі – F (на момент розроблення енергетичного сертифікату для даної будівлі нові нормативи [15] не вступили в дію, тому визначення класу виконувалося за методикою [3]). Впровадження пакету заходів «Мінімальний» є економічно доцільним до впровадження, але не впливає на зміну класу енергоефективності будівлі (рис.3).

Шкала класів енергетичної ефективності	До впровадження	"Мінімальний"	"Максимальний"
Високий рівень енергоефективності			
<b>A</b> <math>< 44 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2</math>			
<b>B</b> <math>< 79 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2</math>			
<b>C</b> <math>< 87 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2</math>			
<b>D</b> <math>< 109 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2</math>			<b>D</b>
<b>E</b> <math>< 131 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2</math>			
<b>F</b> <math>< 153 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2</math>	<b>F</b>	<b>F</b>	
<b>G</b> <math>> 153 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2</math>			
Низький рівень енергоефективності			
Питоге споживання енергії на опалення, гаряче водопостачання, охолодження будівлі, кВт × год/м <sup>2</sup>	148,13	139,13	106,64

Рисунок 3 – Клас енергоефективності будівлі до та після впровадження заходів

Також, для покращення системи енергоменеджменту та моніторингу будівлі, було рекомендовано організувати централізований збір даних обліку енергоресурсів за допомогою системи M-Bus; та встановити прилади розподільного обліку споживання теплової енергії.

### **Висновки**

Проведено комплексне енергетичне обстеження житлової будівлі у м.Київ та виконано енергетичне моделювання у спеціалізованому програмному забезпеченні, здійснено аналіз енергоспоживання до та після впровадження енергозберігаючих заходів. Виконано порівняльну оцінку результатів розрахунків за розробленою програмою у середовищі MS Excel відповідно до національної методики і діючих норм та у спеціалізованому програмному продукті для виконання енергетичних аудитів Auditor OZC. Відхилення в розрахунках енергопотребі на опалення становить лише 2,32 %, енергоспоживання на опалення – 5%.

Здійснено економічну оцінку та оцінено існуючі можливості залучення інвестицій для реалізації пакету заходів за міською та загальнодержавною програмами фінансування енергоефективних проєктів. Розроблено енергетичний сертифікат будівлі та визначено клас енергоефективності існуючої будівлі – F. Встановлено, що реалізація комплексу заходів з термомодернізації дозволить підвищити клас до D, проте для діючих тарифів впровадження не є інвестиційно привабливим.

Таким чином, для будівель більш сучасної забудови під час розробки рекомендацій аудитор повинен виконувати більш ґрунтовні економічні розрахунки, причому використання спеціалізованого програмного продукту дозволить скоротити час на виконання теплотехнічних розрахунків.

### **Список використаної літератури**

1. Directive 2010/31/eu of the European parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast) // Official Journal of the European Communities. 2010, L153. – p. 13-35.
2. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» №2118-VIII від 22.06.2017. Голос України. 22.07.2017. №134.
3. Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 р. №169. Офіційний вісник України. 2018, № 55. С. 301.
4. Про затвердження Порядку проведення сертифікації енергетичної ефективності та форми енергетичного сертифіката: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 р. № 172. Офіційний вісник України. 2018, № 55. С. 334.
5. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні [Уведений вперше; чинний від 2015.01.01]. К. Мінрегіонбуд України, 2016. 205 с.
6. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. К.: Мінбуд України, 2017. 37 с.
7. Офіційний сайт НКРЕКП (Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг), [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.nerc.gov.ua>
8. Efficiency of using energy in housing sector, under the general editorship of Pavlenko A.M. Politechnika Świętokrzyska. Kielce, 2020, Pp. 155.
9. Закон України «Про Фонд енергоефективності» № 2095-VIII від 01.12.2020. Відомості Верховної Ради, 2017, №32, с.344.
10. Шовкалюк М.М., Леконцева О.Е. Розвиток програм стимулювання підвищення енергоефективності будівель в Україні / Збірник наук. праць V Міжнар. наук.-техн. та навч.-метод. конф. у м. Києві 17-12.04.2018р., с.116-117.
11. ЗУ «Про особливості здійснення права власності у багатоквартирних будинках» №417-8, від 10.06.2018. Цивільний кодекс України ч. 2 ст. 382 в редакції Закону № 417-8, від 14.05.2015.
12. Закон України «Про житлово-комунальні послуги» № 2189-VIII від 02.04.2020. Відомості Верховної Ради, 2018, №1, с.1.
13. Про затвердження Правил надання послуги з постачання теплової енергії і типових договорів про надання послуги з постачання теплової енергії: Постанова КМУ від 21.08.2019. №830. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/830-2019-%D0%BF#Text/>
14. ДСТУ-Н Б В.1.1-2:2010. Будівельна кліматологія. К.: Мінрегіон України. 2010.
15. Про затвердження Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 27.10.2020. №260. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1257-20>.
16. Про затвердження Змін до Методики визначення енергетичної ефективності будівель: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 27.10.2020. №261. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1254-20>.

## ASSESSMENT OF ENERGY CHARACTERISTICS OF RESIDENTIAL BUILDING AND CERTIFICATION OF ENERGY EFFICIENCY

*The cost of maintaining the construction fund in Ukraine is several times higher than in European countries. Given Ukraine's energy dependence, increasing the energy efficiency of housing is an extremely important issue. The greatest effect in the existing apartment buildings is achieved only in the case of integrated implementation of energy saving measures for fencing structures, utilities and equipment, and such projects require significant funds. To obtain funding from various investment funds and to be able to participate in state or local funding programs, it is necessary to perform an energy audit and justify energy saving measures, to assess the energy efficiency class of the building. For this purpose, an energy survey was performed using instrumental and analytical methods, as well as modeling of energy consumption in a specialized software product Audytor OZC. The geometric, thermal and energy characteristics of the building have been specified. To increase the level of energy efficiency, a set of measures is proposed, the possibilities of attracting investments for the implementation of energy efficiency measures are studied. The technical and economic analysis with use of engineering methods of calculation, experimental measurements, modeling is executed. According to modern requirements, a certificate of energy efficiency has been developed and the change of energy efficiency class in case of implementation of measures has been assessed. The result of the implementation of measures will be a reduction in the total consumption of energy resources, as well as the cost of paying for them, improving the conditions of the microclimate. Social aspect: participation in the investment project will allow residents to gain practical experience in implementing various projects in compliance with norms and procedures, increase consumer awareness of improving the condition of the building, energy efficiency and opportunities to reduce environmental impact.*

**Keywords:** residential apartment building, energy efficiency, energy consumption modeling, energy certification.

### REFERENCES

1. Directive 2010/31/eu of the European parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast) // Official Journal of the European Communities. 2010, L153. – p. 13-35.
2. Закон України «Про енергетичну ефективність будівел» №2118-VIII від 22.06.2017. Holos Ukrainy. 22.07.2017. №134.
3. Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівел: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 р. №169. Офіційні вісник України. 2018, № 55. p.301.
4. Про затвердження Порядку проведення сертифікації енергетичної ефективності та форми енергетичного сертифіката: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 р. № 172. Офіційні вісник України. 2018, № 55. p. 334.
5. DSTU B A.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівел. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та hariachomu vodopostachanni [Uvedenyi vpershe; chynnyi vid 2015.01.01]. K. Minrehionbud Ukrainy, 2016. 205 p.
6. DBN V.2.6-31:2016. Konstruksii budynkiv ta sporud. Teplova izoliatsiia budivel. K.: Minbud Ukrainy, 2017. 37 p.
7. Офіційні сайт НКРЕКП (Национальна комісія, щодо здійснення державних регулювань у сфері енергетики та комунальних послуг), [Elektroni resurs]. - Rezhym dostupu: <http://www.nerc.gov.ua>.
8. Efficiency of using energy in housing sector, under the general editorship of Pavlenko A.M. Politechnika Świętokrzyska. Kielce, 2020, P. 155.
9. Закон України «Про Фонд енергоефективності» № 2095-VIII від 01.12.2020. Vidomosti Verkhovnoi Rady, 2017, №32, p.344.
10. Shovkaliuk M.M., Liekontseva O.E. Rozvytok proham stymuliuvannya pidvyshchennia enerhoefektyvnosti budivel v Ukraini / Zbirnyk nauk. pratsV Mizhnar. nauk.-tekhn. ta navch.-metod. konf. u m. Kyievi 17-12.04.2018r., p.116-117.
11. ZU «Pro osoblyvosti zdiisnennia prava vlasnosti u bahatokvartyrnykh budynkakh» №417-8, від 10.06.2018, Tsyvilnyi kodeks Ukrainy ch. 2 st. 382 v redaktsii Zakonu № 417-8, від 14.05.2015.
12. Закон України «Про житлово-комунальні послуги» № 2189-VIII від 02.04.2020. Vidomosti Verkhovnoi Rady, 2018, №1, p.1.



13. Pro zatverdzhennia Pravyl nadannia posluhy z postachannia teplovoi enerhii i typovykh dohovoriv pro nadannia posluhy z postachannia teplovoi enerhii: Postanova KМУ vid 21.08.2019. №830. Rezhym dostupu: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/830-2019-%D0%BF#Text/>

14. DSTU-N B V.1.1-2:2010. Budivelna klimatolohiia. K.: Minrehion Ukrainy. 2010.

15. Pro zatverdzhennia Minimalnykh vymoh do enerhetychnoi efektyvnosti budivel: Nakaz Ministerstva rehionalnoho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy vid 27.10.2020. №260. Rezhym dostupu: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1257-20>.

16. Pro zatverdzhennia Zmin do Metodyky vyznachennia enerhetychnoi efektyvnosti budivel: Nakaz Ministerstva rehionalnoho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy vid 27.10.2020. №261. Rezhym dostupu: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1254-20>.

Надійшла 28.11.2020

Received 28.11.2020