

Овчаренко Е.О.,
науковий керівник: к.т.н., ст. викл. **Дерев'янка Д.Г.**
Кафедра електропостачання

ОЦІНЮВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ КОМУНАЛЬНОЇ СФЕРИ

Анотація: В статті розглянуто техніко-економічні аспекти оцінювання ефективності впровадження енергозберігаючих заходів для визначення їх доцільності. Досліджено нормативно-правову та економічну складову процесу впровадження проекту з енергозбереження. Описано загальні принципи розрахунку вартості та окупності енергозберігаючого заходу для оцінки його інвестиційної привабливості.

Ключові слова: енергозбереження, енергоефективність, потенціал енергозбереження, моніторинг, енергозберігаючий захід, сонация.

Abstract: The article considers the technical and economic aspects of evaluating the effectiveness of the implementation of energy saving measures to determine their feasibility. The normative-legal and economic component of the energy saving project implementation process is studied. The general principles of calculating the cost and payback of an energy saving measure to assess its investment attractiveness are described.

Keywords: energy saving, energy efficiency, energy saving potential, monitoring, energy saving measure, sonation.

Вступ. Актуальність забезпечення сучасного рівня енергоефективності будівель житлово-громадського призначення визначається для більшої частини споживачів постійним зростанням оплати за спожиті під час експлуатації будівель енергоресурси. Об'єктивність такої мотивації підтверджують тарифи на теплову енергію при централізованому опаленні для мешканців житлових будинків з будинковими та квартирними приладами обліку теплової енергії.

Разом із тим, сучасні вимоги щодо експлуатаційних властивостей будівель формуються на законодавчо-нормативному рівні та передбачають необхідність забезпечення мінімальних параметрів відповідно до вимог чинних технічних регламентів, які гарантують, в разі їх дотримання, безпеку споживача, стабільність і надійність необхідних режимів навколишнього середовища.

Мета та завдання. Метою даної статті є визначення доцільності впровадження енергозберігаючих заходів. Головним завданням є дослідження методів аналізу даних про споживання енергії, що допоможуть у вирішенні поставленої мети.

Матеріал і результати досліджень. Комплексність вимог щодо вдосконалення енергоефективності будівель вимагає від фахівців і споживачів послуг розуміння багатофакторності технічних та економічних проблем, які мають бути вирішені під час комплексної санації кожного об'єкту. Обов'язковість дотримання регламентних вимог під час проведення комплексної санації вимагає забезпечення основних вимог технічних регламентів, зокрема забезпечення механічного опору та стійкості, пожежної безпеки, безпеки життя і здоров'я людини, безпеки експлуатації, а не тільки економії енергії.

Забезпечення зазначених вимог може бути досягнуто лише за умови виконання вимог чинної законодавчо-нормативної бази на всіх етапах реалізації комплексної санації і залучення відповідних сертифікованих провідних фахівців. В умовах лібералізації вимог до господарської діяльності в Україні, яка супроводжується відміною обов'язкової сертифікації продукції з 2018 року, спрощенням вимог до розроблення державних стандартів, скасування

необхідності їх погодження з дозвільними організаціями, збільшується вірогідність використання неякісних матеріалів та обладнання, невідповідності виконаних будівельних робіт проектно-кошторисній документації тощо. За таких умов зростає роль споживача під час виконання функцій замовника, передбачених чинним законодавством. З урахуванням згаданого вище під час розроблення і реалізації комплексної санації будівлі доцільно забезпечити розроблення, аналіз та оцінку наступних основних груп заходів:

- визначення рівня енергоефективності будівлі в експлуатаційному режимі;
- розроблення концепції проведення комплексної санації будівлі, пропозицій варіантів заходів та їх окупності;
- визначення вимог, умов, обсягів і термінів фінансування окремих етапів та інвестиційного проекту в цілому. Вибір варіанту комплексної санації будівлі;
- реалізація прийнятого варіанту комплексної санації будівлі: підготовка і проведення тендерів на розроблення проектно-кошторисної документації, її замовлення та розроблення, проведення будівельних робіт по реалізації проекту;
- визначення рівня енергоефективності будівлі після проведення комплексної санації, оцінка запланованого і реального рівня енергоспоживання будівлі;
- запровадження системи енергоменеджменту і забезпечення супроводження експлуатації будівлі.

На першому етапі визначається енергоспоживання будівлі в режимі сталої експлуатації шляхом проведення наступних заходів з вивчення документів та обстеження. Під час формування плану заходів щодо комплексної санації будівель доцільно звернути увагу на специфіку чинної нормативно-законодавчої бази і можливість залучення додаткових ресурсів з державних та інших джерел фінансування. Чинне законодавство передбачає необхідність залучення для виконання окремих видів робіт провідних фахівців будівельної галузі, що мають відповідний сертифікат. Це стосується проектування, обстеження, експертизи та технічного нагляду. Для об'єктів середніх і значних класів наслідків (СС2, СС3) законодавчо визначена необхідність відповідної ліцензії у виконавця будівельних робіт. [1]

Суттєвий вплив на ефективність комплексної санації будівлі має об'єктивна вартісна оцінка визначених заходів і забезпечення своєчасного і достатнього їх фінансування. В основі вибору комплексу заходів з підвищення енергоефективності об'єкту повинна бути економічна доцільність, головним критерієм якої в більшості загальноприйнятих підходів є термін окупності і обсяг коштів, необхідних для реалізації інвестиційного проекту. Нажаль, станом на сьогодні під час обговорення різних варіантів інвестиційних проектів зазвичай навіть не згадують термін окупності заходів, вважаючи їх нормативно необхідними та обов'язковими. [2]

Тобто, об'єктивність оцінки рентабельності відібраних заходів є запорукою запобігання проблем під час довгострокового фінансування комплексної санації будівлі і отриманні відповідної економії енергоресурсів впродовж подальшої її експлуатації. Під час формування комплексу заходів щодо санації будівлі доцільно врахувати особливості її будівельної та інженерної частини, зумовлені в першу чергу періодом зведення об'єкту.

Розподіл житлового фонду по роках забудови, показує, що майже половину житлового фонду введено в експлуатацію в післявоєнні роки і перший період впровадження будинків індустріальних серій (до 1970 року). Низька вартість енергоресурсів на час зведення більшості об'єктів нерухомого фонду призводила до високого енергоспоживання цих об'єктів, що дозволяє сподіватись на високий рівень зниження енергоспоживання після проведення санації.

Необхідно звернути увагу під час розроблення інвестиційного проекту на поширену практику експлуатації будинків з низькими температурами в приміщеннях, тобто частина тепла після проведення заходів піде на підвищення комфорту до нормативного рівня і не дасть економічного ефекту, необхідного для окупності витрат, пов'язаних з комплексною санацією

об'єкту.

Особливості стану багатоквартирного житлового фонду і його утримання, обслуговування та модернізації повинні враховуватись при визначенні алгоритму підготовки та реалізації комплексу заходів щодо досягнення сучасного рівня енергоспоживання житла, рівня комфорту, безпеки і надійності енергопостачання споживачів комунальних послуг.

Доцільно звернути увагу на загальні тенденції зміни окупності заходів з підвищення енергоефективності будівель, які визначаються відповідними змінами цін на енергоресурси. Стан існуючого фонду будівель житлового громадського призначення, питомі показники його енергоспоживання впродовж двох останніх десятиліть не дозволяє забезпечити самоокупність комплексної санації за чинних тарифів на теплову енергію систем центрального опалення. Подальше зростання цін на енергоресурси при одночасному зростанні вартості матеріалів, обладнання, робочої сили не призвело до зростання бізнесової привабливості комплексної санації будівель, про що свідчить відсутність пропозицій ЕСКО щодо запровадження схем фінансування заходів із залученням власних і кредитних ресурсів, які традиційно поширені в розвинутих країнах.

Об'єктивна оцінка можливих схем фінансування комплексної санації будівель свідчить про можливість досягнення привабливої її окупності лише за умови залучення власником зовнішньої фінансової допомоги у формі пільгових кредитів, бонусів і податкових преференцій. Розуміння такого стану проблем фінансування вдосконалення енергоефективності об'єктів вимусило державу активно включитись у співфінансування цільових державних програм, зокрема – надання так названих “тепліх кредитів” власникам як приватного житла, так і багатоквартирних житлових будинків. Для оцінки державної допомоги необхідно розуміти потребу в ній з урахуванням існуючого фонду нерухомості та його теплотехнічних параметрів. [2]

В будь-якому випадку, одним з основних критеріїв оцінки привабливості окремих заходів з підвищення енергоефективності є їхня окупність. Попередній відбір заходів за цією ознакою дозволяє об'єктивно зменшити кількість варіантів при формуванні концепції комплексної санації з подальшою їх оптимізацією з урахуванням чинних нормативних вимог, стану будинку, ринкових умов тощо. Витратна оптимізація під час формування енергоощадних заходів не знімає необхідності комплексного забезпечення чинних вимог технічних регламентів і будівельних нормативних актів, що гарантує багатofакторну безпеку і надійність експлуатації будівлі та сучасний рівень її енергоспоживання. [1]

Зупинимось на особливостях оцінювання економічно прийнятності потенціалу енергоощадних заходів (ЕОЗ) та відповідного рівня інвестицій, необхідних для реалізації цього потенціалу. Для оцінки економічно доцільного рівня потенціалу енергоефективності ЕОЗ необхідно проводити як технічний, так і економічний аналіз. Залежно від мети запровадження ЕОЗ можна віднести до зовнішнього огороження будівлі, вентиляції, гарячого водопостачання та опалення.

Для попередньої оцінки потенціалу енергозбереження в багатоквартирному будинку необхідно зібрати відомості про усередненні обсяги споживання енергоресурсів та платежів за них у попередні три роки (базовий період) та порівняти з розрахунковими (прогнозованими) показниками обсягу споживання енергоресурсів та витрат за них після проведення відповідних енергоефективних заходів.

Відомості про енергоспоживання багатоквартирним будинком в базовий період визначаються за показниками загальнобудинкових приладів обліку теплової та електричної енергії. З огляду на те, що вартість теплової енергії є найбільш вагомою в структурі витрат співвласників багатоквартирного будинку за спожиті енергоресурси, для розуміння основних показників та обґрунтування доцільності впровадження проекту, рекомендується передусім порівняти показники поточного споживання теплової енергії ($Q_{до}$) в базовий період та розрахункові показники споживання теплової енергії ($Q_{після}$), що можуть бути досягнуті в

результаті здійснення термомодернізації.

За наявності загальнобудинкового теплового лічильника базовий обсяг поточного споживання теплової енергії до термомодернізації ($Q_{до}$), який використовується для подальших розрахунків потенціалу енергозбереження, визначається як середнє арифметичне значення фактичних показників лічильника за останні три роки. У випадку коли багатоквартирний будинок не обладнано тепловим лічильником орієнтовний обсяг споживання теплової енергії ($Q_{до}$) в базовий період рекомендується з'ясувати у виконавця послуг з опалення.

В подальшому, в разі прийняття принципового рішення про впровадження проекту та залучення до нього фахівців, отримані розрахунковим шляхом дані про обсяг поточного споживання теплової енергії в базовий період мають бути співставлені з розрахунковими даними, які отримано з урахуванням даних обстеження технічного стану будинку, даних енергетичного обстеження, в тому числі із застосуванням приладів неруйнівного контролю, теплотричного та тепловізійного обладнання. Обсяг теплової енергії, що буде використовуватись на опалення будинку після термомодернізації ($Q_{після}$) визначається розрахунковим шляхом.

Для оцінки економічного ефекту від реалізації заходів з підвищення енергоефективності можна користуватися усередненими даними щодо потенціалу енергозбереження, приведеними в таблиці 1. Зазначені в таблиці показники вказують, яким чином впровадження окремого з перелічених заходів може орієнтовно скоротити обсяг споживання теплової та електричної енергії у порівнянні з базовим рівнем її споживання.

Таблиця 1. Усереднені дані щодо потенціалу енергозбереження багатоквартирного будинку

Конструктивний елемент	Технічне рішення	Потенціал енергозбереження	Усереднений строк окупності, років
Стіни	Утеплення	18-25%	7-10
Вікна, входні двері	Заміна	15-20%	15
Дах	Утеплення	5-10%	10-12
Підвал	Утеплення	5-10%	7-10
Вентиляція	Улаштування приточно-втяжних клапанів, рекуператорів	5-35%	5-8
Системи опалення	Монтаж ІТП з погодним регулюванням	15-20%	2-4
	Гідрохімічна очистка та балансування	5-10%	1-2
Системи електроспоживання	Заміна джерел світла Встановлення приладів регулювання освітлення	5-7% 5%	2-3

Використовуючи дані зазначеної таблиці для розрахунку потенціалу енергозбереження, необхідно мати на увазі, що перевага має надаватись комплексним рішенням, які забезпечують найбільший та довготривалий ефект, ніж окремі заходи.

Водночас буде помилкою, якщо під час розрахунку прогнозованого результату від впровадження комплексу заходів щодо покращення теплотехнічних показників будинку, здійснювати просте арифметичне складання зазначених показників. Практика свідчить, що комплексне впровадження таких заходів дозволяє отримати загальне скорочення споживання теплової енергії від 30% до 70% в залежності від переліку заходів та обраних технічних рішень, а також від початкового технічного стану будинку. Водночас, якщо буде прийматися

рішення про доцільність модернізації систем електроспоживання, то результат від впровадження відповідних заходів не буде, звичайно, суттєво впливати на теплотехнічні показники будинку. Тому обсяг можливого скорочення споживання електричної енергії на загальнобудинкові цілі та економія грошових коштів за її оплату розраховується окремо, а прогнозовані показники таким чином можуть бути також порівняні з відповідними показниками у базовий період споживання.

Таким чином, ефект від впровадження енергоефективних заходів визначається скороченням споживання енергоресурсів (ΔQ) та досягнутою економією грошових коштів (ΔE). Розрахунок приблизного ефекту від впровадження енергозберігаючих заходів в натуральних (Гкал, кВт*год) та грошових показниках може бути здійснений за формулами 1 та 2.

$$\Delta Q = Q_{до} - Q_{після} \quad (1)$$

де ΔQ – ефект від скорочення споживання будинком теплової енергії, Гкал;

$Q_{до}$ – кількість теплової енергії, що споживається будинком до впровадження енергозберігаючих заходів, Гкал;

$Q_{після}$ – кількість теплової енергії, що споживається будинком після впровадження енергозберігаючих заходів, Гкал.

$$\Delta E = \Delta Q \times T \quad (2)$$

де ΔE – ефект від скорочення споживання будинком теплової енергії у грошовому вираженні – щорічна грошова економія, грн;

T – тариф на теплову енергію, грн/Гкал.

Приблизна загальна вартість проекту ($ВП$) з підвищення енергоефективності будинку може бути розрахована за формулою 3 на підставі відкритих відомостей про вартість окремих послуг та робіт, які поширюються фаховими організаціями, а також підприємствами, що спеціалізуються на їх виконанні.

$$ВП = B_{техобстеження} + B_{аудит} + B_{проект} + \sum_{j=1}^k B_{зj} \quad (3)$$

де $B_{техобстеження}$ – вартість робіт з обстеження технічного стану будинку;

$B_{аудит}$ – вартість робіт з енергетичного аудиту будинку;

$B_{проект}$ – вартість розробки проектної документації;

$B_{зj}$ – вартість здійснення j -го заходу з підвищення енергетичної ефективності, грн (включає вартість обладнання, матеріалів та робіт по кожному окремому заходу);

k – кількість заходів.

Вартість послуг з технічного обстеження та енергоаудиту залежить від розмірів багатоквартирного будинку (площі/об'єму) й визначається на договірній основі між замовником та потенційними виконавцями. Вартість розробки проектної документації визначається в межах 3-7% від загальної вартості робіт щодо підвищення енергоефективності багатоквартирного будинку (об'єкта будівництва). Вартість окремих енергозберігаючих заходів розраховується на основі даних про обсяг робіт (площа, об'єм, погонні метри, кількість одиниць тощо), вартості матеріалів та обладнання, а також вартості робіт щодо їх виконання (монтажу).

Крім того, необхідно передбачати додаткові витрати за проектом, пов'язані з експертизою проектної документації 0,5-1,0%, технічного (до 2,5%) та авторського (до 2,5%) нагляду від загальної вартості проекту.

Шляхом співставлення розміру щорічної грошової економії від енергозберігаючих заходів та загальних витрат на їх впровадження можна розрахувати за формулою 4 приблизний термін простої окупності капіталовкладень $T_{ок}$ (без урахування змін тарифів на енергоресурси та інших інвестиційних показників).

$$T_{ок} = \frac{ВП}{\Delta E} \quad (4)$$

де $ВП$ – загальна вартість проекту;

ΔE – щорічна грошова економія.

Результати приблизної оцінки вартості заходів та очікуваного фінансового результату від їх впровадження є основою для прийняття співвласниками будинку принципового рішення про початок реалізації проекту з підвищення енергоефективності будинку та здійснення у подальшому відповідних капіталовкладень. Для цього необхідно порівняти обсяги споживання енергоресурсів ($Q_{до}$) та витрат ($B_{до}$) на них протягом поточного базового періоду та очікуваних відповідних показників після впровадження проекту ($Q_{після}$, $B_{після}$).

Висновки. Оцінювання економічної та технічної доцільності впровадження заходів з енергозбереження в житлових будинках є надзвичайно важливим процесом, що дозволяє уникнути ризиків при інвестуванні в проект та досягти значної економії енергетичних ресурсів та коштів в подальшому.

Список використаних джерел.

1. Рекомендації щодо техніко-економічного обґрунтування вибору енергоефективного обладнання та спростування деяких міфів енергозбереження / Мамалига В.М., Горб І.Ю./Сталий розвиток — XXI століття: управління, технології, моделі. Дискусії 2017: колективна монографія / Аверіхіна Т.В., Адамець Т.П., Андерсон Н.В. [та ін.]; НТУУ — Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського. – С. 388 – 394.
2. Разработка технико-экономического обоснования проектов в сфере энерго- и ресурсосбережения / Мамалыга В.М. / Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2014. - № 3 (69). – С. 51-56.
3. Методичні рекомендації для співвласників багатоквартирних будинків: розробка енергоефективних проектів / Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/energoefektivnist-ta-energozberezhennya/krashhi-praktiki/metodichni-rekomendatsiyi-dlya-spivvlasnikov-bagatokvartirnih-budinkiv-rozrobka-energoefektivnih-proektiv/> .