

ОРГАНІЗАЦІЯ, УПРАВЛІННЯ ТА ЕКОНОМІКА В БУДІВНИЦТВІ

УДК 005:[658.567:69]

О. Г. Лялюк
О. Г. Ратушняк
А. О. Лялюк
В. В. Панкевич

УПРАВЛІННЯ ФАКТОРАМИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ВИБІР ФІНАНСОВОГО МЕХАНІЗМУ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО ПРОЕКТУ

Вінницький національний технічний університет

Наведені етапи реалізації проектів по енергозбереженню з урахуванням і в послідовності, передбаченими нормативами. Розраховані строки окупності різних варіантів енергоефективних проектів. Наведені джерела фінансування цих проектів для мешканців багатоквартирних будинків із урахуванням їх доходів. Розглянуті умови кредитування енергозберігаючих заходів різними банками. Систематизована класифікація показників оцінювання фінансового механізму енергозберігаючого проекту. Розроблена методика оцінки факторів впливу на вибір фінансового механізму енергозберігаючого проекту на основі апарату нечіткої логіки, яка враховує кількісні та якісні фактори впливу на управлінські рішення. Дана методика дозволяє прийняти оптимальне організаційно-економічне рішення при обмеженій кількості фактичних даних.

Ключові слова: енергоефективність, кредит, проект, економія коштів, термін окупності, нечітка логіка.

Вступ

На сьогодні забудови споживають 30% енергоресурсів, вартість яких зростає. У зв'язку з цим суттєвим фактором зменшення інвестицій. у будівництві є впровадження енергозберігаючих заходів. Головна причина високої енерговитратності багатоквартирних будинків масової забудови обумовлена надмірними тепловтратами через захисні конструкції, а також низькою ефективністю систем їх опалення. Це пов'язано з тим, що більшість будинків старої забудови проектувалися та будувалися з низькими теплотехнічними характеристиками, які не відповідають нормативам сьогодні (раніше термічний опір зовнішніх стін $-2,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, зараз $-3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$) [1,2].

Метою роботи є вивчення, аналіз та класифікація факторів, які впливають на управління фінансовими механізмами з реалізації енергозберігаючих проектів по підвищенню енергоефективності існуючих багатоповерхових будинків, а також розроблення методики реалізації цих інноваційних проектів.

Основна частина

За результатами експериментальних досліджень типових багатоповерхових житлових будинків сучасної забудови в м. Вінниця здійснено їх енергоаудит [3]. Виявлено з використанням тепловізійних зйомок, що енергоефективність цих будинків не в повній мірі відповідає нормативним вимогам. В зв'язку з цим важливим є пошук шляхів вирішення проблеми термомодернізації будівель з урахуванням факторів фінансового механізму з реалізації енергозберігаючих проектів [4]. Для типового дев'яти поверхового будинку по вул. Воїнів-Інтернаціоналістів розрахована кошторисна вартість термомодернізації будинку (утеплення зовнішніх стін). В якості утеплювача на основі теплотехнічного розрахунку термічного опору стін, який дорівнює $3,295 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ і відповідає нормативному значенню, обраний матеріал – мінеральна вата. Кошторисна вартість дорівнює 2825,6 тис. грн. Це досить значна сума для мешканців будинку, тому постає проблема обрання оптимального організаційно-економічного рішення фінансування енергозберігаючого проекту.

Переваги для мешканців будинків:

- зменшення платежів за комунальні послуги;
- суттєве покращення комфортності температурних умов проживання;
- зростання ринкової вартості житла в термомодернізованих будинках;
- збільшення терміну ефективної експлуатації таких будинків приблизно на 30 років.

Недоліком для мешканців будинків:

- багатостадійний, тривалий час реалізації проекту;
- велика сума коштів на виконання робіт, яка не відповідає місячній заробітній платі.

Розрахункова вартість проекту з підвищення енергоефективності будинку на передпроектній стадії визначається за формулою:

$$PB = V_{\text{тех}} + V_{\text{аудит}} + V_{\text{проект}} + V_{\text{експерт}} + \Sigma V_3, \quad (1)$$

де $V_{\text{тех}}$ – вартість робіт з обстеження технічного стану будинку, яке виконується відповідно норм [5];

$V_{\text{аудит}}$ – вартість робіт з енергетичного аудиту будинку;

$V_{\text{проект}}$ – вартість розробки проектно-кошторисної документації, послідовність розробки якої передбачена в ДБН [6];

$V_{\text{експерт}}$ – вартість експертизи проектно-кошторисної документації [6];

V_3 – вартість окремого енергозберігаючого заходу.

На основі розрахунків економії ΔE від енергозберігаючих заходів (різниці спожитої теплової енергії до і після проекту у грошовому вираженні, визначеної за тепловим лічильником і рекомендованими даними виконавця послуг) та загальних витрат на їх впровадження (PB) визначаємо строк окупності:

$$T = PB / \Delta E. \quad (2)$$

Складові формули (1) є етапами реалізації проекту. Виконання будівельних робіт з термомодернізації житлових будинків здійснюється з урахуванням і в послідовності, передбаченими нормативами ДСТУ-Н Б В.3.2-3-2014 [7]. Не допускається розроблення проектно-кошторисної документації без проведення обстеження та виконання енергетичного аудиту, механічних та теплотехнічних розрахунків, які повинні бути виконані з урахуванням відповідних вимог ДБН [5-7].

За розрахунками без урахування дисконтування строк окупності комплексних вирішень проблем енергозбереження в багатоквартирних будинках наведено в таблиці 1 [8].

Таблиця 1

Прогнозні результати енергоефективних проектів

Конструктивний елемент	Технічне рішення	Потенціал енергозбереження	Усереднений строк окупності, роки
Стіни	Утеплення	18-25%	7-10
Вікна, зовнішні вхідні двері	Заміна	15-20%	15
Горище та горище перекриття	Утеплення	5-10%	10-12
Підвальне перекриття	Утеплення	5-10%	7-10
Системи вентиляції	Улаштування приточної Улаштування рекуператорів Перехід на примусову витяжну вентиляцію	5-35%	5-8
Загально будинкові системи опалення	Монтаж ГПП з погодним та дистанційним регулятором	15-20%	2-4
	Гідрохімічна очистка та балансування	5-10%	1-2
Загально будинкові системи електро споживання	Заміна ламп розжарювання на економлампи з датчиком руху	5%	2-3

З наступного 2019 року створюється Фонд по енергозбереженню на основі міжнародної донорської допомоги в розмірі 15 млрд. грн. Ця підтримка буде здійснюватися при умові і дотриманні директиви європейського парламенту та ради 2010/31/ЄС статті 4: **мінімальні вимоги**

енергетичної ефективності – держави-члени ухвалюють заходи, необхідні для гарантування того, щоб під час заміни або покращення елементів будівлі, які входять до складу конструкції будівлі і які значно впливають на енергетичну ефективність будівлі, для них були встановлені мінімальні вимоги енергетичної ефективності з метою **досягти** оптимальних **рівнів рентабельності**. Тобто головною вимогою енергозаходів – це строк окупності, який не повинен перевищувати 5 років.

Джерела фінансування заходів з підвищення енергоефективності будинку представлено на рис. 1. Вибір фінансового механізму залежить від: кошторисної вартості проекту та строків окупності; рівня платоспроможності співвласників; умов залучення позикових коштів від банківських установ, приватних інвесторів; умов надання міжнародних донорських грантових підтримок. Обирається варіант з мінімальним грошовим навантаженням на співвласника і мінімальним строком окупності.



Рисунок 1 – Джерела фінансування енергоефективних проектів

Тільки при всіх варіантах, запропонованих місцевим і державними програмами, не передбачені заходи підтримки людей з мінімальною пенсією і доходами (1500 грн.), для яких строк окупності проекту при існуючих надходженнях перевищує строк життя людини. Для типового будинку частка таких мешканців становить 20%. Для них повинна бути передбачена програма підтримки: контроль в податковій їх грошових надходжень і в разі їх сплати неспроможності - повне відшкодування усіх фінансових витрат.

Для об'єднань співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ) джерелами формування спеціальних фондів є: щомісячні внески співвласників; одноразові цільові внески співвласників; добровільні грошові внески фізичних та юридичних осіб, цільове фінансування за рахунок місцевих бюджетів; цільові внески інших юридичних осіб; кошти, одержані об'єднаннями у результаті здачі в оренду допоміжних приміщень; інші не заборонені законодавством джерела фінансування.

На сьогодні «Ощадбанк», «Укргазбанк», «Приватбанк» (таблиця 2) здійснюють кредитування ОСББ, а також окремих громадян, які проживають в багатоквартирних будинках, для закупівлі енергоефективного обладнання (відповідно Орієнтовного переліку) в розмірі 30% суми кредиту, але не більше як 14000 грн. за одним кредитним договором або на одну квартиру[9].

Таблиця 2

Порівняння умов кредитування енергозберігаючих заходів різними банками

Показник	«Укргазбанк»	«Ощадбанк»	«Приватбанк»
Строк	до 10 років	до 5 років	до 7 років
Сума	до 10 млн. грн.	До 100% вартості проекту, але не більше 42 тис. грн. на 1 квартиру	до 2 млн. грн.
Ставка	від 17,5 %	від 17-17,5 %	до 18 %
Разова комісія	1,25% від суми кредиту	1,25% від суми кредиту	
Власний внесок	відсутній	відсутній	відсутній
Страховання	відсутнє	відсутнє	
Забезпечення	не вимагається	право вимоги депозиту в сумі 1 місячного платежу	не вимагається

Станом на 01.09.2017 видано понад 230000 кредитів на суму 4,3 млрд. грн., у т.ч. ОСББ – 1150 на суму 190 млн. грн., Вінницька область – 1,59 млн. грн. [10]. В 2018 році Вінницька обласна рада

виділили 3,5 млн. грн. на фінансування 8 % річних за «теплыми» кредитами, які залучають фізичні особи та об'єднань співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ).

Гранти надаються на безкоштовній основі співвласникам багатоквартирних будинків, що сприяє зниженню фінансового навантаження під час впровадження енергоефективного проекту (каталог кредитних, грантових програм та програм міжнародної технічної допомоги в сфері енергоефективності – видання проекту USAID «Муніципальна енергетична реформа в Україні».

Енергосервісні компанії (ЕСКО) пропонують енергетичні послуги на весь життєвий цикл проекту. Їх послуги оплачуються замовником за рахунок економії енергоресурсів. Наприклад, якщо строк окупності проекту становить 5 років, то на протязі даного періоду замовник буде жити в комфортних температурних умовах і сплачувати таку ж суму комунальних послуг за енергоресурси, що і до початку проекту.

Чинники, що впливають на вибір фінансового механізму:

- фінансові показники енергозберігаючого проекту та строки його виконання;
- рівень платоспроможності співвласників багатоквартирного будинку;
- умови залучення позикових коштів від банківських установ або приватних інвесторів тощо;
- наявність відповідних державних або місцевих програм підтримки енергоефективних заходів та умови спів фінансування за ними;
- умови надання міжнародними донорськими організаціями грантової підтримки енергоефективних проектів.

Розроблена класифікація факторів, що впливають на прийняття організаційно-економічних рішень при виборі фінансового механізму енергозберігаючого проекту, представлена на рис. 2.

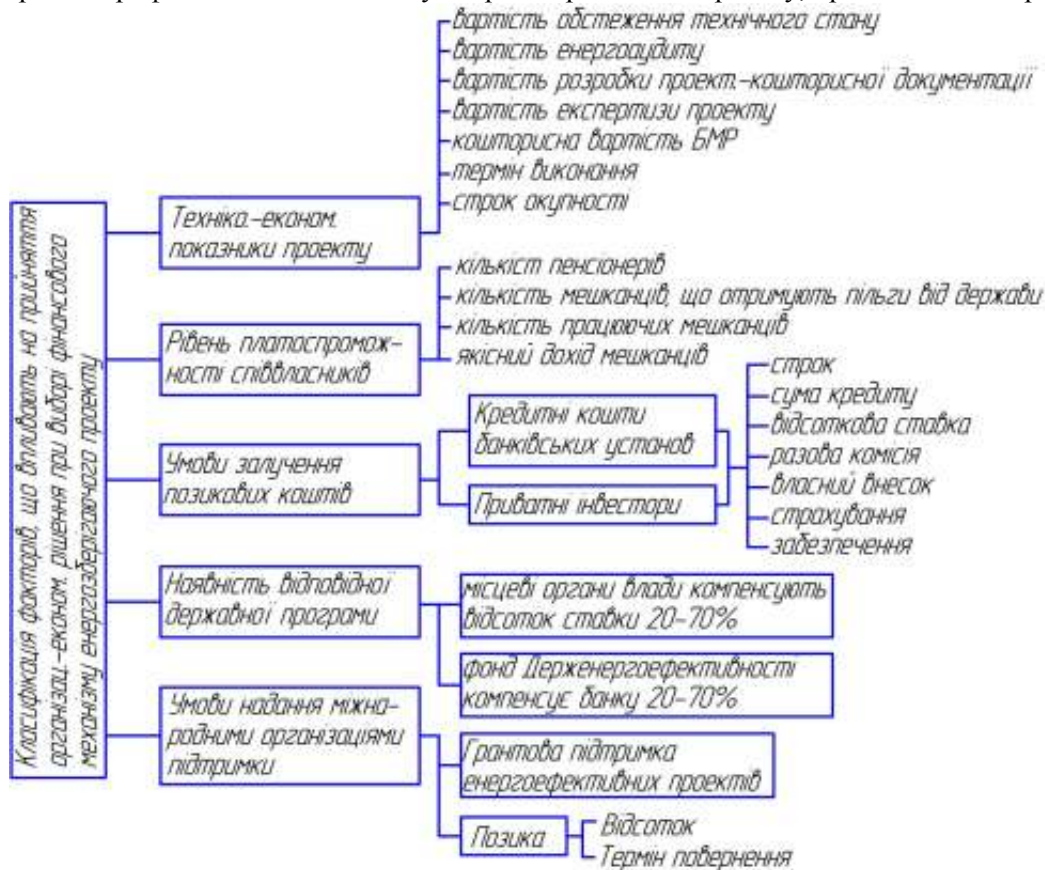


Рисунок 2 – Класифікація факторів, що впливають на прийняття організаційно-економічних рішень при виборі фінансового механізму енергозберігаючого проекту

Фактори впливу відповідають етапам життєвого циклу енергозберігаючого проекту і регламентованим параметрами, зафіксованим в діючих нормативах [2-4]. На основі класифікованих факторів розроблена методика, яка враховує кількісні і якісні показники за допомогою яких можна оцінити організаційно-економічні рішення та вибрати фінансовий механізму енергозберігаючого проекту. Традиційні методи багатфакторного аналізу складних економічних систем не дозволяють описати причинно-наслідкові зв'язки між параметрами впливу

і прогнозувати за допомогою параметрів, які використовують якісні показники. Використання теорії нечітких множин дає можливість приймати оптимальні рішення по оцінці проекту, який здійснюється при підтримці держави з урахуванням кількісних та якісних параметрів за результатами віртуального експерименту [11].

Методика оцінки інноваційного проекту промислового підприємства на основі апарату нечіткої логіки представлена в етапах¹.

1. Етап. Побудова дерева логічного висновку. Дерево логічного висновку відображає класифікацію факторів, які впливають на оцінку інноваційного проекту (Y) (рис.3).

Лінгвістичну змінну Y можна відобразити у вигляді співвідношення:

$$Y = FY (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5), (1)$$

де X_1 - лінгвістична змінна (ЛЗ), яка описує техніко-економічні показники проекту;

X_2 - ЛЗ, яка описує рівень платоспроможності співвласників;

X_3 - ЛЗ, яка описує умови залучення позикових коштів;

X_4 - ЛЗ, яка описує наявність відповідних державних програм;

X_5 - ЛЗ, яка описує умови надання міжнародними організаціями підтримки.

2. Етап. Фазифікація чинників, які передбачають вибір нечітких термів для лінгвістичної оцінки факторів і формалізацію цих термів за допомогою функцій належності.

3. Етап. Складання нечітких матриць знань. До нечітких матриць знань відносять результати віртуального експерименту. Експерт відповідає на питання, якою буде лінгвістична оцінка вихідного показника при комбінації лінгвістичних оцінок факторів.

4. Етап нечіткий логічний висновок. Техніка нечіткого логічного висновку допомагає розрахувати прогнозований показник у вигляді нечіткої множини за допомогою системи висловлювань "ЯКЩО - ТО", яка об'єднує нечіткі терміни вихідних і вхідних змінних за допомогою операцій I та АБО, прийнятих в теорії нечітких множин, і відповідають операціям min та max. Лінгвістичним висловлювань відповідає система нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних відповідного терміну.

$$\begin{aligned} \mu_H(Y) &= \mu_H(X_1) \wedge \mu_H(X_2) \wedge \mu_H(X_3) \wedge \mu_H(X_4) \wedge \mu_H(X_5) \vee \\ &\mu_{HC}(X_1) \wedge \mu_{HC}(X_2) \wedge \mu_{HC}(X_3) \wedge \mu_{HC}(X_4) \wedge \mu_{HC}(X_5) \vee \\ &\mu_H(X_1) \wedge \mu_{HC}(X_2) \wedge \mu_{HC}(X_3) \wedge \mu_{HC}(X_4) \wedge \mu_{HC}(X_5) \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \mu_{HC}(Y) &= \mu_H(X_1) \wedge \mu_H(X_2) \wedge \mu_H(X_3) \wedge \mu_H(X_4) \wedge \mu_H(X_5) \vee \\ &\mu_{HC}(X_1) \wedge \mu_{HC}(X_2) \wedge \mu_{HC}(X_3) \wedge \mu_{HC}(X_4) \wedge \mu_{HC}(X_5) \vee \\ &\mu_H(X_1) \wedge \mu_{HC}(X_2) \wedge \mu_{HC}(X_3) \wedge \mu_{HC}(X_4) \wedge \mu_{HC}(X_5) \vee \\ &\mu_H(X_1) \wedge \mu_{HC}(X_2) \wedge \mu_{HC}(X_3) \wedge \mu_{HC}(X_4) \wedge \mu_{HC}(X_5) \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \mu_C(Y) &= \mu_{HC}(X_1) \wedge \mu_C(X_2) \wedge \mu_{BC}(X_3) \wedge \mu_H(X_4) \wedge \mu_C(X_5) \vee \\ &\mu_{HC}(X_1) \wedge \mu_C(X_2) \wedge \mu_C(X_3) \wedge \mu_B(X_4) \wedge \mu_H(X_5) \vee \\ &\mu_{BC}(X_1) \wedge \mu_C(X_2) \wedge \mu_H(X_3) \wedge \mu_C(X_4) \wedge \mu_C(X_5) \vee \\ &\mu_C(X_1) \wedge \mu_C(X_2) \wedge \mu_C(X_3) \wedge \mu_C(X_4) \wedge \mu_C(X_5) \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \mu_{BC}(Y) &= \mu_{BC}(X_1) \wedge \mu_C(X_2) \wedge \mu_{BC}(X_3) \wedge \mu_B(X_4) \wedge \mu_C(X_5) \vee \\ &\mu_{BC}(X_1) \wedge \mu_C(X_2) \wedge \mu_B(X_3) \wedge \mu_B(X_4) \wedge \mu_C(X_5) \vee \\ &\mu_C(X_1) \wedge \mu_{BC}(X_2) \wedge \mu_C(X_3) \wedge \mu_C(X_4) \wedge \mu_{BC}(X_5) \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \mu_B(Y) &= \mu_{BC}(X_1) \wedge \mu_B(X_2) \wedge \mu_{BC}(X_3) \wedge \mu_B(X_4) \wedge \mu_{BC}(X_5) \vee \\ &\mu_{BC}(X_1) \wedge \mu_{BC}(X_2) \wedge \mu_B(X_3) \wedge \mu_B(X_4) \wedge \mu_{BC}(X_5) \vee \\ &\mu_{BC}(X_1) \wedge \mu_B(X_2) \wedge \mu_{BC}(X_3) \wedge \mu_{BC}(X_4) \wedge \mu_B(X_5) \end{aligned} \quad (7)$$

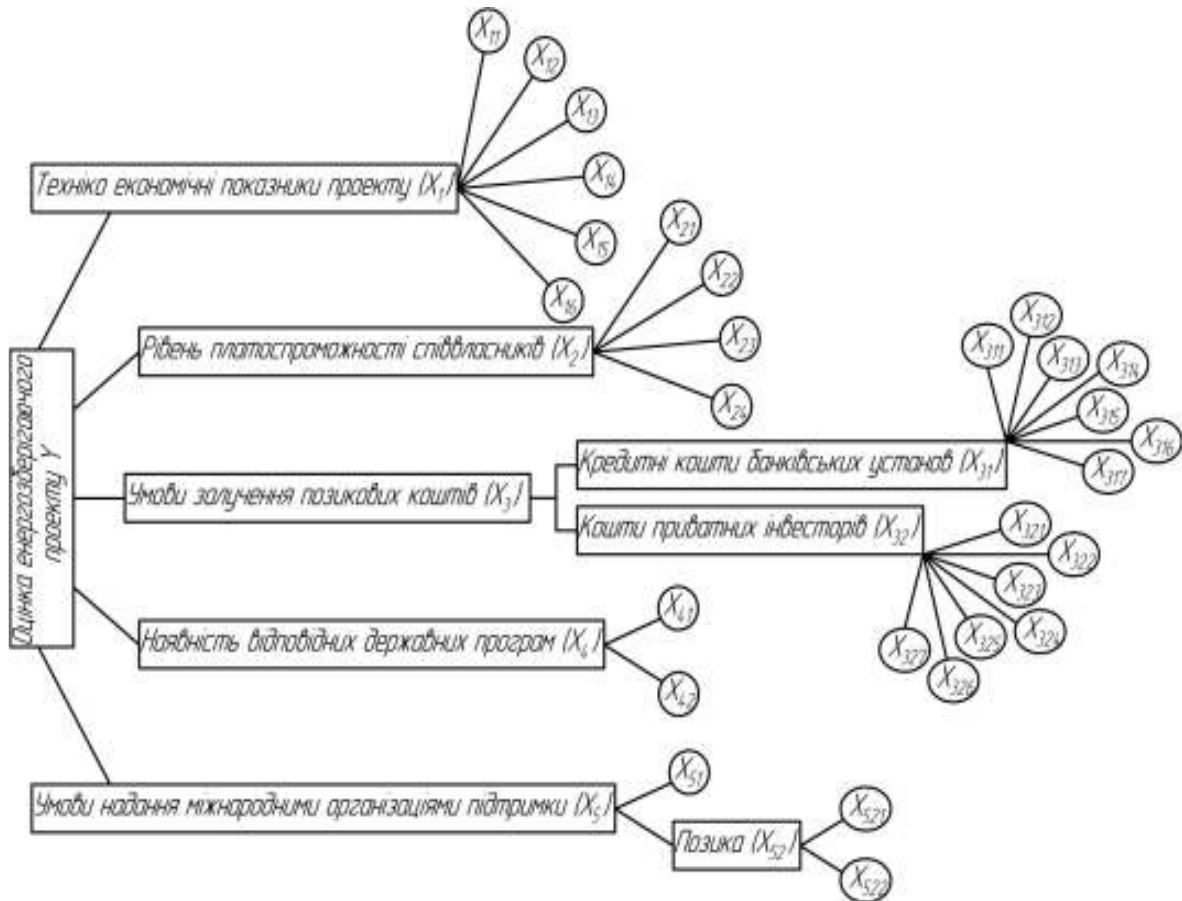


Рисунок 3 – Дерево логічного висновку ієрархічних зв'язків факторів, що впливають на прийняття організаційно-економічних рішень при виборі фінансового механізму енергозберігаючого проекту

5. Етап дефазифікації вихідного показника. Для того, щоб перейти від отриманої нечіткої множини до кількісної оцінки, треба виконати процедуру дефазифікації, що означає перетворення нечіткої інформації в чітку форму.

Висновки

- Для уникнення ризиків реалізація проектів по енергозбереженню повинні дотримуватися нормативно-правових актів від початку техобстеження і до контролю за енерго показниками. Основний критерій вибору найкращого варіанту повинен бути строк окупності енергоефективного проекту. Мешканці багатоквартирних будинків вибирають із усіх джерел фінансування мінімальне грошове навантаження для забезпечення окупності в мінімальні короткі терміни. Систематизована класифікація показників для оцінки фінансового механізму енергозберігаючого проекту, розроблена методика їх оцінки на основі апарату нечіткої логіки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» [Електронний ресурс]: станом на 2 червня 2017р. / Верховна Рада України. – Офіц. Вид.-к.: Відомості Верховної Ради, 2017 – 204 с.
2. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6 – 31: 2016. - [Чинний від 2016-07-08]. – К. : Укрархбудінформ, 2016. – 30 с.
3. Ратушняк Г.С. Оцінка доцільності підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій багатопверхових житлових будинків / Г. С. Ратушняк, А. М. Очеретний // Вісник ВПІ. – 2016. – № 5. – С. 11-17.
4. Ратушняк Г. С. Управління проектами енергозбереження шляхом термореновації будинків: навч. посібник / Г. С. Ратушняк, О. Г. Ратушняк. - Вінниця: Універсам-Вінниця, 2006. – 120 с.
5. Нормативи витрат труда для визначення вартості робіт з оцінки технічного стану та експлуатаційної придатності конструкцій будівель і споруд : СОУ Д.1.2 -02495431-001 : 2008- [Чинний від 2008-07-01]. – К. : Держнаук.-дослід. інст. будів. конструкцій, 2008. – 46 с.
6. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3-2014. - [Чинний від 2014-10-01]. – К. : Мінрегіон України, 2014. – 33 с.

7. Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків : ДСТУ-Н Б В.3.2-3-2014 - [Чинний від 2014-12-31]. – К. : Мінрегіон України, 2014. – 67 с.
8. Методичні рекомендації для співвласників багатоквартирних будинків: розробка енергоефективних проєктів. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://saee.gov.ua/uk/programs/map>.
9. Лялюк О. Г. Шляхи забезпечення зростання фінансування інновацій в будівництві / Лялюк О. Г., Лялюк А. О. // Тези міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність в галузях економіки України», м. Вінниця, 5.10.2017 - [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/>.
10. Лялюк О. Г. Проблеми створення енергоефективних проєктів в багатоквартирних будинках / Лялюк О. Г., Панкевич В. В. // Тези міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність в галузях економіки України», м. Вінниця, 5.10.2017 - [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/>.
11. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: множества, генетические алгоритмы, нейронные сети / А. П. Ротштейн. – Винница: Універсам-Вінниця, 1999. – 320 с.

Лялюк Олена Георгіївна – к. т. н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету.

Ратушняк Ольга Георгіївна – к. т. н., доцент кафедри економіка підприємства і виробничого менеджменту Вінницького національного технічного університету.

Лялюк Андрій Олександрович – студент Вінницького національного технічного університету.

Панкевич Володимир В'ячеславович – студент Вінницького національного технічного університету.

E. Lyalyuk
O. Ratushnyak
A. Lyalyuk
V. Pankevych

MANAGING THE FACTORS THAT INFLUENCE THE CHOICE OF FINANCIAL MECHANISM OF AN ENERGY SAVING PROJECT

Vinnitsa National Technical University

Stages of the implementation of energy saving projects are given in accordance with and in the sequence provided by the standards. The payback period of various options for energy efficient projects is calculated. The sources of financing of these projects for the inhabitants of multi-apartment buildings are given, taking into account their income. Classification of indicators of evaluation of the financial mechanism of the energy-saving project is systematized. The method of estimation of influence factors on the choice of the financial mechanism of an energy saving project on the basis of the fuzzy logic apparatus, which takes into account quantitative and qualitative factors of influence on managerial decisions, is developed. This technique allows you to adopt an optimal organizational and economic solution with a limited amount of actual data.

Key words: energy efficiency, credit, project, cost savings, payback period, fuzzy logic.

Lyalyuk Elena Georgivna – Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University.

Ratushnyak Olga Georgivna – Ph. D., assistant professor of enterprise economics and production management Vinnitsa National Technical University.

Lyalyuk Andre Aleksandrovych – student Vinnitsa National Technical University.

Pankevych Volodymyr Vyacheslavovych – student Vinnitsa National Technical University.

E. G. Lyalyuk
O. G. Ratushnyak
A. A. Lyalyuk
V. V. Pankevych

УПРАВЛЕНИЕ ФАКТОРАМИ, ВЛИЯЮЩИМИ НА ВЫБОР ФИНАНСОВОГО МЕХАНИЗМА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ПРОЕКТА

Винницкий национальный технический университет

Приведены этапы реализации проектов по энергосбережению с учетом и в последовательности,

предусмотренными нормативами. Рассчитаны сроки окупаемости различных вариантов энерго эффективных проектов. Приведены источники финансирования этих проектов для жителей многоквартирных домов с учетом их доходов. Систематизированная классификация показателей оценки финансового механизма энергосберегающего проекта. Разработана методика оценки факторов влияния на выбор финансового механизма энергосберегающего проекта на основе аппарата нечеткой логики, учитывающей количественные и качественные факторы влияния на управленческие решения. Данная методика позволяет принять оптимальное организационно-экономическое решение при ограниченном количестве фактических данных.

Ключевые слова: энерго эффективность, кредит, проект, экономия средств, срок окупаемости, нечеткая логика.

Лялюк Елена Георгиевна – к. т. н., доцент кафедры строительства городского хозяйства и архитектуры Винницкого национального технического университета.

Ратушняк Ольга Георгиевна – к. т. н., доцент кафедры экономики предприятия и производственного менеджмента Винницкого национального технического университета.

Лялюк Андрей Александрович – студент Винницкого национального технического университета.

Панкевич Владимир Вячеславович – студент Винницкого национального технического университета.