

УДК 338.45:621.311

К. О. Братковська,
к. е. н., доцент кафедри електротехніки та енергетичного менеджменту,
Запорізька державна інженерна академія, м. Запоріжжя

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙ У ПРОГРАМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

К. Bratkovska,
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of chair of electrical engineering
and energy management, Zaporizhzhya State Engineering Academy, Zaporizhzhya

IMPROVING COST EFFECTIVENESS OF INVESTMENTS IN ENERGY EFFICIENCY PROGRAMS

Проаналізовано склад програм енергозбереження об'єктів муніципальної сфери як крупних споживачів теплової енергії. Показано, що ефект інвестицій в програми енергозбереження залежить від розміру капіталовкладень, в той час як терміни окупності та питомі капіталовкладення на економію одиниці теплової енергії при різному складі заходів у програмах енергозбереження змінюються несуттєво. Розглянуто класифікацію проектів підвищення енергоефективності за ознакою відношення один до одного та показано доцільність формування ефективної програми енергозбереження за принципом добору певної комбінації незалежних, альтернативних та взаємодоповнюючих проектів та їх одночасної реалізації. Запропоновано формувати ефективну програму енергозбереження з допомогою оптимізації за критерієм максимальної чистої приведеної вартості з урахуванням вибору найбільш ефективних проектів поміж альтернативних варіантів.

Components of energy-saving programs of municipal areas as large consumers of heat energy are analyzed. It is shown that the effect of investments in energy efficiency programs depends on the size of investment, while the payback period and investments per unit of heat energy savings with different composition measures of energy conservation programs vary significantly. Classification of energy efficiency projects on grounds related to each other and expediency of an effective energy efficiency program formation selection on the basis of a combination of independent, alternative and complementary projects and their simultaneous implementation is considered. A formation of effective energy conservation program through optimization the criterion of maximum net present value considering selecting the most effective projects among alternatives is offered.

Ключові слова: програма енергозбереження, енергоефективність, інвестиції, чиста приведена вартість.

Key words: program of energy conservation, energy efficiency, investment, net present value.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Неефективність використання паливно-енергетичних ресурсів, недостатні темпи диверсифікації джерел їх постачання та відсутність активної політики енергозбереження є певними загрозами економічної безпеки країни [6, с. 236] і заважають впровадженню соціально орієнтованої та структурно-інноваційної моделі економічного розвитку країни.

За умов значного підвищення тарифів на енергоносії раціональне використання енергетичних ресурсів є питанням загальнодержавного значення. Для України це стратегічна проблема, адже у розрахунку на 1 м² загальної площі будинку витрачається в 1,5—3 рази більше енергоресурсів порівняно з іншими країнами [3, с. 15]. Міжнародна співпраця сприяє розвитку енергозбереження в Україні, але досвід країн Західної Європи й

Америци не враховує повною мірою українські сучасні економічні і енергетичні реалії, а саме: наслідки господарювання у попередні роки, особливості наявної забудови, темпи розвитку ринку матеріалів й технологій, які зумовлюють надвисокі терміни окупності енергозберігаючих заходів на рівні 10—15 років.

Існуючі в Україні програми підтримки енергозбереження, а це 7 кредитних програм, 27 грантових програм та програм технічної допомоги та 4 державні програми підтримки [5] сприяють впровадженню енергозбереження, реконструкції або реновації існуючих будівель, проте актуальність пошуку шляхів підвищення ефективності інвестицій в енергозберігаючі заходи та залучення інвесторів у цей сектор залишається високою, оскільки в Україні з 2008 по 2011 рр. за програмами підтримки енергозбереження в муніципальній сфері розглядалося 987 проектів, з них реалізовано лише 37, проти 19000 розглянутих та реалізованих проектів у Чехії за той самий час [8, с. 10].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Інвестиції, інвестиційна та інноваційна діяльність з урахуванням особливостей української економіки та тенденцій її розвитку є об'єктами аналізу відомих вітчизняних вчених Амоші О. [1], Гейця В. [9], Ільяшенка С. [4], Носової О. [7] та багатьох інших.

При оптимізації інвестиційних програм зазвичай розглядають часову та просторову оптимізацію інвестицій, які дозволяють отримати максимальний прибуток в умовах обмежених інвестиційних коштів. Проте стосовно реалізації енергозберігаючих програм можна зауважити: якщо початок реалізації будь-якого проекту у складі програми буде відкладено до наступного часового проміжку планового періоду її виконання, то чистий, зведений до початку планового періоду, прибуток цього проекту зменшується як за рахунок дисконтування, так і через те, що за певний визначений час кумулятивна сума економії енергоресурсів є значно меншою [2, с. 99].

Досягти зниження потреби в інвестиціях в енергозбереження не представляється можливим, оскільки застосування більш дешевих матеріалів та обладнання зазвичай призводить до недоотримання економічного ефекту, як і вибіркова реалізація енергозберігаючих заходів з пакету або програми. Таким чином, доцільним є стимулювання комплексного підходу до енергозбереження, тобто одночасної реалізації заходів з підвищення енергоефективності. Так, наприклад, програма "Зелені заощадження" стимулювання енергозбереження в муніципальних та житлово-комунальних будівлях Чехії передбачає надбавку до субсидії за поєднання заходів різних напрямів підтримки [8, с. 5]. За цією програмою можна отримати фіксовану суму коштів з розрахунку на 1 м² площі будівлі, якщо досягнуто зниження річного споживання енергії на 20% при опаленні приміщення. Збільшується обсяг субсидування при 30% зменшення витрат енергії, та ще при досягненні 40% скорочення, за умови обмеження річного споживання енергії на опалення приміщення до 70 кВт·год/м² за рік. Практично обсяг допомоги, що надається в рамках програми, дозволяє покрити в середньому 30—60% загальної вартості реалізації проекту [8, с. 6].

Таким чином, залишається відкритим питання щодо принципів поєднання енергозберігаючих заходів у пакети або програми енергозбереження, що сприятимуть підвищенню економічної ефективності інвестицій.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ З ПОВНИМ ОБГРУНТУВАННЯМ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Заходи, спрямовані на енергозбереження, повинні впроваджуватися в першу чергу в житлово-комунальних та будівлях муніципальної сфери, оскільки це дозволяє значно заощадити кошти населення та бюджету місцевих органів влади, ефективним для зменшення викидів в атмосферу, зміцнення незалежності усієї країни від імпорту природного газу та нафти, економії енергоресурсів та бюджетних коштів.

На регіональному і муніципальному рівнях найбільшими бюджетними споживачами теплової енергії є за-

клади охорони здоров'я. У системах опалення цих закладів технічний потенціал енергозбереження становить 80 % [3, с. 4], а витрати на оплату послуг теплопостачання зростають щороку. Основною причиною цього є значні темпи росту вартості природного газу як базового палива, що використовується для виробництва теплової енергії.

Для реалізації потенціалу енергозбереження в закладах бюджетної сфери міста Запоріжжя розроблена бюджетна інвестиційна програма "Термомодернізація будівель департаменту охорони здоров'я Запорізької міської ради на 2015—2025 роки" [3], в якій запропоновані заходи для зниження потреб в енергоресурсах на опалення та електропостачання. Метою програми є зменшення споживання теплової енергії закладами бюджетної сфери в результаті впровадження заходів з комплексної термомодернізації будівель та скорочення видатків з міського бюджету на теплопостачання будівель установ бюджетної сфери за рахунок модернізації систем теплопостачання будівель шляхом переведення на сучасні автономні джерела на основі відновлювальних видів палива та енергії.

Аналіз звітів з енергетичного аудиту закладів охорони здоров'я міста Запоріжжя показав, що заходи зниження потреб в енергоресурсах на опалення у закладах охорони здоров'я згруповані по двом пакетам в залежності від розміру капіталовкладень та очікуваної економії теплової енергії. Пакети №1 зазвичай містять часткову модернізацію системи опалення, заміну вікон та балконних блоків та часткову модернізацію системи внутрішнього освітлення. Терміни окупності для 8 закладів департаменту охорони здоров'я Запорізької міської ради за [3] становлять 8—11 років. Пакети №2 складаються з таких заходів як комплексна модернізація системи опалення, фасаду, дахового та підвального перекриттів, часткова модернізація системи вентиляції та внутрішнього освітлення, заміна вікон та балконних блоків. Терміни окупності пакетів №2 для тих самих закладів становлять 10—15 років.

Отже, ефективність пакетів у вигляді терміну окупності та питомі капіталовкладення на економію 1 кВт год або Гкал теплової енергії відрізняються несуттєво, і відтак основною причиною недостатньо швидкого зниження витрат на паливно-енергетичні ресурси є обмежені фінансові можливості. Всі заходи спрямовані на зниження обсягів споживання теплової енергії, проте недостатню увагу приділено заходам щодо заміни джерел енергопостачання, мета яких знизити собівартість виробництва теплової енергії для даних суб'єктів господарювання. Комплексний підхід до вирішення питань щодо ефективності процесів виробництва та споживання енергетичних ресурсів сприятиме не тільки більш повній реалізації потенціалу енергозбереження, але й підвищенню економічної ефективності інвестицій в енергоефективність.

Згідно з методикою розрахунку ефективності інвестиційних проектів, в якості основного показника ефективності одного проекту або певної їх кількості (пакету або програми) рекомендується використовувати чистий поточний (зведений до початку життєвого циклу) прибуток інвестиційного проекту (NPV), який є абсолютною величиною й відображає масштаби отриманого дохо-

ду. Термін окупності інвестицій, внутрішня норма рентабельності, індекс доходності тощо при цьому використовують у якості додаткових критеріїв. Попередня оцінка економічної ефективності кожного енергозберігаючого заходу може відбуватись на основі порівняння питомих капітальних вкладень для економії одиниці енергоресурсів з діючими тарифами.

Максимальне збільшення чистого приведеного прибутку програм енергозбереження досягається, коли початок реалізації всіх незалежних енергозберігаючих заходів у складі програми, а особливо найбільш перспективних, а відтак і найбільш витратних, співпадає з початком реалізації самої програми енергозбереження [2, с. 99]. Отже, підвищенню ефективності інвестицій в енергозбереження сприятимуть обгрунтовано підібрані підходи до формування програм енергозбереження суб'єктів господарської діяльності.

Для пояснення принципу складання ефективної програми енергозбереження розглянемо класифікацію проектів підвищення енергоефективності за відношенням один до одного:

— незалежні, які допускають одночасне та роздільне здійснення, причому характеристики їх реалізації не впливають друг на друга;

— взаємовиключні, що не допускають одночасної реалізації, тобто з сукупності альтернативних проектів може бути здійснений тільки один;

— взаємодоповнюючі, реалізація яких може відбуватися лише спільно.

Програму енергозбереження суб'єктів господарської діяльності доцільно складати з певного ряду незалежних проектів підвищення енергоефективності. Так, прикладами таких проектів для більшості об'єктів муніципального сектору можуть бути енергозбереження в системах освітлення, водопостачання, тепlopостачання. Кожний з незалежних проектів має бути обгрунтовано обраний серед альтернативних. На практиці такі проекти часто виконують одну і ту саму функцію, їх прикладами в свою чергу для системи тепlopостачання можуть стати встановлення твердопаливного котла, що використовує місцеві види палива, електричне опалення із застосування диференційованих за часом доби тарифів на електричну енергію або інше теплогенеруюче обладнання. Характеристики обраного найбільш ефективного альтернативного проекту бажано покращити за рахунок таких проектів, як утеплення зовнішніх огорожуючих конструкцій, встановлення обладнання для регулювання теплового потоку в залежності від температури зовнішнього повітря та терморегуляторів безпосередньо на опалювальних приладах та інші.

Останні перелічені проекти в окремих випадках можна розглядати як незалежні, проте в програмі енергозбереження всупереч наведеному вище визначенню незалежних проектів їх реалізація може відбуватися як спільно, так і окремо, але результат впровадження декількох не відповідає сумі ефектів від їх реалізації нарізно, і зазвичай збільшується. Отже, за класифікаційною ознакою при виконанні їх в програмі енергозбереження вони є взаємодоповнюючими проектами, реалізація яких може відбуватися лише спільно. Таким чином, вибіркова реалізація проектів з програми енергозбереження або з пакету і призводить до зниження отриманого економіч-

ного ефекту, що пояснює стимулювання комплексного підходу до енергозбереження [8, с. 5].

Розглянемо формування ефективної програми енергозбереження суб'єктів господарської діяльності з незалежних проектів у вигляді задачі просторової оптимізації:

$$NPV_{ПЕЗ} = \sum_{i=1}^n NPV_i \rightarrow \max \quad (1)$$

Можливість вибору кращої альтернативи представимо наступним чином:

$$NPV_i = \sum_{j=1}^m NPV_{ij} \cdot X_{ij} \quad (2);$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = 1 \quad (3),$$

де NPV_i — чиста приведена вартість i -го проекту з n у складі програми енергозбереження, грн.;

NPV_{ij} — чиста приведена вартість i -го проекту при реалізації j -ї альтернативи з m , грн.;

X_{ij} — умовна змінна, що відображає реалізацію j -ї альтернативи i -го проекту, приймає значення "1" при виборі альтернативи та "0" при відмові від неї.

Чисту приведену вартість i -го проекту визначаємо за формулою спрощеного розрахунку при постійному річному грошовому потоці, який можна отримати при компенсації щорічного зростання тарифів на енергоресурси рівнем реальної інфляції:

$$NPV_i = CF_i \cdot \alpha_{Ti} - I_{0i} \quad (4),$$

де CF_i — щорічні грошові потоки, грн.;

α_{Ti} — дисконтуючий множник, в.о.;

$$\alpha_{Ti} = \frac{1 - (1 + \alpha)^{-Ti}}{\alpha} \quad (5),$$

де α — ставка дисконту, в.о.;

T_i — життєвий цикл i -го проекту, років;

I_{0i} — початкові капітальні витрати, грн.

Грошові потоки при впровадженні ефективного джерела енергозабезпечення розраховуються за формулою:

$$CF_i = Q_{\delta a3} \cdot (C_{T\delta a3} - C_{Ti}) \quad (6),$$

де $Q_{\delta a3}$ — обсяг споживання теплової енергії, Гкал або кВт·год;

$C_{T\delta a3}$, C_{Ti} — собівартість теплової енергії базова та при реалізації i -го проекту впровадження ефективного джерела енергозабезпечення підприємства відповідно, грн./Гкал або грн./кВт·год.

Грошові потоки при впровадженні заходів, що сприяють зниженню обсягів споживання теплової енергії

$$CF_i = C_T \cdot (Q_{\delta a3} - \Delta Q_i) \quad (7),$$

де ΔQ_i — економія теплової енергії внаслідок реалізації i -го енергозберігаючого проекту, Гкал або кВт·год.

Грошові потоки програми енергозбереження підприємства з n заходів, серед яких такі, що сприяють зниженню обсягів споживання теплової енергії, та впровадження ефективного джерела енергозабезпечення, і для кожного i -го заходу можуть бути запропоновані m альтернатив:

$$CF_{ПЕЗ} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (C_{Tij} \cdot X_{ij}) \cdot (Q_{\delta a3} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (\Delta Q_{ij} \cdot X_{ij})) \quad (8).$$

Сумарна чиста приведена вартість програми енергозбереження з урахуванням можливих альтернатив у вигляді задачі лінійної оптимізації матиме вигляд:

$$\begin{cases} NPV_{ПЕЗ} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (C_{Tij} \cdot X_{ij}) \cdot (Q_{баз} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (\Delta Q_{ij} \cdot X_{ij})) \cdot \frac{1 - (1 + \alpha)^{-T_i}}{\alpha} - \\ - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (I_{0ij} \cdot X_{ij}) \rightarrow \max; \\ \sum_{j=1}^m X_{ij} = I; \end{cases} \quad (9).$$

Запропонована просторова оптимізація інвестицій, що враховує розглянутий принцип формування програми енергозбереження та поєднання незалежних, альтернативних та взаємодоповнюючих заходів у найбільш вигідній комбінації, сприятиме забезпеченню максимального значення чистої приведеної вартості всієї сукупності енергозберігаючих проектів у складі програми.

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Запропонована просторова оптимізація інвестицій для об'єктів муніципальної сфери як крупних споживачів теплової енергії за принципом добору певної комбінації незалежних, альтернативних та взаємодоповнюючих проектів та їх одночасної реалізації сприятиме:

— підвищенню економічної ефективності інвестицій у програми енергозбереження.

— підвищенню функціональної ефективності державного бюджету та свободи виконавців бюджетних програм в обмін на підвищення їхньої відповідальності за отримані результати;

— сприятиме реалізації стратегічних цілей економічного і соціального розвитку України щодо утвердження європейських принципів та механізмів соціально орієнтованої моделі економічного розвитку.

Література:

1. Амоша О. Підгрунтя інноваційного розвитку. Проблеми і перспективи взаємодії академічної науки й освіти / О. Амоша, А. Землянін, Г. Моїсєєв // Вісник НАН України. — 2006. — N 10. — С. 3—16.

2. Братковська К.О. Щодо оптимізації послідовності реалізації програм енергозбереження за економічним критерієм / Ю.Г. Качан, К.О. Братковська // Вісник економічної науки України. — Академія економічних наук України, Інститут економіки промисловості НАН України. — 2009. — № 1. — С. 97—100.

3. Бюджетна цільова програма "Термомодернізація будівель управління з питань охорони здоров'я Запорізької міської ради". Муніципальний енергетичний план Запоріжжя. — Запоріжжя: Енергосервісна компанія "Екологічні Системи". — 2014. — 30 с.

4. Ильяшенко С.Н. Оптимизация структуры инвестиционных ресурсов при многоканальном инвестировании инновационных проектов // Инновационное развитие топливно-энергетического комплекса: проблемы и возможности: монография / Под общ. ред. Г.К. Вороновского, И.В. Недина. — К.: Знання України, 2004. — С. 260—264.

5. Каталог кредитних, грантових програм та програм міжнародної технічної допомоги в сфері енергое-

фективності. — К.: Громадська організація "Асоціація енергоаудиторів ЖКГ". — 2015. — 32 с.

6. Модернізація суспільного сектору економіки в умовах глобальних змін: монографія / За ред. д-ра екон. н., проф. А.Ф. Мельник. — Тернопіль: ТНЕУ, "Економічна думка". — 2009 — 528 с.

7. Носова О. Инвестиционные перспективы Украины: экономико-правовая модель": монография / О. Носова. — К.: LAP LAMBERT Academic Publishing. — 2014. — 316с.

8. Огляд державного механізму стимулювання енергозбереження в муніципальних та житлово-комунальних будівлях Чехії. — К.: Національний екологічний центр України. — 2012. — 10 с.

9. Соціально-економічний стан України: наслідки для народу та держави: національна доповідь / За заг. ред. В.М. Гейця [та ін.]. — К.: НВЦ НБУВ, 2009. — 687 с.

References:

1. Amosha, O. (2006), "Background innovation. Problems and prospects of interaction between academic science and education", Visnik NAN Ukrayini, vol. 10, pp. 3—16.

2. Bratkovska, K.O. and Kachan, Yu.G. (2009), "To optimize the sequence of implementing energy efficiency programs for economic criterion", Visnik ekonomichnoyi nauki Ukrayini, vol. 1, pp. 97—100.

3. "The budget target program "Buildings thermomodernization of Health Department of Zaporizhia city council" of Municipal energy plan of Zaporozhye (2014), Energoservisna kompaniya "Ekologichni Sistemi", Zaporizhzhya, Ukraine.

4. Ilyashenko, S.N. (2004), Optimizatsiya strukturyi investitsionnykh resursov pri mnogokanalnom investirovanii innovatsionnykh proektov. Innovatsionnoe razvitie toplivno-energeticheskogo kompleksa: problemy i vozmozhnosti [Optimization of investment resources structure in multi-channel investment innovative projects. Innovative development of fuel and energy sector: Challenges and Opportunities], Znaniya Ukraini, Kyiv, Ukraine.

5. Product loan and grant programs and technical assistance programs in the field of energy efficiency (2015), Gromadska organizatsiya "Asotsiatsiya energoauditoriv ZhKG", Kyiv, Ukraine.

6. Melnik, A. F. (2009), Modernizatsiya suspilnogo sektoru ekonomiki v umovah globalnih zmin [Modernization of public sector in conditions of global change], TNEU, "Ekonomichna dumka, Ternopil, Ukraine.

7. Nosova, O. (2014), Investitsionnye perspektivy Ukrainyi: ekonomiko-pravovaya model [Investment opportunities in Ukraine: economic and legal model], LAP LAMBERT Academic Publishing, Kyiv, Ukraine.

8. Review of the state mechanism to encourage energy savings in municipal and residential buildings Czech Republic (2012), Natsionalniy ekologichniy tsentr Ukraini, Kyiv, Ukraine.

9. Geets, V.M. (2009), Sotsialno-ekonomichniy stan Ukraini: naslidki dlya narodu ta derzhavi: natsionalna dopovid [Socio-economic Ukraine: consequences for people and the state: national report], NVTS NBUV, Kyiv, Ukraine.

Стаття надійшла до редакції 21.10.2015 р.