

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНОГО РІШЕННЯ МЕТОДОМ АНАЛІЗУ ВИТРАТ І ВИГІД: ПРОЕКТ ЗАМІНИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НА ІНДИВІДУАЛЬНЕ ГАЗОВЕ ОПАЛЕННЯ

© 2017 ЗАГВОЙСЬКА Л. Д., ФЕДОРУК М. І.

УДК 332.025

Загвойська Л. Д., Федорук М. І.

Еколого-економічна оцінка ефективності інвестиційного рішення методом аналізу витрат і вигід: проект заміни центрального теплопостачання на індивідуальне газове опалення

Мета статті полягає у дослідженні ефективності прийняття інвестиційного рішення за допомогою методу аналізу витрат і вигід на прикладі проекту заміни центрального теплопостачання на автономне газове опалення. У процесі дослідження було виконано фінансовий, економічний і сенситивний аналіз проекту. За результатами фінансового й економічного аналізу виявлено, що такий проект є ефективним для мешканців будинків (інвесторів) і суспільства загалом за наявного співвідношення цін на газ і тарифів на теплопостачання. Сенситивний аналіз показав, що за результатами фінансового аналізу ЧТВ є найбільш чутливою до зміни тарифів на теплопостачання, критичним рівнем зміни є зменшення вартості теплопостачання на 35 % при збільшенні ціни газу на 25 % і вище. Застосування енергоефективного обладнання для вироблення теплоенергії, а також зменшення тепловтрат при транспортуванні за допомогою енергозбереження здатне скоротити витрати і, як наслідок, здешевити вартість центрального теплопостачання. Перспективами подальших досліджень у цьому напрямі є розроблення об'єктивного та надійного способу оцінювання інвестиційного проекту згідно з вимогами забезпечення збереження довкілля, застосування енергозберігаючих технологій і боротьби зі зміною клімату. Подальший розвиток засад оцінювання ефективності заходів енергозбереження з урахуванням їх еколого-економічної складової може привести до того, що АБВ стане реальним інструментом управління для національних і регіональних органів влади.

Ключові слова: аналіз витрат і вигід, інвестиційний проект, центральне теплопостачання, автономне опалення, енергоефективність.

Рис.: 2. **Табл.:** 8. **Бібл.:** 25.

Загвойська Людмила Дмитрівна – кандидат економічних наук, доцент, кафедра екологічної економіки, Інститут екологічної економіки та менеджменту Національного лісотехнічного університету України (вул. Генерала Чупринки, 105, к. 502, Львів, 79057, Україна)

E-mail: zahvoyska@ukr.net

Федорук Марія Іванівна – аспірант, кафедра екологічної економіки, Інститут екологічної економіки та менеджменту Національного лісотехнічного університету України (вул. Генерала Чупринки, 105, к. 502, Львів, 79057, Україна)

E-mail: fedoruk.mariia@gmail.com

УДК 332.025

UDC 332.025

Загвойская Л. Д., Федорук М. И. Эколого-экономическая оценка эффективности инвестиционного решения с помощью метода анализа издержек и выгод: проект замены центрального теплоснабжения на индивидуальное газовое отопление

Цель статьи заключается в исследовании эффективности принятия инвестиционного решения с помощью метода анализа затрат и выгод на примере проекта замены центрального теплоснабжения на автономное газовое отопление. В процессе исследования были выполнены финансовый, экономический и сенситивный анализ проекта. По результатам финансового и экономического анализа установлено, что такой проект является эффективным для жителей домов (инвесторов) и общества в целом при существующем соотношении цен на газ и тарифов на теплоснабжение. Сенситивный анализ показал, что по результатам финансового анализа ЧПС является наиболее чувствительной к изменению тарифов на теплоснабжение, критическим уровнем изменения является уменьшение стоимости теплоснабжения на 35 % при увеличении цены газа на 25 % и выше. Применение энергоэффективного оборудования для выработки теплоэнергии, а также уменьшение тепловтрат при транспортировке с помощью энергосбережения способно сократить расходы и, как следствие, удешевит стоимость центрального теплоснабжения. Перспективами дальнейших исследований в данном направлении является определение объективного и надежного способа оценки инвестиционного проекта в соответствии с требованиями обеспечения охраны окружающей среды, применения энергосберегающих технологий и борьбы с изменением климата. Дальнейшее развитие теоретических подходов к оцениванию эффективности мероприятий по энергосбережению с учетом их эколого-экономической составляющей может привести к тому, что АЗВ станет реальным инструментом управления для национальных и региональных органов власти.

Zahvoyska L. D., Fedoruk M. I. Ecological and Economic Assessment of the Effectiveness of an Investment Decision Using the Cost-Benefit Analysis: the Project of Replacing the Central Heating System with Individual Gas Heating

The aim of the article is to study the effectiveness of making an investment decision applying the method of cost-benefit analysis (CBA) using the example of the project of replacing the central heating system with autonomous gas heating. During the research a financial, economic and sensitive analysis of the project is carried out. Based on the results of the financial and economic analysis, it is found that with regard to the existing ratio of gas prices and tariffs for heat supply such a project is effective for residents of houses (investors) and society as a whole. The sensitive analysis showed that according to the results of the financial analysis, the NPV is most sensitive to the change in tariffs for heat supply, the critical level of change being a 35% reduction in the cost of heat supply with an increase in the price of gas by 25% or more. The application of energy efficient equipment for generating heat energy as well as reducing heat loss during transportation by using energy saving principles can cut costs and, as a result, reduce the price for central heating. Prospects for further research in this area are the identification of an objective and reliable method for assessing the investment project in accordance with the requirements of environmental protection, use of energy-saving technologies, and combating climate change. Further development of theoretical approaches to assessing the effectiveness of energy saving measures with consideration for their environmental and economic component may lead to the CBA becoming a real management tool for national and regional authorities.

Keywords: cost-benefit analysis, investment project, central heating, autonomous heating, energy efficiency.

Ключевые слова: анализ затрат и выгод, инвестиционный проект, центральное теплоснабжение, автономное отопление, энергоэффективность.

Рис.: 2. Табл.: 8. Библ.: 25.

Загвойская Людмила Дмитриевна – кандидат экономических наук, доцент, кафедра экологической экономики, Институт экологической экономики и менеджмента Национального лесотехнического университета Украины (ул. Генерала Чупринки, 105, к. 502, Львов, 79057, Украина)

E-mail: zahvoyska@ukr.net

Федорук Мария Ивановна – аспирант, кафедра экологической экономики, Институт экологической экономики и менеджмента Национального лесотехнического университета Украины (ул. Генерала Чупринки, 105, к. 502, Львов, 79057, Украина)

E-mail: fedoruk.mariia@gmail.com

Fig.: 2. Tbl.: 8. Bibl.: 25.

Zahvoyska Lyudmyla D. – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Department of Environmental Economics, Institute of Environmental Economics and Management of the National Forestry University of Ukraine (502 room, 105 Henerala Chuprynyk Str., Lviv, 79057, Ukraine)

E-mail: zahvoyska@ukr.net

Fedoruk Mariia I. – Postgraduate Student, Department of Environmental Economics, Institute of Environmental Economics and Management of the National Forestry University of Ukraine (502 room, 105 Henerala Chuprynyk Str., Lviv, 79057, Ukraine)

E-mail: fedoruk.mariia@gmail.com

Вступ. На тлі зростання вартості комунальних послуг, зокрема вартості централізованого тепlopостачання і газу, мешканці міст усе частіше замислюються про облаштування автономного опалення своїх помешкань у багатоквартирних будинках. Вони вважають, що саме таким чином зможуть зекономити власні кошти й отримати реальну можливість самостійно визначати температурний режим оселі протягом усього календарного року.

Щоб з'ясувати, чи буде встановлення автономного газового опалення вигідним для інвестора, навколишнього середовища та суспільства, необхідно оцінити еколого-економічну ефективність встановлення такого обладнання для опалення квартири, використавши для цього інструмент аналізу вигід і витрат (АВВ), який охоплює всі ці аспекти. Адже господарська діяльність фізичних осіб має значний вплив не лише на мікро- та макроекономіку, але й на стан навколишнього середовища.

Екологічний відбиток сучасної економічної діяльності як юридичних, так і фізичних осіб дедалі посилюється. Його ігнорування вже призвело до того, що, за оцінками експертів *Trucost* і *KPMG* [1, с. 10], вартість негативних впливів на довкілля, які не враховані у фінансових звітах компаній (викиди парникових газів, утворення відходів, руйнування екосистем та ін.), у 2010 р. становила 41 цент на долар доходів. Більше того, обсяги цих зовнішніх до-вкільних витрат, за оцінками аналітиків, подвоюються кожні 14 років. Ці тенденції актуалізують пошуки шляхів урахування зовнішніх витрат в аналізі ефективності економічної діяльності. Проте екологізувати потрібно господарську діяльність не лише юридичних, але й фізичних осіб.

Значний внесок у дослідження проблем інтегрування екологічних обмежень у практику прийняття рішень зробили О. Балацький, Б. Буркинський, О. Веклич, Л. Мельник, Ю. Туниця [2–6] та ін. Одним із інструментів прямого інтегрування цінності довкілля у контекст прийняття рішень є аналіз витрат і вигід (АВВ) інвестиційного проекту, теоретичні та методологічні основи якого розробили J. Krutilla і A. Fisher (1985), E. Mishan (1988), I. Little і J. Mirrlees (1994), H. Gregersen і A. Contreras (1992), J. Dixon (1995), R. Layard і S. Glaister (1996), N. Hanley і C. Spash (1998), D. Pearce, G. Atkinson і S. Mourato (2006), а також О. Кілієвич (1999), Т. Воркут (2000), Т. Маселко і М. Якуба (2004) [8; 9; 10; 11; 16] та ін.

В основі АВВ лежать положення теорії економіки добробуту, витоки якої знаходимо у працях J. Hicks (1941) і A. Pigou (1946). Сьогодні АВВ – це аналітичний інструмент дослідження ефективності використання ресурсів із урахуванням змін добробуту, спричинених проектом. Метод має добротне методологічне обґрунтування, його застосування рекомендують Світовий Банк, структурні фонди ЄС та ін. Сфера його застосування дуже широка: комунальні проекти, урядові, освітні, медичні та довкільні програми, лісівничі та сільськогосподарські проекти тощо [12, с. 23–25]. Зокрема, Є. Водовозов застосовує АВВ як один із методів оцінювання вигід проекту реструктуризації підприємств сфери житлово-комунального господарства [13, с. 2].

В умовах високої актуальності питання підвищення енергоефективності, подальша розробка теоретичних засад оцінювання ефективності заходів енергозбереження з урахуванням їх еколого-економічної складової потребують відповідних досліджень. У цьому контексті мета нашої статті – розроблення теоретичних підходів і їх практичне застосування до оцінювання еколого-економічної ефективності інвестиційного рішення. Основним завданням цієї статті є адаптація методу АВВ до оцінювання проектів підвищення енергоефективності, а отже, апробація запропонованого способу на прикладі інвестиційного проекту заміни мешканцями Львова центрального тепlopостачання на індивідуальне.

Виклад основного матеріалу. Процедура виконання АВВ, тобто аналізу ефективності проекту з точки зору змін у добробуті суспільства, передбачає виконання таких кроків, як фінансовий, економічний, соціальний і сенситивний аналіз [8; 12; 16].

Фінансовий аналіз дає оцінку комерційної рентабельності проекту, виходячи з інтересів інвестора, в нашому випадку – власників помешкань. Цей аналіз розглядає реальні грошові потоки, викликані проектом, фінансову віддачу інвестованого у проект капіталу, дає інформацію про час виникнення витрат і надходжень, привабливість проекту для інвестора.

Першими кроками фінансового аналізу є ідентифікація доходів і витрат проекту, а отже, визначення їхньої вартості. До витрат проекту відносимо операційні витрати (витрати на технічне обслуговування обладнання) та інвестиційні витрати, а саме: витрати на придбання

активів, витрати на монтаж обладнання, отримання дозволу на встановлення обладнання. До доходів проекту відносимо отриману завдяки проекту економію на оплаті за тепло.

Для розрахунку щомісячної вартості теплопостачання використовуємо тариф, який складається з двох частин (ставок): річної постійної абонентської плати та змінної вартості одиниці реалізованої теплової енергії [14, с. 1].

30.07.2016 року умовно-змінну частину тарифу становить 1213,98 грн / Гкал (без ПДВ), а умовно-постійну частину тарифу становить 26 977,00 грн / Гкал / год в місяць з ПДВ [15, с. 1]. У табл. 1 наведено початкові дані для розрахунку річної вартості оплати за опалення. Статистичні дані були надані відділом енергоменеджменту Львівської міської ради.

У табл. 2 показано різницю у вартості двох видів опалення з урахуванням очікуваних підвищень тарифів.

Таблиця 1

Початкові дані для розрахунку оплати за опалення помешкання в багатоповерховій будівлі

Тип опалення	Кількість квартир, од.	Загальна опалювальна площа, м ²	Площа розрахункової квартири, м ²	Коефіцієнт теплового навантаження будинку	Опалювальний сезон, місяців
Індивідуальне опалення	38	3576	60	–	7
Центральне опалення	114	5896,5	60	0,7	7

Таблиця 2

Порівняння витрат на індивідуальне та центральне опалення квартири площею 60 м² в багатоповерховій будівлі м. Львова

	Статті витрат	Роки				
		1	2	3	...	15
Індивідуальне опалення	Коефіцієнт зростання тарифів	1,0	1,2	1,1	...	1,1
	споживання газу однією квартирою, м ³	583,51	583,51	583,51	...	583,51
	ціна газу за 1 м ³ , тис. грн	0,0069	0,0082	0,0090	...	0,0284
	оплата за індивідуальне опалення квартири, тис. грн	4,00	4,80	5,28	...	16,56
Центральне опалення	спожито тепла однією квартирою, Гкал	7,11	7,11	7,11	...	7,11
	змінна вартість одиниці реалізованої теплової енергії, грн / Гкал	1,21	1,46	1,60	...	5,03
	постійна абонентська плата за центральне теплопостачання, тис. грн / Гкал / год на місяць з ПДВ	26,98	32,37	35,61	...	111,76
	оплата за центральне опалення квартири, тис. грн	10,84	13,01	14,31	...	44,91
	різниця в оплаті за індивідуальне та центральне опалення, тис. грн	-6,84	-8,21	-9,03	...	-28,35

Затверджений раніше Кабінетом Міністрів України графік підвищення тарифів на природний газ для населення до 2017 р. було скасовано. Згідно з ним планувалось з 1 травня 2017 р. підвищення ціни на 20 %. Проте нового плану підняття ціни не було оприлюднено, тому ми приймаємо прогнозований раніше коефіцієнт зростання тарифів на 2017 р. і припускаємо подальше щорічне підняття ціни на 10 %. Ми розглянемо також і інші можливі значення підняття тарифів, виконавши сенситивний аналіз.

Провівши розрахунки, ми з'ясували, що оплата за індивідуальне опалення для досліджуваної квартири в багатоквартирному будинку буде менша, ніж за центральне опалення за однакових умов. Різницю в оплаті відносимо до доходів проекту.

Грошові потоки проекту заміни центрального теплопостачання на індивідуальне опалення, які зазвичай подають у табличному вигляді, наведено у табл. 3.

Для визначення часового горизонту проекту ми розглядаємо обладнання, яке буде відігравати ключову роль в аналізованому проекті. У нашому випадку таким обладнанням є настінний котел – це компактний пристрій із

вбудованою автоматичною системою безпеки. У настінних моделях котлів теплообмінник виготовлений з міді. Термін його служби складає 10–15 років. То ж у нашому випадку визначаємо горизонт інвестиційного проекту – 15 років.

На вітчизняному ринку побутової техніки наведено продукцію багатьох іноземних компаній. Також немало є котлів й українського виробництва. За експертними оцінками середня вартість вітчизняного обладнання становить 18,5 тис. грн.

Провівши фінансовий аналіз (табл. 3), можемо зробити висновок, що проект заміни центрального теплопостачання на індивідуальне газове опалення вигідний для інвестора (власника квартири). Про це свідчать розраховані нами показники ефективності: чиста теперішня вартість (ЧТВ) заходів заміни центрального теплопостачання на індивідуальне становить 32,21 тис. грн. Термін окупності проекту – 4 роки і 5 місяців. ВНД дорівнює 40 %.

Проте у фінансовому аналізі не розглядають зовнішні ефекти – екстерналії (позитивні та негативні), які можуть зробити фінансово непривабливий інвестиційний проект вигідним для суспільства та навпаки.

Таблиця 3

Зведена таблиця грошових потоків фінансового аналізу для проекту заміни центрального тепlopостачання на автономне

Показник	Значення показника по роках (тис. грн)					
	0	1	2	3	...	15
Сальдо операційної діяльності	0,00	6,64	7,97	1,72	...	27,52
Доходи від реалізації:						
Економія на оплаті за опалення		6,84	8,21	9,03	...	28,35
Операційні витрати		0,20	0,24	0,26	...	0,83
Оплата технічного обслуговування		0,20	0,24	0,26	...	0,83
Сальдо інвестиційної діяльності	-23,05				...	
Витрати на придбання активів	18,50				...	
Встановлення обладнання	1,8				...	
Дозвіл на встановлення обладнання	2,75				...	
Сальдо операційної та інвестиційної діяльності	-23,05	6,64	7,97	8,77	...	27,52
ЧТВ (d = 19%)	32,21					
ВНД	40%					
Термін окупності, роки	4,5					

Результати аналогічного дослідження за опалювальний сезон 2015–2016 рр. із попередніми значеннями вартості тарифів на тепlopостачання: умовно-змінна частина – 537,2 грн / Гкал, умовно-постійна – 21927,14 грн / Гкал / год, а також іншою ціною на газ: 3,60 грн за 1 куб. м при обсязі до 1200 куб. м та 7,188 грн за 1 куб.м більше 1200 куб.м, були протилежними. Тобто проект був не вигідним для інвестора (власника квартири), оскільки ЧТВ заходів заміни центрального тепlopостачання на індивідуальне становила -6,71 тис. грн. Проект не окуповувався впродовж його часового горизонту. Проте за нинішньої тарифної політики результати кардинально відрізняються.

Тому подивимося на цей проект із точки зору суспільних вигід, виконавши економічний аналіз.

Базовою концепцією *економічного аналізу* є концепція альтернативної вартості. Відповідно до неї, оскільки всі ресурси суспільства обмежені та можуть мати інше за-

стосування, їхню вартість потрібно вимірювати з погляду втраченої можливості займатися найкращим із доступних альтернативних видів діяльності, які потребують використання тих самих ресурсів [16, с. 137].

Розглядаючи інвестиційний проект переходу до індивідуального газового опалення з точки зору суспільства, витрати проекту потрібно скоригувати, оскільки вони будуть не такими, як для інвестора, в нашому випадку – власника квартири. Для системної, інтегрованої оцінки ефективності проектів Світовий банк рекомендує розробляти матрицю впливів проекту та позиціонувати їх за двома ознаками: бенефіціар (інвестор чи громада, суспільство) і наявність адекватної ринкової оцінки впливу проекту (табл. 4). Формування таблиці впливів проекту дає змогу ґрунтовніше підійти до питання виявлення змін у добробуті суспільства, які пов'язані з аналізованим проектом [7; 12, с. 67; 16].

Таблиця 4

Матриця впливів проекту заміни центрального тепlopостачання на індивідуальне

Вплив проекту	Бенефіціар	
	Ринково оцінені	Суспільство
Ринково оцінені	<ul style="list-style-type: none"> Економія витрат на оплату опалення Вища ринкова вартість житла з автономним опаленням Витрати на купівлю, встановлення та обслуговування обладнання Втрати через підвищення захворюваності, спричиненої викидами котла 	<ul style="list-style-type: none"> Працевлаштування майстрів зі встановлення та обслуговування обладнання Розширення проектування і виробництва відповідного обладнання
Неоцінені ринком	<ul style="list-style-type: none"> Автономне регулювання опалювального режиму після заміни центрального тепlopостачання на індивідуальне Підвищені ризики аварій і нещасних випадків 	<ul style="list-style-type: none"> Зменшення витрат держави на закупівлю газу внаслідок зниження тепловтрат при транспортуванні чого саме? Збільшення викидів CO₂ та ін. в приміщення та в атмосферне повітря Ширші можливості знайти кошти для фінансування проекту

Як бачимо з табл. 4, проект має низку вигід і витрат, які являють собою континуум ситуацій: від ринково оцінених до об'єктивно непіддатних оцінюванню. Економічний аналіз також ускладнює та обставина, що в Україні немає системних досліджень тіншових цін (*shadow prices*), які б виявляли спотвореність ринкових цін і реальні економічні вартості. Тому для забезпечення об'єктивності дослідження зупинимось на оцінюванні вартості тих вигід і витрат, для яких це можна зробити обґрунтовано.

Економічна вартість викидів вуглецю – це показник, який вимірює величину економічних витрат для суспільства, заподіяних однієї тонною викидів вуглекислого газу [17, с. 9].

Консервативною оцінкою економічної вартості викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря (CO₂) при виробництві теплової енергії ми вважаємо величину, визначену Податковим кодексом України, яка становить 0,05854 грн / кг [18, с. 32]. Парадоксальним є те, що визначена Податковим кодексом вартість викидів вуглецю в Україні є нижчою за сучасні ціни на ринку квот на викиди парникових газів. Станом на серпень 2016 року їхня вартість на ринку ЄС складала майже 6 євро за 1 т, що дорівнюватиме приблизно 0,18 грн за 1 кг [19, с. 1]. Хоча навіть ця ринкова вартість не відображає повною мірою суспільну вартість викидів вуглецю, яка постійно зростає. За оцінками науковців Стенфордського Університету Френсіс С. Мура та Делаван Б. Діаз, економічна вартість цих викидів має становити приблизно 220 доларів за 1 т, враховуючи втрати продуктивності сільського господарства, пошкодження майна від повеней, спричинених зміною клімату, витрати на охорону здоров'я через підвищення захворюваності, спричинене забрудненням повітря шкідливими викидами та ін. [20, с. 1]. Чутливість показників ефективності проекту до зміни величини цих витрат можна буде перевірити в сенситивному аналізі.

За експертними оцінками витрати на оплату праці за встановлення обладнання становлять 1800 грн. Проте в умовах надлишку трудових ресурсів їхня економічна вартість нижча ринкової [8; 11; 16]. Тому, з огляду на безробіття, економічна вартість праці потребує коригування. Однак відповідні коефіцієнти коригування на макrorівні для України не встановлені. Тому ми припускаємо, що коефіцієнт перерахунку становить 0,75, тож економічна вартість витрат на оплату праці становить 1350 грн. Вплив цього припущення на результати АБВ можна буде перевірити в сенситивному аналізі.

Економічну вартість газу визначаємо за допомогою потенційно вживаних методів [7, с. 108]. Оголошена «Газпромом» контрактна ціна газу для України на третій квар-

тал 2016 року – \$172 за 1 тис. куб. м (з урахуванням поправки на калорійність [21, с. 1], що дорівнює 4,71 грн / м³ станом на 14.09.2016), і буде економічною вартістю газу в сучасних умовах.

До економічних витрат проекту належать ризики виникнення аварій і нещасних випадків, адже газовий котел – це складний з інженерної точки зору прилад і джерело потенційної небезпеки. Крім того, власники помешкань роблять вивід викидів діяльності котла одразу під вікна сусідам поверхом вище, або в шахти ліфтів, погіршуючи тим самим якість повітря собі і всім, хто мешкає поруч. Такі викиди викликають підвищення захворюваності мешканців будинку. Тому економічну вартість цих впливів визначаємо як витрати на комплексне страхування здоров'я, яке в середньому в Україні коштує від 480 грн / рік, та страхування від нещасного випадку – від 25 грн / місяць – для дорослих, що в сумі становитиме 780 грн / рік.

У табл. 5 наведено порівняння ринкових цін та економічної вартості входів проекту заміни центрального опалення на індивідуальне.

Для того щоб провести економічний аналіз, нам необхідно розрахувати об'єм газу, який буде заощаджено при індивідуальному тепlopостачанні. Нормативний рівень втрат на теплотрасах складає 13 %. Проте, за підрахунками національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних і міжнародних організацій, у комунальних мережах втрати тепла сягають 20–45 % [22, с. 1], тому приймаємо консервативну оцінку втрат тепла при транспортуванні на рівні 13 %. Оскільки за опалювальний сезон було витрачено 1060 м³ газу, то тепловтрати будуть становити 0,13*1060 = 137,8 м³. Тобто при індивідуальному опаленні ми зекономимо 137,8 м³ газу щороку завдяки відсутності тепловтрат при передачі. Для великої газової ТЕЦ витрати на вироблення 1 Гкал становлять близько 150 кг умовного палива [23, с. 54], тобто 4395 МДж природного газу. Тому викиди CO₂ у процесі виробництва 1 Гкал тепла у промислових умовах будуть становити близько 245 кг.

Викиди CO₂ від побутових котлів розрахувати складніше, адже паспортні дані не завжди відповідають фактичним викидам. Тому ми скористаємось хімічними формулами: CH₄ + O₂ = 2H₂O + CO₂, тобто 1 моль метану при згорянні утворює 1 моль оксиду вуглецю. Це те саме, що з 1 м³ метану утворюється 1 м³ оксиду вуглецю, вага якого становить 1,97 кг. Щоб отримати одну гікакалорію, необхідно спалити близько 149 м³ газу [24, с. 1]. Тобто при спалюванні 149 м³ газу отримуємо 298 кг оксиду вуглецю. Отже, різниця в обсягах питомих викидів при центральному тепlopостачанні та індивідуальному опаленні ста-

Таблиця 5

Ринкові й економічні ціни фізичних входів проекту

№ з / п	Фізичні входи та виходи	Одиниці виміру	Ринкова ціна	Економічна ціна
1	Вартість газу	тис. грн / 1 м ³	0,0069	0,0047
2	Вартість обладнання	тис. грн	18,5	18,5
3	Оплата праці за монтаж	тис. грн	1,8	1,35
6	Вартість викидів CO ₂	тис. грн / кг	0,00018	0,00006
7	Страхування шкоди життю та здоров'ю	тис. грн/рік	0,78	0,78

Зведена таблиця економічного аналізу ефективності встановлення автономного обладнання для опалення квартири

Витрати / вигоди або шкода, тис. грн	Роки					
	0	1	2	3	...	15
Сальдо операційної діяльності		6,59	7,91	8,70	...	27,32
Вигоди операційної діяльності:		7,59	9,04	9,94	...	31,19
▪ економія на сплаті за теплопостачання		6,84	8,21	9,03	...	28,35
▪ економія газу		0,75	0,82	0,91	...	2,85
Операційні витрати:		1,00	1,12	1,23	...	3,87
▪ обслуговування обладнання		0,20	0,24	0,26	...	0,83
▪ вартість додаткових викидів CO ₂		0,02	0,02	0,03	...	0,08
Страхування шкоди життю та здоров'ю		0,78	0,86	0,94	...	2,96
Прибуток / збиток		6,59	7,91	8,70	...	27,32
Сальдо інвестиційної діяльності	-22,60				...	
Сальдо від операційної та інвестиційної діяльності	-22,60	6,59	7,91	8,70	...	27,32
ЧТВ (d = 17 %)	38,92					
ВНД	40%					
Термін окупності, роки	4,2					

новитиме -53 кг оксиду вуглецю на користь центрального теплопостачання.

Відсоток дисконтування в економічному аналізі приймається нижчим, ніж у фінансовому, оскільки суспільна оцінка ризику неуспіху завжди нижча приватної [8–12; 16].

Результати економічного аналізу наведені в табл. 6.

За таких умов проект є вигідним для суспільства теж: ЧТВ дорівнює 38,92 тис. грн, ВНД становить 40 %. Перехід на індивідуальний тип опалення окупиться за 4 роки і 2 місяці.

Проте, в разі зміни якогось із чинників, насамперед, зміни вартості енергоносіїв чи врахування готовності власників помешкань платити за можливість індивідуального регулювання температури в приміщенні, ситуація може кардинально змінитися. Урахування більш ґрунтовної оцінки економічної вартості збитків від викидів парникових газів, яка мала би бути значно вищою порівняно з вартістю, визначеною Державною податковою

інспекцією України, теж може суттєво вплинути на отримані результати. Крім того, потрібно перевірити чутливість отриманих показників ефективності до зроблених нами раніше припущень щодо впливу зміни рівня втрати тепла при транспортуванні, а також зміни вартості викидів вуглецю.

Сенситивний аналіз дає можливість виявити ті чинники, до яких ЧТВ є найбільш чутливою, і до якої міри вони можуть змінюватися, перш ніж інвестиції дадуть негативний результат.

За експертними оцінками ЧТВ проекту зміни типу опалення найбільш чутлива до зміни вартості теплопостачання, зміни ціни на газ, а також до зміни відсотка дисконтування. Тому ми проводимо сенситивний аналіз для перевірки чутливості ЧТВ до зміни саме цих чинників [8–12; 16].

Розраховані оцінки чутливості ЧТВ до зміни ціни на газ та зміни вартості теплопостачання на 20 % для фінансового аналізу наведено в табл. 7.

Таблиця 7

Результати сенситивного аналізу показників ефективності проекту за результатами фінансового аналізу

№ з / п	Чинник, вплив якого на ЧТВ грошового потоку проекту досліджується	Значення ЧТВ грошового потоку за умови збільшення чинника на 20 %				Відносна зміна ЧТВ грошового потоку на 1 % зміни чинника, коефіцієнт	Рейтинг чинника
		базове, тис. грн	нове, тис. грн	абсолютна, тис. грн	відносна, %		
1	Вартість газу	32,2	25,6	-6,7	-26,02	-1,3	2
2	Вартість теплопостачання		46,6	14,4	30,85	1,5	1
3	Відхилення значення відсотка дисконтування		22,4	-9,8	-43,89	-2,2	3

У фінансовому аналізі ЧТВ є більш еластичною до зміни ціни на тепlopостачання, ніж до зміни ціни на газ – про це свідчать дані в табл. 7.

Для візуалізації впливу різних змінних на значення ЧТВ використовують павукоподібні діаграми. Результати

цього аналізу наведено на рис. 1 (діапазон зміни чинників становить $\pm 30\%$).

Як бачимо з рис. 1, зміна кожного з аналізованих показників у визначених межах не є критичною для проекту (значення ЧТВ залишається додатною).

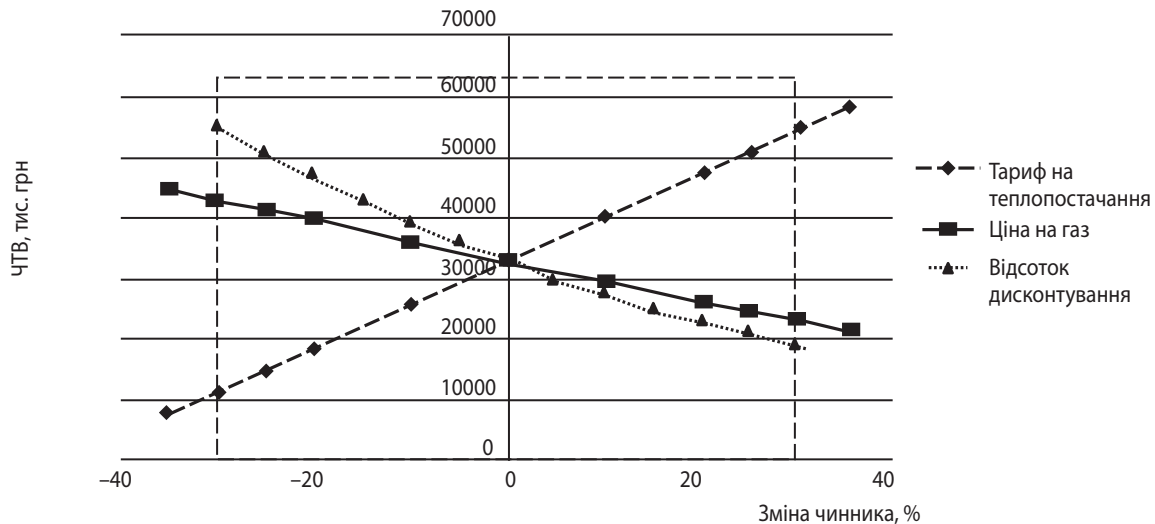


Рис. 1. Чутливість ЧТВ до зміни чинників за результатами фінансового аналізу

Чутливість ЧТВ до зміни двох факторів наведено в табл. 8. Виділений сектор таблиці із від'ємними значеннями ЧТВ відображає поєднання факторів, які роблять проект неприйнятним [16, с. 108].

Як показують наші розрахунки, одночасна зміна вартості тепlopостачання та зміна ціни на газ можуть змінити додатне число ЧТВ на від'ємне та навпаки. Зокрема, критичними значеннями для проекту є зменшення вартості тепlopостачання на 35 % при збільшенні ціни газу на 25 % і більше. За таких умов проект стає не вигідним для інвестора.

Ключовими чинниками для перевірки чутливості результатів економічного аналізу ми обрали рівень втрати тепла при транспортуванні, альтеративну вартість викидів вуглецю, відсоток дисконтування, а також вартість тепlopостачання та ціну на газ.

Як видно з рис. 2, всі розглянуті чинники не є критичними для показників ефективності, отриманих за результа-

тами економічного аналізу. Тільки при зменшенні вартості тепlopостачання більше, ніж на 50 %, проект стає не вигідним для інвестора. Спільний вплив зміни цих показників потребує більш детального дослідження.

Залежність ЧТВ від зміни втрати тепла при тепlopостачанні до 42 % є незначною, тобто навіть при суттєвому зменшенні тепловтрат проект не стане не вигідним для інвестора.

Згідно з Податковим кодексом України вартість вуглецевих викидів становить 0,05854 грн / кг, що відрізняється від його ринкової вартості у світі. Тому для цієї вигоди особливо доречно виконати аналіз чутливості ЧТВ. Ми розглядаємо зміну вартості вуглецевих викидів у діапазоні від 0,06 грн / кг до ринкової вартості викидів, прийнятої в ЄС, що становить 0,18 грн / кг [19, с. 1] (на 200 % більше вартості викидів порівняно з Податковим кодексом). Як показали наші розрахунки, зміна вартості викидів CO₂ навіть на 200 % майже не впливає на значення ЧТВ.

Таблиця 8

Чутливість ЧТВ до зміни ціни газу та вартості тепlopостачання

Зміна значень (%)	Тариф на тепlopостачання	-35	-25	-15	0	15	25	35
Ціни на газ	Вартість тепlopостачання, тис. грн / Гкал	0,79	0,91	1,03	1,21	1,40	1,52	1,64
	Ціна на газ, тис. грн / м ³							
-35%	0,004	19,15	26,34	33,52	44,30	55,07	62,26	69,44
-25%	0,005	15,83	23,01	30,20	40,97	51,75	58,93	66,12
-15%	0,006	12,50	19,69	26,87	37,65	48,42	55,61	62,79
0%	0,007	7,51	14,70	21,88	32,66	43,44	50,62	57,81
15%	0,008	2,53	9,71	16,89	27,67	38,45	45,63	52,82
25%	0,009	-0,80	6,39	13,57	24,35	35,12	42,31	49,49
35%	0,009	-4,12	3,06	10,24	21,02	31,80	38,98	46,17

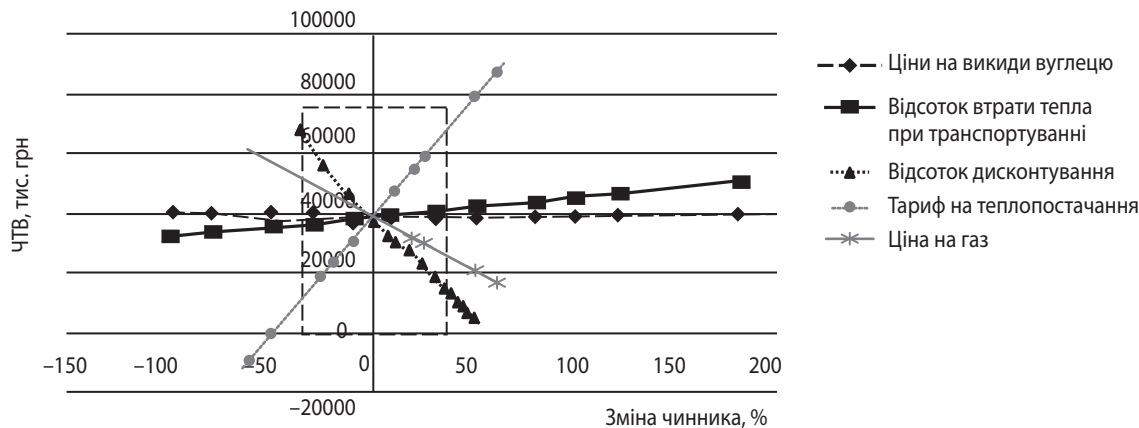


Рис. 2. Чутливість ЧТВ до зміни чинників за результатами економічного аналізу

Висновки. Отже, розгортання проектів енергозбереження в будівлях є пріоритетним завданням. Адже житлові та нежитлові будівлі є найбільшим джерелом світового попиту на енергію і матеріали (40–48 % у США, 40 % у всьому світі), які викидають парникові гази у процесі будівництва, експлуатації та зносу житла. У той же час на сучасному рівні технологічного розвитку масштабне зменшення викидів парникових газів економічно ефективно саме для проектів підвищення енергоефективності будівель [25, с. 3].

Наші підходи до ідентифікації вигід проектів енергозбереження не суперечать із дослідженнями [12; 25], що підтверджує коректність отриманих нами результатів. Застосувавши АБВ, ми з'ясували, що за існуючого співвідношення цін встановлення автономного газового обладнання замість центрального тепlopостачання є фінансово вигідним для інвестора (власника квартири) та для суспільства. Проте зміна вартості тепlopостачання і ціни на газ може кардинально змінити результати аналізу.

Водночас стверджувати, що цей проект відповідає вимогам збереження якості довкілля, застосування енергоефективних технологій і боротьби зі зміною клімату, ми не можемо, тому для цього необхідний значно детальніший експертний аналіз технологічних характеристик обладнання впродовж усього його життєвого циклу. Зокрема, потрібне детальне дослідження кількісних показників викидів парникових газів, а також їх впливу на здоров'я мешканців сусідніх квартир.

Подальший розвиток теоретико-методичних підходів для застосування АБВ необхідний для того, щоб зробити його об'єктивним і надійним інструментом аналізу еколого-економічної ефективності проектів енергозбереження в будівлях, впливи яких є суттєвими і різноплановими [25]. У перспективі цей метод може забезпечити інтегровану еколого-економічну оцінку вкладу проектів у досягнення цілей стратегії підвищення енергоефективності та екологічності житлового сектора України.

ЛІТЕРАТУРА

1. KPMG, 2012. Expect the Unexpected: Building business value in a changing world. URL: <https://www.kpmg.com/Global/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/building-business-value-exec-summary.pdf>

2. Балацький О. Ф. Антологія економіки чистого середовища. Суми: Університет. кн., 2007. 272 с.

3. Буркинський Б. В. Економіко-екологічні основи розвитку природно-господарських систем особливо цінних природних територій. *Економіст*. 2010. № 11. С. 14.

4. Веклич О., Шлапак М. «Екологічна ціна» економічного зростання України. *Економіка України*. 2012. № 1. С. 51–60; № 2. С. 38–45.

5. Мельник Л. Г., Скоков С. А., Сотник І. М. Еколого-економічні основи ресурсозбереження: монографія. Суми: Університет. кн., 2006. 229 с.

6. Туниця Ю. Ю. Закон зростання екологічних витрат суспільства // *Економічна енциклопедія*: у 3 т. Київ: Академія, 2000. Т. 1. С. 547.

7. Dixon J., Scura L., Carpenter R., Sherman P. *Economic Analysis of Environmental Impacts*. London: Earthscan, 1995. 210 p.

8. Layard R., Glaister S. *Cost-Benefit Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. 117 p.

9. Боардмен Е., Грінберг Д., Вайнінг Е., Веймер Д. Аналіз вигід і витрат: концепції і практика. Київ: АртЕк, 2003. 547 с.

10. Кілієвич О., Соколик С. Аналіз вигід і витрат: практ. посіб. Київ: Основи, 1999. 175 с.

11. Воркут Т. А. Проектний аналіз: навч. посіб. Київ: Укр. центр духовної культури, 2000. 440 с.

12. EC. Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects. Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014–2020. URL: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf

13. Водозов Є. Н. Стратегія та підходи до реструктуризації підприємств сфери ЖКГ в умовах реформування власності України. *Економіка промисловості*. 2011. № 2–3. С. 128–135.

14. Про забезпечення єдиного підходу до формування тарифів на житлово-комунальні послуги: Постанова Кабінету Міністрів України від 01.06.2011 року № 869 // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/869-2011-%D0%BF#n20>

15. Постанова національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 31.03.2015 № 1171. URL: <http://www.nerc.gov.ua/index.php?id=15473>

16. Загвойська Л. Д., Маселко Т. Є., Якуба М. М. Економічний аналіз інвестиційних проектів: навч. посіб. Львів: Афіша, 2006. 320 с.

17. Valuation of energy use and greenhouse gas (GHG) emissions. URL: <https://www.gov.uk/government/uploads/system/>

uploads/attachment_data/file/483278/Valuation_of_energy_use_and_greenhouse_gas_emissions_for_appraisal.pdf

18. Податковий кодекс України: Закон України від 02.12.2010 №2755-VI // База даних «Законодавство України»/ Верховна Рада України. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>

19. EU carbon credits drop below €6 // EU Observer. URL: <https://euobserver.com/environment/132045>

20. Moore F., Diaz D. Temperature impacts on economic growth warrant stringent mitigation policy. *Nature Climate change*. 2015. Vol. 5, Issue 2. P. 127–131.

21. «Нафтогаз України» закуповує газ в ЄС за ціною, нижчою ніж у «Газпрому» // Інтерфакс-Україна: інформаційне агентство. URL: <http://ua.interfax.com.ua/news/general/365678.html>

22. Хто формує тарифи? // Teplo.gov.ua: інформаційна платформа. URL: <http://teplo.gov.ua/tarifs/7>

23. Шевчук Л. Т., Мельничук І. В. Основні шляхи підвищення рівня надання послуг централізованого теплопостачання міста Івано-Франківська. *Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету*. Сер.: Економічні науки. 2013. № 33 (1). С. 54–57.

24. Колієнко А. Г. Переваги і недоліки автономного опалення в окремих оселях багатоквартирних будинків. URL: <http://poltava.to/news/28750/>

25. Yudelso J., Meyer U. The world's greenest buildings: Promise versus performance in sustainable design. Routledge, 2013. 258 p. URL: <http://docslide.net/documents/the-worlds-greenest-buildings.html>

REFERENCES

Balatskyi, O. F. *Antolohiia ekonomiky chystoho seredovyshcha* [Anthology of the economy for a clean environment]. Sumy: Universytetska knyha, 2007.

Burkynskyi, B. V. "Ekonomiko-ekolohichni osnovy rozvytku pryrodno-hospodarskykh system osoblyvo tsinnykh pryrodnykh terytorii" [Economic-environmental basis for the development of natural-economic systems is particularly valuable natural areas]. *Ekonomist*, no. 11 (2010): 14-.

Boardmen, E. et al. *Analiz vyhid i vytrat: kontseptsii i praktyka* [The analysis of benefits and costs: concept and practice]. Kyiv: ArtEk, 2003.

Dixon, J. et al. *Economic Analysis of Environmental Impact*. London: Earthscan, 1995.

"EC. Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects. Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020" http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf

"EU carbon credits drop below €6" EU Observer. <https://euobserver.com/environment/132045>

"KPMG, 2012. Expect the Unexpected: Building business value in a changing world" <https://www.kpmg.com/Global/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/building-business-value-exec-summary.pdf>

Kiliievych, O., and Sokolyk, S. *Analiz vyhid i vytrat* [Analysis of benefits and costs]. Kyiv: Osnovy, 1999.

"Khto formuie taryfy?" [Who set the rates?]. [teplo.gov.ua. http://teplo.gov.ua/tarifs/7](http://teplo.gov.ua/tarifs/7)

Koliienko, A. H. "Perevahy i nedoliky avtonomnoho opalennia v okremykh oseliakh bahatokvartyrnykh budynkiv" [The advantages and disadvantages of Autonomous heating in separate apartments in apartment houses]. <http://poltava.to/news/28750/> [Legal Act of Ukraine] (2011). <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/869-2011-%D0%BF#n20>

[Legal Act of Ukraine] (2015). <http://www.nerc.gov.ua/index.php?id=15473>

[Legal Act of Ukraine] (2010). <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>

Layard, R., and Glaister, S. *Cost-Benefit Analysis* Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

Melnyk, L. H., Skokov, S. A., and Sotnyk, I. M. *Ekoloho-ekonomichni osnovy resursozberezhennia* [Ecological and economic bases of resource saving]. Sumy: Universytetska knyha, 2006.

Moore, F., and Diaz, D. "Temperature impacts on economic growth warrant stringent mitigation policy" *Nature Climate change* vol. 5, no. 2 (2015): 127-131.

"«Naftohaz Ukrainy» zakupovuiu haz v YeS za tsinoiu, nyzhchoiu nizh u «Hazpromu»" [«Naftogaz of Ukraine» buys gas in the EU at a price lower than «Gazprom»]. *Interfaks-Ukraina*. <http://ua.interfax.com.ua/news/general/365678.html>

Shevchuk, L. T., and Melnychuk, I. V. "Osnovni shliakhy pidvyshchennia rivnia nadannia posluh tseentralizovanoho teplopochachannia mista Ivano-Frankivska" [Basic ways to improve the service level of the centralized heat supply of the city of Ivano-Frankivsk]. *Zbirnyk naukovykh prats Cherkaskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Serii: Ekonomichni nauky*, no. 33 (1) (2013): 54-57.

Tunytsia, Yu. Yu. "Zakon zrostannia ekolohichnykh vytrat suspilstva" [The law of growth, environmental costs of companies]. In *Ekonomichna entsyklopediia*, vol. 1: 547-. Kyiv: Akademiia, 2000.

"Valuation of energy use and greenhouse gas (GHG) emissions" https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/483278/Valuation_of_energy_use_and_greenhouse_gas_emissions_for_appraisal.pdf

Veklych, O., and Shlapak M. "«Ekolohichna tsina» ekonomichnoho zrostannia Ukrainy" [«Environmental price» of economic growth in Ukraine]. *Ekonomika Ukrainy*, no. 1 (2012): 51-60; no. 2 (2012): 38-45.

Vodovozov, Ye. N. "Stratehii ta pidkhody do restrukturyzatsii pidpriemstv sfery ZhKH v umovakh reformuvannia vlasnosti Ukrainy" [Strategies and approaches to restructuring of enterprises of housing and communal services in conditions of reforming of property of Ukraine]. *Ekonomika promyslovosti*, no. 2-3 (2011): 128-135.

Vorkut, T. A. *Proektnyi analiz* [Project analysis]. Kyiv: Ukrainskyi tsentr dukhovnoi kultury, 2000.

Yudelso, J., and Meyer, U. "The world's greenest buildings: Promise versus performance in sustainable design" <http://docslide.net/documents/the-worlds-greenest-buildings.html>

Zahvoiska, L. D., Maselko, T. Ye., and Yakuba, M. M. *Ekonomichniy analiz investytsiinykh proektiv* [Economic analysis of investment projects]. Lviv: Afisha, 2006.