УДК 330.322:620.9:378.4
DOI: https://doi.org/10.32782/CMI/2026-20-25

Чечель М.В.
аспірант,
Національний університет «Запорізька політехніка»
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9462-9560

Карпенко А.В.
доктор економічних наук, професор,
професор кафедри економіки та митної справи,
Національний університет «Запорізька політехніка»
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5717-4349

МЕТОДИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГОМОДЕРНІЗАЦІЇ ІНФРАСТРУКТУРНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ: ОКУПНІСТЬ, ВИТРАТНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕНЕРГЕТИЧНА СТІЙКІСТЬ

Метою статті є обґрунтування складу методичного інструментарію оцінювання енергомодернізації інфраструктурних об'єктів закладів вищої освіти та визначення умов переходу від показників окупності до показників витратної ефективності. Методика поєднує системний аналіз теоретичних концепцій інвестування та інновацій, порівняльний аналіз показників оцінювання проєктів і структурно-логічне моделювання відповідності типу рішення і вимірника. Результати. Доведено, що чиста теперішня вартість і внутрішня норма дохідності є необхідною, але недостатньою умовою обґрунтування таких проєктів. Наукова новизна полягає в поєднанні контурів окупності, витратної ефективності та енергетичної стійкості в один інструментарій з явними умовами переходу. Практична значущість – у придатності інструментарію для кошторисного процесу бюджетної установи.

Ключові слова: *інноваційно-інвестиційне забезпечення, енергомодернізація, інфраструктурні об'єкти, заклад вищої освіти, активний споживач, методичний інструментарій.*

Chechel Mykola, Karpenko Andrii
Zaporizhzhia Polytechnic National University

METHODOLOGICAL TOOLKIT FOR ASSESSING ENERGY MODERNISATION OF HIGHER EDUCATION INSTITUTION INFRASTRUCTURE: PAYBACK, COST EFFECTIVENESS AND ENERGY RESILIENCE

In Ukraine, systematic damage to generating and distribution capacity, prolonged outages and rising energy prices have turned campus energy supply into a precondition for carrying out educational activity, while available capital remains strictly limited. The purpose of the article is to substantiate the composition and structure of the methodological toolkit for assessing the innovation and investment support of energy modernisation of higher education institution infrastructure, and to determine the conditions under which assessment should move from payback indicators to cost effectiveness indicators. The methodology combines systemic analysis of the theoretical concepts of investment and innovation, comparative analysis of project appraisal indicators, and structural and logical modelling of the correspondence between the type of decision and the measure of its result. The theoretical platform is systematised as seven concepts. Net present value and internal rate of return are shown to be a necessary but not sufficient condition for justifying such projects, for four reasons: the continuity of the educational process has the features of a public good and carries no market price; a budgetary institution has no directly observable market cost of capital and therefore no market benchmark for the discount rate; the twenty five year calculation horizon is disconnected from the one year budget cycle; and the prohibition on borrowing under part four of Article 16 of the Budget Code of Ukraine turns project selection into a capital rationing problem. The scientific novelty is a three circuit toolkit in which the economic circuits of payback and of cost effectiveness are combined with a circuit of energy resilience into a single construction with explicit conditions of transition between them. Cost effectiveness is measured by dynamic generation cost and by the levelised cost of energy, which are not interchangeable: the former applies to demand reduction measures, the latter to generation measures. For the resilience circuit a four step procedure and a three step decision criterion are proposed, the key measure being the unit cost of an hour of supply held. The active consumer status is treated as a parameter of the assessment itself. The practical significance lies in the applicability of the toolkit within the budget estimate process of a budgetary institution.

Keywords: *innovation and investment support, energy modernisation, infrastructure facilities, higher education institution, active consumer, methodological toolkit.*

Постановка проблеми. Енергомодернізація інфраструктурних об'єктів закладів вищої освіти в Україні перестала бути завданням суто господарського характеру. Систематичне пошкодження генеруючих і розподільчих потужностей, тривалі відключення та зростання цін на енергоносії перетворили енергозабезпечення кампусу на передумову провадження освітньої діяльності. Водночас капітальний ресурс закладу лишається жорстко обмеженим, а джерела його поповнення – регламентованими.

Ці обставини формують управлінське завдання, інвестиційне за природою: обрати з множини технічно можливих заходів ті, що дають найбільший результат на одиницю обмеженого ресурсу, і обґрунтувати вибір

© Чечель М.В., Карпенко А.В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

у документі, придатному для бюджетного процесу. Для розв'язання цього завдання наявний апарат оцінювання інвестиційних проєктів: чиста теперішня вартість, внутрішня норма дохідності, індекс прибутковості, дисконтований строк окупності.

Проблема полягає в тому, що цей апарат сформований для суб'єкта, чия діяльність спрямована на приріст капіталу власника, і неявно припускає три речі, жодна з яких не виконується для закладу вищої освіти. По-перше, що результат проєкту виражається грошовим потоком; для закладу освіти вагома частина результату – відвернутий зрив навчального процесу, збережена працездатність наукового обладнання, утримана якість освітнього середовища – грошового потоку не утворює і ринкової ціни не має. По-друге, що є доступ до ринку капіталу; для бюджетної установи його прямо перекрито частиною четвертою статті 16 Бюджетного кодексу України, за якою запозичення в будь-якій формі не допускаються, крім випадків, передбачених Кодексом. По-третє, що горизонт планування співмірний зі строком служби активу; бюджетний цикл закладу становить один рік, середньострокове планування – три роки, тоді як строк служби фотоелектричної станції сягає двадцяти п'яти років, а когенераційної установки – п'ятнадцяти.

Наслідком є характерна деформація практики. Обґрунтування, побудовані винятково на строку окупності, відсіюють заходи, які не дають швидкого грошового ефекту, але критично впливають на стійкість, і не дають інструменту для порівняння альтернатив з однаковим фізичним результатом. Дефіцит тут не є браком окремого показника: це брак узгодженої системи, у якій кожному типу рішення відповідає свій вимірник результату.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематику, дотичну до предмета цієї статті, опрацьовано в чотирьох відносно самостійних напрямах, які між собою майже не перетинаються.

Енергетичний менеджмент закладів вищої освіти. Напрям прикладний і має найбільший масив емпірики. Систематичний огляд E. C. Quispe зі співавторами за 136 публікаціями показує, що 27 % описаних практик стосуються операційного управління і 26 % – енергетичних аудитів, а вагома економія здебільшого починалася зі встановлення енергетичного базового рівня [1]. Огляд L. Araújo da Silva зі співавторами фіксує відсутність стандартизованої бази нормування, що унеможливлює зіставлення результатів [2]. R. A. Almasri зі співавторами систематизували технологічні рішення для об'єктів вищої освіти й показали переважання інженерного погляду над управлінським [3]. Принципово важливим для спеціальності «Менеджмент» є результат X. Gui, Z. Gou та Y. Lu: істотна частка економії досяжна поза термомодернізацією, через управління режимами експлуатації відповідно до академічного календаря [4]. A. Boharb зі співавторами на кейсі кампусу отримали економію близько 161 МВт·год на рік за інвестицій 55,8 тис. дол. США [5]. Спільною рисою напряму є зведення економічного обґрунтування до простого строку окупності.

Фінансове та інвестиційне забезпечення закладів вищої освіти як бюджетних установ. Ключовим є дослідження I. Сотник зі співавторами на кейсі Сумського державного університету: домінують не технічні, а організаційні, фінансово-економічні, соціальні та освітні бар'єри, і запропоновано револьверний фонд енергоефективності як механізм самофінансування [6]. Н. Я. Сокровольська зі співавторами аналізують співвідношення загального і спеціального фондів кошторису закладу в умовах війни [7]. В обох випадках предметом є джерело коштів, а не методика вибору між проєктами.

У контексті інноваційно-інвестиційного забезпечення заслуговують на увагу дослідження, присвячені активізації інвестиційної діяльності в умовах кризових викликів [16]. Водночас застосування відповідних підходів до енергомодернізації закладів вищої освіти потребує врахування бюджетних обмежень, специфіки оцінювання некомерційних результатів та вимог до забезпечення енергетичної стійкості.

Енергосервіс і державно-приватне партнерство. Основоположною є праця P. Bertoldi та B. Boza-Kiss, у якій бар'єри розвитку ринку енергосервісних компаній в Європі класифіковано на інформаційні, фінансові та інституційні [8]. D. Wacinkiewicz та S. Słotwinski на польському матеріалі показали, як нормативна модель енергосервісного договору взаємодіє зі статистичним обліком зобов'язань публічного сектору [9]. Напрям дає механізм подолання обмеження на запозичення, але залишає відкритим критерій, за яким публічний замовник обирає предмет договору.

Оцінювання проєктів, результат яких не має ринкової ціни. Цей напрям найближчий до предмета статті і водночас найменше поєднаний з попередніми. P. Tuominen зі співавторами обґрунтували застосування аналізу «витрати – ефективність» до заходів з енергоефективності в будівлях і запропонували показник динамічної вартості генерації, який дисконтує і витрати, і фізичний результат протягом строку служби [10]; згодом ті самі автори довели підхід до рівня інструменту [11]. M. Đukić та M. Zidar показали, що самих лише енергетичних вигід часто недостатньо для виправдання витрат, тоді як урахування неенергетичних переводить проєкт у категорію доцільних [12]. Критичний аналіз вирівняної вартості енергії виконано J. Aldersey-Williams і T. Rubert: залежність від ставки дисконтування, некоректне поводження з інфляцією, ненадійність прогнозів ціни палива [13].

Зіставлення напрямів виявляє розрив, який визначає постановку статті. Перший дає емпірику без апарату оцінювання, другий – аналіз джерел фінансування без критерію вибору, третій – організаційний механізм без вимірника результату, четвертий – методично зрілий апарат, розроблений поза контекстом закладу вищої освіти. Нерозв'язаною залишається побудова цілісного інструментарію, в якому показники окупності та витратної ефективності не конкурують, а утворюють упорядковані контури оцінювання з визначеними умовами переходу.

Формування цілей статті (постановка завдання). Метою статті є обґрунтування складу та структури методичного інструментарію оцінювання інноваційно-інвестиційного забезпечення енергомодернізації інфраструктурних об'єктів закладів вищої освіти, а також визначення умов, за яких оцінювання має переходити від показників окупності до показників витратної ефективності.

Досягнення мети передбачає розв'язання чотирьох завдань: систематизувати теоретичні концепції, що утво-

рюють платформу дослідження; довести обмеженість дисконтованих показників окупності стосовно закладу вищої освіти й окреслити межі їх коректного застосування; розкрити зміст аналізу «витрати – ефективність» і вирівняної вартості енергії як доповнювального контуру; сформувати узгоджену відповідність між типом управлінського рішення та вимірником результату.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в обґрунтуванні триконтурної побудови методичного інструментарію оцінювання енергомодернізації інфраструктурних об'єктів закладу вищої освіти, у якій контур показників окупності, контур показників витратної ефективності та контур енергетичної стійкості поєднано в одну конструкцію з явно сформульованими умовами переходу між ними. На відміну від наявних підходів, де дисконтовані показники і показники витрат на одиницю фізичного результату застосовуються паралельно й без узгодження, а стійкість або не оцінюється, або їй приписується умовна грошова ціна, запропонована побудова визначає, який контур відповідає на яке управлінське питання, за якої умови відбувається перехід до наступного і яким верифікованим вимірником перевіряється результат.

Виклад основного матеріалу дослідження

1. Теоретична платформа дослідження

Енергомодернізація закладу вищої освіти не має власної теорії, і це не є вадою: вона є прикладною задачею на перетині кількох усталених теоретичних побудов. Проблема протилежна: кожна з них претендує на пояснення всього явища, тоді як пояснює лише його частину. Тому платформу доцільно задавати вказівкою на те, який елемент інструментарію постачає кожна з них (табл. 1).

З таблиці 1 випливає результат, який визначає подальший виклад. Жодна з концепцій не постачає повного інструментарію, а їх внески не є однорідними: перші дві та шоста дають апарат вимірювання і механізми, третя, четверта і сьома пояснюють, чому цього апарату недостатньо, п'ята задає рамку, всередині якої недостатність має бути компенсована. Теоретична платформа, отже, вимагає багаторівневої побудови інструментарію.

Окремо зафіксуємо позицію щодо змісту інвестиційної діяльності. Услід за І. О. Бланком ми розуміємо її як цілеспрямовано здійснюваний процес пошуку потрібних інвестиційних ресурсів, вибору ефективних

Таблиця 1

Теоретичні концепції та їх внесок у методичний інструментарій оцінювання енергомодернізації закладу вищої освіти

Концепція	Основне положення, релевантне предмету	Що концепція дає інструментарію	Чого концепція не пояснює
Класична і неокласична теорія інвестицій	Інвестиція є відмовою від поточного споживання заради більшого майбутнього; критерієм є приріст вартості з урахуванням альтернативної дохідності	Апарат дисконтування, показники NPV, IRR, PI, DPP; вимогу зіставляти проєкт з альтернативним використанням тих самих коштів	Результат, який не виражається грошовим потоком; поведінку суб'єкта, позбавленого доступу до ринку капіталу
Теорія інновацій і довгих хвиль	Розвиток відбувається через нові комбінації факторів; технологічні уклади змінюються хвилями	Розрізнення заходів відтворювального і інноваційного характеру; обґрунтування черговості: імітація зрілих рішень передує впровадженню нових	Механізм фінансування інновації в установі, що не має прибутку як джерела
Інституціональна теорія	Поведінку суб'єкта визначають формальні норми і трансакційні витрати їх дотримання	Пояснення, чому правовий статус закладу є не зовнішньою умовою, а керованим параметром; облік витрат на узгодження і звітність	Кількісну міру результату
Теорія суспільних благ	Благо, що має ознаки неконкурентності або невиключності, недовиробляється ринком і потребує позаринкового фінансування	Обґрунтування того, чому частина ефекту енергомодернізації закладу не має ринкової ціни і не може бути відображена грошовим потоком	Спосіб вибору між двома суспільно корисними альтернативами за обмеженого ресурсу
Концепція сталого енергетичного розвитку (енергетична трилема)	Енергетична система оцінюється одночасно за безпекою, доступністю і екологічною стійкістю	Багатокритеріальну рамку; підставу вводити показник стійкості поряд з показником вартості	Процедуру згортання критеріїв у рішення
Теорія державно-приватного партнерства та енергосервісу	Публічний суб'єкт може отримати результат, не здійснюючи капітального видатку, через розподіл ризику і оплату з досягнутої економії	Механізм подолання обмеження на запозичення; критерій придатності заходу до передачі партнерові	Критерій вибору предмета договору; заходи, економія від яких не піддається прямому вимірюванню
Концепція активного споживача і розподіленої енергетики	Споживач з власною генерацією і накопиченням стає учасником ринку, здатним змінювати режим обміну з мережею	Розширення переліку об'єктів управління: від споживання до режиму обміну; підставу оцінювати не лише зекономлену, а й заміщену та відпущену енергію	Асиметрію цін придбання і відпуску, яка задається регулюванням, а не теорією

Джерело: складено авторами

об'єктів або інструментів інвестування, формування збалансованої інвестиційної програми та забезпечення її реалізації [14, с. 29]. Визначення робоче з двох причин: воно виносить пошук ресурсів усередину самої діяльності, що за заборони запозичень і є основним змістом управлінської роботи бюджетної установи, та описує результат як збалансовану програму, а не як окремий проєкт.

2. Межі застосовності показників окупності до проєктів закладу вищої освіти

Твердження про непридатність дисконтованих показників до некомерційного сектору було б перебільшенням. Вони залишаються єдиним інструментом, який дозволяє зіставити різночасові витрати і надходження. Питання не в придатності, а в межах: за яких умов результат, отриманий через чисту теперішню вартість, є достатньою підставою для рішення. Виділимо чотири обмеження, кожне з яких звужує ці межі.

Обмеження перше: частина результату не має ринкової ціни. Проєкт енергомодернізації кампусу дає три різні за природою результати. Перший – скорочення платежу за енергоносії; він виражається грошовим потоком прямо. Другий – здатність продовжувати роботу під час знеструмлення зовнішньої мережі; він грошового потоку не утворює взагалі. Третій – зниження ризику виходу з ладу обладнання та поліпшення параметрів середовища; він утворює грошовий потік опосередковано і з високою невизначеністю. Дисконтований грошовий потік коректно опрацьовує лише перший. Причина в тому, що безперервність освітнього процесу має ознаки суспільного блага: вона не продається і не має ціни, за якою її можна було б внести до розрахунку, а спроби приписати їй умовну ціну через вартість відвернутих збитків наштовхуються на те, що збиток від зірваного семестру не є грошовою величиною.

Висновок не є специфічним для України: M. Đukić та M. Zidar на прикладах громадських будівель показали, що проєкти, які за самими лише енергетичними вигодами не проходять критерій доцільності, стають доцільними після врахування неенергетичних вигід [12]. Різниця в тому, що в українських умовах воєнного часу неенергетична вигода є не додатковим аргументом, а головним мотивом.

Обмеження друге: ставка дисконтування не має безпосередньо спостережуваної ринкової основи. Ставка дисконтування в класичній конструкції є ціною капіталу, тобто дохідністю, від якої інвестор відмовляється на користь цього проєкту. Для бюджетної установи ця величина безпосередньо не спостерігається: вільні кошти спеціального фонду вона не розміщує на фінансовому ринку і не спрямовує на погашення боргу, якого не має, тож ринкового орієнтира, аналогічного середньозваженій вартості капіталу комерційного суб'єкта, у неї немає. Це не означає, що альтернативна вартість ресурсу відсутня як категорія: за раціонування капіталу вона існує і дорівнює результату найкращого з відхилених заходів, проте вимірюється не ринковою дохідністю, а в тих самих одиницях, у яких оцінюється сам захід. Ставка, що застосовується на практиці, є або обліковою ставкою центрального банку, або продиктованою донором, або обраною довільно. J. Alderseу-Williams і T. Rubert показали, наскільки чутливим є результат до цього вибору навіть у комерційних розрахунках [13]. Для бюджетної установи чутливість та сама, а обґрунтованість вибору ставки нижча, тож абсолютне значення чистої теперішньої вартості має використовуватися радше для ранжування альтернатив, ніж для висновку про доцільність як таку.

Обмеження третє: розрив між горизонтом розрахунку і горизонтом зобов'язання. Розрахунок будується на двадцятип'ятирічному строку служби фотоелектричної станції, тоді як рішення ухвалюється в кошторисі на один рік, а зобов'язання за середньостроковим плануванням сягають трьох. Показник, що обґрунтовує рішення, спирається на горизонт, на якому розпорядник коштів не має зобов'язань. Це переводить розрахунок зі статусу підстави в статус аргументу і вимагає доповнення показником, зіставним з бюджетним циклом.

Обмеження четверте: заборона запозичень деформує саму задачу. За частиною четвертою статті 16 Бюджетного кодексу України бюджетна установа не має права здійснювати запозичення в будь-якій формі, крім випадків, передбачених Кодексом [15]. У класичній постановці задача формулюється як вибір проєктів з додатною чистою теперішньою вартістю за умови, що капітал можна залучити. За заборони запозичень вона перетворюється на розподіл жорстко фіксованого обсягу коштів між взаємно конкурентними заходами, тобто на задачу раціонування капіталу, де критерієм є не максимум чистої теперішньої вартості окремого проєкту, а максимум сумарного результату на одиницю витраченого ресурсу. Саме тут виникає потреба у показниках витратної ефективності.

Отже, показники окупності зберігають повну силу там, де результат заходу виражається грошовим потоком, а альтернативи зіставні за фізичним ефектом: це заміна освітлювальних приладів або встановлення індивідуального теплового пункту. Вони втрачають достатність там, де результат є позаринковим, ресурс жорстко обмежений, а альтернативи дають однаковий фізичний ефект за різних витрат: накопичувач енергії, система формування мережі, резервування живлення.

3. Аналіз «витрати – ефективність» і вирівняна вартість енергії як доповнювальний контур

Аналіз «витрати – ефективність» (cost-effectiveness analysis, CEA) відрізняється від аналізу «витрати – вигоди» однією принциповою рисою: він не вимагає вираження результату в грошах. Результат вимірюється у власних фізичних одиницях – зекономлених кіловат-годинах, відвернутих тоннах діоксиду вуглецю, годинах утриманого живлення, – а показником ефективності є відношення дисконтованих витрат до дисконтованого результату. Тому CEA не відповідає на питання, чи варто робити захід узагалі, зате точно відповідає на питання, який із заходів дає одиницю результату дешевше. Для задачі раціонування капіталу, до якої зводиться становище закладу вищої освіти, це саме те питання, яке має практичний сенс.

Методично зрілу форму такого підходу для будівель запропонували P. Tuominen зі співавторами у вигляді показника динамічної вартості генерації (dynamic generation cost, DGC), який дисконтує і витрати, і фізичний результат протягом строку служби заходу [10]. Назва показника потребує застереження, оскільки в українській традиції «генерація» означає вироблення електроенергії, і словосполучення «вартість генерації на зекономлену кіловат-годину» виглядає суперечли-

вим. У вихідній конструкції генерується не електроенергія, а сам результат заходу: знаменник містить ту фізичну величину, заради якої захід здійснюється, незалежно від її природи. Для заходу зі скорочення споживання це зекономлена енергія, для генеруючого – вироблена. Саме тому DGC і вирівняна вартість енергії мають тотожну структуру і різний зміст знаменника. У загальному вигляді показник записується так:

$$DGC = \frac{\sum_{t=0}^{T} \frac{I_t + C_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^{T} \frac{E_t}{(1+r)^t}} \quad (1)$$

де I_t – капітальні витрати в році t; C_t – експлуатаційні витрати в році t; E_t – фізичний результат року t (зекономлена або вироблена енергія); r – ставка дисконтування; t – рік розрахункового періоду.

Конструкція показника заслуговує на три зауваження. По-перше, дисконтується не лише грошовий, а й фізичний потік; без цього показник систематично завищував би привабливість заходів з тривалим строком служби. По-друге, він чутливий до ставки дисконтування слабше, ніж чиста теперішня вартість, оскільки ставка входить і в чисельник, і в знаменник та частково самокомпенсується. По-третє, він не потребує ціни енергії, а отже, не успадковує невизначеності тарифного прогнозу. У подальшій роботі ті самі автори отримали для конкретних заходів значення в діапазоні 0,26–0,60 дол. США на зекономлену кіловат-годину [11].

Вирівняна вартість енергії (levelised cost of energy, LCOE) є, за формальною структурою, тим самим відношенням дисконтованих витрат до дисконтованого фізичного результату, але з іншим змістом знаменника: у ньому стоїть не зекономлена, а вироблена енергія. Через це LCOE застосовується до заходів генеруючого характеру, тоді як DGC – до заходів зі скорочення споживання. Пряме порівняння двох показників некоректне, і саме змішування їх є найпоширенішою помилкою галузевих обґрунтувань.

Критична оцінка LCOE фіксує три вразливості: залежність результату від ставки дисконтування, яка невиправдано сприяє технологіям, що видаються менш ризиковими; неповне врахування інфляції витрат; ненадійність детермінованих прогнозів ціни палива [13, 17]. Для закладу вищої освіти додається четверта, специфічна для активного споживача: LCOE описує вартість виробленої енергії, але нічого не говорить про її цінність, яка за асиметрії роздрібної ціни придбання і оптової ціни відпуску різниться в рази. Тому LCOE має застосовуватися як показник верхньої межі витрат на власну генерацію, а не як вимірник вигоди від неї.

Ця асиметрія є не побічним застереженням, а чинником, який змінює результат обох наступних контурів, тому статус активного споживача доцільно розглядати як самостійний параметр оцінювання. У контурі II вона розводить два однакові за фізикою кіловат-години на два різні економічні об'єкти: та, що заміщує власне споживання, оцінюється за роздрібною ціною придбання разом із тарифом на розподіл, а відпущена в мережу – за оптовою ціною. Наслідок прямий: захід, що підвищує частку самоспоживання, за тієї самої LCOE дає істотно більший результат, ніж захід, що збільшує відпуск. У контурі III цей статус визначає, чи може надлишок генерації бути реалізований узагалі, а відтак – яку частку потужності виправдано утримувати заради стійкості.

Співвідношення трьох груп показників зручно подати у вигляді контурів оцінювання (рис. 1).

Контури не є ієрархією за важливістю і не замінюють один одного: вони відповідають різним питанням, а помилка виникає тоді, коли на питання одного контуру відповідають вимірником іншого. Класична практика обмежується першим контуром і тому або відхиляє заходи третього, або приймає їх без обґрунтування.



Рис. 1. Відповідність типу управлінського рішення та вимірника результату

Джерело: складено авторами

4. Узгоджений склад методичного інструментарію

Розмежування контурів оцінювання дозволяє перейти від переліку показників до впорядкованого інструментарію, в якому кожному завданню відповідає визначений метод, а кожному методу – визначений вимірник (табл. 2).

Щодо таблиці 2 доцільно зробити три зауваження методичного характеру.

Перше стосується базового рівня. Він винесений окремо і не віднесений до жодного контуру навмисно. Огляди фіксують, що вагомі результати починалися саме зі встановлення енергетичного базового рівня [1], а відсутність узгодженої бази нормування унеможливлює зіставлення результатів між закладами [2]. Графік навантаження кампусу підпорядкований навчальному процесу і є різко нерівномірним, тому нормування за календарним фондом часу занижує показники використання обладнання. Результат X. Gui, Z. Gou та Y. Lu [4] має тут прямий наслідок: базою нормування має бути фонд часу існування навантаження, а не календарний рік.

Друге стосується взаємного розташування контурів I і II: вони не конкурують. Захід, що не проходить контур I, не відхиляється автоматично, а переходить до контуру II, де питання ставиться інакше – не чи вигідно, а чи дешевше за альтернативу з тим самим фізичним результатом. І навпаки, захід, що проходить контур I з високим запасом, підлягає перевірці в контурі II за наявності такої альтернативи. Це знімає характерну ваду обґрунтувань на строку окупності, коли відбираються найшвидше окупні заходи, а сукупність відібраного не утворює працездатної системи.

Третє стосується організаційної складової. Її винесено окремим рядком, оскільки результат досягається за практично нульового капітального видатку, а отже, показник відношення витрат до результату для неї є виродженим. Ідеться про зміну правового режиму споживача, перегляд договірної потужності, зміну тарифної групи, перерозподіл навантаження між годинами доби. В інституціональній логіці, зафіксованій у таблиці 1, правовий статус є керованим параметром, а не зовнішньою умовою. Практичний наслідок: організаційна складова має оцінюватися першою і незалежно, а капітальні заходи – на тлі вже реалізованої організаційної, інакше ефект останньої буде хибно приписано обладнанню.

Запропонований інструментарій не є замкненим на економічні показники. Контур III оперує вимірниками, технічними за природою, але управлінськими за змістом, щойно вони стають предметом рішення про рівень забезпечуваної стійкості. Принципово те, що ці вимірники допускають перевірку за фактом: обчислена проєктним розрахунком тривалість автономної роботи зіставна з тривалістю, зафіксованою приладами обліку під час знеструмлення. Цим контур III відрізняється від оцінок відвернутих збитків, які перевірці не піддаються.

Порядок застосування контуру III складається з чотирьох кроків. Перший – визначення критичного навантаження: з переліку споживачів виділяються ті, зупинка яких перериває основну діяльність, і за даними обліку встановлюється їх сумарна потужність у характерні години. Другий – задання нормативу стійкості, тобто тривалості, протягом якої це навантаження має утримуватися за відсутності зовнішнього живлення; норматив є управлінським рішенням і формулюється в годинах. Третій – розрахунок складу обладнання та пов'язаного з ним капітального видатку. Четвертий – обчислення питомої вартості години утриманого живлення як відношення дисконтованих витрат безпекової частини капіталу до добутку критичного навантаження на нормативну тривалість.

Критерій ухвалення рішення в контурі III формулюється в три кроки і не зводиться до мінімуму витрат. Спершу перевіряється допустимість: варіант, що не забезпечує нормативної тривалості, відхиляється незалежно від вартості. Далі серед допустимих обирається той, що має найменшу питому вартість години

Таблиця 2

Склад методичного інструментарію оцінювання енергомодернізації інфраструктурних об'єктів закладу вищої освіти

Завдання оцінювання	Метод	Вимірник результату	Контур
Встановлення вихідного рівня споживання і структури витрат	Енергетичний аудит, нормування за стандартом систем енергетичного менеджменту	Питоме споживання на одиницю площі, на одного здобувача, на градусодобу опалювального періоду	базовий
Відбір заходів, результат яких виражається грошовим потоком	Дисконтування грошових потоків	NPV, IRR, PI, дисконтований строк окупності	I
Зіставлення альтернатив, що дають однаковий фізичний результат	Аналіз «витрати – ефективність»	Динамічна вартість генерації, грн на зекономлену кВт·год	II
Обґрунтування складу і потужності власної генерації	Розрахунок вирівняної вартості енергії з поданням результату як діапазону	LCOE, грн на вироблену кВт·год	II
Обґрунтування ємності накопичувача і рівня резервування	Багатокритеріальне зіставлення за незалежними критеріями з вибором визначального за максимумом	Тривалість автономної роботи, частка покриття критичного навантаження	III
Врахування невизначеності зовнішніх умов	Аналіз чутливості, сценарне моделювання, ймовірнісне подання результату	Діапазон значень показників контурів I і II за заданими сценаріями	наскрізний
Оцінювання організаційної складової забезпечення	Порівняння режимів правового статусу споживача за складом прав і обмежень	Приріст результату за незмінного капітального видатку	наскрізний

Джерело: складено авторами

утриманого живлення; цим забезпечується зіставність з логікою контуру II. Нарешті перевіряється бюджетна здійсненність: якщо жоден із допустимих варіантів не вкладається в наявний ресурс, переглядається не критерій, а сам норматив стійкості, з розрахунком того, якої тривалості можна досягти за наявного ресурсу.

Умова переходу від контуру II до контуру III формулюється відповідно: він застосовується тоді, коли предметом рішення є безперервність основної діяльності, і не застосовується до заходів, результат яких вичерпується скороченням споживання. Побудований у такий спосіб контур III стає предметом управлінського рішення: особа, яка його ухвалює, дістає відповідь на питання, яку тривалість автономної роботи заклад купує і за якою ціною за годину, а не перелік технічних параметрів обладнання.

Висновки. Встановлено, що показники дисконтованого грошового потоку є необхідним, але недостатнім інструментом оцінювання проєктів енергомодернізації закладів вищої освіти. Межі їх застосування визначаються позаринковим характером частини результатів, специфікою формування ставки дисконтування для бюджетної установи, невідповідністю горизонтів інвестиційного та бюджетного планування, а також законодавчими обмеженнями щодо запозичень.

Обґрунтовано триконтурний методичний інструментарій оцінювання енергомодернізації, що поєднує контури окупності, витратної ефективності та енергетичної стійкості. Визначено умови переходу між ними залежно від характеру управлінського рішення та способу вимірювання його результату. Для заходів зі скорочення споживання запропоновано застосовувати динамічну вартість генерації, для власної генерації – вирівняну вартість енергії, а для оцінювання стійкості – тривалість автономної роботи та частку покриття критичного навантаження. Для контуру стійкості запропоновано критерій вибору за найменшою питомою вартістю години утриманого живлення, що забезпечує зіставність з логікою контуру витратної ефективності.

Встановлено, що оцінювання має ґрунтуватися на нормуванні за фондом часу існування навантаження з урахуванням особливостей академічного календаря. Організаційну складову енергомодернізації доцільно оцінювати першочергово та незалежно від капітальних заходів, що дає змогу уникнути хибного приписування організаційного ефекту технологічним рішенням.

Практичне значення запропонованого інструментарію полягає у можливості його використання для обґрунтування вибору та пріоритизації заходів енергомодернізації в умовах обмеженого фінансування закладів вищої освіти. Перспективою подальших досліджень є апробація інструментарію на фактичних даних енергоспоживання та кількісне зіставлення результатів, отриманих за різними контурами оцінювання.

Конфлікт інтересів: Карпенко А.В. є членом редакційної колегії журналу. Для забезпечення незалежності редакційного процесу рукопис розглядався редактором, який не мав конфлікту інтересів з авторами. Карпенко А.В. не брав участі у відборі рецензентів, процесі рецензування та прийнятті рішення щодо публікації статті. Рукопис пройшов стандартну процедуру подвійного сліпого рецензування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Quispe E. C., Viveros Mira M., Chamorro Díaz M., Castrillón Mendoza R., Vidal Medina J. R. Energy Management Systems in Higher Education Institutions' Buildings. *Energies.* 2025. Vol. 18, iss. 7. Art. 1810. DOI: https://doi.org/10.3390/en18071810

2. Araújo da Silva L., de Aguiar Dutra A. R., de Andrade Guerra J. B. S. O. Decarbonization in Higher Education Institutions as a Way to Achieve a Green Campus: A Literature Review. *Sustainability.* 2023. Vol. 15, iss. 5. Art. 4043. DOI: https://doi.org/10.3390/su15054043

3. Almasri R. A., Abu-Hamdeh N. H., Al-Tamimi N. A state-of-the-art review of energy-efficient and renewable energy systems in higher education facilities. *Frontiers in Energy Research.* 2024. Vol. 11. Art. 1344216. DOI: https://doi.org/10.3389/fenrg.2023.1344216

4. Gui X., Gou Z., Lu Y. Reducing university energy use beyond energy retrofitting: The academic calendar impacts. *Energy and Buildings.* 2021. Vol. 231. Art. 110647. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110647

5. Boharb A., Allouhi A., El-houari H., El Markhi H., Jamil A., Kousksou T. Energy audit method applied to tertiary buildings: Case study of a University campus. *AIMS Energy.* 2022. Vol. 10, iss. 3. P. 506–532. DOI: https://doi.org/10.3934/energy.2022025

6. Sotnyk I., Sotnyk M., Olondar A., Pidoprygora N., Maslii M. Managing the Energy-Efficient Development of the University: Restraints and Ways to Overcome Them. *Mechanism of an Economic Regulation.* 2020. № 3 (89). С. 68–86. DOI: https://doi.org/10.21272/mer.2020.89.06

7. Сокровольська Н. Я., Корбутяк А. Г., Карча В. Я. Особливості фінансування вищої освіти в умовах війни. *Економіка та суспільство.* 2025. № 80. С. 123–131. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-80-14

8. Bertoldi P., Boza-Kiss B. Analysis of barriers and drivers for the development of the ESCO markets in Europe. *Energy Policy.* 2017. Vol. 107. P. 345–355. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.04.023

9. Wacinkiewicz D., Słotwinski S. The Statutory Model of Energy Performance Contracting as a Means of Improving Energy Efficiency in Public Sector Units as Seen in the Example of Polish Legal Policies. *Energies.* 2023. Vol. 16, iss. 13. Art. 5060. DOI: https://doi.org/10.3390/en16135060

10. Tuominen P., Reda F., Dawoud W., Elboshy B., Elshafei G., Negm A. Economic Appraisal of Energy Efficiency in Buildings Using Cost-effectiveness Assessment. *Procedia Economics and Finance.* 2015. Vol. 21. P. 422–430. DOI: https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00195-1

11. Tuominen P., Reda F., Dawoud W., Elboshy B., Elshafei G., Negm A. A cost-effectiveness assessment method and tool for assessing energy efficiency improvements in buildings. *Green Finance.* 2019. Vol. 1, iss. 1. P. 67–81. DOI: https://doi.org/10.3934/GF.2019.1.67

12. Đukić M., Zidar M. Sustainability of Investment Projects with Energy Efficiency and Non-Energy Efficiency Costs: Case Examples of Public Buildings. *Sustainability.* 2021. Vol. 13, iss. 11. Art. 5837. DOI: https://doi.org/10.3390/su13115837

13. Aldersey-Williams J., Rubert T. Levelised cost of energy – A theoretical justification and critical assessment. *Energy Policy.* 2019. Vol. 124. P. 169–179. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.10.004

14. Бланк І. О., Гуляєва Н. М., Вавдійчик І. М. Інвестиційний менеджмент : підручник : у 3 ч. Київ : Держ. торг.-екон. ун-т, 2023. Ч. 1. 504 с. DOI: https://doi.org/10.31617/p.knute.2023-244

15. Бюджетний кодекс України : Кодекс України від 08.07.2010 № 2456-VI. *Законодавство України* : вебсайт. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-17

16. Пуліна Т., Шитікова Л., Змикало О. Шляхи активізації процесів інвестування інноваційної діяльності України в умовах російсько-української кризи. *Управління змінами та інновації.* 2022. № 4. С. 14–19.

17. Koval V., Atstāja D., Shmygol N., Udovychenko V., Hrinchenko H., et al. (2025). Strategic Management and Security Risk Assessment of Energy Systems. *Urban Science,* 9(2), 48.

REFERENCES

1. Quispe E. C., Viveros Mira M., Chamorro Díaz M., Castrillón Mendoza R. & Vidal Medina J. R. (2025). Energy Management Systems in Higher Education Institutions' Buildings. *Energies*, 18(7), 1810. https://doi.org/10.3390/en18071810

2. Araújo da Silva L., de Aguiar Dutra A. R. & de Andrade Guerra J. B. S. O. (2023). Decarbonization in Higher Education Institutions as a Way to Achieve a Green Campus: A Literature Review. *Sustainability*, 15(5), 4043. https://doi.org/10.3390/su15054043

3. Almasri R. A., Abu-Hamdeh N. H. & Al-Tamimi N. (2024). A state-of-the-art review of energy-efficient and renewable energy systems in higher education facilities. Frontiers in Energy Research, 11, 1344216. https://doi.org/10.3389/fenrg.2023.1344216

4. Gui X., Gou Z. & Lu Y. (2021). Reducing university energy use beyond energy retrofitting: The academic calendar impacts. *Energy and Buildings*, 231, 110647. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110647

5. Boharb A., Allouhi A., El-houari H., El Markhi H., Jamil A. & Kousksou T. (2022). Energy audit method applied to tertiary buildings: Case study of a University campus. *AIMS Energy,* 10(3), 506–532. https://doi.org/10.3934/energy.2022025

6. Sotnyk I., Sotnyk M., Olondar A., Pidoprygora N. & Maslii M. (2020). Managing the Energy-Efficient Development of the University: Restraints and Ways to Overcome Them. *Mechanism of an Economic Regulation*, 3(89), 68–86. https://doi.org/10.21272/mer.2020.89.06

7. Sokrovolska N. Ya., Korbutiak A. H. & Karcha V. Ya. (2025). Osoblyvosti finansuvannia vyshchoi osvity v umovakh viiny [Features of higher education financing in wartime]. *Ekonomika ta suspilstvo,* 80, 123–131. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-80-14 [in Ukrainian].

8. Bertoldi P. & Boza-Kiss B. (2017). Analysis of barriers and drivers for the development of the ESCO markets in Europe. *Energy Policy,* 107, 345–355. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.04.023

9. Wacinkiewicz D. & Słotwinski S. (2023). The Statutory Model of Energy Performance Contracting as a Means of Improving Energy Efficiency in Public Sector Units as Seen in the Example of Polish Legal Policies. *Energies*, 16(13), 5060. https://doi.org/10.3390/en16135060

10. Tuominen P., Reda F., Dawoud W., Elboshy B., Elshafei G. & Negm A. (2015). Economic Appraisal of Energy Efficiency in Buildings Using Cost-effectiveness Assessment. *Procedia Economics and Finance*, 21, 422–430. https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00195-1

11. Tuominen P., Reda F., Dawoud W., Elboshy B., Elshafei G. & Negm A. (2019). A cost-effectiveness assessment method and tool for assessing energy efficiency improvements in buildings. *Green Finance*, 1(1), 67–81. https://doi.org/10.3934/GF.2019.1.67

12. Đukić M. & Zidar M. (2021). Sustainability of Investment Projects with Energy Efficiency and Non-Energy Efficiency Costs: Case Examples of Public Buildings. *Sustainability*, 13(11), 5837. https://doi.org/10.3390/su13115837

13. Aldersey-Williams J., & Rubert T. (2019). Levelised cost of energy – A theoretical justification and critical assessment. *Energy Policy,* 124, 169–179. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.10.004

14. Blank I. O., Huliaieva N. M. & Vavdiichyk I. M. (2023). *Investytsiinyi menedzhment* [Investment management] (Pt. 1). Kyiv: State University of Trade and Economics. https://doi.org/10.31617/p.knute.2023-244 [in Ukrainian].

15. Biudzhetnyi kodeks Ukrainy [Budget Code of Ukraine], No. 2456-VI (2010). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-17 [in Ukrainian].

16. Pulina T., Shytikova L. & Zmykalo O. (2022). Shliakhy aktyvizatsii protsesiv investuvannia innovatsiinoi diialnosti Ukrainy v umovakh rosiisko-ukrainskoi kryzy [Ways to intensify investment processes in Ukraine's innovation activities during the Russian-Ukrainian crisis]. *Upravlinnia zminamy ta innovatsiiamy,* (4), 14–19. [in Ukrainian].

17. Koval V., Atstāja D., Shmygol N., Udovychenko V., Hrinchenko H., et al. (2025). Strategic Management and Security Risk Assessment of Energy Systems. *Urban Science*, 9(2), 48.

Дата надходження статті: 02.10.2026
Дата прийняття статті до публікації: 10.11.2026
Дата публікації статті: 24.11.2026