

DOI: 10.32347/2786-7269.2022.1.140-156

УДК: 332.64

доцент **Драпіковський О.І.**,
a_drapikovsky@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-2370-986X,
доцент **Іванова І.Б.**,
i_ivanova@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-9325-686X,
Київський національний університет будівництва і архітектури

МЕТОДИ АНАЛІЗУ ВИТРАТ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ НЕРУХОМОСТІ

Мінімізація витрат усього життєвого циклу нерухомості як критерію прийняття рішення щодо економічної доцільності придбання чи будівництва певного об'єкту нерухомості порівняно з іншими об'єктами з такою з функціональною корисністю на сьогоднішній день стала обов'язковою вимогою більшості нормативно-правових актів України.

Разом з тим практичне втілення цієї вимоги стикається з проблемою методичного забезпечення аналізу витрат життєвого циклу з позиції невизначеності цих витрат у майбутньому та необхідності урахування вартості грошей у часі.

Сприяння вирішення зазначеної проблеми може стати запропоноване в цій статті застосування оціночних процедур, заснованих на дисконтуванні грошових потоків.

Дисконтування грошових потоків потребуватиме класифікації витрат життєвого циклу не лише за змістовним навантаженням, а й за часом їх виникнення на первісні та майбутні витрати, які в свою чергу розподіляються на разові, періодичні та регулярні.

Прийнятними одиницями вимірювання дисконтованих грошових потоків можуть бути чисті поточні витрати, річний еквівалент витрат, чисті заощадження, відношення заощаджень до інвестицій, внутрішня норма віддачі, дисконтований строк окупності, кожній з яких відповідає своя модель та критерій оцінки.

Для вирішення проблеми невизначеності майбутніх витрат та врахування притаманного при їх прогнозуванні ризику запропоновані методи аналізу чутливості результатів до змін ринкової ситуації та обґрунтована доцільність використання стохастичних моделей дисконтованих грошових потоків.

Ключові слова: витрати життєвого циклу; дисконтування грошових потоків; моделі та критерії оцінки; невизначеність; ризик.

Постановка проблеми. Нерухомість – це об’єкт, що створює матеріально-просторові передумови людського життя. Тому придбаваючи конкретний об’єкт, його власник чи користувач визначає своє майбутнє: і не тільки стосовно вигід і привілеїв, які він може одержати від цього об’єкта, а й стосовно зобов’язань з його утримання і експлуатації, а подекуди, і ліквідації, які мають цілком визначений вартісний вираз – витрати життєвого циклу нерухомості.

Подібно до зовнішніх витрат, витрати життєвого циклу безпосередньо не враховуються у сумі угоди з купівлі/оренди чи угоди з будівництва об’єкта нерухомості, але визначають доцільність таких витрат, оскільки охоплюють усі витрати, що мають бути понесені на стадії розвитку об’єкта нерухомості (набуття прав на земельну ділянку та її поліпшення), стадії його функціонування (витрати на утримання і експлуатацію) та на стадії ліквідації (витрати на «вивільнення» земельної ділянки від існуючих поліпшень шляхом їх знесення та утилізацію чи реконструкції).

Звідси цілком правомірним є інтерес при довгостроковому утриманні об’єктів нерухомості до загальної вартості їх життєвого циклу, яка відбивала б як короткострокову ціну – ціну купівлі/створення, так і вартість володіння, що дозволяє оцінити нерухомість з позиції її довгострокової ціни. При цьому покупці, спираючись на знання про витрати життєвого циклу нерухомості, швидше за все будуть згодні заплатити вищу ціну за придбання об’єкта, якщо їм відомо, що така ціна буде компенсована нижчими витратами на його утримання і експлуатацію. Інакше кажучи, аналіз витрат життєвого циклу можна розглядати як інструмент подолання асиметричності в обізнаності сторін угоди як концептуальної основи ринкової вартості, за якою «готові до транзакції покупець і продавець достатньо поінформовані про характер і особливості активу, його фактичне і можливе використання» [12, 23].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розуміння того, що витрати життєвого циклу мають слугувати одним з критеріїв оцінки доцільності укладання угод у сфері нерухомості, почало формуватися ще у 1930-ті роки, і згодом стало альтернативою принципу прийняття рішень про інвестування на основі мінімізації витрат на проектування та будівництво без належного аналізу необхідного стандарту утримання і експлуатації та доступних варіантів реновації побудованого об’єкта впродовж усього строку його життя.

Передусім ці зміни торкнулися інвестицій за рахунок бюджетних коштів, де загальні витрати життєвого циклу стали основним критерієм при оцінці тендерних пропозицій. Так, відповідно до Закону України «Про публічні закупівлі» у разі застосування вартості життєвого циклу як критерія оцінки тендерної пропозиції, крім ціни товару (роботи, послуги), мають бути враховані

й інші витрати, які нестиме безпосередньо замовник під час використання, обслуговування та припинення використання предмета закупівлі [1].

На виконання цієї законодавчої норми Міністерством розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України у 2020 році була розроблена і затверджена Примірна методика визначення вартості життєвого циклу, що окреслює базові параметри розрахунку вартості життєвого циклу для оцінки тендерних пропозицій [11].

Окрім того, аналіз витрат життєвого циклу затребуваний при вирішенні питань сталого розвитку нерухомості (енергоефективність, «зелене будівництво»), вплив на довкілля) і при аналізі ризиків, пов'язаних з втратою корисності об'єкта нерухомості внаслідок відмови чи ушкодження устаткування та обладнання, як це передбачено цілою низкою законів України [2-5] та національних стандартів [6-10].

Очевидно, що для впровадження зазначених законодавчих та нормативних вимог в практику потрібна розробка відповідних методів аналізу витрат життєвого циклу.

Питання про необхідність застосування концепції та методів аналізу витрат життєвого циклу при плануванні інвестицій та при оцінці їх ефективності у вітчизняній науковій літературі вперше було порушене ще на початку 1990-х років Ніколаєвим В.П. [21, 29-40].

У наш час розробці інструментарію аналізу витрат життєвого циклу на стадії проектування, будівництва та управління об'єктами нерухомості були присвячені роботи Бабак А.В. [18], Драпіковського О.І. [20], Іванової І.Б. [20], Куйбіди В.С. [19], Ніколаєва В.П. [19, 22, 23], Ніколаєвої Т. В. [23, 24], Савкової О. М. [25].

Разом з тим, у запропонованих підходах до обчислення витрат життєвого циклу ще не знайшли належного відображення сучасні вимоги загальноновизнаних у світі професійних оціночних стандартів щодо вирішення проблем невизначеності [12-14] і, передусім, у сфері оцінки нерухомості, в якій активно впроваджуються нові міжнародні стандарти будівельних вимірювань, включаючи і вимірювання витрат життєвого циклу [15, 16].

Основна мета статті полягає в розкритті методів аналізу витрат життєвого циклу нерухомості, передбаченого чинним ДСТУ ISO 15686-5:2020 [9]. Для досягнення цієї мети у статті будуть розглянуті питання щодо необхідних обсягів вхідних даних та рівнів аналізу, вибору критеріїв і моделей оцінки, заснованих на дисконтуванні грошових потоків, та інтерпретації їх результатів, а також щодо формування висновків, включаючи аналіз чутливості отриманих результатів до змін ринкової ситуації.

Виклад основного матеріалу

1. Концепція аналізу витрат життєвого циклу нерухомості. Аналіз витрат життєвого циклу – це інструмент, що може бути використаний для порівняння об'єктів нерухомості, які відповідають одним й тим самим вимогам стосовно продуктивності, надійності і безпеки, але розрізняються як за первісними витратами на їх придбання/створення, так і за майбутніми витратами, пов'язаними з їх подальшим утриманням і експлуатацією та вибуттям.

Такий аналіз ґрунтується на *принципі корисності*, який полягає у здатності будь-якого об'єкта нерухомості задовольняти певні людські потреби в конкретному місці протягом визначеного часу. Це дозволяє розглядати нерухомість як просторово-часовий об'єкт, кожній з стадій життєвого циклу якого притаманні як позитивні, так і негативні грошові потоки. У свою чергу, складання бюджету для всіх стадій життєвого циклу нерухомості суттєво полегшує вибір серед альтернативних способів досягнення цілей учасника ринку (покупця/орендаря), оскільки ці альтернативи мають одну і ту ж основу порівняння.

Аналіз витрат життєвого циклу надає можливість:

- оцінювати економічну доцільність придбання чи будівництва певного об'єкту нерухомості порівняно з іншими об'єктами з такою ж функціональною корисністю;
- оптимізувати вартість володіння за рахунок балансу первісних капітальних витрат та майбутніх експлуатаційних витрат;
- скласти реалістичний бюджет на утримання, експлуатацію та ремонт;
- підвищувати ймовірність прийняття рішення з найкращим співвідношенням ціни та якості.

Предметом аналізу життєвого циклу відповідно до національного стандарту ДСТУ ISO 15686-5:2020 [9] можуть бути:

- або доходи і витрати, пов'язані з набуттям прав на нерухомість (на земельну ділянку та її поліпшення) та з її подальшим використанням і розпорядженням, включаючи зовнішні витрати;
- або лише витрати, пов'язані зі створенням, експлуатацією і утилізацією земельних поліпшень чи її окремих елементів (елементів поліпшень).

Тому в національному стандарті [9] розрізняють поняття «вартість усього життя (WLC)», яке є більш загальним, оскільки враховує як витрати, так і доходи впродовж усього життєвого циклу, та більш конкретне поняття «витрати життєвого циклу (LCC)», яке фокусується переважно на витратах протягом певного періоду, що представляє інтерес – строку аналізу, який може і не охоплювати весь життєвий цикл.

Незважаючи на те, що LCC зосереджується на аналізі витрат, сфера застосування такого аналізу порівняно з WLC значно ширше і охоплює усі типи нерухомості, а не обмежується лише об'єктами, що приносять дохід.

2. Витрати життєвого циклу нерухомості. При обчисленні витрат життєвого циклу LCC предметом аналізу будуть усі інвестиційні та операційні витрати, що пов'язані зі створенням чи придбанням поліпшень ділянки землі та з їх використанням і розпорядженням.

Витрати на створення (придбання) поліпшень або їх елементів, включаючи витрати на підрядні роботи (вартість будівництва чи реконструкції, гонорари консультантів, комісійні витрати), вартість їх фінансування і прибуток девелопера – це сума, яка відповідає вартості заміщення (відтворення) поліпшення, що аналізується.

До цих витрат не включають так звані *безповоротні витрати* – витрати на товари та послуги, які понесені в минулому і які неможливо відшкодувати прийняттям чи неприйняттям певного варіанту інвестування, оскільки вони вже зроблені до прийняття рішення про реалізацію проекту і вони жодним чином не впливають на його ефективність.

Витрати на технічне обслуговування поліпшень та/або їх елементів (так звані витрати на управління «жорсткими» компонентами), які включають усі витрати, понесені для забезпечення необхідної корисності (придатності до використання) об'єкта нерухомості:

- витрати, пов'язані зі запобіганням знецінення поліпшень протягом строку їхньої експлуатації (*витрати на ремонт і заміну* конструктивних елементів та обладнання, строк експлуатації яких менший за строк фізичного життя будівлі), та

- витрати на регулярне обслуговування, профілактику і контроль за технічним станом поліпшень і витрати на комунальні послуги: енергозабезпечення, водопостачання та водовідведення тощо (*експлуатаційні витрати*).

Витрати, пов'язані з утриманням об'єкта (так звані витрати на управління «м'якими» компонентами), включаючи адміністративні витрати; витрати на сплату майнових податків, орендних платежів; витрати, пов'язані зі страхуванням будівлі та обладнання; витрати на охорону, включаючи протипожежну; витрати на санітарну очистку (прибирання, дезінфекція, вивіз сміття); витрати на заходи екологічного/регуляторного контролю.

До цієї категорії витрат відносять і *витрати, пов'язані з підтримкою певної діяльності користувачів* нерухомості: витрати на укомплектування будівлі персоналом для полегшення роботи користувача (приймальня, довідкова служба, комутатор, пошта, меблювання, IT-послуги, бібліотека,

конференц-зали, харчування, торговельні послуги, фітнес тощо) або аутсорсингові контракти на надання таких послуг.

Витрати на утримання об'єкта та на супровід користувачів як правило не розглядають при порівняльній оцінці варіантів витрат життєвого циклу LCC, проте ці витрати враховують при бюджетуванні всього життя WLC.

Зауважимо, що до складу витрат на утримання не входять амортизаційні відрахування на земельні поліпшення та витрати з обслуговування іпотечних боргових зобов'язань

Податки та субсидії, пов'язані зі сталим розвитком (енергоефективність, викиди вуглекислого газу, інших забруднювачів, скиди в воду та розміщення відходів тощо). Аналіз витрат життєвого циклу LCC має бути скориговано відповідно будь-якого рівня оподаткування, що виникає внаслідок різних альтернативних варіантів, запропонованих для розгляду.

Витрати на вибуття, що включають витрати на трансформацію (ліквідацію) земельних поліпшень по завершенню строку їх життя та на виконання будь-яких зобов'язань з вивільнення земельної ділянки. Ці витрати можуть бути зменшені на дохід від реалізації окремих конструктивних елементів, матеріалів і устаткування чи передачі прав на об'єкт нерухомості. При визначенні витрат/доходу у кінці строку життя (строку аналізу) враховують термінальну вартість (залишкову вартість заміщення) поліпшень та/або їх конструктивних елементів.

Витрати життєвого циклу можуть бути класифіковані не лише за змістовим навантаженням, а й за часом їх виникнення (рис. 1).

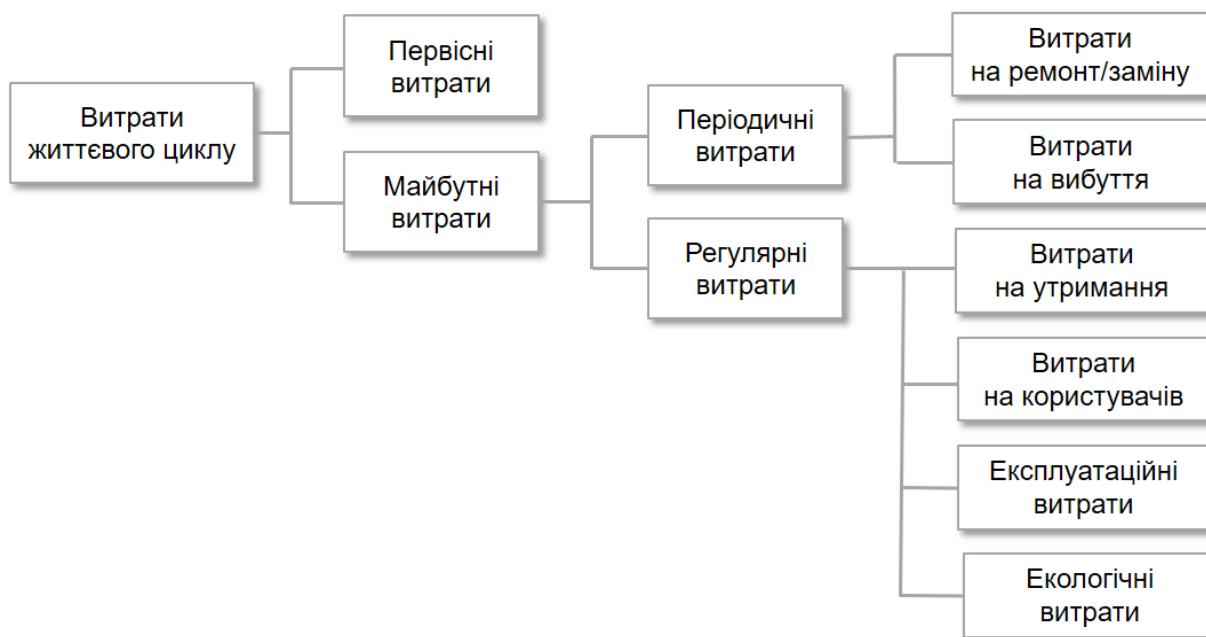


Рис. 1. Первісні і майбутні витрати життєвого циклу.

За часом виникнення витрати життєвого циклу поділяють:

- на *первісні витрати* IC_0 – усі витрати, понесені до введення об'єкта будівництва в експлуатацію;
- на *майбутні витрати* – усі витрати/надходження, що мають місце з моменту введення об'єкта будівництва в експлуатацію до його трансформації (ліквідації).

Майбутні витрати складаються з *періодичних витрат* RC_{k_j} , необхідних для підтримки нерухомості й її компонентів у належному стані протягом строку володіння (наприклад, циклічні ремонтні роботи та/або заміна відносно недовговічних компонентів) і *разових витрат* CL_n у кінці цього строку, та з *регулярних витрат* MC_t , що включають витрати і надходження, пов'язані з утриманням та експлуатацією нерухомості.

3. Часові параметри аналізу витрат життєвого циклу. При аналізі витрат життєвого циклу використовують такі часові параметри:

1. *Строк (період) аналізу* n – проміжок часу від погодженої базової дати до заданої дати в майбутньому.

Строк аналізу зазвичай визначається клієнтом, наприклад строк оренди чи концесії, строк до першого ремонту і таке інше. Проте строк аналізу не може перевищувати строк життя, протягом якого будівля та/або її конструктивні елементи і обладнання задовольняють конкретні вимоги: фізичні, функціональні, економічні, технологічні, юридичні та соціальні.

Залежно від цих вимог у керівництві RICS [14] наведені відповідні види життя:

- *фізичне життя* – строк, протягом якого фізичний стан будівлі та її окремих конструктивних елементів забезпечують їх безпечно використання;
- *функціональне життя* – строк, протягом якого будівля (компонент) використовується за первісним призначенням;
- *економічне життя* – строк, протягом якого реалізація функціонального призначення будівлі (компонента) вважається найменш витратним варіантом;
- *технологічне життя* – строк, протягом якого будівля (компонент) технічно/ технологічно перевершує альтернативи;
- *юридичне життя* – строк, протягом якого будівля (компонент) задовольняє регуляторним чи законодавчим вимогам;
- *соціальне життя* – строк, протягом якого будівля (компонент) відповідає людським пріоритетам і не потребуватиме заміни з причин, відмінних від економічних міркувань.

Якщо закінчення строку аналізу не збігається із закінченням життєвого циклу поліпшення чи його окремого компонента, то в кінці строку аналізу

необхідно враховувати термінальну вартість цього поліпшення як позитивний грошовий потік.

2. *Базова дата* – дата початку аналізу. Як правило, за базову дату приймають момент введення об'єкта будівництва в експлуатацію, тобто дату початку стадії функціонування об'єкта нерухомості. При цьому всі витрати, понесені до базової дати, підсумовують і враховують як первісні капітальні витрати. Натомість усі майбутні витрати, які будуть понесені після базової дати впродовж строку аналізу, підлягають дисконтуванню, щоб відбити вартість грошей у часі.

Проте базова дата не обов'язково збігається з датою початку стадії функціонування. Дата початку стадії функціонування може настати пізніше за базову дату. У цьому випадку дисконтуванню підлягають не лише витрати на утримання і технічне обслуговування об'єкта, а й первісні капітальні витрати, понесені після базової дати, а строк аналізу збільшують на час, що віддаляє базову дату і дату функціонування.

Приведення грошових потоків до загального значення на базову дату дозволяє безпосередньо порівнювати альтернативи, які мають однакову (або близьку) функціональну продуктивність, але різняться між собою за первісними і майбутніми витратами протягом строку аналізу.

3. *Дата (період) k , на яку припадають майбутні витрати.*

Обчислення майбутніх витрат життєвого циклу можуть бути засновані на одній з двох передумов про їх реальний чи номінальний характер:

- *реальні витрати* ґрунтуються на *актуальних на дату оцінки даних* за спеціальним припущенням, що майбутні витрати вже понесені відповідно до передбачених періодів функціонування і ліквідації земельних поліпшень та/або їх компонентів, або

- *номінальні витрати* ґрунтуються на *прогнозованих даних* за спеціальним припущенням, що майбутні витрати будуть понесені відповідно до передбачених періодів функціонування та ліквідації земельних поліпшень та/або їх компонентів.

Очевидно, що зі збільшенням строку аналізу прогнози щодо майбутніх витрат стають більш невизначеними внаслідок зроблених припущень стосовно інфляційних процесів, технологічних і регуляторних змін тощо. Тому при аналізі життєвого циклу переважно використовують не номінальні, а реальні витрати, тобто ті, які актуальні на момент аналізу, а припущення стосовно інфляційних процесів, технологічних і регуляторних змін розглядають у рамках аналізу чутливості.

4. *Ставка дисконтування.* Ставка дисконтування Y слугує мірою вартості грошей у часі, за якою здійснюється приведення різночасових значень

витрат у поточні на базову дату i , тим самим, дозволяє здійснити порівняльну оцінку результатів обчислення витрат життєвого циклу різних варіантів за певною одиницею вимірювання, обраною за критерій оцінки.

При порівняльній оцінці варіантів витрат життєвого циклу за *одиницю вимірювання* може бути обраний будь-який або всі із загальновідомих критеріїв оцінки економічної доцільності інвестування: чисті поточні витрати, річний еквівалент витрат, чисті заощадження; відношення заощаджень до інвестицій, внутрішня норма віддачі, дисконтований строк окупності, – кожному з яких відповідає своя модель життєвого циклу.

4. Моделі життєвого циклу.

Модель чистих поточних витрат NPC є доданком поточних вартостей початкових капітальних витрат на поліпшення в цілому чи на певний елемент або групу елементів поліпшення, періодичних витрат на їх реновацію (ремонт і заміну), регулярних витрат на експлуатацію і утримання та доходу від їх утилізації чи перепродажу.

Оскільки аналіз життєвого циклу фокусується на витратах, а не на доходах, у моделі чистих поточних витрат прийнято розглядати витрати як позитивні, а доходи як від'ємні величини. При цьому найкращим вибором між двома конкуруючими альтернативами є той, який має мінімальні чисті поточні витрати. Проте застосування цього критерію оцінки обмежується вимогою, за якою порівнювані альтернативи повинні мати однакову тривалість строку аналізу.

Модель річного еквівалентну витрат циклу EAC також відображає доданок поточних витрат цих складових, проте не в капітальному, а в їх річному вимірі, що дозволяє в разі потреби застосовувати цю модель для оцінки альтернатив з різною тривалістю строку аналізу.

Очевидно, що при зіставленні різних варіантів поліпшення перевагу надаватимуть тим з них, що матимуть менше значення річного еквіваленту витрат життєвого циклу.

Модель чистих заощаджень NS відображає різницю між інвестованою та заощадженою сумою, в значеннях поточної вартості. Сума, що інвестується, повинна включати первісні капітальні витрати, періодичні витрати на реновацію, а також враховувати витрати на вибуття. Натомість заощадження повинні включати скорочення експлуатаційних витрат та витрат на утримання. Проект вважається ефективним, якщо заощадження перевищують інвестиції.

Зауважимо, що розмір заощаджень ΔMC_t має відносний характер і визначається шляхом посилення на обраний базовий варіант, так званого контрфактичного моделювання значень. У разі оцінювання економічної доцільності альтернативних варіантів, чистими заощадженнями вважають

різницю між чистими поточними витратами (річним еквівалентом витрат) життєвого циклу цих двох варіантів.

Обрання альтернативного варіанта з найбільшим значенням чистих заощаджень означає те саме, що й обрання альтернативного варіанта з найнижчим значенням чистих поточних витрат чи річного еквіваленту витрат.

Модель відношення заощаджень до інвестицій SIR дає можливість оцінити економічну доцільність інвестиції як відносну величину шляхом ділення поточної вартості заощаджень на експлуатаційних витратах і витратах утримання на поточну вартість усіх капітальних витрат.

Відношення заощаджень та інвестицій можна розглядати як показник співвідношення ціни та якості, де будь-яке відношення, що перевищує 1,0, вважається економічно доцільним, оскільки кожна додатково інвестована одиниця дозволить досягти більших заощаджень.

Ця одиниця вимірювання може бути використана, щоб установити пріоритетність серед кількох проектів способом ранжирування у напрямку зменшення ефективності, та для визначення пріоритетних проектів з найвищим значенням відношення заощаджень до інвестицій.

Модель внутрішньої норми віддачі IRR визначає відсоткову ставку повернення заощаджень відносно інвестицій. На відміну від розглянутих вище моделей, які вимагають попереднього визначення (вибору) ставки дисконтування, внутрішня норма віддачі є відсотковою ставкою, при якій поточна вартість заощаджень дорівнює поточній вартості інвестицій.

Ще одним з критеріїв, що використовують при оцінці економічної доцільності, є дисконтована окупність *DPB* – міра часу, необхідного для компенсації поточної вартості інвестицій поточною вартістю заощаджень. Разом з тим, більшість фахівців розглядають цей критерій оцінки як попередній, надаючи перевагу таким критеріям, як чисті поточні витрати та річний еквівалент витрат життєвого циклу.

Основні одиниці вимірювання, моделі та критерії оцінки різних варіантів витрат життєвого циклу наведені в таблиці 1.

5. Невизначеність оцінки життєвого циклу. Моделі життєвого циклу дозволяють оцінити не тільки економічну доцільність реалізації проекту, а й ступінь чутливості останньої до зміни значень кожної змінної моделі: ставки дисконтування, строків експлуатації та періодів оновлення конкретних конструктивних елементів, обсягів регулярних і періодичних витрат та витрат на вибуття.

Така чутливість пояснюється можливими відхиленнями в значеннях змінних моделі в зв'язку з плинністю ринкової ситуації, які неможливо точно передбачити. Тому повинен бути врахований ризик їх можливої зміни протягом

Таблиця 1

Моделі життєвого циклу

Одиниця вимірювання	Модель оцінки	Критерії оцінки
Чисті поточні витрати	$NPC = IC_0 + \sum_{j=1}^m \frac{RC_{k_j}}{(1+Y)^{k_j}} + \sum_{t=1}^n \frac{MC_t}{(1+Y)^t} - \frac{CL_n}{(1+Y)^n}$	$NPC \rightarrow \min$
Річний еквівалент витрат циклу	$EAC = IC_0 \cdot Y + \sum_{j=1}^m \frac{RC_{k_j} \cdot Y \cdot (1+Y)^{n-k_j}}{(1+Y)^{k_j} - 1} + MC_t^A - \frac{CL_n \cdot Y}{(1+Y)^n - 1}$	$EAC \rightarrow \min$
Чисті заощадження	$NS = \sum_{t=1}^n \frac{\Delta MC_t}{(1+Y)^t} - \left(IC_0 + \sum_{j=1}^m \frac{RC_{k_j}}{(1+Y)^{k_j}} - \frac{CL_n}{(1+Y)^n} \right)$	$NS \rightarrow \max$
Відношення заощаджень до інвестицій	$SIR = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{\Delta MC_t}{(1+Y)^t}}{IC_0 + \sum_{j=1}^m \frac{RC_{k_j}}{(1+Y)^{k_j}} - \frac{CL_n}{(1+Y)^n}}$	$SIR \rightarrow \max$
Внутрішня норма віддачі	$\sum_{t=1}^n \frac{\Delta MC_t}{(1+IRR)^t} = \left(IC_0 + \sum_{j=1}^m \frac{RC_{k_j}}{(1+IRR)^{k_j}} - \frac{CL_n}{(1+IRR)^n} \right)$	$IRR \rightarrow \max$

реалізації проекту, який може вплинути на відносні переваги запропонованого варіанта проектного рішення.

Аналіз чутливості для кожної з названих змінних моделі дозволить встановити потенційно непропорційний ефект їх можливих змін на економічну доцільність проектного рішення та визначити гранично допустимі для безбитковості проекту відхилення їх значень і, тим самим, виділити субстанціональні (істотні) змінні моделі.

Очевидно, що ризик прогнозування витрат життєвого циклу зростатиме зі збільшенням строку аналізу – віддаленості у часі очікуваних у майбутньому витрат і, як наслідок, невизначеності їх значень, оскільки всі вони засновані на припущеннях. При цьому діапазони значень перелічених вище змінних мають бути вірогідними в передбачуваних межах та відповідними до умов, установлених замовником у технічному завданні.

У більшості моделей життєвого циклу ефект впливу варіабельності можливих значень їх змінних на кінцеве значення обраного критерія можна

прослідкувати за допомогою проведення стрес-тестування, побудови матриці можливих ризиків і шансів та оцінки ймовірності отримання позитивного результату проекту.

За результатами *стрес-тестування* встановлюють, які вхідні дані мають найбільший вплив на значення обраного критерія оцінки життєвого циклу та наскільки обґрунтовано остаточне рішення. Одночасно аналіз чутливості щодо змін значень кожної із змінних моделі дозволяє зрозуміти, які з них насправді є не впливовими і можуть бути виключені з моделі життєвого циклу через відсутність суттєвості.

Головним недоліком такого по-елементного аналізу чутливості є те, що відхилення значень змінних розглядають ізольовано один від одного, тоді як на практиці будь-які трансформації в тій чи іншій мірі взаємозумовлені. Найчастіше робиться припущення про повну позитивну або повну негативну кореляцію відхилень істотних змінних.

При повній позитивній кореляції економічна доцільність проектного рішення буде достатньо надійною (негативне відхилення значень) і навіть високою (позитивне відхилення значень), а при повній негативній кореляції, коли обсяг заощаджень експлуатаційних витрат знижується, а обсяг капітальних витрат – зростає, економічна доцільність проектного рішення буде вельми нестійкою.

Якщо ж припустити, що істотні змінні будуть відхилятися не тільки в різних напрямках, а й незалежно одна від одної, то безліч значень критеріїв оцінки (чистих поточних витрат, річного еквіваленту витрат та інших) можна представити у вигляді *матриці можливих значень критеріїв оцінки*, що дасть змогу виявити області їх можливого як позитивного, так і негативного відхилення.

У цьому випадку розміри можливого відхилення значень критеріїв оцінки, визначених для базового варіанту, хоча і відображають детерміноване поняття ризику, але дозволяють класифікувати наслідки такого відхилення для економічної доцільності проектного рішення в термінах притаманних йому ризиків (ризик, що важко перенести; стерпний ризик; прийнятний ризик) і шансів (сприятливий шанс, надзвичайно сприятливий шанс).

Однак окреслення можливих областей відхилень без розгляду ймовірності отримання того чи іншого значення критерія оцінки ще не є оцінкою ризику. За суттю, поняття «ризик, що важко перенести», «стерпний ризик» та «прийнятний ризик» відображають поєднання їх наслідків (незначні, середні, катастрофічні) та ймовірності їх настання (низька, середня, висока).

Таким чином, оцінка ризику припускає, що для кожної суттєвої змінної визначається діапазон її можливих значень, які систематично вводяться в

модель життєвого циклу на випадковій основі відповідно до заданих розподілами ймовірності, а отриманий результат має не єдине значення, а подається як розподіл ймовірностей для різних значень критерія оцінки. Інакше кажучи, для оцінки ризику виникає потреба переходу до стохастичної моделі життєвого циклу.

Застосування *стохастичних моделей* для оцінки економічної доцільності реалізації проектного рішення дозволяє перевести властиву життєвому циклу нерухомості невизначеність у ситуацію ризику, коли отримання будь-якого з результатів ймовірно і може бути визначено. Це дає можливість використовувати недетерміновані дані та отримувати прийнятну картину можливих результатів, що мають свою статистичну інтерпретацію, а не єдине значення обраного критерія оцінки, для якого незрозуміла ймовірність його досягнення.

Так, кумулятивний розподіл частоти значень чистих поточних витрат свідчить, що ймовірність ризику, що важко перенести, наслідки якого катастрофічні, так само як і ймовірність надзвичайно сприятливого шансу, що має відмінні наслідки, є низькою. Натомість ймовірність стерпного ризику, наслідки якого терпимі, та ймовірність сприятливого шансу, наслідки якого бажані, – середня, а ймовірність прийнятного ризику, що має незначні наслідки, – висока.

Висновки та рекомендації подальшого дослідження. Викладений у статті матеріал безумовно не вичерпує усієї проблематики, пов'язаної з концепцією життєвого циклу в оцінці нерухомості. Це лише один з прикладів дидактики реалізації в оціночній практиці ДСТУ ISO 15686-5:2020 (ISO 15686-5:2017, IDT) «Будівлі та об'єкти нерухомого майна. Планування строку експлуатації. Частина 5. Оцінювання вартості життєвого циклу» [9].

Водночас обчислення витрат життєвого циклу – важлива складова загальної методології оцінки сталості об'єктів будівництва в національних, європейських та міжнародних стандартах з питань сталого розвитку, що набули чинності в останні роки [10, 17]. Відображаючи економічний аспект доцільності такого розвитку, аналіз витрат життєвого циклу не тільки доповнюється, а й підтримується якісними і кількісними екологічними та соціальними аспектами сталого проектування.

Такі екологічні стандарти сертифікації будівель, як BREEAM і LEED, демонструють бажаність обчислення витрат життєвого циклу для підтримки рішень, прийнятих щодо сталості. BREEAM, наприклад, підтримує обчислення витрат життєвого циклу з кількома періодами аналізу, що охоплюють як усю будівлю, так і докладні порівняння варіантів її конструктивних елементів.

Загалом, аналіз витрат життєвого циклу найкращим чином підходить для оцінки альтернатив у створенні об'єктів, що відповідають установленим вимогам, проте можуть мати різні початкові капітальні витрати, витрати на експлуатацію і на ремонт, а також різну залишкову вартість заміщення земельних поліпшень. Отримана в результаті такого аналізу інформація може бути використана для внесення змін у запропоновані альтернативи та для розробки більш обґрунтованих стратегій сталого розвитку у сфері нерухомості.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Закон України «Про публічні закупівлі» від 25 грудня 2015 року № 922-VIII.
2. Закон України «Про стратегічну екологічну оцінку» від 20 березня 2018 року № 2354-VIII.
3. Закон України «Про надання будівельної продукції на ринку» від 02 вересня 2020 року № 850-IX.
4. Закон України «Про енергетичну ефективність» від 21 жовтня 2021 року № 1818-IX.
5. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» від 22 червня 2022 року № 2118-VIII.
6. ДСТУ ISO 14044:2013 (ISO 14001:2006, IDT). Екологічне управління. Оцінювання життєвого циклу. Вимоги та настанови. – К.: Мінекономрозвитку України, 2014.
7. ДСТУ ISO 14001:2015 (ISO 14001:2015, IDT). Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016.
8. ДСТУ ISO 15686-1:2020 (ISO 15686-1:2011, IDT). Будівлі та об'єкти нерухомого майна. Планування терміну служби. Частина 1. Основні принципи та методологія. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2020.
9. ДСТУ ISO 15686-5:2020 (ISO 15686-5:2017, IDT). Будівлі та об'єкти нерухомого майна. Планування строку експлуатації. Частина 5. Оцінювання вартості життєвого циклу. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2020.
10. ДСТУ ISO 15392:2022 (ISO 15392:2019, IDT). Сталість в будівлях та будівельних роботах. Загальні принципи. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2022.
11. Примірні методика визначення вартості життєвого циклу, затверджена наказом Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України від 28.09.2020 № 1894
12. Міжнародні стандарти оцінки, чинні з 31 січня 2022. / Пер. з англ. УТО. – К.: «Аванпост-Прим», 2022. – 164 с.
13. European Valuation Standards. Ninth edition. London: TEGOVA, 2020. 391 p.
14. Life cycle costing. RICS guidance note. 1st edition. Effective from 1 July 2016 – London: Royal Institution of Chartered Surveyors, 2016.
15. Global Consistency in Presenting Construction and Other Life Cycle Costs. 2nd edition. – ICMS Coalition, 2019.
16. Global Consistency in Presenting Construction Life Cycle Costs and Carbon Emissions. 3rd edition. – ICMS Coalition, 2021.
17. EN 15643:2021. Sustainability of construction works. Framework for assessment of buildings and civil engineering works. – Brussels: European Committee for Standardization, 2021.
18. Бабак А.В. Адаптація вартісно-орієнтованого управління підприємством до об'єктів житлової нерухомості: автореф. дисертації ... канд. екон. наук. – К.: КНУБА, 2021. – 22 с.
19. Куйбіда В.С. Політика ціноутворення у будівництві: ресурсне нормування, чи управління вартістю / В.С. Куйбіда, В.П. Ніколаєв // Управління сучасним містом:

Щомісячний науково-практичний журнал. – № 1 – 4/1 - 12 (33 – 36). – К.: НАДУ, 2009. – С. 58-67.

20. Недвижимое имущество и его стоимость: монография / А. Драпиковский, И. Иванова. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. – 159 с.

21. Николаев В.П. Введение в рыночную экономику строительства: научное издание / В.П. Николаев. – К.: Будівельник, 1991. – 88 с.

22. Николаев В.П. Информационное и нормативно-методическое обеспечение анализа жизненного цикла капитальных инвестиций. // Формування ринкових відносин в Україні: Зб. наук. праць. – 2011. – № 9 (124). – С. 88-93.

23. Николаев В.П. Сучасна система знань з економіки та управління будівельними об'єктами / В.П. Николаев, Т.В Николаева. – Будівельне виробництво – 2014 – № 56 – С.83-88.

24. Николаева Т.В. Методологія і організація вартісно-орієнтованого управління нерухомим майном державної власності: автореферат дисертації ... доктора економічних наук. – Ірпінь: УДФСУ. 2019. – 38 с.

25. Савкова О.М. Життєвий цикл інвестиційного проекту в будівельній сфері / О.М. Савкова // Економіка: проблеми теорії та практики: Зб. наук. праць. – Вип. 262: В 12 т. – Т. X. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2010. – С. 2558-2564.

Associate Professor **Drapikovskiy Oleksandr**,
Associate Professor **Ivanova Iryna**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

PROPERTY LIFE CYCLE COST ANALYSIS METHODS

The minimization of the property life cycle cost as a criterion for making a decision regarding the economic feasibility of purchasing or building a certain real estate object compared to other objects with functional utility today has become a mandatory requirement of most regulatory and legal acts in Ukraine.

At the same time, the practical implementation of this requirement faces the problem of methodical provision of life cycle cost analysis from the standpoint of the uncertainty of these costs in the future and the need to take into account the time value of money.

The application of valuation procedures based on cash flow discounting, proposed in this article, can contribute to the solution of this problem.

Discounting cash flows will require the classification of life cycle costs not only by content load, but also by the time of their occurrence into initial and future costs, which in turn are divided into once-only, periodic and regular costs.

Acceptable units of measurement of discounted cash flows can be net present costs, equivalent annual cost, net savings; savings to investments ratio, internal rate of return, discounted payback period, each of which corresponds to its own model and valuation criterion.

To solve the problem of the uncertainty of future costs and to take into account the risk inherent in their forecasting, the methods of analyzing the sensitivity of the

results to changes in the market situation are proposed and the justified feasibility of using stochastic discounted cash flows models is justified.

Keywords: life cycle cost; discounting cash flows; valuation models and criteria; uncertainty; risk.

REFERENCES

1. Zakon Ukrainy «Pro publichni zakupivli» vid 25 grudnja 2015 roku № 922-VIII. {in Ukrainian}.
2. Zakon Ukrainy «Pro strategichny ocinky» vid 20 bereznja 2018 roky № 2354-VIII. {in Ukrainian}.
3. Zakon Ukrainy «Pro nadannja budivel`noi produkcii na rynku» vid 02 veresnja 2020 roku № 850-IX. {in Ukrainian}.
4. Zakon Ukrainy «Pro energetychnu efektyvnist`» vid 21 zhovtnja 2021 roky № 1818-IX. {in Ukrainian}.
5. Zakon Ukrainy «Pro energetychnu efektyvnist` budivel`» vid 22 chervnja 2022 roky № 2118-VIII. {in Ukrainian}.
6. DSTU ISO 14044:2013 (ISO 14001:2006, IDT). Ekologichne upravlinnja. Ocinnjuvanja zhyttevogo cyklu. Vymogy ta nastanovy. – K.: Minekonomrozvytky Ukrainy, 2014. {in Ukrainian}.
7. DSTU ISO 14001:2015 (ISO 14001:2015, IDT). Systema ekologichnogo upravlinnja. Vymogy ta nastanovy czhodo zastosuvannja. – K.: DP «UkrNDNC», 2016. {in Ukrainian}.
8. DSTU ISO 15686-1:2020 (ISO 15686-1:2011, IDT). Budivli ta ob`ekty neruhomogo majna. Planuvannja terminu sluzchby. Chastyna 1. Osnovni pryncypy ta metodologija. – K.: DP «UkrNDNC», 2020. {in Ukrainian}.
9. DSTU ISO 15686-5:2020 (ISO 15686-5:2017, IDT). Budivli ta ob`ekty neruhomogo majna. Chastyna 5. Ocinnjuvanja vartosti zhyttevogo cyklu. – K.: DP «UkrNDNC», 2020. {in Ukrainian}.
10. DSTU ISO 15392:2022 (ISO 15392:2019, IDT). Stalist` v budivljah ta budivel`nyh robotah. Zagal`ni pryncypy. – K.: DP «UkrNDNC», 2022. {in Ukrainian}.
11. Prymirna metodyka vyznachennja vartosti zhyttevogo cyklu. Nakaz Minekonomrozvytky Ukrainy vid 28.09.2020 № 1894. {in Ukrainian}.
12. Mizchnarodni standarty ocinky, chynni z 31 sichnja 2022. / Per z angl. UTO. – K.: «Avanpost-Prim, 2022. – 164 s. {in Ukrainian}.
13. European Valuation Standards. Ninth edition. London: TEGOVA, 2020. 391 p.
14. Life cycle costing. RICS guidance note. 1st edition. Effective from 1 July 2016 – London: Royal Institution of Chartered Surveyors, 2016.

15. Global Consistency in Presenting Construction and Other Life Cycle Costs. 2nd edition. – ICMS Coalition, 2019.
16. Global Consistency in Presenting Construction Life Cycle Costs and Carbon Emissions. 3rd edition. – ICMS Coalition, 2021.
17. EN 15643:2021. Sustainability of construction works. Framework for assessment of buildings and civil engineering works. – Brussels: European Committee for Standardization, 2021.
18. Babak A.V. Adaptacija vartisno-orientovanogo upravlinnja pidpiemstvov do ob`ektiv zhytlovoi neruhomosti: avtoref. disertaciji ... kand. ekon. nauk. – K.: KNUBA, 2021. – 22 s. {in Ukrainian}.
19. Kujbida V.S. Politika cinoutvorennja v budivnyctva: resursne normuvannja, ch upravlinnja vartistju / V.S. Kujbida, V.P. Nikolaev // Upravlinnja suchasnym mistom: Czhomisjanyj naukovy-praktychyj czhurnal. – № 1 – 4/1 - 12 (33 – 36). – K.: NADU, 2009. – S. 58-67. {in Ukrainian}.
20. Nedvizhimoe imuchestvo i ego stoimost`: monografija / O. Drapikovskiy, I. Ivanova. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. – 159 s. {in Russian}.
21. Nikolaev V.P. Vvedenie v rynochnuju ekonomiku stroitel`stva: nauchnoe izdanie / V.P. Nikolaev. – K.: Budivel`nyk, 1991. – 88 s. {in Russian}.
22. Nikolaev V.P. Informacionnoe i normativno-metodicheskoe obespechenie analiza zhiznennogo cikla capital`nyh investicij. // Formuvannja rynkovykh vidnosyn v Ukraini: Zb. nauk. prac`. – 2011. – № 9 (124). – S. 88-93. {in Russian}.
23. Nikolaev V.P. Suchasna systema znan` z ekonomiky ta upravlinnja budivel`nymy ob`ektamy / V.P. Nikolaev, T.V. Nikolaeva. – Budivel`ne vyrobnyctvo – 2014 – № 56 – S.83-88. {in Ukrainian}.
24. Nikolaeva T.V. Metodologija i organizacija vartisno-orientovanogo upravlinnja neruhomym majnom derzhavnoji vlasnosti: avtoref. disertaciji ... doktora ekon. nauk. – Irpin`: UDFSU. 2019. – 38 s. {in Ukrainian}.
25. Savkova O.M. Zhyttevyj cykl investycijnogo proektu v budivel`nij sferi / O.M. Savkova // Ekonomika: problemy teorij ta praktyky: Zb. nauk. prac`. – Vyp. 262: B 12 т. – Т.Х. – Dnipropetrovs`k: DNU, 2010. – S. 2558-2564. {in Ukrainian}.