

УДК 72.01

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.241023.110.999

КОЕФІЦІЄНТ ЕКОЛОГІЧНОГО СЛІДУ АРХІТЕКТУРИ ЯК ФАКТОР ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНИХ ЗЕЛЕНИХ СТАНДАРТІВ

ФОМЕНКО О. О.^{1*}, *докт. арх-ри, проф.*,
ЧЕЧЕЛЬНИЦЬКИЙ С. Г.², *докт. арх-ри, проф.*

^{1*} Кафедра інноваційних технологій у дизайні архітектурного середовища, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, вул. Маршала Бажанова, 17, 61002, Харків, Україна, тел. +38 (057) 706-15-37, e-mail: oksana.fomenko@kname.edu.ua, ORCID ID: 0000-0003-0588-4186

² Кафедра інноваційних технологій у дизайні архітектурного середовища, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, вул. Маршала Бажанова, 17, 61002, Харків, Україна, тел. +38 (057) 706-15-37, e-mail: Serhii.Chechelnytskyi@kname.edu.ua, ORCID ID: 0009-0002-0247-9054

Анотація. Стаття є спробою узагальнити та адаптувати до архітектурної науки цикли досліджень, присвячених проблемі формування національних зелених стандартів в умовах виходу міст та прилеглих до них регіонів «за межі зростання». Цей підхід ґрунтується на циклах досліджень принципів сталого функціонування міст України проведених фахівцями кафедри інноваційних технологій у дизайні архітектурного середовища Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова. Результатом досліджень стало переконання авторів у тому, що існуючі методи та інструментарії адаптації архітектурної складової міст України до глобальних викликів не в повній мірі відповідають вимогам часу. Зокрема, існуючі світові рейтингові системи оцінювання впливу архітектури на довкілля за змістом та формою стали дуже потужним фактором формування екопозитивної архітектури, але не відображають усієї картини її впливу на екологічні системи регіонів. З цієї причини ми почали дослідження, спрямоване на формування національної системи добровільної екологічної сертифікації будівель засноване на «Коефіцієнті екологічного сліду архітектури». Даний коефіцієнт скомпільований як сума коефіцієнтів усіх елементів архітектурного об'єкта і відбиває динаміку її функціонування протягом життєвого циклу – від виробництва до утилізації. Завдяки такій зміні системи кредитування з'являється можливість визначити «Екологічний дефіцит регіону» і, через нього, рівень негативно-позитивного впливу архітектурних об'єктів на навколишнє середовище.

Ключові слова: *межі зростання; архітектура; сталий розвиток; зелені стандарти; екологічний слід архітектури*

THE ECOLOGICAL FOOTPRINT COEFFICIENT OF ARCHITECTURE AS A FACTOR IN THE FORMATION OF NATIONAL GREEN STANDARDS

FOMENKO O.O.^{1*}, *Dr. Sc. (Arch.), Prof.*,
CHECHELNITSKY S.G.², *Dr. Sc. (Arch.), Prof.*

^{1*} Department of Innovative Technologies in Architectural Environment Design, O.M. Beketov Kharkiv National University of Urban Economy, 17, Marshal Bazhanov St., Kharkiv, 61002, Ukraine, tel. +38 (057) 706-15-37, e-mail: oksana.fomenko@kname.edu.ua, ORCID ID: 0000-0003-0588-4186

² Department of Innovative Technologies in Architectural Environment Design, O.M. Beketov Kharkiv National University of Urban Economy, 17, Marshal Bazhanov St., Kharkiv, 61002, Ukraine, tel. +38 (057) 706-15-37, Serhii.Chechelnytskyi@kname.edu.ua, ORCID ID: 0009-0002-0247-9054

Abstract. The article is an attempt to generalize and adapt to architectural science the cycles of research devoted to the problem of national green standards formation in the context of the exit of cities and adjacent regions “beyond growth”. This approach is based on cycles of research on sustainable functioning principles of Ukrainian cities, conducted by specialists of the Department of Innovative Technologies in the Design of the Architectural Environment of O.M. Beketov Kharkiv National University of Urban Economy. Results of these researches was the authors' conviction that the existing methods and tools for adapting the architectural component of Ukrainian cities to global challenges do not fully meet the requirements of the time. In particular, the existing world rating systems for assessing the impact of architecture on the environment in terms of content and form are a very powerful factor in the formation

of eco-positive architecture, but do not reflect the whole picture of its impact on the ecological systems of regions. For this reason, we have launched research aimed at the formation of a national system of voluntary environmental buildings' certification, based on the "Coefficient of the Ecological Footprint of Architecture". This coefficient is compiled as the sum of the coefficients for all elements of an architectural object and reflects the dynamics of its functioning during the life cycle – from production to disposal. Thanks to such a change in the lending system, it becomes possible to determine the "Environmental deficit of the region" and, through it, the level of negative and positive impact of architectural objects on the environment.

Keywords: *limits of growth; architecture; sustainable development; green standards; ecological footprint of architecture*

Постановка проблеми. «Наша нинішня ситуація настільки складна і є настільки віддзеркаленням різноманітної діяльності людини, однак жодна комбінація суто технічних, економічних чи правових заходів і засобів не може принести суттєвого покращання. Потрібні абсолютно нові підходи, щоб спрямувати суспільство до цілей рівноваги, а не зростання. Така реорганізація вимагатиме величезних зусиль розуміння, уяви та політичної та моральної рішучості. Ми віримо, що ці зусилля здійсненні, і сподіваємося, що ця публікація допоможе мобілізувати сили, щоб це стало можливим». (Донелла Х. Медоуз, «Limits to growth» [1]).

Стаття є спробою визначити можливі напрямки розвитку архітектури в умовах виходу міст та прилеглих до них регіонів «за межі зростання». Поняття «за межами зростання» взяте з роботи Донелли Медоуз, що має аналогічну назву [2]. У свою чергу, ця робота є розвитком концепції «Межі зростання», яка була викладена у доповіді Римському клубу в 1972 р. [3].

Використовуючи методологічні принципи системної динаміки, Медоуз розробила модель, за допомогою якої обґрунтувала деякі сценарії розвитку світової спільноти в умовах збереження темпів приросту чисельності населення, промислового та сільськогосподарського виробництва, екстенсивної експлуатації природних ресурсів та забруднення навколишнього середовища.

Відповідно до концепції Медоуз термін «за межами зростання» позначає такий стан системи (держави, регіону, міста), за якого кількість споживаних ресурсів і забруднень починає перевищувати можливості природного оточення до самопідтримання.

Медоуз розглянула декілька сценаріїв розвитку цього явища, серед них: обвальне скорочення чисельності населення; зниження населенням рівня споживання; радикальна зміна екологічної поведінки; розвиток «зелених» технологій та варіанти сполучення перерахованих сценаріїв [4].

З наведеної вище причини, ресурсозабезпеченість та забруднення навколишнього середовища стають основними чинниками, що формують уявлення про проблеми архітектурної складової міст за умов їх виходу за межі зростання.

В даному контексті архітектурну складову слід розглядати як значущого споживача життєво необхідних природних ресурсів та генератора шкідливих викидів, що стає істотним фактором негативного впливу на навколишнє середовище.

Виходячи з подібного бачення проблеми, ми згенерували інноваційну концепцію оцінення негативного/позитивного впливу архітектури на довкілля, яка базується на впровадженні в національні зелені стандарти «Коефіцієнта екологічного сліду архітектури».

Аналіз публікацій. Для такого дослідження велике значення мають роботи, присвячені сталому розвитку. У посібнику із забезпечення стійкості у стандартах ISO Guide 82:2014 дається таке тлумачення терміна «стійкість»: «Sustainability is the goal of sustainable development. It refers to any state of the global system in which the needs of the present are met without compromising the ability of future generations to meet their own needs». (Стойкість є метою сталого розвитку. Він належить до будь-якого стану глобальної системи, в якому потреби сьогодення задовольняються без шкоди

здатності майбутніх поколінь задовольняти власні потреби) [5].

Цей підхід став основою усвідомлення світовою спільнотою того факту, що люди, природа та економіка – це тісно взаємопов'язані компоненти єдиної планетарної системи. На нашу думку, це ствердження актуальне більше для періоду написання Медоуз доповіді Римському клубу. Наразі світова екологічна проблема та ситуація з ресурсозабезпеченням стала настільки гострою, що актуальним стає інший погляд, а саме: людство брало у природи кредити під великі проценти. Настав час погашення боргів.

Донелла Медоуз свого часу виконала замовлення від Римського клубу на проведення незвичайного на той час дослідження [6]. Суть замовлення зводилася до зіставлення деяких ключових тенденцій світового розвитку за впливу та взаємовпливу екологічної, демографічної, економічної та ресурсної сфер. 13 березня 1972 року у Вашингтоні в Смітсонівському інституті вперше було проведено презентацію колективної праці «Межі зростання, Доповідь Римському клубу».

Автори книги проаналізували 12 розрахованих сценаріїв можливого майбутнього світового співтовариства, у проміжку часу між поточним 1970 та 2100 роком. Частина з розрахованих сценаріїв закінчувалася різкою депопуляцією планети та падінням матеріального рівня життя. Але були представлені розрахунки стійких варіантів майбутнього, у яких гармонійно поєднувалися чисельність населення, задоволення його фізичних і духовних потреб. [7]. Книга досі актуальна та викликає дебати. Після 1972 року побачили світ роботи Донелли Медоуз «Межі зростання: 30 років по тому» в 2004 р., [1] і Йоргена Рандерса «2052: Глобальний прогноз на наступні сорок років» у 2012 [8]. Ці праці є продовженням роботи Медоуз та багато в чому підтверджують та уточнюють зроблені ним розрахунки.

Фундаментальні дослідження, проведені групою експертів ОЕСД (Організації

економічного співробітництва та розвитку) у роботі «За межами зростання: до нового економічного підходу» [9] дали розгорнуту картину соціально-економічних проблем, що формують критичну загрозу сталого існування світової спільноти. На думку авторів, сучасні міста стоять перед гострою необхідністю різкої зміни екологічної поведінки. Це твердження підтримується численними дослідженнями у багатьох галузях людського знання, таких як:

– *соціологія*. Деніел Неттл досліджує екологічну поведінку людини адаптивної точки зору. Він зосереджується, зокрема, на тому, як поведінка людини змінюється залежно від екологічного контексту [10]. Маньяна Мілкорейт розробляє концепцію соціальних переломних моментів, яка розуміється як нелінійні процеси трансформаційних змін у соціальних системах, зокрема пов'язаних зі зміною клімату [11];

– *мінералогія*. У. Барді пише, що видобуток корисних копалин має тяжкий вплив на екологію планети – забруднення, яке набуває різних форм і спричиняє багато наслідків, включаючи зміну клімату. Ґрунтовно розграбувавши планету Земля, ми вступаємо в новий світ. [12];

– *економіка*. В своїй книзі Дж. Блювітт розглядає перспективи «розвитку економіки за межами зростання» [13], Т. Джексон відкрито ставить під сумнів найціннішу мету як політиків, так і економістів: продовження прагнення до експоненціального економічного зростання [14];

– *екологія*. Дж. Рокштрюм пропонує новий підхід до глобальної стійкості визначаючи планетарні межі, в яких людство може існувати та працювати безпечно [15];

– *політологія*. А. Салех опублікувала безкомпромісні есе жінок-мислителів, присвячені глобальному неолібералізму, екологічному боргу, зміні клімату та триваючій девальвації репродуктивної та натуральної праці [16] та багато інших.

Мета статті – обґрунтування логіки та перспектив застосування «Коефіцієнта

екологічного сліду архітектури» в системі національних зелених стандартів.

Методи дослідження. На початковому етапі дослідження автори застосували метод контент-аналізу [17] публікацій, наявних у найбільш відомих базах даних статей, у тому числі: Scopus, Web of Science и Google Scholar.

Визначення питання дослідження: дослідження містить декілька груп запитів, серед яких: системи добровільної екологічної сертифікації, екологічний слід людства, глобальні кризи, сталий розвиток у стандартах ISO.

Підбір матеріалу: з усього континууму публікацій (386) відібрано статті та книги з найбільшою кількістю цитувань, загалом 64 об'єкти.

Аналіз даних: сформовано основні положення дослідження, які оцінюються як такі, що мають найбільшу об'єктивність за перехресними посиланнями.

Інтерпретація результатів: аналіз дозволив виявити основні тенденції, патерни або закономірності обраної теми дослідження.

Підсумковий звіт: сформульовано гіпотезу дослідження, яка не суперечить зібраним та проаналізованим результатам.

Для вивчення структури архітектурного об'єкта з точки зору його впливу на навколишнє середовище застосовано метод морфологічного аналізу [18]. Цей метод дозволив структурувати дані про склад об'єктів, включаючи їх соціальні, екологічні та техногенні характеристики. Використання морфологічного аналізу дозволило створити ієрархічне дерево елементів об'єкта, сформулювати уявлення про загальну характеристику коефіцієнта значущості для кожного елемента. У свою чергу, такий підхід дозволив сформулювати основні положення щодо виведення загального для всього архітектурного об'єкта «Коефіцієнта екологічного сліду архітектури».

Індикатор екологічного сліду людини (або екологічний слід) [19] – це показник впливу людської діяльності на навколишнє середовище, заснований на споживанні

ресурсів та розподілі відходів. Цей показник оцінює, скільки площі суші та поверхні моря потрібно для підтримання рівня споживання ресурсів та поводження з відходами, створеними людиною.

Індикатор екологічного сліду вимірюється в «глобальних гектарах» (gha) і порівнюється з біопродуктивною ємністю Землі. Якщо споживання ресурсів та викиди відходів перевищують біопродуктивні можливості планети, це свідчить про екологічний борг, який може спричинити погіршення екологічної стійкості.

Індикатор екологічного сліду включає різні аспекти людської діяльності, такі як споживання продуктів харчування, енергії, води, а також викиди парникових газів і утворення відходів. Цей інструмент дає можливість проаналізувати сталість споживання ресурсів та оцінити, наскільки воно вписується в межі можливостей планети.

Методи розрахунку показника екологічного сліду людства на даному етапі розвитку знань ще не доведені до аксіоми, визнаної всіма зацікавленими сторонами [20]. Ми згодні з думкою більшості досліджуваних за цією темою робіт, які стверджують надзвичайно високий потенціал показника в політиці, екології, будівництві та багатьох інших сферах практичної діяльності. Це чітка заява про надмірне споживання, яка досі не була прийнята урядами і не була широко оцінена широкою громадськістю.

Методи системної динаміки Форрестера [21] дозволяють обчислити за укрупненими показниками взаємний вплив соціальних, техногенних та природних ресурсів, швидкість та прискорення їх споживання. На основі даних про наявні світові запаси були спрогнозовані приблизні темпи вичерпання викопної сировини, а також розраховані швидкість та прискорення зростання антропої дії на навколишнє середовище. Такий широкий підхід дає можливість науковій спільноті світу створити цикл послідовних висновків.

Результати досліджень. Місто: екосфера, техносфера, соціум.

У концепції цього дослідження місто сприймається як набір демографічних, природних і техногенних артефактів. Подібний підхід ґрунтується на необхідності розподілу матеріальної складової та процесів функціонування міста. В нашому уявленні природне середовище поділяється на сфери-компоненти, а саме: геосферу, гідросферу, біосферу та атмосферу. Сукупність сфер-компонентів називається екосфера [22]. Набір штучно створених артефактів у дослідженні позначено терміном «Техносфера», який часто асоціюється з терміном «Антропосфера» [23].

Вибір такого базового терміна дослідження пов'язаний із необхідністю позначити накопичені людством знання як матеріальну складову цієї сфери. З цього погляду термін «Техносфера» повніше характеризує це явище. Виходячи з потреб розподілу процесів функціонування міст та матеріальних об'єктів, логічним бачиться уявлення населення міста як набору одухотворених артефактів, що мають континуум імперативів, знань, навичок та умінь. Даному уявленню найбільше відповідає термін «Соціум» [24].

Описаний вище підхід дозволяє розглядати населення міста як носія матеріальних та нематеріальних потреб, які мають бути задоволені. Задоволення потреб соціуму відбувається за допомогою реалізації ресурсного потенціалу техносфери, екосфери та соціуму.

Архітектура – один із значних споживачів техногенного, соціального та природного ресурсів. Із цієї причини стратегічне планування розвитку архітектурної складової міст має спиратися на прогностичні карти їх доступності. В іншому випадку дефіцити життєво важливих ресурсів можуть викликати соціальні потрясіння. Ці висновки узгоджуються з доповіддю Римському клубу Едуарда Пестеля «За межами зростання» [25].

Концепція «Органічного розвитку цивілізації (міст)», викладена Пестелем у його доповіді, логічна і послідовна.

Відносно архітектури основні положення цієї концепції можна сформулювати так:

- органічний розвиток – це системний процес, тому архітектурна складова перебуває у системному взаємозалежному розвитку з іншими підсистемами міста, при цьому жодна підсистема не може зростати на шкоду іншим; прогресивні зміни в будь-якій одній підсистемі набувають реального сенсу тільки в тому випадку, коли їм відповідають прогресивні процеси в інших частинах;

- подвійність – проблема функціонування міста зводиться до дихотомії: на регіональному рівні підсистеми міста приводяться в рух діями людей, на глобальному рівні місто піддається потужним зовнішнім діям, впливати на які практично не може;

- інтенсивний шлях розвитку – зниження доступу до життєво важливих ресурсів спонукає міста та їх архітектурну складову відмовитися від методів екстенсивного приросту;

- унікальність – багатоаспектний розвиток, що відповідає потребам різних частин міста та регіону як системи створює унікальну «карту» його функціонування, яка помітно відрізняється від «карт» інших регіонів;

- цілісність – гармонійна координація цілей функціонування підсистем міста забезпечує їх несуперечність життєвим інтересам регіону;

- мобільність, гнучкість – здатність складових елементів системи у процесі розвитку поглинати негативні впливи, тобто слідувати своїм курсом, попри несподівані впливи та зміни;

- прогнозованість – нагальна необхідність передбачати майбутні труднощі та коригувати цілі розвитку з урахуванням складності очікуваних проблем;

- незалежних елементів немає. Кожен, навіть найменший елемент у сумарній сукупності впливів на систему всіх аналогічних елементів здатний вивести систему міста на межу гострої кризи.

Більшість висновків, які можна зробити з контексту даної моделі, зводяться до тези про те, що архітектурна складова міст і самі міста, які прагнуть зберегти комфортний рівень життя в найближчому майбутньому, будуть змушені будувати сценарії свого функціонування на основі раціонального управління регіональними природними ресурсами, справедливого розподілу життєвих благ та змінювати екологічну поведінку населення. Це твердження дуже близьке до основних положень 17 цілей сталого розвитку, що декларує Організація Об'єднаних Націй.

Зелені стандарти в архітектурі.

В архітектурі до вирішення питань, поставлених Організацією Об'єднаних Націй, найближче за всіх підійшли «Зелені стандарти». Найбільш поширеними серед систем добровільної екологічної сертифікації будівель стали національні стандарти: BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), Англія, www.bregroup.com; HQE (Haute Qualité Environnementale), Франція, www.assohe.org; MINERGIE (Minergiestandard), Швейцарія, www.minergie.ch; LEED® (Leadership in Energy and Environmental Design), США, www.usgbc.org; KlimaHaus (KlimaHaus Agentur), Італія, www.klimaha.us.it; BCA Green Mark (Building and Construction Authority), Сінгапур, www.bca.gov.sg; DGNB (Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen), Німеччина, www.dgnb.de; GRIHA (Green Rating for Integrated Habitat Assessment), Індія, www.grihaindia.org; ÖGNI (Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft), Австрія, www.ogni.at.

Зелені стандарти – потужний інструментарій екологізації архітектурного середовища. Але тут слід зазначити декілька моментів, які спонукають нас розглядати їх не як кінцевий продукт, а як деяку перехідну модель від екстенсивного до інтенсивного типу функціонування архітектури.

Екстенсивний тип розвитку архітектури – це бізнес-модель, заснована на постійному прирості та нормах прибутку. В умовах

необмеженого доступу до ресурсів екстенсивний тип розвитку дуже гнучкий і здатний швидко та якісно задовольнити попит на нерухомість. При виході «За межі зростання» головним недоліком такої моделі господарювання стає орієнтованість на інтереси інвесторів та кінцевого споживача виробленого продукту. Для цього розвитку «екологічні норми» стали стримувальним чинником, що істотно знижує очікувані прибутки.

Інтенсивний шлях розвитку архітектури – це соціально-орієнтована економічна модель. У цій моделі довгострокові інтереси територіальних громад становлять основу формування архітектурної складової міст. Фактично, на сьогодні це дещо ідеалістичне бачення проблеми симбіотичного співіснування міста та прилеглих територій [26].

В існуючій формі «Зелені стандарти» в архітектурі є інструментом стримування, а не вирішення існуючих глобальних криз. Стандарти змушені орієнтуватися на екстенсивний тип розвитку архітектури. Це логічно, та, на жаль, виправдано. Без потужних інвестиційних уливань екологізація архітектури неможлива. Такий висновок ґрунтується на порівняльному аналізі найпоширеніших стандартів. Практично у всіх групах показників, за які нараховуються кредити у цих стандартах, використовуються технології, що руйнують довкілля.

Коефіцієнт екологічного сліду архітектури. На багатьох уже побудованих прикладах можемо побачити, що «Зелені стандарти» стимулюють розвиток екологічно позитивної архітектури, але в той же час маскують деякі негативні сторони її існування. Ми усвідомлюємо, що вплив на навколишнє середовище будівель, які отримали зелені сертифікати, набагато менший, ніж тих, що побудовані на основі національних будівельних норм. Але слід також зазначити, що вони вже починають відставати від актуальності екологічної проблеми.

На нашу думку, виходячи з необхідності переведення життєвого циклу будівель до

основ регіонального природокористування, система рейтингової оцінки екологічності будівель має бути скоригована. Ми з глибокою повагою ставимося до винахідників і розробників «Зелених стандартів». Ця концепція чудова, і її основні постулати не потребують змін. Є лише один момент, який ми хотіли би внести в український «Зелений стандарт», а саме – змінити систему кредитування. Мається на увазі не принцип, а підхід до нарахування кредитів.

На нашу думку, кредити за всіма пунктами стандартів доцільно нараховувати на основі «Коефіцієнта екологічного сліду архітектури» (ЕКА). Екологічний слід споживання (Ecological Footprint of consumption). Він визначається як площа, необхідна для виробництва спожитих ресурсів, і площа, необхідна для поглинання вироблених забруднювальних речовин [27].

КЕСА – робоче найменування коефіцієнта, обчисленого в діапазоні від -1 до +1. В дослідженні запропоновано розглядати існуючі екологічні вимоги законодавства України як нижню межу. Такий підхід дуже близький до стандарту MINERGIE (Швеція) [28]. Всі елементи об'єкта, що оцінюються, мають власний КЕСА і коефіцієнт значимості. Такий підхід дозволяє при виведенні загального КЕСА будівлі враховувати різницю між показниками, наприклад, системою опалення будинку та дверними ручками. Негативні значення дозволяють оцінити рівень екологічного тиску на довкілля. Нульовий коефіцієнт означає практичну нейтральність споруди всіх етапах життєвого циклу. Позитивні показники свідчать про внесок архітектурної споруди у відновлення природного балансу. Вищий бал +1 може бути присвоєний лише у тому випадку, якщо всі компоненти будівлі є екологічно позитивними. Пропонований підхід до оцінювання екологічного впливу архітектурної складової міст на довкілля найближче до поняття «Екологічний дефіцит».

Екологічний дефіцит (ecological deficit) – різниця між біоємністю регіону і

екологічним слідом господарської діяльності населення. Екологічний дефіцит виникає, коли економіка вилучає ресурси, що перевищують здатність екосистеми їх відновлювати або перевантажує екосистему відходами понад її здатність поглинати їх. Накопичення екологічного дефіциту спричинює довгострокові екологічні борги, що виявляються в таких явищах як зниження родючості ґрунту або збільшення накопичення вуглецю в атмосфері.

Із суто естетичних міркувань нам більше подобається назва «Коефіцієнт екологічного сліду архітектури», ніж «Коефіцієнт екологічного дефіциту архітектури». У запропонованому підході нарахування кредитів є безперечні позитивні сторони. Цей підхід спрямовано на інтенсивний тип розвитку архітектури. Він має добрий потенціал у разі взаємодії з органами місцевого самоврядування та територіальними громадами. У потенціалі запровадження коефіцієнта може сприяти розвитку екологічно позитивних, але збиткових виробництв.

Останню тезу пояснимо на такому прикладі: перед студентами-магістрами було поставлене завдання спроектувати міський аграрний комплекс, який забезпечує необхідними продуктами харчування 600 осіб. Внаслідок цього звільнялося 100 га орних земель, які пропонувалося використовувати для раціонального лісознавства. На основі раціонального лісознавства студенти спроектували SMART комплекс лісового господарства. Також було спроектовано комплекс з утилізації відходів цих двох господарств.

Розрахунки економічної складової цих комплексів показали їх потенційну збитковість. У той же час із погляду інтересів міської громади поєднання їх у єдине господарство та очікувані екологічні переваги мали однозначний позитивний потенціал. Цей приклад дуже добре демонструє різницю між екстенсивним і інтенсивним шляхами розвитку архітектури.

Істотний недолік запропонованого підходу – той опір, який він зустріне в інвесторів та виробників будівельної

продукції. Це зауваження має кілька серйозних аргументів:

– Складність розрахунку коефіцієнта. Тут проблема не в математиці, а в «інформаційній логістиці». У глобальному світі навіть виготовлення звичайного грифельного олівця може стати результатом зусиль безлічі виробників. Адекватно оцінити всю лінійку технічного процесу дуже складно. Не кажучи вже про такі надскладні предмети як технології SMART CITY.

– Негативність у кінцевого споживача сприйняття мінусових величин КЕСА. Тут дуже хочеться відмітити концепцію подачі рейтингових оцінок розробників LEED. Їхня система рейтингового оцінювання, прив'язана до дорогоцінних металів, інтуїтивно зрозуміла споживачеві і несе позитивний семантичний зміст. Це вигідно відрізняє її від індійської системи GRINA, яка привласнює від 1 до 5 зірочок. Будинок з однією зірочкою асоціюється з готелем нижчої категорії комфорту. При цьому будівлі, що отримали нижчі оцінки, за своїми екологічними якостями у всіх «зелених стандартах» стоять помітно вище за ті, які побудовані відповідно до національних будівельних норм.

– Проблеми з економічною складовою. Вартість 1 м² будівлі, зведеної на принципах позитивного екологічного дефіциту (оцінка від +0,1 до +1), перевищить усі принципи економічної доцільності.

Незважаючи на очевидні проблеми (їх не можна назвати недоліками), ми усвідомлюємо, наскільки необхідний пропонований підхід. На нашу думку, тут треба стверджувати новий принциповий етичний підхід: ми повинні почати

повертати з відсотками кредити, взяті у природи.

Висновки

У статті сформовано комплекс перспективних напрямів досліджень, пов'язаних із розробленням методів розрахунку коефіцієнта «Екологічного сліду архітектури». Відомо, що стійкість архітектури «За межами зростання» належить до інтенсивного типу господарювання. За такого типу розвитку основне навантаження лягає на ресурси техносфери і соціуму. Принцип експлуатації цих ресурсів і формує «Коефіцієнт екологічного сліду архітектури».

Формування уявлень про зростання «Екологічного дефіциту» на всіх етапах життєвого циклу будівлі дає потенційну можливість на перших етапах уповільнити, а потім і повернути деградацію навколишнього середовища. Розроблення принципів нарахування кредитів, заснованих на КЕСА у національному «Зеленому стандарті» України, здатне дати нове уявлення про «екологічність» архітектурних об'єктів.

При цьому слід зважати на той факт, що багато потрясінь в історії людства радикально змінювали суспільну свідомість. За минулі тисячоліття ми освоїли правила гігієни, перестали виливати помий на вулиці міст та сформували комплекс позитивних правил поведінки. З погляду давньої людини всі ці заходи збиткові. Але ми навчилися їх регулярно виконувати. Тому ми не втрачаємо надію, що нові засади формування архітектури «За межами зростання» стануть нормою, незважаючи на вкрай низьку інвестиційну привабливість.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Meadows Donella H., Randers Jorgen, Meadows Dennis L. The Limits to Growth : The 30-Year Update. White River Junction VT : Chelsea Green Publishing Company, 2004. ISBN 193149851.
2. Meadows Donella H., Meadows Dennis L., Randers J. Beyond the Limits. Post Mills, VT : Chelsea Green Publishing Company, 1992.
3. Meadows Donella H., Meadows Dennis L., Randers Jørgen, Behrens III, William W. The Limits to Growth. A Report for Club of Rome's Project on Predicament of Mankind. New York : Universe Books, 1972. ISBN 0876631650.
4. Dennis L. Meadows, Donella H. Meadows, Jorgen Randers. Beyond the Limit s: Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future. Chelsea Green Publishing, 1993. 320 p. ISBN 0-930031-62-8.

5. ISO GUIDE 82:2014. Guidelines for addressing sustainability in standards. URL : <https://www.iso.org/standard/57775.html>
6. Nørgård Jørgen Stig, Peet John, Ragnarsdóttir Kristín Vala. The History of The Limits to Growth. *The Solutions Journal*. 2010. № 1 (2). Pp. 59–63.
7. Randers Jørgen. 2052: A Global Forecast for the Next Forty Years. White River Junction VT : Chelsea Green Publishing Co., 2012. ISBN 978-1-60358-467-8.
8. OECD. Beyond Growth : News Economic Approach Paris. 2020. URL : <https://doi.org/10.1787/33a25ba3-en>. ISBN 978-92-64-63834-1.
9. Daniel Nettle, Mhairi A. Gibson, David W. Lawson, Rebecca Sear. Author Notes. Human behavioral ecology: current research and future prospects. *Behavioral Ecology*. Vol. 24, iss. 5. September-October 2013. Pp. 1031–1040. URL : <https://doi.org/10.1093/beheco/ars222>
10. Milkoreit M. Social tipping points everywhere? – Patterns and risks of overuse. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*. 2023. № 14 (2). Art. № e813. DOI: 10.1002/wcc.813.
11. Bardi U. Extracted. How the Quest for Mineral Wealth Is Plundering the Planet. Vermont, USA : Chelsea Green Publishing, 2014.
12. Blewitt J., Cunningham R. The Post-Growth Project: how the end of economic growth could bring a fairer, happier society. London : London Publishing Partnership, 2014.
13. Jackson T. Prosperity Without Growth. *Foundations for the Economy of Tomorrow*. London : Routledg, 2009/2017.
14. Rockström J. et al. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*. 2009. № 14 (2). P. 32.
15. Salleh A. Eco-Sufficiency & Global Justice : women write political ecology. London : Pluto Press and New York: Palgrave Macmillan, 2009.
16. Krippendorff Klaus Content Analysis : An Introduction to Its Methodology. SAGE Publications, Inc. 2019. DOI: <https://doi.org/10.4135/9781071878781>.
17. Zwicky Fritz, Page T. Discovery, Invention, Research, through the Morphological Approach. Science. New York : Macmillan, 1969. doi:10.1126/science.163.3873.1317.
18. Ruzevicius Juozas. Ecological footprint : Evaluation methodology and international benchmarking. Verslo ir teisės aktualijos. 2010. № 6. doi: 10.5200/1822-9530.2011.01.
19. Wiedmann Thomas & Barrett John. A Review of the Ecological Footprint Indicator. *Perceptions and Methods. Sustainability*. 2010. № 2. Pp. 1645–1693. doi: 10.3390/su2061645.
20. Jay W. Forrester. World Dynamics. WRIGHT-ALLEN PRESS, INC. 238 Main Street. Cambridge, Massachusetts, 1973. P. 02142.
21. Gillard A. On the Terminology of Biosphere and Ecosphere. *Nature*. 1969. № 223 (5205). Pp. 500–501. doi:10.1038/223500a0. S2CID 4167249.
22. Kuhn A., Heckelei T., Speth Peter, Christoph Michael, Dieckrüger Bernd and oth. Anthroposphere. Impacts of Global Change on the Hydrological Cycle in West and Northwest Africa. 1969. Pp. 282–341. doi:10.1007/978-3-642-12957-5_8. ISBN 978-3-642-12956-8.
23. Open Stax. Introduction to Sociology. 3rd edition (PDF). Rice University. 2022. P. 99. Archived (PDF) from the original on 9 October 2022.
24. Pestel Eduard. Beyond the Limits to Growth : A Report to the Club of Rome. Universe Books, 1989. 191 p.
25. Diemer Arnaud Coelho, Patricia Morales Manuel. Analyzing Symbiotic Relationships in Sustainable Cities. A framework. 2017.
26. Global Footprint Network. Glossary. URL : <https://www.footprintnetwork.org/resources/glossary/>
27. Beyeler Franz Beglinger and Nick Roder Ursina. Minergie : The Swiss Sustainable Building Standard. *Innovations : Technology, Governance, Globalization*. 2009. № 4. Pp. 241–244. doi: 10.1162/itgg.2009.4.4.241.
28. Harris Jonathan M. Responding to Economic and Ecological Deficits. *GDAE Working Paper*. 2019. № 19-01 : Responding to Economic and Ecological Deficits. URL : https://www.bu.edu/eci/files/2019/06/19-01_Harris_RespondingtoEconomicEcologicalDeficits.pdf.

REFERENCES

1. Meadows Donella H., Randers Jørgen and Meadows Dennis L. The Limits to Growth : The 30-Year Update. White River Junction VT : Chelsea Green Publishing Co., 2004. ISBN 193149851.
2. Meadows Donella H., Meadows Dennis L. and Randers J. Beyond the Limits. Post Mills, VT : Chelsea Green Publishing Company, 1992.
3. Meadows Donella H., Meadows Dennis L., Randers Jørgen, Behrens III, William W. The Limits to Growth. A Report for Club of Rome's Project on Predicament of Mankind. New York : Universe Books, 1972. ISBN 0876631650.
4. Dennis L. Meadows, Donella H. Meadows and Jørgen Randers. Beyond the Limits : Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future. Chelsea Green Publishing, 1993, paperback, 320 p. ISBN 0-930031-62-8.

5. ISO GUIDE 82:2014. Guidelines for addressing sustainability in standards. URL : <https://www.iso.org/standard/57775.html>
6. Nørgård Jørgen Stig, Peet John and Ragnarsdóttir Kristín Vala. The History of The Limits to Growth. The Solutions Journal. 2010, no. 1 (2), pp. 59–63.
7. Randers Jørgen. 2052 : A Global Forecast for the Next Forty Years. White River Junction VT : Chelsea Green Publishing Co., 2012. ISBN 978-1-60358-467-8.
8. OECD. Beyond Growth : News Economic Approach Paris. 2020. URL : <https://doi.org/10.1787/33a25ba3-en>. ISBN 978-92-64-63834-1.
9. Daniel Nettle, Mhairi A. Gibson, David W. Lawson and Rebecca Sear. Author Notes. Human behavioral ecology: current research and future prospects. Behavioral Ecology. Vol. 24, iss. 5, September–October 2013, pp. 1031–1040. URL : <https://doi.org/10.1093/beheco/ars222>.
10. Milkoreit M. Social tipping points everywhere? – Patterns and risks of overuse. Wiley Interdisciplinary Reviews : Climate Change. 2023, no. 14 (2), art. no. e813. DOI: 10.1002/wcc.813.
11. Bardi U. Extracted. How the Quest for Mineral Wealth Is Plundering the Planet. Vermont, USA : Chelsea Green Publishing, 2014.
12. Blewitt J. and Cunningham R. The Post-Growth Project: how the end of economic growth could bring a fairer, happier society. London : London Publishing Partnership, 2014.
13. Jackson T. Prosperity Without Growth. Foundations for the Economy of Tomorrow. London : Routledge, 2009/2017.
14. Rockström J. et al. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. Ecology and Society. 2009, no. 14 (2), p. 32.
15. Salleh A. Eco-Sufficiency & Global Justice : women write political ecology. London : Pluto Press and New York : Palgrave Macmillan, 2009.
16. Krippendorff Klaus Content Analysis: An Introduction to Its Methodology. SAGE Publications, Inc. 2019. DOI: <https://doi.org/10.4135/9781071878781>
17. Zwicky Fritz and Page T. Discovery, Invention, Research, through the Morphological Approach. Science. New York : Macmillan, 1969. doi:10.1126/science.163.3873.1317.
18. Ruzevicius Juozas. Ecological footprint : Evaluation methodology and international benchmarking. Verslo ir teisės aktualijos. 2010, no. 6. doi: 10.5200/1822-9530.2011.01.
19. Wiedmann Thomas & Barrett John. A Review of the Ecological Footprint Indicator. Perceptions and Methods. Sustainability. 2010, no. 2, pp. 1645–1693. doi: 10.3390/su2061645.
20. Jay W. Forrester. World Dynamics. WRIGHT-ALLEN PRESS, INC. 238 Main Street. Cambridge, Massachusetts, 1973, p. 02142.
21. Gillard A. On the Terminology of Biosphere and Ecosphere. Nature. August 1969, no. 223 (5205), pp. 500–501. doi:10.1038/223500a0. S2CID 4167249.
22. Kuhn A., Heckelei T., Speth Peter, Christoph Michael, Dieckrüger Bernd and oth. Anthroposphere. Impacts of Global Change on the Hydrological Cycle in West and Northwest Africa. Pp. 282–341. doi:10.1007/978-3-642-12957-5_8. ISBN 978-3-642-12956-8.
23. Open Stax. Introduction to Sociology, 3rd edition (PDF). Rice University. 2023, p. 99. Archived (PDF) from the original on 9 October 2022.
24. Pestel Eduard. Beyond the Limits to Growth : A Report to the Club of Rome. Universe Books, 1989, 191 p.
25. Diemer Arnaud Coelho and Patricia Morales Manuel. Analyzing Symbiotic Relationships in Sustainable Cities. A framework. 2017.
26. Global Footprint Network. Glossary. URL : <https://www.footprintnetwork.org/resources/glossary/>
27. Beyeler Franz Beglinger and Nick Roder Ursina. Minergie : The Swiss Sustainable Building Standard. Innovations : Technology, Governance, Globalization. 2009, no. 4, pp. 241–244. doi: 10.1162/itgg.2009.4.4.241.
28. Harris Jonathan M. Responding to Economic and Ecological Deficits. GDAE Working Paper. 2019, no. 19-01: Responding to Economic and Ecological Deficits. URL : https://www.bu.edu/eci/files/2019/06/19-01_Harris_RespondingtoEconomicEcologicalDeficits.pdf.

Надійшла до редакції: 21.09.2023.