

І. М. Пістунов¹, М. С. Пашкевич², Г. Лі³

Національний технічний університет “Дніпровська політехніка”,
ORCID: ¹ 0000-0002-9041-9368; ² 0000-0003-3012-1690; ³ 0000-0002-7244-7560

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ДЛЯ ВИБОРУ ПРОЄКТІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА З УРАХУВАННЯМ ДУМКИ СТЕЙКХОЛДЕРІВ

<http://doi.org/10.23939/semi2023.01.153>

© Пістунов І. М., Пашкевич М. С., Лі Г., 2023

З метою удосконалення управління сталим розвитком підприємства обґрунтовано підхід до вибору проєктів сталого розвитку з урахуванням думки стейкхолдерів на основі методології нечітких множин. Аргументовано, що наявність альтернативної думки стейкхолдерів призводить до необхідності вибору проєктів сталого розвитку підприємства. Виділено три типи стейкхолдерів, судження яких доцільно враховувати під час вибору проєктів сталого розвитку. Обґрунтовано, що інформаційну базу оцінювальних суджень стейкхолдерів доцільно формувати на підставі показника вигод від проєктів сталого розвитку. Запропоновано нечіткі змінні для вибору проєктів сталого розвитку підприємства.

Ключові слова: сталий розвиток; стейкхолдер; нечіткі змінні; нечіткі множини; підприємство; управління; глобальні цілі сталого розвитку; управління проєктами.

Постановка проблеми

Загальною науково-методологічною проблемою для економік країн світу є досягнення до 2030 р. 17 глобальних цілей сталого розвитку, що являють собою план суспільних трансформацій для збереження екологічного різноманіття, підтримки соціальної справедливості та впровадження технологічних інновацій в економіку. Важливою складовою глобального сталого розвитку є сталий розвиток підприємств, які, своєю чергою, є економічними суб'єктами на мікрорівні й від діяльності яких, стратегії та механізмів розвитку безпосередньо залежить досягнення соціально-економіко-екологічного балансу. На наше переконання, ефективність функціонування механізмів управління підприємством на засадах сталого розвитку визначає результативність сталого розвитку на національному та глобальному рівнях. Якщо підприємства у своїй діяльності, окрім економічних показників, не враховуватимуть екологічні та соціальні параметри прийняття управлінських рішень, то унеможливиться збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь та забезпечення соціального відновлення й економічного задоволення потреб. Тому теоретичне обґрунтування та розроблення методик управління сталим розвитком підприємства є актуальною науково-практичною проблемою, яка, своєю чергою, охоплює низку інших проблем нижчого порядку, які потребують вирішення.

По-перше, в умовах суспільного запиту на підзвітність, відкритість та прозорість операцій підприємств очевидно, що управління підприємством ізольовано від суспільства і без залучення широкого кола громадськості та експертів до прийняття рішень не може вважатися результативним. Тоді діяльність підприємств на засадах сталого розвитку або сталий розвиток підприємств потребує високого рівня суспільної інтеграції через використання інституту стейкхолдерів, у зв'язку з чим і

виникає проблема наукового обґрунтування врахування суб'єктивної оцінювальної думки стейкхолдерів під час управління проектами сталого розвитку підприємства. Якщо це питання не буде вирішено, а підприємства не будуть озброєні аргументованим інструментарієм залучення стейкхолдерів та врахування їхніх суджень щодо цінності проектів сталого розвитку в управління ними, то сталий розвиток підприємства втрачає сутність, оскільки досягнення соціально-економіко-екологічного балансу без врахування думки зацікавлених у соціальному, екологічному та економічному розвитку викликатиме сумнів осіб.

По-друге, наявність низки проектів сталого розвитку, які може реалізувати підприємство, з високою вірогідністю спричинить розбіжність між проектом, який найкраще відповідає інтересам стейкхолдерів у сталому розвитку, та проектом, який видається найефективнішим з погляду можливостей підприємства. Звідси менеджменту підприємства необхідно мати обґрунтовану методику вибору проектів сталого розвитку з урахуванням думки стейкхолдерів та можливостей підприємства. Якщо це завдання не буде вирішено, то, хоч розроблені проекти можуть мати збалансовані економічні, соціальні та екологічні показники, відсутність балансу інтересів підприємства і громадськості нівелюватиме і ставитиме під загрозу досягнення глобальних цілей сталого розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для аналізу останніх досліджень і публікацій за тематикою роботи була використана платформа наукових текстів Google Scholar. Питання, поставлене під час аналізу, полягало у тому, щоб з'ясувати рівень опрацьованості проблеми вибору проектів сталого розвитку підприємств з урахуванням думки стейкхолдерів методом нечітких множин, а також визначити напрями застосування інструментарію нечітких множин для вирішення проблем сталого розвитку на різних рівнях.

На першому етапі було виявлено, що на запит “corporate sustainable development & stakeholder & fuzzy”, який відповідає сутності дослідження сталого розвитку підприємства з урахуванням фактора стейкхолдерів методом нечітких множин, за весь період повертається 50 700 англійських публікацій, що містять у назві або тексті згадування зазначених ключових слів, а на запит “сталий розвиток підприємств & стейкхолдер & нечітк” – 62 україномовні публікації.

На другому етапі у центр уваги потрапили наукові статті українських та зарубіжних авторів, які з 2018 р. оприлюднили результати досліджень, пов'язані із застосуванням методу нечітких множин до вирішення проблем сталого розвитку взагалі. Для порівняння масиву досліджень вітчизняних та іноземних наукових шкіл було сформовано такі запити: “sustainable development & fuzzy”, а також “сталий розвиток & нечітк”. Із 2018 р. в англійському науковому просторі Google Scholar можна знайти 82 000 публікацій. Водночас щодо україномовної наукової літератури за аналогічний період там можна знайти 1 070 публікацій.

Серед зазначених наукових робіт, результати яких, на наш погляд, релевантні до поставлених завдань цього дослідження, можна виділити такі.

На прикладі 52 компаній Іспанії, зареєстрованих на біржі, думка стейкхолдерів оцінюється в контексті їх прихильності цілям сталого розвитку у сукупності з іншими показниками у [1, с. 831–839], але автори використовують для вирішення цього завдання індексний метод. Натомість у [2, с. 157–161] менеджерам підприємства запропоновано інструмент стратегічного планування на основі методу нечіткої аналітичної ієрархії для вибору тих напрямів корпоративного сталого розвитку, які є найактуальнішими для створення спільної цінності як для бізнесу, так і для суспільства, і які повинні бути в центрі уваги стратегічного планування та управління. Пріоритетність проектів сталого розвитку та напрямів розподілу обмежених ресурсів малих та середніх підприємств також визначають методом нечітких множин у [3, с. 631–640], але дослідження не передбачає залучення широкого кола стейкхолдерів для оцінювання проектів сталого розвитку, обмежуючись лише менеджментом підприємств. Завдання вибору, але не проектів, а постачальників підприємства, за критерієм відповідності показникам сталого розвитку, вирішується із застосуванням нечіткої логіки у [4], а вчені у [5, 6] пропонують різні методики оцінювання рівня сталого розвитку зарубіжних підприємств, в основу яких покладено оцінювання нечіткої інформації.

Чимало наукових пошуків стосується окремих аспектів сталого розвитку підприємства: корпоративної соціальної відповідальності з визначенням рангів стейкхолдерів підприємства за рівнем їх впливу на соціальну складову підприємства [7], визначенням ефективності корпоративної соціальної відповідальності за показником рівня задоволеності інтересів стейкхолдерів [8], визначенням наслідків реалізації корпоративної соціальної відповідальності для стейкхолдерів [9]; корпоративної екологічної відповідальності з вибором зацікавленими особами методом нечіткого багатокритеріального прийняття рішень показників для оцінювання її результативності [10] або обґрунтування екологічного фактора як складника економічної безпеки та сталого розвитку підприємства на прикладі будівельної галузі [11].

Для умов функціонування підприємств в Україні вчені М. Субота та М. Демидова обґрунтовують можливі варіанти найефективнішої стратегії розвитку підприємства, яка б задовольняла вимоги із досягнення цілей сталого розвитку в умовах обмеженого фінансування [12, с. 107–110], а О. М. Гончаренко пропонує діагностувати сталий розвиток підприємства на основі системи показників [13, с. 313–317]. Однак зазначені дослідження опосередковано торкаються стейкхолдерів підприємства, згадуючи їх як отримувачів ефекту від сталого розвитку підприємства в контексті вирішуваних завдань. Натомість стейкхолдерів прямо пов'язують зі сталим розвитком у своїй праці А. Гречко та О. Очеретяна [14, с. 37–41]. Досліджуючи еволюцію поняття “сталий розвиток підприємства”, науковці обґрунтовують, що стейкхолдери є важливою його частиною.

Для забезпечення сталого розвитку на національному та регіональному рівнях України серед останніх досліджень методологія нечітких множин використовується для вирішення завдання моделювання індикатора ефективності метаболізму міського середовища [15], обґрунтування цільових показників регулювання національної інноваційної системи в контексті сталого розвитку суспільства [16], оцінювання ризику інвестування у проєкти сталого розвитку в аграрній сфері [17] та оцінювання енергетичної незалежності агропромислового комплексу України на засадах сталого розвитку [18].

Зарубіжні науковці застосовують нечітку логіку для вирішення завдань оцінювання досягнення підприємством рівня сталого розвитку з метою удосконалення корпоративного управління сталим розвитком [19], моделювання впливу різних факторів на соціальну складову будь-якого проєкту, який реалізується на національному, регіональному або локальному рівні [20].

Формулювання гіпотез і постановка цілей

Основні гіпотези дослідження: сталий розвиток підприємства є обмеженим або таким, що не відповідає глобальним цілям сталого розвитку, якщо під час реалізації проєктів не враховується думка широкого кола стейкхолдерів; вибір проєктів сталого розвитку підприємства доцільно здійснювати на основі інформаційної бази, отриманої від зовнішніх та внутрішніх щодо підприємства учасників суспільно-економічних процесів; інформаційну базу щодо думки стейкхолдерів стосовно цінності для них того або іншого проєкту сталого розвитку можливо формувати у вигляді нечітких змінних, даючи респондентам опцію висловлювати суб'єктивні, неоднозначні, оцінювальні судження замість однозначних та формалізованих, що поліпшить якість прийняття рішень із вибору проєктів сталого розвитку.

Отже, мета досліджень – удосконалити теоретико-методологічні засади сталого розвитку підприємств, обґрунтувавши вибір проєктів сталого розвитку з урахуванням думки стейкхолдерів. Для досягнення поставленої мети вирішено такі завдання: окреслено ситуацію, за якої наявність альтернативної думки стейкхолдерів спричиняє виникнення завдання вибору проєктів сталого розвитку підприємства; визначено типи стейкхолдерів, судження яких доцільно враховувати під час вибору проєктів сталого розвитку підприємства; обґрунтовано універсальний показник проєкту сталого розвитку підприємства, щодо якого необхідно формувати інформаційну базу оцінювальних суджень стейкхолдерів; запропоновано нечіткі змінні для вибору проєктів сталого розвитку підприємства на засадах нечіткої логіки.

Методологія досліджень

Інформаційну базу дослідження становили наукові праці вітчизняних та зарубіжних науковців, що займались вивченням проблем сталого розвитку та досягнення його глобальних цілей, сталого розвитку підприємства, інтеграції стейкхолдерів у процеси прийняття рішень на підприємстві, а також адаптації методу нечітких множин до вирішення завдань управління сталим розвитком підприємства.

Для досягнення мети у статті використано загальнонаукові методи, які забезпечили цілісність дослідження, зокрема: методи теоретичного узагальнення та абстракції – для систематизації наукових результатів і формулювання висновків; структурного аналізу, групування та комбінування ознак досліджуваних об'єктів – для виявлення груп стейкхолдерів сталого розвитку підприємства.

Для адаптації нечітких та суб'єктивних суджень стейкхолдерів на рахунок цінності для них проєктів сталого розвитку до прийняття управлінських рішень щодо вибору проєктів сталого розвитку підприємства було використано спеціальний метод нечітких множин.

Виклад основного матеріалу

Залучення широкого кола стейкхолдерів до визначення того, який проєкт сталого розвитку, що може реалізувати підприємство, є пріоритетним, з високою часткою вірогідності спричинить ситуацію розбіжності в інтересах стейкхолдерів та менеджменту підприємства або в інтересах стейкхолдерів та можливостях підприємства. На наш погляд, розробляти методики управління проєктами сталого розвитку підприємства з урахуванням думки стейкхолдерів, щоб уникнути цього, недоцільно. Натомість підприємство потребує науково обґрунтованого інструментарію розв'язання цієї задачі.

Для того, щоб оцінювальні судження стейкхолдерів підприємства щодо пріоритетного проєкту сталого розвитку, які ґрунтуються на їх особливостях характеру та досвіду, були зіставними з тією інформаційною базою, на основі якої приймають рішення менеджери підприємства, необхідно обґрунтувати універсальний показник проєкту сталого розвитку підприємства, стосовно якого потрібно формувати дані про інтереси стейкхолдерів. Інакше кажучи, інтереси та бажання стейкхолдерів повинні бути формалізовані у певний економічний показник, який є кількісно вимірюваним. Запропоновано як такий показник використовувати вигоди, які б хотіли отримати стейкхолдери від реалізації того або іншого проєкту, які можна подати у грошовому вираженні. Вигоди не дорівнюють доходам або прибутку, а є ширшим поняттям, яке охоплює і ефект, як матеріальний, так і нематеріальний. Водночас цей показник є універсальним для обох сторін процесу прийняття рішення – стейкхолдерів та менеджерів підприємства. Як зазначено вище, для стейкхолдерів, які не очікують від реалізації проєкту сталого розвитку прямих грошових надходжень, і тому його оцінку зводитимуть до емоційного сприйняття власного ефекту й результату від нього, показник вигод надасть можливість визначити еквівалент між цим нематеріальним ефектом та грошовою сумою, наближеною до нього. Для стейкхолдерів, які, навпаки, розцінюють проєкт як інвестиційний, показник вигод віддзеркалить матеріальний ефект у грошовому вираженні.

Пропонуємо визначати три групи стейкхолдерів. До першої зарахуємо стейкхолдерів, що мають переважно економічні інтереси і розглядають проєкти сталого розвитку швидше як інвестиційні, ніж іміджеві (власники, менеджери підприємства, інвестори), до другої – стейкхолдери, що мають переважно соціальні інтереси і розглядають проєкти сталого розвитку як такі, що прямо впливають на них (мешканці прилеглої території, працівники підприємства) і до третьої – стейкхолдери, що мають переважно екологічні інтереси і розглядають проєкти сталого розвитку як такі, що створюють ефект прямого впливу на навколишнє середовище та людей (зовнішні та внутрішні щодо підприємства експерти з питань екологічного розвитку). Для виявлення інтересів різних груп стейкхолдерів, виражених у показнику вигод від проєктів сталого розвитку, менеджери підприємства можуть запропонувати стейкхолдерам анкету для визначення обсягу вигод у грошовому вираженні, який би вони хотіли отримати в результаті реалізації проєктів, щоб зібрати інформацію про їхні очікування. Анкета для з'ясування інтересів стейкхолдерів може містити перелік можливих проєктів сталого розвитку, які попередньо визначили менеджери підприємства, щодо яких стейкхолдер

має вибрати один найпріоритетніший для нього та поряд визначити суму вигод у грошовому вираженні, яку, на думку стейкхолдера, він отримає в результаті реалізації проєкту. Так буде визначена якісна сутність інтересів різних груп стейкхолдерів, виражена у конкретних проєктах, та отримано кількісний вимірювач цих інтересів, виражений у показнику вигод.

Обробляти отриману сукупність даних щодо інтересів стейкхолдерів, формалізованих за допомогою показника вигод у проєкти сталого розвитку, рекомендовано методом кластерного аналізу, в результаті чого будуть визначені сукупності близьких інтересів стейкхолдерів і одна центральна точка усіх сукупностей даних. Цю центральну точку можна вважати точкою збалансованого сукупного інтересу стейкхолдерів підприємства щодо реалізації проєктів сталого розвитку, яка характеризується показником сукупної вигоди.

Саме під час зіставлення отриманого методом кластерного аналізу значення сукупної вигоди від проєкту сталого розвитку підприємства, яка відображає груповий інтерес усіх стейкхолдерів, із проєктами, які може реалізувати підприємство, і виникає проблема впливу суб'єктивних оцінок стейкхолдерів на вибір конкретного проєкту з певної кількості, який би найкраще відображав інтереси стейкхолдерів та можливості підприємства. Інакше кажучи, в арсеналі підприємства можуть бути проєкти, жоден з яких не відображає точно сукупний інтерес стейкхолдерів, але декілька проєктів можуть бути наближені до нього. І саме вибір одного із зазначених декількох проєктів, який би найкраще відображав сукупний інтерес стейкхолдерів у вигляді вигод, і становить основне завдання дослідження.

Звернемо увагу на те, що значення вигоди для кожного стейкхолдера є конкретною величиною, якій притаманна властивість дискретності, тому що кожен стейкхолдер виражає свої інтереси не в інтервальному вигляді, а у вигляді певного значення вигод. Звідси, оскільки одному стейкхолдеру відповідає один інтерес, який представляється одним значенням вигод у грошовому вираженні, сукупність інтересів стейкхолдерів є сукупністю дискретних величин вигод, $\xi_{S1} = (x_{S1i}, x_{S1i} \dots x_{S1n})$.

Методики обґрунтування вибору проєкту сталого розвитку підприємства, орієнтовані на концептуальний підхід раціонального вибору економічних суб'єктів, для цілей цього дослідження не є релевантними, тому що тут необхідно шукати баланс в інтересах стейкхолдерів підприємства, а також враховувати суб'єктивний фактор під час оцінювання проєктів сталого розвитку.

Тому для вирішення поставленого завдання запропоновано використовувати метод нечітких множин, який дасть змогу вибрати проєкт сталого розвитку підприємства, який найкраще відобразить сукупний інтерес стейкхолдерів, визначивши найбільшу вигоду від можливих проєктів не за кількісними порівняннями, а за суб'єктивним сприйняттям стейкхолдерами поняття “велика” вигода.

Створимо нечітку змінну “вигоди проєкту”, значення якої в уявленні стейкхолдерів ідентифікується швидше не як конкретні числові значення, а як словесні оцінювальні вирази – великі, невеликі, середні. Тому для нечіткої змінної “вигоди проєкту” виберемо властивості “великі вигоди”, “середні вигоди”, “невеликі вигоди”.

Позначимо множину усіх дискретних значень вигод у грошовому вираженні, які можна отримати від реалізації проєкту сталого розвитку підприємства, як універсальну множину Z , а нечітку множину значень вигод у грошовому вираженні, які, на думку менеджерів підприємства, відповідають властивості “великі” нечіткої змінної “вигоди проєкту”, як BX_1 . Нечітка множина BX_1 належить універсальній множині Z , $BX_1 \subset Z$. Максимальне та мінімальне значення вигод у множині Z визначають під час кластерного аналізу відповідей стейкхолдерів.

Функцію належності елемента x_{1i} (i -го значення вигод) нечіткій множині BX_1 , яка відображає властивість “великі” нечіткої змінної “вигоди проєкту”, позначимо як $\mu_{BX_1}(x_{1i})$. Отже, нечітка множина вигод, які мають властивість “великі”, BX_1 , визначається як множина упорядкованих пар $BX_1 = \{ \langle \mu_{BX_1}(x_{1i})/x_{1i} \rangle \}$, де x_{1i} – довільне значення вигод; $\mu_{BX_1}(x_{1i})$ – частка опитуваних стейкхолдерів, які сприймають значення вигод на рівні x_{1i} як “великі” вигоди. Функція приналежності $\mu_{BX_1}(x_{1i})$ набуває значення у деякій цілком впорядкованій множині Q ($Q = [0; 1]$).

У цьому дослідженні для побудови на основі експертних оцінок функції приналежності нечіткої множини BX_1 , яка містить значення вигод, що, на думку стейкхолдерів, мають властивість “великі” для нечіткої змінної “вигоди проекту”, буде використано прямий метод, який передбачає, що кожен стейкхолдер із усіх трьох груп стейкхолдерів із переважно економічними, соціальними та екологічними інтересами, який оцінює вигоди від проектів сталого розвитку підприємства, тобто у цьому випадку визначає, чи сприймає він конкретне значення вигод як “велике”, приблизно, неточно і безпосередньо задає правило знайдення значень функції належності. З відомих прямих методів побудови функції належності нечіткої множини використаємо табличний метод.

Для того, щоб встановити міру належності значення вигоди до нечіткої множини BX_1 , яка повинна містити значення вигод, які стейкхолдери сприймають як “великі”, менеджерам підприємства необхідно внести до попередньої анкети питання: “Які з наведених сум вигод у грошовому вираженні ви сприймаєте як “великі”?”.

Надати відповідь на наведене вище питання щодо сприйняття конкретних значень вигод у запропонованому діапазоні (множині Z_1) як “великих” повинні усі стейкхолдери усіх трьох груп з переважно економічними, соціальними та екологічними інтересами. Отже, утвориться генеральна сукупність стейкхолдерів, на основі відповідей якої і буде сформовано нечіткої множини властивостей для нечіткої змінної “вигоди” проекту. Кожен стейкхолдер для кожної запропонованої суми вигод з діапазону на питання про те, чи є ця сума “великою” для нього, надає одну відповідь: “так” або “ні”, прислухаючись до свого сприйняття цієї суми та перебираючи, наприклад, такі ознаки, як “швидше так”, “точно ні”, “точно так”, “скоріше ні”, “приблизно так” тощо. Для одного стейкхолдера декілька сум вигод з діапазону можуть мати властивість “великі” або, навпаки, жодна сума не мати такої властивості. Отже, множина відповідей кожного окремого стейкхолдера щодо оцінки кожної суми вигод як “великої” є чіткою множиною з характеристичною функцією належності, оскільки, як зазначено вище, стейкхолдер може висловити свою оцінку щодо того, чи великою, на його думку, є певна сума вигод, тільки через два доступні значення належності “так” або “ні”, і, відповідно, міра належності певної суми вигод з погляду одного стейкхолдера може набути значення тільки 0, якщо “ні”, сума вигоди не є великою, і 1, якщо “так”, сума вигоди велика.

Однак множина відповідей генеральної сукупності стейкхолдерів щодо сукупної оцінки ними кожної суми вигод із запропонованого діапазону на предмет наявності у кожній сумі властивості “великі” буде нечіткою множиною з відповідною функцією належності, оскільки щодо того, чи великою є певна сума вигод, може висловитися тільки частина генеральної сукупності стейкхолдерів, через що значення належності і, відповідно, міра належності певної суми вигод до множини вигод з властивістю “великі” з погляду генеральної сукупності стейкхолдерів може набути значення у проміжку між 0 та 1.

Встановлена генеральною сукупністю стейкхолдерів міра належності сум вигод до нечіткої множини BX_1 , яка характеризує властивість “великі” нечіткої змінної “вигоди проекту”, може набувати значення від 0 до 1, що у цьому дослідженні трактуватиметься як “ніхто з генеральної сукупності стейкхолдерів не вважає певне значення вигоди від проекту сталого розвитку великим”, якщо міра належності дорівнюватиме 0, і “всі у генеральній сукупності стейкхолдерів вважають певне значення вигоди від проекту сталого розвитку великим”, якщо міра належності дорівнюватиме 1. Що більшою мірою значення вигоди x_{1i} з таблиці характеризуватиметься властивістю “великі”, тобто що більше стейкхолдерів визначили i -ту суму вигод, як “велику”, то ближчим до 1 повинно бути значення функції належності цієї суми вигод до нечіткої множини BX_1 , і навпаки.

Отже, поняття “великі вигоди проекту” сталого розвитку підприємства можна подати у вигляді нечіткої множини BX_1 на множині $Z_1 = \{x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1i}\}$ у такий спосіб

$$BX_1 = (\mu_{BX_1}(x_{11})/x_{11}, \mu_{BX_1}(x_{12})/x_{12}, \dots, \mu_{BX_1}(x_{1i})/x_{1i}) \quad (1)$$

Табличний метод визначення генеральною сукупністю стейкхолдерів функції належності значень вигод від проєктів сталого розвитку підприємства до нечіткої множини BX_1 , яка характеризує властивість “великі” для нечіткої змінної “вигоди проєкту”

Значення вигод у грошовому вираженні від проєктів сталого розвитку підприємства, які під час формування анкети стейкхолдерів запропоновані для оцінки ними з погляду властивості “великі” (елементи нечіткої множини BX_1)	Кількість стейкхолдерів генеральної сукупності, які визначили значення вигод як “велике”	Міра належності кожного значення вигод у грошовому вираженні від проєктів сталого розвитку підприємства до нечіткої множини BX_1 , тобто частка стейкхолдерів у генеральній сукупності стейкхолдерів, які визначили значення вигод як “велике”
x_{11} – перша сума вигод	n_1	$\mu_{BX_1}(x_{11})$
x_{12} – друга сума вигод	n_2	$\mu_{BX_1}(x_{12})$
...
x_{1i} – i -та сума вигод	n_i	$\mu_{BX_1}(x_{1i})$

В аналогічний спосіб визначимо поняття “середні вигоди проєкту” та “невеликі вигоди проєкту”. Позначимо нечітку множину вигод із властивістю “середні” як MX_1 , а з властивістю “невеликі” – як SX_1 . Функцію належності елемента y_{1i} (i -го значення вигод) нечіткій множині MX_1 позначимо як $\mu_{MX_1}(y_{1i})$.

Нечітка множина вигод, які мають властивість “середні”, MX_1 , визначається як множина впорядкованих пар $MX_1 = \{ \langle \mu_{MX_1}(y_{1i})/y_{1i} \rangle \}$, де y_{1i} – довільне значення вигод; $\mu_{MX_1}(y_{1i})$ – частка опитуваних стейкхолдерів, які сприймають значення вигод на рівні y_{1i} як “середні” вигоди.

Функцію належності елемента z_{1i} (i -го значення вигод) нечіткій множині SX_1 , яка відображає властивість “невеликі” нечіткої змінної “вигоди проєкту”, позначимо як $\mu_{SX_1}(z_{1i})$. Нечітка множина вигод, які мають властивість “невеликі”, SX_1 , визначається як множина впорядкованих пар $SX_1 = \{ \langle \mu_{SX_1}(z_{1i})/z_{1i} \rangle \}$, де z_{1i} – довільне значення вигод; $\mu_{SX_1}(z_{1i})$ – частка опитуваних стейкхолдерів, які сприймають значення вигод на рівні z_{1i} як “невеликі” вигоди. Функції приналежності $\mu_{MX_1}(y_{1i})$ та $\mu_{SX_1}(z_{1i})$ набувають значення так само, як і у попередньому випадку, у впорядкованій множині Q ($Q = [0; 1]$).

Поняття “середні вигоди проєкту” сталого розвитку підприємства можна подати у вигляді нечіткої множини MX_1 на множині $Z_2 = \{y_{11}, y_{12}, \dots, y_{1i}\}$ у такий спосіб

$$MX_1 = (\mu_{MX_1}(y_{11})/y_{11}, \mu_{MX_1}(y_{12})/y_{12}, \dots, \mu_{MX_1}(y_{1i})/y_{1i}) \quad (2)$$

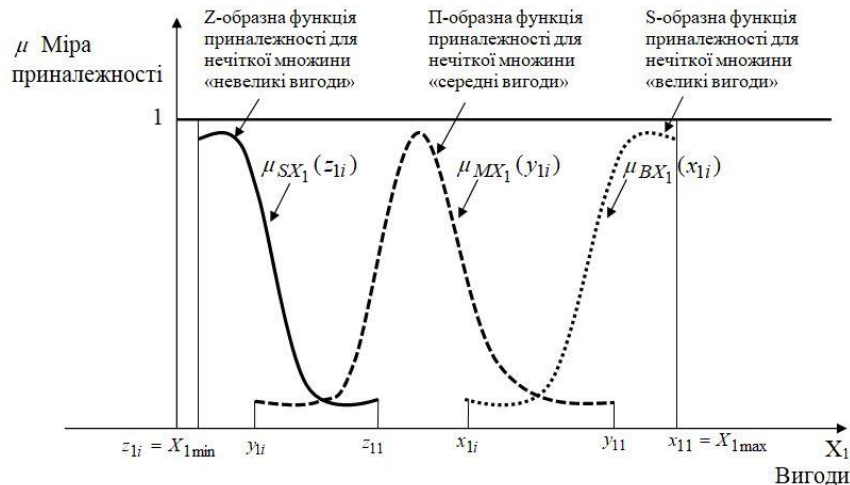
Поняття “невеликі вигоди проєкту” сталого розвитку підприємства можна подати у вигляді нечіткої множини SX_1 на множині $Z_3 = \{z_{11}, z_{12}, \dots, z_{1i}\}$

$$SX_1 = (\mu_{SX_1}(z_{11})/z_{11}, \mu_{SX_1}(z_{12})/z_{12}, \dots, \mu_{SX_1}(z_{1i})/z_{1i}) \quad (3)$$

У підсумку, нечітку змінну “вигоди проєкту”, для визначення властивостей якої і формування нечітких множин щодо сприйняття великих, середніх та невеликих значень вигод визначають експертну думку стейкхолдерів, а також для визначення властивостей якої стейкхолдерам пропонують оцінити вибірку значень грошових сум вигод, доцільно подавати графічно та аналітично типом Z-подібної, S-подібної та П-подібної функції (див. рисунок).

Саме функції цього типу являють собою складніші функції належності, для яких можливе неперервне диференціювання, які є гладкими і дадуть змогу отримати точніший результат моделювання (обґрунтованіший і точніший вибір проєкту сталого розвитку підприємства методом нечітких множин). Також функції цього класу, на відміну від кусково-лінійних функцій, дадуть змогу надалі

зробити важливі висновки на основі поглибленого аналізу нечіткої системи вигод проєкту сталого розвитку в сприйнятті стейкхолдерів, а саме аналіз, наприклад, зміни уявлень стейкхолдерів про те, чи є певна грошова сума вигод для них “великою”, “середньою” чи “невеликою” у разі зміни значення вигоди від проєкту, що є першою похідною Z-подібної, S-подібної та П-подібної функції належності, або аналіз швидкості зміни уявлень стейкхолдерів у разі зміни значень вигод від проєкту сталого розвитку підприємства, що є другою похідною Z-подібної, S-подібної та П-подібної функції належності.



Графічне подання функцій належності нечітких множин, які характеризують властивості “великі”, “середні”, “невеликі”, нечіткої змінної “вигоди проєкту” сталого розвитку підприємства

Висновки

У результаті проведених досліджень отримано такі наукові результати. Доведено, що сталий розвиток підприємства в контексті досягнення глобальних цілей сталого розвитку, а також сприяння сталому розвитку на національному або регіональному рівні може вважатися таким за умови, якщо досягнуто не тільки баланс економічної, соціальної або екологічної складових, але й інтересів стейкхолдерів підприємства та його власників, інвесторів і менеджерів. Сталий розвиток підприємства можна подати у вигляді реалізації низки проєктів, під час реалізації яких необхідно враховувати думку широкого кола стейкхолдерів. Це можна здійснити, опитуючи стейкхолдерів на предмет їх думки з приводу того, який проєкт сталого розвитку підприємства доцільно реалізовувати. В результаті опитування буде сформовано інформаційну базу, отриману від зовнішніх та внутрішніх щодо підприємства учасників суспільно-економічних процесів. Інформаційну базу стосовно думки стейкхолдерів на рахунок цінності для них того або іншого проєкту сталого розвитку підприємства необхідно формувати у вигляді нечітких множин лінгвістичної змінної, даючи респондентам опцію висловлювати суб’єктивні, неоднозначні, оцінювальні судження замість однозначних та формалізованих, що поліпшує якість прийняття рішень із вибору проєктів сталого розвитку.

Удосконалено теоретико-методологічні засади управління сталим розвитком підприємств із обґрунтуванням вибору проєктів сталого розвитку з урахуванням думки стейкхолдерів. Наявність певної думки стейкхолдерів стосовно того, який проєкт сталого розвитку є пріоритетним, може спричинити виникнення для менеджменту підприємства завдання вибору проєкту, який би задовольняв інтереси стейкхолдерів і водночас відповідав можливостям підприємства. Це завдання вирішено за допомогою методу нечітких множин з обґрунтуванням лінгвістичної змінної “вигоди проєкту” та нечітких множин певних властивостей цієї змінної.

Перспективи подальших досліджень

Напрямом подальших досліджень стане розширення переліку показників, які характеризують інтереси стейкхолдерів у реалізації підприємством проєктів сталого розвитку. На наш погляд, пока-

зник вигод недостатньо відповідає концепції розподіленої відповідальності за сталий розвиток між учасниками суспільно-економічних процесів. Тому доцільно додати показник, наприклад, витрат або внесків, які були б готові зробити стейкхолдери у вигляді грошових донатів або власної праці для реалізації проєктів сталого розвитку, від яких очікують ефект.

1. Muñoz M. J., Rivera J. M., Moneva J. M. (2008). Evaluating sustainability in organisations with a fuzzy logic approach. *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 108, No. 6, 829–841. <https://doi.org/10.1108/02635570810884030>
2. Calabrese A., Costa R., Levialdi N., Menichini, T. (2019). Integrating sustainability into strategic decision-making: A fuzzy AHP method for the selection of relevant sustainability issues. *Technological Forecasting and Social Change*. No. 139, 155–168. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.11.005>.
3. Hsu C. H., Chang A. Y., Luo W. (2017). Identifying key performance factors for sustainability development of SMEs – integrating QFD and fuzzy MADM methods. *Journal of Cleaner Production*, No 161, 629–645. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.063>.
4. Zeng S, Hu Y, Balezentis T, Streimikiene D. (2020). A multi-criteria sustainable supplier selection framework based on neutrosophic fuzzy data and entropy weighting. *Sustainable Development*. No 28, 1431–1440. <https://doi.org/10.1002/sd.2096>
5. Alimohammadlou M., Khoshsepehr Z. Investigating organizational sustainable development through an integrated method of interval-valued intuitionistic fuzzy AHP and WASPAS. *Environ Dev Sustain*. 2022. No. 24. P. 2193–2224. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01525-7>
6. Wu K.-J., Chen Q., Qi Y., Jiang X., Gao S., Tseng M.-L. (2019). Sustainable Development Performance for Small and Medium Enterprises Using a Fuzzy Synthetic Method-DEMATEL. *Sustainability*, No. 11(15), 4119. <https://doi.org/10.3390/su11154119>
7. Poplawska J., Labib A., Reed D. M., Ishizaka A. (2015). Stakeholder profile definition and salience measurement with fuzzy logic and visual analytics applied to corporate social responsibility case study. *Journal of Cleaner Production*, No. 105, 103–115. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.095>.
8. Yi L., Li T., Wang X., Ge G., Zhang T. (2022). Corporate social responsibility performance evaluation from the perspective of stakeholder heterogeneity based on fuzzy analytical hierarchy process integrated TOPSIS. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, No. 29(4), 918–935. <https://doi.org/10.1002/csr.2245>
9. Потрашкова Л. В. (2019). Імітаційна модель соціально відповідальної діяльності підприємства з реалізацією нечіткого логічного висновку щодо рівня екологічності. *Problems of Economy*, No. 4, С. 277–285. <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2019-4-277-285>
10. Escrig-Olmedo E., Muñoz-Torres M. J., Fernández-Izquierdo M. Á., Rivera-Lirio J. M. (2017). Measuring Corporate Environmental Performance: A Methodology for Sustainable Development. *Bus. Strat. Env.*, No. 26, 142–162. <https://doi.org/10.1002/bse.1904>
11. Гусарова Л. В., Боліла, Н. В. (2020). Екологічний компонент економічної безпеки як чинник сталого розвитку підприємств будівництва. *Науковий погляд: економіка та управління*, No. 2, С. 121–124. <https://doi.org/10.32836/2521-666X/2020-68-21>
12. Субога М., Демидова М. (2020). Моделювання процесів надання якісних санаторно-курортних послуг як передумова сталого розвитку підприємств. *Економічний вісник університету*, No. 47, С. 105–111. <https://doi.org/10.31470/2306-546X-2020-47-105-111>
13. Гончаренко О. М. (2011). Діагностика та інструментарій оцінки стійкого розвитку підприємства. *Праці Одеського політехнічного університету*, No. 2, С. 312–319. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Popu_2011_2_54. (дата звернення: 05.10.2022).
14. Гречко А., Очеретяна О. (2020). Дослідження еволюції наукової думки в аспектах визначення сутності поняття “сталий розвиток підприємства”. *Підприємництво та інновації*, No. 15, С. 37–41. <https://doi.org/10.37320/2415-3583/15.6>
15. Патракеєв І. М. (2019). Нечітка модель індикатора ефективності метаболізму міського середовища. *Управління розвитком складних систем*, No. 37, С. 185–194. DOI: 10.6084/m9.figshare.9783242
16. Кравченко С. І., Далевська Н. М. (2020). Цілепокладання національної інноваційної системи в контексті соціально-економічних аспектів сталого розвитку суспільства. *Економіка і управління*, No. 48, С. 119–129. doi.org/10.15407/econindustry2019.04.058
17. Турленко Н. В. (2020). Прогнозування та оцінка інвестиційного ризику в сталому розвитку аграрної сфери регіону. *Бізнес-навігатор*, No. 2, С. 45–49. <https://doi.org/10.32847/business-navigator.58-9>
18. Гончарук І. В. (2020). Моделювання та прогнозування рівня енергетичної незалежності агропромислового комплексу України на засадах сталого розвитку. *Ефективна економіка*, No 10. DOI: 10.32702/2307-2105-2020.10.55. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=8254> (дата звернення: 30.10.2022).
19. Pislaru M., Herghiligiu I., Robu I. (2019). Corporate sustainable performance assessment based on fuzzy logic. *Journal of cleaner production*, No. 223, 998–1013. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.130>

20. Nasirzadeh F., Ghayoumian M., Khanzadi M., Rostamnezhad M. (2020). Modelling the social dimension of sustainable development using fuzzy cognitive maps. *International Journal of Construction Management*, No. 20:3, 223–236. DOI: 10.1080/15623599.2018.1484847

1. Muñoz M. J., Rivera J. M., Moneva J. M. (2008). Evaluating sustainability in organisations with a fuzzy logic approach. *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 108, No. 6, 829–841. <https://doi.org/10.1108/02635570810884030>

2. Calabrese A., Costa R., Levaldi N., Menichini, T. (2019) Integrating sustainability into strategic decision-making: A fuzzy AHP method for the selection of relevant sustainability issues. *Technological Forecasting and Social Change*, No. 139, 155–168. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.11.005>.

3. Hsu C. H., Chang A. Y., Luo W. (2017). Identifying key performance factors for sustainability development of SMEs – integrating QFD and fuzzy MADM methods. *Journal of Cleaner Production*, No. 161, 629–645. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.063>.

4. Zeng S, Hu Y, Balezentis T, Streimikiene D. (2020). A multi-criteria sustainable supplier selection framework based on neutrosophic fuzzy data and entropy weighting. *Sustainable Development*, No 28, 1431–1440. <https://doi.org/10.1002/sd.2096>

5. Alimohammadlou M., Khoshsepehr Z. (2022). Investigating organizational sustainable development through an integrated method of interval-valued intuitionistic fuzzy AHP and WASPAS. *Environ. Dev. Sustain.*, No. 24, 2193–2224. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01525-7>

6. Wu K.-J., Chen Q., Qi Y., Jiang X., Gao S., Tseng M.-L. (2019). Sustainable Development Performance for Small and Medium Enterprises Using a Fuzzy Synthetic Method-DEMATEL. *Sustainability*, No. 11(15), 4119. <https://doi.org/10.3390/su11154119>

7. Poplawska J., Labib A., Reed D. M., Ishizaka A. (2015). Stakeholder profile definition and salience measurement with fuzzy logic and visual analytics applied to corporate social responsibility case study. *Journal of Cleaner Production*, No. 105, 103–115. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.095>.

8. Yi L., Li T., Wang X., Ge G., Zhang T. (2022). Corporate social responsibility performance evaluation from the perspective of stakeholder heterogeneity based on fuzzy analytical hierarchy process integrated TOPSIS. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, No. 29(4), 918–935. <https://doi.org/10.1002/csr.2245>

9. Potrashkova L. V. (2019). Imitatsiina model sotsialno vidpovidalnoi diialnosti pidpriemstva z realizatsiieiu nechitkoho lohichnoho vysnovku shchodo rivnia ekolohichnosti [A simulation model of the socially responsible activity of the enterprise with the implementation of a vague logical conclusion regarding the level of environmental friendliness]. *Problems of Economy*. No. 4, 277–285. <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2019-4-277-285> (in Ukrainian).

10. Escrig-Olmedo E., Muñoz-Torres M. J., Fernández-Izquierdo M. Á., Rivera-Lirio J. M. (2017). Measuring Corporate Environmental Performance: A Methodology for Sustainable Development. *Bus. Strat. Env.*, No. 26, 142–162. <https://doi.org/10.1002/bse.1904>.

11. Husarova L. V., Bolila N. V. (2020). Ekolohichniy komponent ekonomichnoi bezpeky yak chynnyk staloho rozvytku pidpriemstv budivnytstva [Environmental component of economic security as a factor of sustainable development of construction enterprises]. *Scientific view: economics and management*, No. 2, 121–124. <https://doi.org/10.32836/2521-666X/2020-68-21> (in Ukrainian).

12. Subota M., Demydova M. (2020). Modeliuvannya protsesiv nadання yakisnykh sanatorno-kurortnykh posluh yak peredumova staloho rozvytku pidpriemstv [Modeling processes of providing quality sanatorium-resort services as a prerequisite for sustainable development of enterprises]. *Economic Bulletin of the University*, No. 47, 105–111. <https://doi.org/10.31470/2306-546X-2020-47-105-111> (in Ukrainian).

13. Honcharenko O. M. (2011). Diahnostyka ta instrumentarii otsinky stiikoho rozvytku pidpriemstva [Diagnostics and tools for assessing the sustainable development of the enterprise]. *Proceedings of the Odessa Polytechnic University*, No. 2, 312–319. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Popu_2011_2_54 (in Ukrainian).

14. Hrechko A., Ocheretiana O. (2020). Doslidzhennia evoliutsii naukovoï dumky v aspektakh vyznachennia sutnosti poniattia “stalyi rozvytok pidpriemstva” [Research on the evolution of scientific thought in the aspects of defining the essence of the concept of “sustainable development of an enterprise”]. *Entrepreneurship and Innovations*, No. 15, 37–41. <https://doi.org/10.37320/2415-3583/15.6> (in Ukrainian).

15. Patrakeiev I. M. (2019). Nechitka model indykatora efektyvnosti metabolizmu miskoho seredovyscha. Upravlinnia rozvytkom skladnykh system [Fuzzy model of the indicator of the efficiency of metabolism of the urban environment]. *Management of the development of complex systems*, No. 37, 185–194. DOI: 10.6084/m9.figshare.9783242 (in Ukrainian).

16. Kravchenko S. I., Dalevska N. M. (2020). Tsilepokladannia natsionalnoi innovatsiinoï systemy v konteksti sotsialno-ekonomichnykh aspektiv staloho rozvytku suspilstva [Goal setting of the national innovation system in the context of socio-economic aspects of sustainable development of society]. *Economics and management*, No. 48, 119–129. doi.org/10.15407/econindustry2019.04.058 (in Ukrainian).

17. Turlenko N. V. (2020). Prohnozuvannia ta otsinka investytsiinoho ryzyku v stalomu rozvytku ahrarnoi sfery rehionu [Forecasting and assessing the investment risk in the sustainable development of the agrarian sphere of the region]. *Business navigator*, No. 2, 45–49. <https://doi.org/10.32847/business-navigator.58-9> (in Ukrainian).

18. Honcharuk I. V. (2020). Modeliuvannya ta prohnozuvannya rivnia enerhetychnoi nezalezhnosti ahropromyslovoho kompleksu Ukrainy na zasadakh staloho rozvytku [Modeling and forecasting the level of energy independence of the agro-industrial complex of Ukraine on the basis of sustainable development]. *Effective Economics*, No. 10. DOI: 10.32702/2307-2105-2020.10. 55. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8254> (in Ukrainian).
19. Pislaru M., Herghiligiu I., Robu I. (2019). Corporate sustainable performance assessment based on fuzzy logic. *Journal of cleaner production*, No. 223, 998–1013. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.130>.
20. Nasirzadeh F., Ghayoumian M., Khanzadi M., Rostamnezhad M. (2020). Modelling the social dimension of sustainable development using fuzzy cognitive maps. *International Journal of Construction Management*, No. 20:3, 223–236. DOI: 10.1080/15623599.2018.1484847.

I. Pistunov, M. Pashkevych¹, G. Li
Dnipro University of Technology
¹Pashkevych.M.S@nmu.one

APPLICATION OF THE FUZZY SET METHOD FOR THE SELECTION OF ENTERPRISE SUSTAINABLE DEVELOPMENT PROJECTS CONSIDERING STAKEHOLDERS' OPINIONS

© Pistunov I., Pashkevych M., Li G., 2023

Purpose. The purpose of this study is to improve the theoretical and methodological foundations of sustainable development management introduced into an enterprise environment for achieving SDG 2030 by creating scientific proofs of the best choice among sustainable development projects taking into account the stakeholders' opinions and applying fuzzy set method.

Design/methodology/approach. In the article, the authors used the literature review method in order to support the idea of topicality of sustainable development of enterprises and reveal the high relevance of the study of sustainable development project choice by means of fuzzy logic method. To achieve the goal, the article used general scientific methods that ensured the integrity of the research, in particular: methods of theoretical generalization and abstraction – for systematization of scientific results and formulation of conclusions; structural analysis, grouping and combination of features of the investigated objects – to identify groups of stakeholders of the sustainable development of the enterprise. A special method of fuzzy sets was used to adapt the vague and subjective judgments of stakeholders on the value of sustainable development projects to the process of managerial decision-making regarding the selection of sustainable development projects.

Findings. The sustainable development of the enterprise is limited or does not meet the global goals of sustainable development until 2030, if the opinion of a wide range of stakeholders is not taken into account during the implementation of social and environmental projects. Sustainable development concept of the balanced stakeholders' interests rather than social, economic and environmental areas is discussed. Projects for the sustainable development of the enterprise are to be selected on the basis of the information obtained from external and internal participants in relation to the enterprise who act in socio-economic environment. The information base regarding the opinion of stakeholders on the value of a sustainable development project for them can be shaped as fuzzy variables, giving respondents the option to express subjective, ambiguous, evaluative judgments instead of unambiguous and formalized ones, which will increase the quality of decision-making on the selection of sustainable development projects implemented by an enterprise.

Practical implications. The study provides managers of an enterprise with the tools of making choice among sustainable development projects that is guided not only by managerial views on the enterprise profitability but also external stakeholders' vague and subjective judgments on sustainable development project value. The paper opens the concept of stakeholders involved into decision-making that can be used by an enterprise for enhancing its image as one with corporate social responsibility excellence.

Originality/value. This study highlights the case that is an evidence of the presence of an alternative stakeholders' opinion causing the problem of choosing sustainable development projects of the enterprise. The research outlines three types of stakeholders, whose judgments should be taken into account when choosing projects for the sustainable development of an enterprise. A universal indicator of a sustainable development project implemented by an enterprise, in relation to which an information base of evaluative judgments of stakeholders should be formed, is determined. The study proposes fuzzy variables for the selection of enterprise sustainable development projects based on fuzzy logic.

Key words: sustainable development; stakeholder; fuzzy variables; fuzzy sets; enterprise; management; global goals of sustainable development; project management.

Paper type: Research paper.