

МІЖНАРОДНІ ЕКОНОМІЧНІ ВІДНОСИНИ
INTERNATIONAL ECONOMIC RELATIONS

УДК 339.97

doi: <https://doi.org/10.15330/apred.1.21.111-123>

Корольчук Л.В.¹, Савош Л.В.²

**МОДЕЛЮВАННЯ ДИПЛОМАТИЧНИХ СТРАТЕГІЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В
УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОЇ ТОРГІВЛІ**

Луцький національний технічний університет,
кафедра міжнародних економічних відносин,
вул. Львівська, 75, м. Луцьк,
43000, Україна,
¹тел.: 0953161138,
e-mail: l.korolchuck@lutsk-ntu.com.ua
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2821-476X>

²тел.: 0501762835,
e-mail: larysa.savosh9@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0831-201X>

Анотація. У статті досліджується проблема оптимізації дипломатичних стратегій у сфері сталого розвитку з урахуванням сучасних викликів глобальної торгівлі, зокрема необхідності балансування між економічними інтересами, екологічною безпекою та вимогами міжнародних екологічних стандартів. Дослідження спрямоване на аналіз економіко-математичних підходів до моделювання переговорного процесу, що дозволяє оцінити ефективність різних стратегічних рішень у контексті міжнародної взаємодії між країнами з різним рівнем екологічної адаптації. Методологічною основою роботи є поєднання теорії ігор та стохастичного моделювання, реалізованих у середовищі R, що забезпечує можливість проведення чисельного аналізу переговорних механізмів із використанням математичних інструментів. Зокрема, побудовано матрицю вииграшів, яка дозволяє кількісно оцінити можливі сценарії переговорного процесу та визначити рівноважні стани системи, що забезпечують оптимальне поєднання економічних та екологічних інтересів учасників.

Наукова новизна дослідження полягає у застосуванні комплексного підходу до оцінки переговорних стратегій у дипломатії сталого розвитку, що поєднує стохастичне моделювання, методи теорії ігор та аналіз матриці вииграшів. Набуло подальшого розвитку використання аналізу рівноваги Неша, що дозволило не лише формалізувати стратегічну взаємодію учасників переговорного процесу, а й оцінити ймовірність вибору різних стратегій. Практична значущість отриманих результатів полягає у можливості їхнього застосування для оптимізації переговорних процесів, формування стратегій міжнародної співпраці та розробки ефективних механізмів узгодження екологічних зобов'язань із економічними реаліями держав. Запропонований підхід може бути використаний урядами, міжнародними організаціями та фінансовими установами для оцінки потенційних наслідків впровадження екологічних регуляторних механізмів, що дозволить країнам адаптувати свою торговельну політику до сучасних вимог, розширити можливості транскордонного співробітництва та сприяти інтеграції до сталих економічних моделей.

Ключові слова: сталий розвиток, дипломатичні стратегії, глобальна торгівля, екологічні стандарти, теорія ігор, стохастичне моделювання, матриця вииграшів.

MODELING DIPLOMATIC STRATEGIES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF GLOBAL TRADE

Lutsk National Technical University,
Department of International Economic Relations,
Lvivska St., 75, Lutsk,
43000, Ukraine,
¹tel.: 0953161138,
e-mail: l.korolchuck@lutsk-ntu.com.ua
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2821-476X>

²tel.: 0501762835,
e-mail: larysa.savosh9@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0831-201X>

Abstract. The article examines the problem of optimizing diplomatic strategies in the field of sustainable development, taking into account the current challenges of global trade, in particular the need to balance economic interests, environmental safety and the requirements of international environmental standards. The study is aimed at analyzing economic and mathematical approaches to modeling the negotiation process, which allows assessing the effectiveness of various strategic decisions in the context of international interaction between countries with different levels of environmental adaptation. The methodological basis of the work is a combination of game theory and stochastic modeling implemented in the R environment, which makes it possible to conduct a numerical analysis of negotiation mechanisms using mathematical tools. In particular, a payoff matrix has been constructed that allows quantifying possible scenarios of the negotiation process and determining the equilibrium states of the system that ensure the optimal combination of economic and environmental interests of the participants.

The scientific novelty of the study lies in the application of an integrated approach to the assessment of negotiation strategies in sustainable development diplomacy, combining stochastic modeling, game theory methods and analysis of the payoff matrix. The use of the Nash equilibrium analysis was further developed, which allowed not only to formalize the strategic interaction of the participants in the negotiation process, but also to assess the probability of choosing different strategies. The practical significance of the results obtained lies in the possibility of their application to optimize negotiation processes, formulate strategies for international cooperation and develop effective mechanisms for reconciling environmental obligations with the economic realities of states. The proposed approach can be used by governments, international organizations and financial institutions to assess the potential impact of environmental regulatory mechanisms, which will allow countries to adapt their trade policies to modern requirements, expand opportunities for cross-border cooperation and promote integration into sustainable economic models.

Keywords: sustainable development, diplomatic strategies, global trade, environmental standards, game theory, stochastic modeling, payoff matrix.

Вступ. Сучасні глобальні торговельні мережі зазнають суттєвих трансформацій під впливом екологічних викликів, що зумовлює необхідність пошуку ефективних дипломатичних стратегій сталого розвитку. Зростання нормативних вимог до екологічної відповідальності, впровадження механізмів регулювання транснаціональних потоків товарів та фінансів, а також посилення ролі міжнародних організацій у формуванні екологічних стандартів потребують вироблення оптимальних підходів до дипломатії та міжнародних переговорів зокрема у цій сфері. У такому контексті особливої значущості набуває питання узгодження економічних інтересів країн, які перебувають на різних

рівнях розвитку, з вимогами екологічної політики та торговельного регулювання, що актуалізує необхідність застосування економіко-математичних аналітичних інструментів для оцінки ефективності переговорних механізмів та прогнозування їхніх результатів [31].

Останні дослідження в галузі міжнародних економічних відносин і сталого розвитку демонструють, що вирішення екологічних проблем у глобальній торгівлі вимагає комплексного підходу до аналізу стратегічної взаємодії держав, регіональних об'єднань та міжнародних фінансових інституцій [11; 24]. Дослідники наголошують на важливості врахування як економічних, так і політичних чинників, що визначають поведінку учасників переговорів, зокрема їхню готовність до впровадження екологічних стандартів, можливість отримання фінансової підтримки та вплив регуляторних механізмів, таких як вуглецеві мита [3; 26]. При цьому застосування математичних і аналітичних моделей дозволяє формалізувати процес прийняття рішень, оцінити можливі сценарії розвитку подій та розробити рекомендації для оптимізації переговорних стратегій [9].

Дослідження переговорного процесу між країнами, що впроваджують екологічні стандарти, потребує методологічного підходу, який поєднує кількісну оцінку економічних вигод і витрат із врахуванням невизначеності та взаємозалежності стратегій учасників [25]. Використання таких підходів дозволяє враховувати можливість зміни позицій сторін у часі, оцінювати наслідки різних варіантів рішень та визначати найстабільніші конфігурації переговорного процесу.

Постановка завдання. Метою цього дослідження є розробка моделі для аналізу дипломатичних стратегій сталого розвитку в умовах глобальної торгівлі із врахуванням взаємозв'язку економічних та екологічних факторів. Зокрема, увага приділяється переговорам щодо адаптації екологічних стандартів між країнами з різним рівнем готовності до їхнього впровадження, включаючи Україну, Європейський Союз та міжнародні фінансові інституції. Аналіз передбачає оцінку потенційних вигод і ризиків для кожного учасника, визначення рівноважних станів системи, а також прогнозування можливих змін у стратегіях залежно від зовнішніх економічних і політичних умов. Отримані результати можуть бути використані для формування практичних рекомендацій щодо оптимізації переговорних процесів у сфері сталого розвитку та розробки більш ефективних механізмів міжнародного співробітництва у цій галузі.

У процесі дослідження переговорних механізмів між Україною, Європейським Союзом та міжнародними фінансовими донорами щодо адаптації екологічних стандартів застосовано економіко-математичні методи, зокрема теорію ігор та стохастичне моделювання. Такий підхід зумовлений складністю аналізованого процесу, що характеризується множинністю стратегічних рішень, взаємозалежністю дій учасників, невизначеністю щодо майбутніх рішень кожного з них, а також можливістю випадкових змін у політико-економічному середовищі. Використання зазначених методів дозволяє формалізувати стратегічну взаємодію сторін, оцінити потенційні сценарії розвитку переговорного процесу та визначити оптимальні стратегії для його учасників.

Зокрема, використання теорії ігор дозволяє формалізувати переговорний процес як систему стратегічної взаємодії між економічними агентами, кожен з яких має власні цілі та обмеження, що зумовлює необхідність прийняття оптимальних рішень у контексті наявної інформації та прогнозованих дій інших учасників [1]. Формування матриці виграшів (виплат) у такій моделі забезпечує можливість кількісної оцінки наслідків кожної зі стратегій, що дозволяє не лише виявити рівноважні стани, а й проаналізувати потенційні ризики та можливості для кожного з учасників переговорного процесу.

Однак реальні переговорні механізми характеризуються невизначеністю та динамічністю [21], що унеможлиблює розгляд процесу прийняття рішень у детерміністичній площині. Саме тому у рамках дослідження передбачається застосування стохастичних методів, які дозволяють урахувати ймовірнісні коливання стратегій гравців [30], а також випадкові зовнішні фактори, що можуть впливати на їхні рішення. Використання ймовірнісних оцінок у стохастичному моделюванні зумовлює необхідність попереднього формалізованого припущення щодо вибору стратегій учасниками. У цьому дослідженні такі оцінки ґрунтуються на доступних емпіричних даних, офіційних стратегіях, а також практиці аналогічних переговорних процесів. Обрані фактори відображають ключові змінні, які мають безпосередній вплив на переговорну динаміку та адаптацію екологічних стандартів. Застосована модель зберігає гнучкість до варіацій параметрів, що дозволяє адаптувати її до нових даних або сценаріїв, не втрачаючи практичної релевантності результатів. Такий підхід дає змогу не лише визначити рівновагу в її статичному вигляді, а й оцінити можливі сценарії зміни стратегій залежно від зміни умов зовнішнього середовища та поведінки інших гравців.

Формування дослідницької моделі здійснюється у кілька ключових етапів. На першому етапі визначаємо основних учасників переговорного процесу, зокрема Україну, Європейський Союз та міжнародні фінансові донори, а також встановлюємо можливі стратегічні альтернативи для кожного з них.

Можливі стратегічні альтернативи для основних учасників переговорного процесу визначаємо на основі аналізу їхніх економічних і політичних інтересів, міжнародних зобов'язань та потенційних реакцій на зміну регуляторних умов. Даний аналіз стратегічних альтернатив базується на оцінці офіційних заяв, економічних звітів, політичних документів та існуючих досліджень [8; 12; 6; 7].

Результати аналізу стратегічних альтернатив для основних учасників переговорного процесу по сталому розвитку:

Для України стратегічні альтернативи можуть включати: - активне впровадження екологічних стандартів із залученням міжнародної фінансової підтримки; - поступову адаптацію з мінімізацією витрат та ризиків; - відтермінування екологічної трансформації, що може спричинити санкційні наслідки.

Для Європейського Союзу альтернативами є: - жорстке дотримання екологічних вимог із застосуванням механізмів регулювання; - створення гнучких механізмів підтримки партнерів для стимулювання їхньої адаптації; - пом'якшення вимог задля збереження економічних зв'язків.

Для міжнародних фінансових донорів ключовими альтернативами є: - пряма фінансова підтримка екологічних реформ; - кредитування під конкретні екологічні проєкти; - збереження нейтралітету в екологічних переговорах без активного фінансування.

Визначені стратегічні альтернативи кожного учасника переговорного процесу в умовах глобальної торгівлі відображають баланс між екологічними зобов'язаннями, економічними ризиками та можливостями отримання фінансової підтримки. Вибір тієї чи іншої стратегії залежить не лише від внутрішніх пріоритетів країни чи інституції, а й від дій інших учасників, що створює умови стратегічної взаємодії. Для оцінки потенційних наслідків такого вибору та визначення стійких рівноважних станів використовується методика побудови матриці виграшів, яка є основою подальшого аналізу переговорного процесу.

Наступним кроком є побудова матриці вигащів, яка містить кількісні оцінки очікуваних вигод або втрат залежно від обраної стратегії кожного учасника. На основі отриманої матриці проводиться аналіз рівноваги Неша, що дозволяє виявити стабільні стани системи, за яких жоден з гравців не має стимулу змінювати власну стратегію в односторонньому порядку. Однак з огляду на динамічність реальних переговорів додатково застосовується стохастичне моделювання, яке дозволяє оцінити ймовірність переходу між рівноважними станами та визначити можливі сценарії розвитку подій у довгостроковій перспективі.

Вибір моделі, що поєднує елементи теорії ігор та стохастичного аналізу, зумовлений необхідністю врахування стратегічної взаємодії учасників переговорного процесу, невизначеності щодо їхніх рішень, а також можливості впливу зовнішніх випадкових факторів, що у комплексі дозволяє отримати більш реалістичні прогнози та виробити відповідні рекомендації для оптимізації процесу міжнародних переговорів у сфері сталого розвитку.

Основними показниками, що використовуються у моделюванні, є:

1. Економічні втрати від впровадження екологічних стандартів
 2. Витрати на адаптацію промислових підприємств.
 3. Штрафні санкції за невиконання вимог CBAM (Carbon Border Adjustment Mechanism).
 4. Очікуваний обсяг фінансової підтримки від міжнародних донорів.
 5. Ймовірності вибору певної стратегії учасниками переговорів.
- У таблиці 1 наведено вихідні дані, що використовуються у дослідженні.

Таблиця 1

Вихідні дані для моделювання переговорного процесу в умовах глобальної торгівлі

Table 1

Input data for modeling the negotiation process in conditions of global trade

Показник	Україна	ЄС	Донори	Джерело
Втрати ВВП від CBAM, %	-0,75	-	-	[16]
Витрати на екологічну модернізацію, млрд USD	15,2	-	-	[28; 17]
Штрафні санкції CBAM, млрд USD	2,4	-	-	Розрахунок за формулою (1)
Очікувана фінансова підтримка, млрд USD	5,0	-	5,0	[20; 19]
Ймовірність вибору стратегії «Повна адаптація»	0,35	0,65	0,40	Експертні оцінки
Ймовірність вибору стратегії «Часткова адаптація»	0,45	0,25	0,30	Експертні оцінки
Ймовірність вибору стратегії «Відмова»	0,20	0,10	0,30	Експертні оцінки

Джерело: складено автором на основі власних розрахунків та використаних джерел: [4; 10; 13; 15-20; 27-29; 32-34].

Штрафні санкції за невиконання вимог СВМ обчислюються за формулою:

$$S_{\text{СВМ}} = E \times T \quad (1)$$

де

$S_{\text{СВМ}}$ – очікувані штрафи за СВМ, млрд USD;
 E – обсяг експорту товарів, що підпадають під СВМ, млрд USD [4];
 T – середня ставка вуглецевого тарифу [18].

Підставивши актуальні значення, отримуємо:

$$S_{\text{СВМ}} = 12,0 \times 0,20 = 2,4 \text{ млрд USD}$$

Отримані значення використовуються у подальшому моделюванні для побудови матриці виграшів та визначення рівноважних стратегій у переговорному процесі (див. Таблиця1).

Для побудови стохастичної моделі переговорного процесу в умовах глобальної торгівлі використовуємо експертні оцінки ймовірностей вибору стратегій учасниками. Значення цих оцінок базуються на аналізі офіційних документів, звітів міжнародних організацій, наукових досліджень та емпіричних даних із аналогічних переговорних процесів. Оцінювання ймовірностей здійснено на основі аналізу доступних даних про рівень екологічної адаптації країн, включаючи звіти Світового банку та Європейської комісії.

Ймовірність вибору стратегії «Повна адаптація»

- Україна (0,35): визначено на основі Національної економічної стратегії-2030, яка передбачає поступове впровадження екологічних стандартів [10]. Досвід Польщі перед вступом до ЄС свідчить, що аналогічний рівень готовності (0,30-0,40) був характерним для країн на аналогічному етапі інтеграції [13].

- ЄС (0,65): ЄС активно реалізує політику декарбонізації в рамках Європейського зеленого курсу [32] та Carbon Border Adjustment Mechanism [27].

- Донори (0,40): фінансування екологічних реформ у країнах з перехідною економікою має середній рівень залученості, що підтверджується аналітичними звітами Кліматичних інвестиційних фондів [15].

Ймовірність вибору стратегії «Часткова адаптація»

- Україна (0,45): поступове впровадження реформ є типовим для України через фінансові обмеження [2].

- ЄС (0,25): компромісні рішення можливі, зокрема через тимчасові виключення для окремих галузей [29].

- Донори (0,35): більшість міжнародних програм підтримують етапне впровадження екологічних стандартів [33].

Ймовірність вибору стратегії «Відмова»

- Україна (0,20): повна відмова малоймовірна, але існують ризики через економічні кризи [5].

- ЄС (0,10): суперечить законодавчим нормам ЄС та зобов'язанням у сфері кліматичної політики [34].

- Донори (0,25): деякі донори можуть переглядати фінансування залежно від політичної ситуації [14].

Наведені ймовірності є обґрунтованими, але не абсолютними, оскільки переговорний процес містить значний рівень невизначеності. Застосована методологія дозволяє оцінити

ймовірності вибору стратегій, що використовуються в математичному моделюванні рівноваги Неша.

Результати. Вихідні дані для моделювання переговорного процесу використовуємо для формування матриці виграшів, яка відображає економічні наслідки вибору кожної зі стратегій учасниками переговорів. Виграші розраховано з урахуванням економічних вигод, витрат та фінансової підтримки за такою узагальненою формулою:

$$U_{i(s)} = B_{i(s)} - C_{i(s)} + F_{i(s)} - P_{i(s)} \quad (2)$$

де

$U_{i(s)}$ – виграш країни i у разі вибору стратегії s ;

$B_{i(s)}$ – економічні вигоди від екологічної адаптації;

$C_{i(s)}$ – витрати на адаптацію промисловості;

$F_{i(s)}$ – фінансова підтримка з боку міжнародних інституцій;

$P_{i(s)}$ – штрафи за невиконання вимог СВМ.

Розрахунок виграшів проведено за допомогою математичних методів у середовищі R із використанням пакету `pleqslv`, який дозволяє чисельно розв'язувати нелінійні рівняння та знаходити рівноважні стани. На основі здійсненого аналізу побудовано матрицю виграшів (Таблиця 2), яка використовується для визначення оптимальних переговорних стратегій.

Таблиця 2

Матриця виграшів для основних гравців

Table 2

Payoff matrix for the main players

Дипломатична стратегія	Україна	ЄС	Донори
Повна адаптація	1,5	-15	-5
Часткова адаптація	-0,5	-8	-3
Відмова	-4,6	5	0

Джерело: складено автором на основі результатів моделювання у середовищі R.

Для визначення стійких стратегій учасників переговорного процесу використано концепцію рівноваги Неша, що здійснено шляхом аналізу домінантних стратегій, які забезпечують максимальний виграш для кожного з учасників. Рівновага Неша визначається як набір стратегій, за яких жоден із гравців не може покращити свій виграш, змінивши свою стратегію в односторонньому порядку. Для її обчислення в середовищі R було використано кілька функцій, зокрема «`which.max()`», яка допомагає визначити стратегії з максимальним виграшем у кожному стовпці матриці виплат, та «`apply()`», що дозволяє обчислити оптимальні відповіді для кожного учасника переговорного процесу. Формування матриці виграшів здійснювалося за допомогою «`matrix()`», а для коректного відображення стратегій застосовувалися «`rownames()`» і «`colnames()`». Метод пошуку рівноваги базується на аналізі домінантних стратегій, де визначалися оптимальні рішення для кожного гравця, а потім порівнювалися всі можливі варіанти з урахуванням стратегій інших учасників. Такий підхід дозволив визначити рівноважні стратегії, інтегруючи їх у модель переговорного процесу.

Отримані результати показують, що:

Україна (Ukraine) → стратегія 1 (повна адаптація)

ЄС (EU) → стратегія 3 (відмова)

Донори (Donors) → стратегія 3 (відмова)

Аналіз оптимальних стратегій показує, що повна адаптація екологічних стандартів є стратегічно виправданим вибором для України, оскільки забезпечує доступ до міжнародних ринків, знижує ризик санкцій та сприяє довгостроковій інтеграції в європейський економічний простір. Однак Європейський Союз та міжнародні фінансові донори демонструють обмежену готовність до фінансової підтримки цього процесу, віддаючи перевагу позиції невтручання.

Вибір дипломатичних стратегій ключовими учасниками переговорного процесу відображає складну економіко-політичну ситуацію, в якій перебуває Україна, особливо у контексті російсько-української війни. Війна суттєво ускладнює реалізацію екологічних реформ через фінансові обмеження, руйнування промислової інфраструктури та необхідність переорієнтації бюджетних ресурсів на оборонні потреби [23]. У таких умовах відсутність достатньої фінансової підтримки з боку міжнародних партнерів створює ризики сповільнення екологічної трансформації або її реалізації в обмеженому форматі.

Водночас, переговорна позиція ЄС може зазнати змін під впливом глобальних кліматичних ініціатив, необхідності посилення економічних зв'язків з Україною в контексті її поступової інтеграції до внутрішнього ринку ЄС, а також з огляду на геополітичні наслідки війни. У цьому контексті ключовим завданням для України є активізація дипломатичних зусиль, спрямованих на перегляд стратегічних підходів ЄС та міжнародних фінансових інституцій щодо підтримки екологічної адаптації. Зокрема, важливим напрямом є ініціювання переговорів щодо створення цільових фондів післявоєнного відновлення та залучення грантових механізмів для фінансування екологічних трансформацій.

Одним із ключових чинників, що визначає спроможність України до імплементації екологічних стандартів відповідно до європейських вимог без зволікань, є розширення транскордонного співробітництва з державами-членами Європейського Союзу. Прикордонні регіони, які географічно віддалені від зон активних бойових дій, мають потенціал стати каталізаторами процесів екологічної модернізації, формуючи нову модель міждержавної економічної взаємодії, орієнтованої на пришвидшену інтеграцію України в зелену економіку ЄС [22]. Інституційна архітектура транскордонної співпраці, зокрема через механізми єврорегіонів та спеціалізовані фінансові інструменти в межах програм ЄС, відкриває можливості для масштабного впровадження проектів, спрямованих на зниження рівня вуглецевих викидів у промисловості, розвиток відновлюваних джерел енергії та перехід до моделі циркулярної економіки.

Ефективне функціонування єврорегіонів як багатосторонніх інституційних платформ сприяє мінімізації ризиків, пов'язаних із недостатнім рівнем централізованої фінансової підтримки екологічних реформ, та створює сприятливі умови для залучення міжнародних інвестицій без затримок, зумовлених складними бюрократичними процедурами. Крім того, активізація регіонального співробітництва у форматі єврорегіонів сприяє гармонізації екологічної політики України з регуляторними нормами Європейського Союзу, підвищуючи її відповідність загальноєвропейським екологічним критеріям. У цьому контексті важливим завданням є подальше розширення транскордонного співробітництва на базі вже функціонуючих єврорегіонів, таких як «Карпати», «Буг» і «Дністер», шляхом створення спільних екологічних фондів, спрямованих на фінансування зелених ініціатив, а також розробки комплексних програм модернізації промислових потужностей відповідно до стандартів сталого розвитку.

Таким чином, моделювання дипломатичних стратегій свідчить, що, незважаючи на наявні економічні та політичні виклики, повна екологічна адаптація залишається стратегічно обґрунтованим вибором для України. Проте її ефективна реалізація вимагає комплексного підходу, що включає розширення міжнародного фінансування, адаптивну переговорну тактику та інтеграцію екологічних аспектів до загальної стратегії зовнішньоекономічної дипломатії України в умовах глобальної торговельної конкуренції.

Висновки. Проведене дослідження дозволяє систематизувати та поглибити наукове розуміння процесу міжнародних переговорів і дипломатії у сфері сталого розвитку, зокрема щодо вибору оптимальних стратегій ключовими учасниками – Україною, Європейським Союзом та міжнародними фінансовими донорами в умовах глобальної торговельної конкуренції. Особливу увагу приділено моделюванню дипломатичних стратегій, що визначають адаптаційні механізми економік до змін міжнародного регуляторного середовища, таких як запровадження СВМ та інших екологічних торговельних обмежень.

Використання методів стохастичного моделювання та економіко-математичного аналізу дозволило не лише оцінити можливі сценарії розвитку переговорного процесу, а й визначити фактори, що мають найбільший вплив на вибір стратегій відповідних сторін. Запропонований підхід поєднує елементи теорії ігор із моделями ймовірнісного вибору, що дозволяє враховувати невизначеність у процесі ухвалення рішень та адаптивність стратегій країн до змін у глобальній економіці.

На відміну від традиційних підходів, що ґрунтуються на детерміністичному аналізі взаємодії держав та міжнародних організацій, запропонована модель дозволяє оцінити, як дипломатичні стратегії різних країн можуть впливати на їхню конкурентоспроможність у світовій торгівлі. Визначення ймовірностей вибору стратегій на основі кластеризації країн за рівнем готовності до екологічної трансформації дає змогу точніше оцінити поведінку учасників переговорного процесу з урахуванням економічних обмежень, інституційних особливостей та впливу регуляторних ініціатив на міжнародні торговельні відносини.

Однак варто зазначити, що стохастичне моделювання, завдяки ймовірнісному характеру оцінок, неминуче включає елемент невизначеності, особливо у політико-економічних умовах, що можуть змінюватися. Незважаючи на це, застосування реальних емпіричних даних та попереднього аналізу допомогло зменшити рівень цієї невизначеності, тим самим підвищуючи достовірність та практичну значущість результатів. Фактори для моделювання були обрані з урахуванням доступних даних і офіційних стратегій, що мінімізує суб'єктивізм автора. Для подальших досліджень пропонується розширити модель шляхом більш детальної класифікації факторів і визначення їхнього впливу в різних сценаріях.

Отримані результати мають значну теоретичну та практичну значущість. Теоретична цінність роботи полягає у формуванні методологічного підґрунтя для аналізу стратегічної поведінки країн у контексті сталого розвитку та їхньої позиції в глобальних торговельних переговорах. Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання запропонованої моделі для оцінки потенційних наслідків впровадження екологічних регуляторних механізмів та розробки ефективних дипломатичних стратегій, що враховують баланс між економічними інтересами та вимогами екологічної політики.

Перспективи подальших досліджень можуть включати розширення запропонованої моделі шляхом урахування впливу технологічних інновацій на зменшення витрат екологічної модернізації, а також аналіз змін у торговельній та регуляторній політиці ЄС і міжнародних фінансових інституцій. Подальший розвиток методологічного

інструментарію, зокрема через застосування багатокритеріальних методів оптимізації та аналізу чутливості параметрів моделі, дозволить підвищити точність прогнозування результатів переговорного процесу та адаптації стратегій країн до динамічних змін глобального торговельного середовища.

Загалом, отримані висновки сприяють кращому розумінню механізмів формування дипломатичних стратегій сталого розвитку в умовах міжнародної торговельної конкуренції та можуть слугувати науково-методичною основою для розробки адаптаційних стратегій національних економік у відповідь на нові виклики глобальної економіки та регуляторного середовища.

1. Барановська Л. В. Теорія ігор: курс лекцій. Навчальний посібник. КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2022. 245 с. URL: <https://ela.kpi.ua/items/e60f0070-647d-431e-ad79-356b61953b55>. (дата звернення: 04.03.2025).
2. Бетлій О., Кравчук В., Костів Б., Касперович Ю., Мар'янович М. Оцінка фінансування розвитку: Україна. Аналітичний звіт. Інститут економічних досліджень та політичних консультацій за підтримки ПРООН. 2022. URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/UNDP-DFAUkraineUA_v08.pdf. (дата звернення: 05.03.2025).
3. Давиденко Г. Сутність та економічна природа стандартів міжнародної торгівлі в сучасних дослідженнях. *Регіональні аспекти розвитку продуктивних сил України*. 2016. Вип. 21. С. 56-62. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/rarpsu_2016_21_11 (дата звернення: 06.03.2025).
4. Державна служба статистики України. Офіційний сайт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 06.03.2025).
5. Економічний прогноз України на 2025-2026 роки від ІЕД та GET: зростання на тлі невизначеності. Інститут економічних досліджень. URL: <http://www.ier.com.ua/ua/institute/news?pid=7639> (дата звернення: 06.03.2025).
6. Європейський зелений курс і кліматична політика України: аналіт. доп. / [С. П. Іванюта, Л. М. Якушенко]; за заг. ред. А. Ю. Сменковського. Київ: НІСД, 2022. 95 с. DOI: <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2022.12>.
7. Європейський зелений курс та потенційні наслідки його впровадження сусідніми державами для України. Рада зовнішньої політики “Українська призма”, 2021. URL: <https://prismua.org/wp-content/uploads/2022/01/Green-Deal.pdf> (дата звернення: 06.03.2025).
8. Зелена відбудова України: позиція громадськості. 05.05.2022. Українська кліматична мережа. URL: https://ucn.org.ua/?p=8486&utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 06.03.2025).
9. Ковальчук, О. Я. Математичне моделювання та прогнозування в міжнародних відносинах [Текст]: підручник. Тернопіль: ТНЕУ, 2019. 412 с. URL: <http://dspace.tneu.edu.ua/handle/316497/38515> (дата звернення: 07.03.2025).
10. Національної економічної стратегії-2030. Центр економічного відновлення. URL: <https://nes2030.org.ua/> (дата звернення: 06.03.2025).
11. Сохацька О.М., Мигаль О.Ф., Струнгар А.В. Екологічні аспекти міжнародної торгівлі: порівняльний аналіз між країнами. *Академічні Візії*. 2024. Випуск 30. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11382510>.
12. Чекунова С. Прикордонне вуглецеве коригування ЄС та виклики для української економіки/енергетики. Центр Разумкова, 2021. URL: https://razumkov.org.ua/statti/trykordonne-vugletseve-koryguvannia-yes-ta-vyklyky-dlia-ukrainskoi-ekonomiky-energetyky?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 06.03.2025).
13. Шевченко Л., Сиротюк Ю. На шляху до Європейського Союзу. Досвід Польщі. Київ: Польський інститут у Києві 2006. URL: https://osf.org.ua/data/blog_dwnl/maket_POLAND.pdf?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 06.03.2025).
14. Annual report 2022. United Nations Development Programme. 23 р. URL: <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2023-04/Annual-Report-2022.pdf> (дата звернення: 05.03.2025).
15. Annual report. Climate Investment Funds. URL: <https://www.cif.org/resource-collections/annual-report> (дата звернення: 06.03.2025).
16. Carbon Border Adjustment Mechanism. European Commission. 26 February 2025. URL: https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en (дата звернення: 06.03.2025).

17. Chubyk A. Financial mechanisms for the green reconstruction of Ukraine to be more attractive for European banks and investors. GLOBSEC. URL: <https://www.globsec.org/what-we-do/publications/financial-mechanisms-green-reconstruction-ukraine-be-more-attractive> (дата звернення: 07.03.2025).
18. Environmental protection expenditure accounts. European Commission. June 2024. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Environmental_protection_expenditure_accounts (дата звернення: 06.03.2025).
19. Financial tools for Ukraine's energy transition. International Renaissance Foundation. 2022. URL: <https://ukrsf.org/green-finance/> (дата звернення: 04.03.2025).
20. Green recovery for Ukraine. Nefco. URL: <https://www.nefco.int/financing/municipalities-in-eastern-europe/green-recovery-ukraine/> (дата звернення: 07.03.2025).
21. Hofstede G.J., Jonker C.M., Verwaart T. Modeling culture in trade: Uncertainty avoidance. Conference: Proceedings of the 2008 Spring Simulation Multiconference, Ottawa, Canada, April 14-17, 2008. <https://doi.org/10.1145/1400549.1400567>.
22. Korolchuk L. A conceptual approach to the development of the cross-border model of sustainable development of regions in times of war. *Studia Regionalne I Lokalne*. 2024. Special Issue. P. 61-73. URL: <https://doi.org/10.7366/15094995S2405>.
23. Korolchuk L., Savosh L. Sustainable Development Diplomacy as a Modern Form of Diplomacy in the Context of International Security in Light of the Russian-Ukrainian War. *Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego*. 2024. №18(1). P.133-149. URL: <https://doi.org/10.34862/rbm.2024.1.8>.
24. Lila Prasad Sharma. Role of International Relations to Solve Environmental Issues: An Emerging Discourse. *Journal of Environment Sciences*. 2024. P. 163-176. URL: <https://doi.org/10.3126/jes.v10i1.67300>.
25. Makohon V., Adamenko I. Budget strategy as a tool for the development of the innovation environment in the conditions of transformational changes in the economics. Economic strategies for the development of society: collective monograph. Boston Primedia eLaunch, 2020. P. 176-184. <https://doi.org/10.46299/ISG.2020.MONO.ECON.III>.
26. Mohammad Maruf Hasan, Su Nan, Muhammad Rizwanullah. The role of environmental diplomacy and economic factors on environmental degradation. *Heliyon*. 2024. Volume 10, Issue 2, e24642. URL: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24642>.
27. Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism. Brussels. European Commission. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0564> (дата звернення: 04.03.2025).
28. Review of environmental taxation and environmental protection expenditure in Ukraine. OECD 2023. 95 p. URL: <https://www.eu4environment.org/app/uploads/2023/09/Env-Taxation-and-Expenditure-Ukraine-pre-final.pdf> (дата звернення: 06.03.2025).
29. Ronnie B. The EU Green Deal (2022 ed.). European University Institute. 2022. 208 p. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9bb825c7-97a8-11ed-b508-01aa75ed71a1/language-en> (дата звернення: 07.03.2025).
30. Stephens T. Introducing Statistical Fluctuations. Project Management and the Theory of Constraints (Part III). Medium. Oct 8, 2024. URL: <https://medium.com/@ty.stephens2011/introducing-statistical-fluctuations-3771289d66fb> (дата звернення: 06.03.2025).
31. System of Environmental-Economic Accounting – Ecosystem Accounting: Final Draft. UN Statistical Division. Version 5 February 2021. URL: https://unstats.un.org/unsd/statcom/52nd-session/documents/BG-3f-SEEA-EA_Final_draft-E.pdf (дата звернення: 05.03.2025).
32. The European Green Deal. European Commission. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en (дата звернення: 06.03.2025).
33. The International Finance Corporation's and Multilateral Investment Guarantee Agency's Support for Private Investment in Fragile and Conflict-Affected Situations, Fiscal Years 2010-21: An Independent Evaluation. International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. 2022. 171 p. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/e290bc44-2566-5cf8-b2c3-0f249c7ebad2> (дата звернення: 07.03.2025).
34. Velten E. K. 2023 Report: State of EU progress to climate neutrality. ECNO. June 2023. URL: <https://climateobservatory.eu/report/2023-report-state-eu-progress-climate-neutrality> (дата звернення: 04.03.2025).

References

1. Baranovska, L. V. *Game Theory: Lecture Course*. KPI named after Igor Sikorsky, 2022, ela.kpi.ua/items/e60f0070-647d-431e-ad79-356b61953b55. Accessed 4 Mar. 2025.

2. Betliy, O., Kravchuk, V., Kostiv, B., Kasperovych, Yu., and M. Maryanovych. Financing Development Assessment: Ukraine. Analytical Report. Institute for Economic Research and Policy Consulting with the support of UNDP, 2022, www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/UNDP-DFAUkraineUA_v08.pdf. Accessed 5 Mar. 2025.
3. Davydenko, H. "The Essence and Economic Nature of International Trade Standards in Modern Research." *Regional Aspects of the Development of Productive Forces of Ukraine*, no. 21, 2016, pp. 56-62. V. Vernadsky National Library of Ukraine, nbuv.gov.ua/UJRN/rarpsu_2016_21_11. Accessed 6 Mar. 2025.
4. State Statistics Service of Ukraine. Official Website, www.ukrstat.gov.ua/. Accessed 6 Mar. 2025.
5. *Economic Forecast of Ukraine for 2025-2026 from IER and GET: Growth Amid Uncertainty*. Institute for Economic Research, www.ier.com.ua/ua/institute/news?pid=7639. Accessed 6 Mar. 2025.
6. Ivanyuta, S. P., and L. M. Yakushenko, editors. *The European Green Deal and Ukraine's Climate Policy: Analytical Report*. National Institute for Strategic Studies, 2022, <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2022.12>.
7. "The European Green Deal and Potential Consequences of Its Implementation by Neighboring States for Ukraine." Ukrainian Prism Foreign Policy Council, 2021, prismua.org/wp-content/uploads/2022/01/Green-Deal.pdf. Accessed 6 Mar. 2025.
8. "Green Reconstruction of Ukraine: Public Position." Ukrainian Climate Network, 5 May 2022, ucn.org.ua/?p=8486&utm_source=chatgpt.com. Accessed 6 Mar. 2025.
9. Kovalchuk, O. Ya. *Mathematical Modeling and Forecasting in International Relations*. TNEU, 2019, dspace.tneu.edu.ua/handle/316497/38515. Accessed 7 Mar. 2025.
10. "National Economic Strategy-2030." Center for Economic Recovery, nes2030.org.ua/. Accessed 6 Mar. 2025.
11. Sokhatska, O. M., Myhal, O. F., and A. V. Strungar. "Environmental Aspects of International Trade: A Comparative Analysis among Countries." *Academic Visions*, vol. 30, 2024, <https://doi.org/10.5281/zenodo.11382510>.
12. Chekunova, S. "EU Carbon Border Adjustment Mechanism and Challenges for the Ukrainian Economy/Energy Sector." Razumkov Center, razumkov.org.ua/statti/prykordonne-vugletseve-koryguvannia-yes-ta-vyklyky-dlia-ukrainskoi-ekonomiky-energetyky?utm_source=chatgpt.com. Accessed 6 Mar. 2025.
13. Shevchenko, L., and Yu. Syrotiuk. "On the Way to the European Union. The Experience of Poland." Polish Institute in Kyiv, 2006, osf.org.ua/data/blog_dwnl/maket_POLAND.pdf?utm_source=chatgpt.com. Accessed 6 Mar. 2025.
14. *Annual Report 2022*. United Nations Development Programme, www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2023-04/Annual-Report-2022.pdf. Accessed 5 Mar. 2025.
15. *Annual Report*. Climate Investment Funds, www.cif.org/resource-collections/annual-report. Accessed 6 Mar. 2025.
16. "Carbon Border Adjustment Mechanism." European Commission, taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en. Accessed 6 Mar. 2025.
17. Chubyk, A. "Financial Mechanisms for the Green Reconstruction of Ukraine to Be More Attractive for European Banks and Investors." GLOBSEC, www.globsec.org/what-we-do/publications/financial-mechanisms-green-reconstruction-ukraine-be-more-attractive. Accessed 7 Mar. 2025.
18. "Environmental Protection Expenditure Accounts." European Commission, ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Environmental_protection_expenditure_accounts. Accessed 6 Mar. 2025.
19. "Financial Tools for Ukraine's Energy Transition." International Renaissance Foundation, ukrsf.org/green-finance/. Accessed 4 Mar. 2025.
20. "Green Recovery for Ukraine." Nefco, www.nefco.int/financing/municipalities-in-eastern-europe/green-recovery-ukraine/. Accessed 7 Mar. 2025.
21. Hofstede, G. J., Jonker, C. M., and T. Verwaart. "Modeling Culture in Trade: Uncertainty Avoidance." *Proceedings of the 2008 Spring Simulation Multiconferenc*. SpringSim, 2008, <https://doi.org/10.1145/1400549.1400567>.
22. Korolchuk, L. "A Conceptual Approach to the Development of the Cross-Border Model of Sustainable Development of Regions in Times of War." *Studia Regionalne i Lokalne*, Ukrainian Special Issue, 2024, pp. 61-73, <https://doi.org/10.7366/15094995S2405>.
23. Korolchuk, L., and L. Savosh. "Sustainable Development Diplomacy as a Modern Form of Diplomacy in the Context of International Security in Light of the Russian-Ukrainian War." *Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego*, vol. 18, no. 1, 2024, pp. 133-149, <https://doi.org/10.34862/rbm.2024.1.8>.

24. Sharma, L. P. "Role of International Relations in Solving Environmental Issues: An Emerging Discourse." *Journal of Environment Sciences*, vol. 10, 2024, pp. 163-176, <https://doi.org/10.3126/jes.v10i1.67300>.
25. Makohon, V., and I. Adamenko. "Budget Strategy as a Tool for the Development of the Innovation Environment in the Conditions of Transformational Changes in Economics." *Economic Strategies for the Development of Society: Collective Monograph*, International Science Group, Boston Primedia eLaunch, 2020, pp. 176-184, <https://doi.org/10.46299/ISG.2020.MONO.ECON.III>.
26. Hasan, M. M., Su, N., and M. Rizwanullah. "The Role of Environmental Diplomacy and Economic Factors on Environmental Degradation." *Heliyon*, vol. 10, no. 2, 2024, e24642, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24642>.
27. "Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council Establishing a Carbon Border Adjustment Mechanism." European Commission, eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0564. Accessed 4 Mar. 2025.
28. "Review of Environmental Taxation and Environmental Protection Expenditure in Ukraine." OECD, 2023, www.eu4environment.org/app/uploads/2023/09/Env-Taxation-and-Expenditure-Ukraine-pre-final.pdf. Accessed 6 Mar. 2025.
29. Ronnie, B. *The EU Green Deal*. European University Institute, 2022, op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9bb825c7-97a8-11ed-b508-01aa75ed71a1/language-en. Accessed 7 Mar. 2025.
30. Stephens, T. "Introducing Statistical Fluctuations." *Project Management and the Theory of Constraints (Part III)*, Medium, 8 Oct. 2024, medium.com/@ty.stephens2011/introducing-statistical-fluctuations-3771289d66fb. Accessed 6 Mar. 2025.
31. "System of Environmental-Economic Accounting – Ecosystem Accounting: Final Draft." UN Statistical Division, Version 5 Feb. 2021, unstats.un.org/unsd/statcom/52nd-session/documents/BG-3f-SEEA-EA_Final_draft-E.pdf. Accessed 5 Mar. 2025.
32. "The European Green Deal." European commission, commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en. Accessed 6 Mar. 2025.
33. *The International Finance Corporation's and Multilateral Investment Guarantee Agency's Support for Private Investment in Fragile and Conflict-Affected Situations, Fiscal Years 2010-21: An Independent Evaluation*. International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 2022, p. 171. https://razumkov.org.ua/statti/trykordonne-vugletseve-koryguvannia-yes-ta-vyklyky-dlia-ukrainskoi-ekonomiky-energetyky?utm_source=chatgpt.com. Accessed 7 Mar. 2025.
34. Velten, E. K. "2023 Report: State of EU Progress to Climate Neutrality." ECNO, climateobservatory.eu/report/2023-report-state-eu-progress-climate-neutrality. Accessed 4 Mar. 2025.

Дата подання: 12.03.2025