

УДК 351.824.1:330.3-021.387"364"

JEL Classification: C 61, C 63, E 27, O 10

DOI: <http://doi.org/10.34025/2310-8185-2024-2.94.12>

**Василь Григорків**, д.ф.-м.н., професор,  
<https://orcid.org/0000-0003-4866-946X>

**Марія Григорків**, д.е.н., професор,  
<https://orcid.org/0000-0003-3327-991X>

Чернівецький національний університет  
імені Юрія Федьковича,  
м. Чернівці

## ЗАГАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ПРОЦЕСАХ УПРАВЛІННЯ СТАЛИМ РОЗВИТКОМ

### *Анотація*

**Актуальність. Постановка проблеми.** Сталий розвиток є одним із домінуючих на сьогодні цільових напрямків розвитку сучасної людської цивілізації, який передбачає сумісну узгодженість станів економічної, екологічної та соціальної підсистем суспільства як у межах окремої країни, так і світового простору у цілому. У зв'язку з цим проблематика концептуальних і прикладних основ сталого розвитку є актуальним предметом наукових досліджень та практичних розробок для фахівців і окремих інституцій різного спрямування.

**Мета дослідження.** Розширення та вдосконалення інструментарію дослідження тематики сталого розвитку, у тому числі формалізація загального підходу до моделювання задачі прийняття рішень щодо забезпечення сталого розвитку, його підтримки та управління ним. **Методологія.** У дослідженні використано методологію побудови та формалізації задач прийняття рішень у системах управління. **Результати.** Розкрито концептуальні основи структурних компонент системи управління сталим розвитком, яку формують три підсистеми, а саме підсистема управління або керуючий орган, підсистема зовнішнього середовища, керована підсистема або підсистема, що є об'єктом управління. Проаналізовано загальний підхід до формалізації задачі прийняття рішень у цій системі управління. Обґрунтовано характерні особливості впливу елементів керуючої підсистеми та зовнішнього середовища на стани підсистеми-об'єкта, які пов'язані із структурою елементів допустимих множин станів і специфікою зовнішнього середовища, яке може бути пасивним чи активним стосовно впливу на об'єкт. Конкретизовано поняття збалансованості економічної, екологічної та соціальної складових у рішеннях підсистеми керування та станах підсистеми-об'єкта. Таку збалансованість запропоновано моделювати за допомогою Парето-

оптимального домінування зазначених рішень та станів, яке можливо встановити у випадку побудови їх критеріальних оцінок. **Практичне значення.** Формалізований підхід до побудови загальної моделі процесу прийняття рішень у системі управління сталим розвитком має очевидну практичну значущість, яка полягає у конкретизації реальних завдань щодо побудови множин допустимих станів підсистем-компонент системи управління, а найголовніше – множини допустимих рішень керуючої підсистеми, критеріїв оцінювання цих рішень та визначення і вибору так званих збалансованих у сенсі сталого розвитку рішень. **Перспектива подальших досліджень.** Специфіка допустимої множини керуючої підсистеми, критеріальних оцінок елементів цієї множини з урахуванням станів зовнішнього середовища, а також інструментарій їх формалізації та конкретна реалізація задач прийняття рішень складає предмет подальших досліджень.

*Ключові слова:* система управління, моделювання, підхід, сталий розвиток, керуюча підсистема, підсистема-об'єкт.

*Кількість джерел:* 22.

**Vasyl Hryhorkiv**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,  
**Mariia Hryhorkiv**, Doctor of Economic Science, Professor,  
Yuri Fedkovich Chernivtsi National University,  
Chernivtsi

## **GENERAL APPROACH TO MODELING THE PROBLEM OF DECISION-MAKING IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT MANAGEMENT PROCESSES**

### *Summary*

Sustainable development is one of today's dominant target directions of development of modern human civilization, which provides for the compatibility of the states of the economic, ecological and social subsystems of society both within the borders of a single country and in the global space as a whole. In this regard, the issue of conceptual and applied foundations of sustainable development is a current subject of scientific research and practical development for specialists and individual institutions of various directions.

Expanding and improving the tools of sustainable development research, including the formalization of a general approach to modelling the decision-making task of ensuring sustainable development, its support and management.

The conceptual basis of the structural components of the management system of sustainable development, which is formed by three subsystems, namely the management subsystem or the governing body, the external environment subsystem, the managed subsystem or the subsystem that is the object of management, is revealed. The general approach to the formalization of the decision-making task in this

management system is analyzed. The characteristic features of the influence of elements of the control subsystem and the external environment on the states of the subsystem object are justified, which are related to the structure of the elements of the admissible sets of states and the specificity of the external environment, which can be passive or active in relation to the influence on the object. The concept of the balance of economic, ecological and social components in the decisions of the management subsystem and the states of the subsystem object has been concretized. Such balance is proposed to be modelled with the help of Pareto optimal dominance of the specified decisions and states, which can be established in the case of constructing their criterion evaluations.

The formalized approach to construction of a general model of the decision-making process in the sustainable development management system has obvious practical significance, which consists in the specification of real tasks related to the construction of sets of permissible states of subsystems components of the control system, and most importantly, sets of permissible decisions of the control subsystem, criteria for evaluating these decisions and the definition and selection of so-called balanced solutions in the sense of sustainable development.

*Keywords:* management system, modeling, approach, sustainable development, management subsystem, subsystem-object.

*Number of sources* – 22.

**Постановка проблеми.** Одним з орієнтирів сучасного розвитку людського суспільства є перехід до сталого розвитку або розвитку, який передбачає гармонійну збалансованість економічної, екологічної та соціальної підсистем [1; 3; 16]. Історично склалося так, що еволюції процесам усвідомлення та формування стратегії сталого розвитку передували різні екологічні та соціальні кризи, які значною мірою були спровоковані нераціональною, а інколи і вкрай згубною для природи і суспільства людською діяльністю. Прийнято вважати, що у сенсі формування основних засад сталого розвитку найбільш значущою подією стала конференція ООН з навколишнього середовища та розвитку, яка відбулася у 1992 року у Ріо-де-Жанейро [1; 19], хоча необхідно підкреслити, що ціла низка ідей, принципів і рекомендацій щодо екологізації та соціалізацій економіки та зміни її динаміки були сформовані значно раніше. Однак зазначена конференція фактично започаткувала безповоротне прагнення людства до сталого розвитку, що підтверджено подіями, які відбулися уже після неї. Йдеться про багато позитивних у цьому сенсі заходів, проведених за останні десятки років, у тому числі й про

активні наукові дослідження та рішення державних і громадських інституцій у багатьох країнах світу.

Проблематика наукових досліджень, пов'язаних зі сталим розвитком, на сьогодні є достатньо обширною та займає важливе місце у світовій та вітчизняній науці. З іншого боку, принципи так званого сталого або стійкого розвитку суттєво впливають на зовнішню та внутрішню політику багатьох країн світу. Сталий розвиток є також орієнтиром для нашої країни, але зумовлена війною та кризовими економічними явищами реальність, на жаль, призупинила наш поступ у цьому напрямі. Проте Україна, як і весь цивілізований світ, свої стратегічні плани у майбутньому також пов'язує з побудовою моделі економіки сталого розвитку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Тематика сталого розвитку багатостороння та одна з найбільш пріоритетних у дослідженнях науковців різного фаху, тому і кількість публікацій з питань сталого розвитку, і їхня якість сьогодні свідчить про достатньо високий рівень обґрунтування концептуальних основ, цілей та шляхів реалізації сталого розвитку. Повний аналіз публікацій із проблематики сталого розвитку очевидно складає предмет окремого і досить обширного дослідження, але потрібно виділити як мінімум праці тих іноземних і вітчизняних вчених, які у певному сенсі стали класичними та базовими для подальших наукових і прикладних пошуків у цьому напрямі. Це, зокрема, праці всесвітньо відомих науковців Дж. Форрестера [2], Дейлі [13], М. Месаровича і Е. Пестеля [4] і багатьох інших, а також українських науковців Л. Гринів [12], З. Герасимчук [10], В. Шевчук [22] і ін.

Варто також підкреслити, що наукові дослідження сталого розвитку можна також виокремити за різними більш вузькими напрямками, а саме концептуальні засади еколого-економічного та соціально-економічного розвитку, екологічна та соціальна безпека, екологізація промислових та сільськогосподарських виробництв, економіка природовідтворення та раціонального використання природних ресурсів, екологічне нормування

траєкторій, регіональні системи сталого розвитку, соціально-економічні проблеми екологічної безпеки та еколого-економічні проблеми соціальної безпеки, створення спеціальних економічних зон, екологічний та соціальний моніторинг, фінансові та інші аспекти реалізації політики сталого розвитку і ін. Ціла низка наукових шкіл проводили та проводять дослідження за цими напрямками, у тому числі й вітчизняних наукових шкіл та окремих науковців. Деякі із цих напрямів складають предмет досліджень таких вчених, як Р. Білоскурський [6], О. Верстяк та А. Верстяк [9], Г. Долга [14], О. Бабінська [5], А. Вдовічен [8].

У контексті цілей цього дослідження важливе значення мають наукові праці, присвячені моделюванню сталого розвитку, його економічних, екологічних і соціальних компонент, тому варто відзначити також праці І. Ляшенка [17], А. Онищенко [18], Л. Буяк [7], Ю. Тадеєва [20] та інших вітчизняних дослідників, наукові результати яких стосуються розробки балансових, оптимізаційних та імітаційних моделей еколого- та соціально-економічної взаємодії у системах сталого розвитку та власне розробки формалізованого інструментарію їх дослідження, а також розробки інструментів оцінювання та забезпечення сталого розвитку [15; 21]. До цього напрямку належать також праці авторів пропонованого дослідження, яке у певному сенсі є розширенням їхніх попередніх результатів.

**Формулювання цілей статті.** Незважаючи на потужну наукову-методичну базу, наявну сьогодні для дослідження сталого розвитку та його особливостей для різних регіонів окремої країни чи світу загалом, низка питань потребує свого вирішення або подальшого вдосконалення, зокрема питань, пов'язаних із моделюванням сталого розвитку. Питання про те, чи можна побудувати формалізовану модель економічної системи, траєкторії розвитку якої власне і є траєкторіями сталого розвитку, потребує глибокого обґрунтування самого поняття такої моделі. Це пов'язано з тим, що з одного боку, тут під моделлю можна розуміти єдиний комплекс моделей відповідних економічних, екологічних і соціальних компонент та їх взаємодії у процесі досягнення і функціонування сталого

розвитку, а з іншого боку – єдину цілісну модель того чи іншого класу математично формалізованих моделей, яка концептуально відображає об'єкт і управління ним. Априорі зрозуміло, що обидва підходи мають сенс і залежно від мети, рівня агрегування та інструментарію дослідження можуть використовуватися для моделювання систем сталого розвитку. Однак у контексті розуміння змісту сталого розвитку та управління ним важливим і корисним є дедуктивний підхід, тобто шлях пізнання від загального до конкретного, який часто дозволяє проектувати декомпозиційні алгоритми розбиття глобальної проблеми на локальні проблеми, кожна з яких спочатку можна досліджувати виокремлено, а у підсумку поєднати їх у єдиний агрегат. Це особливий системний підхід у моделюванні, оскільки він передбачає наявність зворотного зв'язку від окремого складника до агрегата. У випадку із такими об'єктами дослідження, як системи сталого розвитку, їх аналіз і синтез, як аналіз і синтез відповідних моделей, є глибоко обґрунтованим процесом пізнання, оскільки ці об'єкти (системи) належать до розряду складних систем.

Із вищесказаного випливає, що актуальною, особливо у сенсі задачі прийняття рішень щодо переходу до сталого розвитку та його підтримки, є розробка формалізованої моделі, яка б незалежно від рівня абстракції відображала зміст пов'язаної зі сталим розвитком задачі прийняття рішень та шляхи її розв'язання.

**Виклад основного матеріалу.** Нижче розкриємо один із підходів до формалізації загальної моделі задачі прийняття рішень у процесах управління сталим розвитком таких систем, як країна, регіон і ін. Ці системи є системами управління, тому, крім підсистеми – об'єкта  $S_0$ , вони також мають керуючу підсистему  $S_k$  (керуючий орган чи особу, що приймає рішення (ОПР)), а також зовнішнє середовище  $S_c$ . На загальному (абстрактному) рівні формалізації можна вважати, що кожна з цих підсистем має свої допустимі множини станів. Нехай  $X$ ,

$Y, Z$  – це і є множини всеможливих станів відповідно підсистем  $S_k, S_c, S_0$ . Щодо змісту множини  $X$ , то вона складається із всеможливих допустимих або альтернативних впливів на  $S_0$  чи управлінь, які має (чи може мати) у своєму розпорядженні ОПР. Природа допустимих управлінь може бути різною, але зазвичай це певні рішення, стратегії чи варіанти використання тих чи інших ресурсів для досягнення збалансованого соціо-еколого-економічного розвитку. Коли йдеться про такі системи, як країна чи регіон, то частіше всього під ОПР слід розуміти колективний орган, наприклад уряд. У структурному плані особливість множини  $X$  у тому, що її формують три підмножини елементів  $X^{(1)}, X^{(2)}$  і  $X^{(3)}$ , які відповідно характеризують усі допустимі рішення щодо економічних, екологічних і соціальних компонент соціо-еколого-економічної системи як об'єкта управління  $S_0$ . Очевидно, що множину  $X$  можна представити як декартовий добуток  $X^{(1)} \times X^{(2)} \times X^{(3)}$ . Однак окремі рішення або елементи  $x^{(1)} \in X^{(1)}, x^{(2)} \in X^{(2)}, x^{(3)} \in X^{(3)}$  у загальному випадку не є збалансованими, тобто є суперечливими у тому сенсі, що деякі з них позитивно впливають на свою компоненту стану підсистеми  $S_0$ , а інші навпаки – негативно на свою компоненту цього стану. Збалансованість цих рішень означає, що тільки деяка підмножина із множини  $X$  є множиною допустимих несуперечливих або збалансованих у сенсі сталого розвитку рішень  $x^{(1)} \in X^{(1)}, x^{(2)} \in X^{(2)}, x^{(3)} \in X^{(3)}$ . Позначимо її через  $X^*$  ( $X^* \subset X$ ). Зауважимо, що насправді збалансованість рішення  $x^* = (x^{(1)}, x^{(2)}, x^{(3)})^T \in X^*$  ( $T$  – транспонування) означає, що «покращення» будь-якої компоненти об'єкта  $S_0$  не приводить до «погіршення» інших його компонент. Інакше кажучи, множина  $X^*$  є множиною оптимальних за Парето

рішень [11]. Побудова множини  $X^*$  є однією із найважливіших задач у досліджуваній системі управління, оскільки як за змістом, так і за формою опису (способом формалізації) у первинному варіанті її елементи можуть бути досить різними. Множини  $X^{(1)}$ ,  $X^{(2)}$ ,  $X^{(3)}$  а значить і  $X$  та  $X^*$ , можуть задаватися як у вигляді прямих, так і у вигляді функціональних обмежень. Крім того, вони можуть бути також дискретними або неперервними, що власне кажучи залежить від певних початкових припущень та способу побудови. Але принциповим є те, що множина  $X^*$  є множиною домінуючих за Парето рішень над іншими рішеннями із множини  $X$ . Домінування тут розуміється у сенсі домінування відповідних критеріальних оцінок цих рішень. На цих оцінках коротко зупинимося нижче. Ще раз акцентуємо на тому, що  $X$  – множина усіх допустимих рішень (альтернатив, стратегій тощо) керуючого органу  $S_k$ , а  $X^*$  – у загальному випадку множина Парето-оптимальних рішень.

Що стосується зовнішнього середовища  $S_c$ , то елементами у множини його допустимих станів  $Y$  можуть бути зокрема різні внутрішні і зовнішні чинники та умови, які також впливають (чи здатні впливати) прямо або опосередковано на підсистему – об'єкт (наприклад, умови воєнного періоду, політичні кризи внутрішнього чи зовнішнього характеру, природні катаклізми тощо). Зовнішнє середовище у системах управління соціально- та еколого-економічними процесами відіграє важливу роль. Воно може бути пасивним або активним у сенсі впливу на об'єкт управління. У першому випадку вплив середовища фактично відсутній, його стан можна вважати визначеним та відомим підсистемі керування  $S_k$ . Підсистема  $S_k$ , як правило, не має повної інформації про стан зовнішнього середовища та не може впливати на нього. Натомість дії (рішення)  $S_k$  завжди повинні бути підпорядковані меті –



переведенню підсистеми  $S_0$  у стан сталого розвитку та підтримці цього стану.

Допустима множина можливих станів об'єкта управління  $S_0$ , тобто множина  $Z$ , формується із підмножин  $Z^{(1)}$ ,  $Z^{(2)}$ ,  $Z^{(3)}$ , які відповідно відтворюють економічну, екологічну та соціальну компоненти об'єкта управління (країни, регіону тощо). Можна також вважати, що  $Z = Z^{(1)} \times Z^{(2)} \times Z^{(3)}$  (множина  $Z$  є декартовим добутком множин  $Z^{(1)}$ ,  $Z^{(2)}$ ,  $Z^{(3)}$ ). Як і у випадку із множиною  $X$  із множини  $Z$  тут слід виділити стани підсистеми  $S_0$ , які відповідають Парето-оптимальним рішенням підсистеми  $S_k$ . Такі стани формують Парето-оптимальну множину станів  $Z^* \subset Z$ .

Конкретизація станів зазначених підсистем здійснюється у кожній реальній ситуації відповідно до їх змісту, зокрема для математичної формалізації задач прийняття рішень та їх моделей зручно вважати елементи  $x \in X$ ,  $y \in Y$ ,  $z \in Z$  елементами точкових або векторних просторів, розмірності яких збігаються із кількостями ознак чи характеристик, якими власне й описуються (оцінюються) стани цих підсистем. Очевидно, що кожен із складових сталого розвитку (економічну, екологічну, соціальну) можна охарактеризувати різною кількістю ознак, оцінок тощо, які до того ж можуть мати різний зміст і різні форми опису. Опис і структуризація допустимих множин станів (елементів) складових підсистем системи управління сталим розвитком є концептуально важливим етапом моделювання задачі прийняття рішень. Від адекватної реалізації цього етапу залежить адекватність постановки цієї задачі, а значить і її розв'язання у наступних етапах процесу побудови моделі.

Враховуючи, що стан об'єкта (підсистеми  $S_0$ ) визначається вибраним керуючим органом  $S_k$  управлінням та станом

середовища  $S_c$ , то кожній парі елементів  $\{x, y\}$  ( $x \in X, y \in Y$ ) ставиться у відповідність деякий стан  $z \in Z$ , тобто маємо функціональну залежність  $F: X \times Y \rightarrow Z$ , яка наглядно демонструє актуальність кібернетичного підходу у моделюванні, тобто застосування концептуального підходу «вхід – вихід». Далі виникає природне питання про те, як оцінювати окремі стани  $z \in Z$  ( $z = F(x, y)$ ) на предмет належності їх до очікуваної або оптимальної множини станів чи траєкторії сталого розвитку, а елементи  $x \in X$  та  $y \in Y$  – до відповідних множин оптимальних (у тому чи іншому сенсі) рішень підсистеми  $S_k$  і станів підсистеми  $S_c$ . Один із способів такого оцінювання полягає у побудові певного критерію оцінювання,  $K: Z \rightarrow \square$ , наприклад у формі деякої цільової функції (скалярної чи векторної залежно від вибраного критеріального простору)  $f(x, y) = K(F(x, y))$ , що також є нетривіальною проблемою. У випадку багатокритеріальної оцінки, що у більшості випадків є саме так, потрібно чітко визначитися із системою переваг, яка буде використовуватися для порівняння векторних оцінок елементів множин  $X, Y$ , якщо зовнішнє середовище є активним щодо впливу на об'єкт, або елементів лише множини  $X$ , якщо зовнішнє середовище пасивне і не впливає на об'єкт управління, тобто на підсистему  $S_0$ . До прикладу, якщо йдеться про останній випадок, то вибір елемента  $z \in Z$  еквівалентний вибору елемента  $x \in X$  і незалежно від розмірності критеріального простору оцінкою елемента  $z \in Z$  є критеріальна оцінка  $f(x)$  ( $f(x) \equiv f(x, y)$ ). Домінування одних критеріальних оцінок над іншими дозволяє визначити оптимальні рішення підсистеми  $S_k$ , зокрема оптимальні за Парето рішення, якщо йдеться про домінування за Парето, про що йшлося раніше.

Зазначимо також, що можливі постановки різного типу задач прийняття рішень, наприклад прийняття рішень в умовах визначеності (стан  $S_c$  фіксований та відомий  $S_k$ ), ризику (відомий ймовірнісний розподіл станів середовища), повної невизначеності (відома множина допустимих станів середовища), конфлікту (не тільки керуючий орган, але й середовище активно впливає на об'єкт управління), нечіткої інформації (суб'єктивне інформаційне супроводження процесу постановки задачі). Крім того, побудова множин  $X, Y, Z$  є першочерговим завданням моделювання систем сталого розвитку як систем управління. Якщо ці множини побудовані, то це означає, що їхні елементи визначають допустимі стани системи сталого розвитку, а будь-яка сукупність цих станів за певний період часу – допустиму траєкторію системи сталого розвитку. Залишається тільки вибрати, а на практиці реалізувати конкретну траєкторію сталого розвитку. Але конкретизація задачі прийняття рішень та вибір траєкторії сталого розвитку – це вже окремий етап прийняття рішень, що також має свій рівень складності і є предметом окремих досліджень.

**Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі.** Викладений вище матеріал розкриває один із підходів до формалізації загальної моделі процесу прийняття рішень щодо формування сталого розвитку та управління ним. Очевидно, що принциповим етапом під час моделювання систем сталого розвитку як систем управління є побудова допустимої множини рішень керуючої підсистеми. Ця множина визначається наявними чи бажаними критеріями або стандартами сталого розвитку, розробка та обґрунтування яких також складає предмет самостійних досліджень. Крім того, множина зазначених допустимих чи оптимальних рішень є множиною так званого паретівського типу, що цілком узгоджується із наявною багатокритеріальністю у задачах оцінювання сталого розвитку та його практичної досяжності у реальних соціо-еколого-економічних системах, траєкторії динаміки яких завжди є

результатом багатоцільового призначення цих систем. Зазначимо також, що побудова допустимої множини рішень, як і моделі процесу прийняття рішень у цілому, суттєво залежить і від багатьох діючих інституціональних, законодавчих та інших обмежень, а особливо від інформаційного забезпечення, яке далеко не завжди є адекватним до стану реальних систем.

Практичне застосування запропонованої концептуальної моделі полягає у тому, щоб, з одного боку, уникнути помилкових підходів до розробки прикладних моделей та рішень, що не враховують специфіку траєкторії сталого розвитку як особливої сукупності збалансованих станів соціо-еколого-економічної системи, а з іншого боку, щоб у такий спосіб забезпечити особу, що приймає рішення, такою допустимою множиною рішень, кожне з яких не буде негативним (хоча можливо і не найкращим) у сенсі реалізації сталого розвитку. У зв'язку з цим подальше дослідження розглянутих вище питань є закономірним і перспективним у науковому сенсі.

### **Список використаних джерел:**

1. Agenda 21, 1992. United Nations Conference on Environment and Development. Rio de Janeiro (United Nations) A Conf. 151/4.
2. Forrester, Jay W. World Dynamics. Second Edition. Press, Inc., Cambridge, Massachusetts, 1973. 143 p.
3. Skene Keith, Murray Alan. Sustainable Economics: Context, Challenges and Opportunities for the 21st-Century Practitioner. Taylor & Francis. 2015. 480 p.
4. Mesarović Mihajlo D., Pestel Eduard (1976). Mankind at the Turning Point: The second report of the club of Rome. E.P.Dutton. 210 p.
5. Бабінська О. В. Цілі сталого розвитку та сучасна стратегія бізнесу (Частина I). *Вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту*. Чернівці, 2018. Вип. 1-2 (69-70). Економічні науки. С. 13-17.
6. Білоскурський Р. Еколого-економічні актуалітети в системі розвитку інституціонального середовища України : монографія. Київ: ВНЗ «Національна академія управління», 2017. 324 с.
7. Буяк Л. М. Математичні моделі загальної економічної динаміки з урахуванням соціально-економічної кластеризації : монографія. Чернівці, 2016. 392 с.
8. Вдовічен А. А. Управління державним боргом за гіпотетичними сценаріями сталого розвитку економіки України в рамках угоди VRI. *Вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту*. Чернівці, 2018. Вип. 4(72). Економічні науки. С. 6-18.
9. Верстяк О. М., Верстяк А. В. Концепції сталого розвитку та еколого-економічного зростання у контексті міжнародних екологічних ініціатив. *Причорноморські студії*. 2021. Випуск 71. С. 7-15.
10. Герасимчук З. В. Регіональна політика сталого розвитку: теорія, методологія, практика : монографія. Луцьк: Надстир'я, 2008. 528 с.

11. Григорків В. С., Григорків М. В. Моделі прийняття рішень в економіці. Чернівці : Чернівець. нац. ун-т, 2021. 256 с.
12. Гринів Л. С. Екологічно збалансована економіка: проблеми теорії : монографія. Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2001. 240 с.
13. Дейлі Г. Поза зростанням. Економічна теорія сталого розвитку / Пер. з англ. Київ : Інтелсфера, 2002. 312 с.
14. Долга Г. В. Основні чинники сталого розвитку промисловості України в умовах війни. *Вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту*. Чернівці, 2024. Вип. І(93). Економічні науки. С. 38-51.
15. Індикатори сталого розвитку : Вікіпедія. Вільна енциклопедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Індикатори\\_сталого\\_розвитку](https://uk.wikipedia.org/wiki/Індикатори_сталого_розвитку)
16. Концепція сталого розвитку України / Волошин В. В., Гордієнко Н. М., Горленко І. О., Данилишин Б. М., Дорогунцов С. І. Київ, 1997. 17 с.
17. Ляшенко І. М. Економіко-математичні методи та моделі сталого розвитку. Київ : Вища школа, 1999. 236 с.
18. Онищенко А. М. Моделювання еколого-економічної взаємодії в процесі виконання рішень Кіотського протоколу : монографія. Полтава : Полтавський літератор, 2011. 398 с.
19. Програма дій «Порядок денний на 21 століття» / Пер. з англ. ВГО «Україна. Порядок денний на 21 століття». Київ : Інтелсфера, 2000. 360 с.
20. Тадеєв Ю. П. Динамічні функції корисності з інвестиціями у виробничий та інтелектуальний капітал. *Вісник КНТЕУ*. Київ, 2013. С. 128-134.
21. Ус Я. О. Сучасні еколого-економічні інструменти забезпечення сталого розвитку / Т. В. Пімоненко, Я. О. Ус, Д. В. Леус, С. М. Федина. *Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка*. 2017. №2. С. 57-67.
22. Шевчук В. Я., Сахаєв В. Г. Сталий розвиток і економіка природовідтворення : монографія. Київ : Геопринт, 2004. 214 с.

### **References:**

1. Agenda 21 (1992). United Nations Conference on Environment and Development. Rio de Janeiro (United Nations) A Conf. 151/4.
2. Forrester, Jay W. (1973). *World Dynamics*. Second Edition. Press, Inc., Cambridge, Massachusetts. 143 p.
3. Skene, Kelth, Murray, Alan (2015). *Sustainable Economics: Context, Challenges and Opportunities for the 21st-Century Practitioner*. Taylor & Francis. 480 p.
4. Mesarović, Mihajlo D., Pestel, Eduard (1976). *Mankind at the Turning Point: The second report of the club of Rome*. E.P.Dutton. 210 p.
5. Babins'ka, O. V. (2018). The sustainable development goals (SDGs) and modern business strategy. *Visnyk Chernivets'koho torhovel'no-ekonomichnoho instytutu [Bulletin of the Chernivtsi Trade and Economic Institute]*, vol. 1-2(69-70), pp. 13-17.
6. Biloskurs'kyj, R. (2017). *Ekoloho-ekonomichni aktualitety v systemi rozvytku instytutsional'noho seredovyscha Ukrainy* [Environmental and economic current affairs in the system of development of the institutional environment of Ukraine]. VNZ «Natsional'na akademiia upravlinnia», Kyiv, 324 p. (in Ukr.).
7. Buiak, L.M. (2016). *Matematychni modeli zahalnoi ekonomichnoi dynamiky z urakhuvanniam sotsialno-ekonomichnoi klasteryzatsii* [Mathematical models of general economic dynamics taking into account socio-economic clustering]. Chernivetskyi nats. un-t, Chernivtsi, Ukraine, 392 p. (in Ukr.).
8. Vdovichen, A. A. (2018). State debt management by the hypothetical scenarios of sustainable development of the economy of Ukraine under the terms of the VRI agreement. *Visnyk Chernivets'koho torhovel'no-ekonomichnoho instytutu [Bulletin of the Chernivtsi Trade and Economic Institute]*, vol. 4(72), pp. 6-18 (in Ukr.).

9. Verstiak, O. M., Verstiak, A.V. (2021). Concepts of sustainable development and ecological and economic growth in the context of international environmental initiatives. *Prychornomors'ki studii [Black Sea Studies]*, vol. 71, pp. 7-15 (in Ukr.).
10. Herasymchuk, Z.V. (2008). *Rehional'na polityka staloho rozvytku: teoriia, metodolohiia, praktyka* [Regional policy of sustainable development: theory, methodology, practice]. Nadstyr'ia, Luts'k, 528 p. (in Ukr.).
11. Hryhorkiv, V.S., Hryhorkiv, M.V. (2021). *Modeli pryjniattia rishen' v ekonomitsi* [Decision-making models in the economy]. Chernivtsi National University, Chernivtsi, 256 p. (in Ukr.).
12. Hryniv, L.S. (2001). *Ekolohichno zbalansovana ekonomika : problemy teorii* [Economically balanced economy: problems of the theory]. L'viv, LNU im. I. Franka, 240 p. (in Ukr.).
13. Dejli, H. (2002). *Poza zrostanniam. Ekonomichna teoriia staloho rozvytku* [Out of growth. Economic theory of sustainable development]. Intelsfera, Kyiv, 312 p. (in Ukr.).
14. Dolha, H.V. (2024). The main factors of the sustainable development of the industry of Ukraine in the conditions of war. *Visnyk Chernivets'koho torhovel'no-ekonomichnoho instytutu [Bulletin of the Chernivtsi Trade and Economic Institute]*, vol. I(93), pp. 38-51 (in Ukr.).
15. Indicators of sustainable development: Wikipedia. Free encyclopedia. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Індикатори\\_сталого\\_розвитку](https://uk.wikipedia.org/wiki/Індикатори_сталого_розвитку) (Accessed 19/01/2024) (in Ukr.).
16. Voloshyn, V.V., Hordiienko, N.M., Horlenko, I.O., Danylyshyn, B.M., Dorohuntsov, S.I. (1997). The concept of sustainable development of Ukraine [*Kontseptsiia staloho rozvytku Ukrainy*]. Kyiv, 17 p. (in Ukr.).
17. Lyashenko, I.M. (1999). *Ekonomiko-matematychni metody ta modeli staloho rozvytku* [Economic and mathematical methods and models of sustainable development]. Vyshha shkola, Kyiv, 236 p. (in Ukr.).
18. Onyschenko, A.M. (2011). *Modeliuvannia ekoloho-ekonomichnoi vzaiemodii v protsesi vykonannia rishen' Kiots'koho protokolu* [Modelling of ecologic-economic interaction in the process of implementation decisions of Kiotskogo protocol]. Poltav's'kyj literator, Poltava, 398 p. (in Ukr.).
19. VHO «Ukraina. Poriadok dennyj na 21 stolittia» (2000). *Prohrama dij «Poriadok dennyj na 21 stolittia»* [Action program «Agenda for the 21st century»]. Intelsfera, Kyiv, 360 p. (in Ukr.).
20. Tadeiev, Yu.P. (2013). Dynamic functions of cost-benefit with investments in the production and intellectual capital. *Visnyk KNTEU [Bulletin of KNTEU]*, pp. 128-134 (in Ukr.).
21. Us, J. Pimonenko, T. Leus, D. and Fedyna, S. (2017). The modern ecological and economic instruments for sustainable development. *Visnyk Sum'skoho derzhavnoho universytetu. Seriya Ekonomika [Bulletin of Sumy State University. Economy Series]*, vol. 2, pp. 57-67 (in Ukr.).
22. Shevchuk, V.Ya., Sakhaiev, V.H. (2004). *Stalij rozvytok i ekonomika pryrodovidtvorennia* [Sustainable development and economics of nature reproduction]. Heoprynt, Kyiv, 214 p. (in Ukr.).