

<https://doi.org/10.15407/sofs2022.03.021>

УДК 338.27:519.71:330.46

**В.В. МИКИТЕНКО**, доктор економічних наук, професор,  
головний науковий співробітник

ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України»  
бульвар Тараса Шевченка, 60, Київ, 01032, Україна

e-mail: [vmikitenko@ukr.net](mailto:vmikitenko@ukr.net)

<https://orcid.org/0000-0002-8212-9777>

## ТИПІЗАЦІЯ СИСТЕМ СТАЛОГО ГОСПОДАРЮВАННЯ ТА ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЇХНІХ БАЗОВИХ МОДЕЛЕЙ

---

*Уперше виділено та формалізовано три базові типи систем сталого господарювання (локальні, регіональні, національні) без урахування «шумових інформаційних й логістичних зв'язків» за допомогою математичних символів (пропозиційних змінних) в якості мета-апарату опису управління сталим розвитком як можливого методу визначення і оцінювання характеристик і взаємозалежностей між елементами великих складних систем. Це дозволило отримати описові концептуально-аналітичні моделі типових систем, які за певних умов відображають процес їх функціонування з достатнім ступенем наближення на рівні розуміння й сприйняття.*

*Обґрунтовано методологічно важливі положення виконання процедур формалізації базових типів систем сталого господарювання із застосуванням формалізованої мови апарату математичної логіки з метою опису управління господарською діяльністю за принципами постнекласичного підходу до полісуб'єктного управління природними ресурсами. Це забезпечило прийнятну стислість інтерпретації світоглядно-методологічної й концептуально-аналітичної інформації та дало змогу: а) оцінити характер досліджуваних зв'язків у межах систем сталого господарювання на трьох рівнях (локальному, регіональному та національному); б) встановити наявність взаємозв'язків між елементами; в) зафіксувати логічну структуру математичних виразів і образів у межах складно організованих систем.*

*Схему алгоритму формалізації базових типів систем сталого господарювання пропонується реалізовувати у п'ять етапів: 1) змістовний концептуальний опис основних елементів системи; 2) визначення сутності та змістовності функціональних складових елементів системи за блоковим принципом; 3) формування першого автономного блоку в якості іміта-*

---

Цитування: Микитенко В.В. Типізація систем сталого господарювання та формалізація їхніх базових моделей. *Наука та наукознавство*. 2022. № 3 (117). С. 21—35. <https://doi.org/10.15407/sofs2022.03.021>

*тора внутрішніх ресурсів, резервів і можливостей системи та найвагоміших факторів зовнішнього й внутрішнього впливу; 4) ідентифікація другого автономного блоку системи, що є моделлю процесу функціонування системи за наслідками вибору та практичної реалізації множиною суб'єктів сталого господарювання своєї поведінки; 5) побудова третього автономного блоку в якості конкретного рівня складності механізмів, що визначають і забезпечують результативність реалізації певного типу системи.*

**Ключові слова:** *типова система сталого господарювання, суб'єкти сталого господарювання, природно-ресурсні активи, форсайтні технології, пропозиційні зміни.*

**Вступ.** Необхідність забезпечення поступового розвитку системи управління сталим господарюванням у сучасних умовах висуває на порядок денний питання, пов'язані з визначенням і врахуванням конститутивно-ключових факторів, які обумовлюють привабливість впровадження концепту сталого розвитку у життєву практику, а також моделей поведінки суб'єктів — учасників різних видів діяльності у процесах сталого господарювання. Усі ці моделі мають бути передбачені в межах специфічних механізмів гармонізації, фінансизації освоєння природно-ресурсних активів, управління відходами та ін., що уможливить результативність реалізації того чи іншого типу системи сталого господарювання.

Визначаючи концепт сталого господарювання пріоритетним у контексті забезпечення цілеорієнтованості розвитку, стійкості та незалежності України, можна впевнено стверджувати, що він відповідає орієнтирам трьох груп детермінант, які спрямовують господарські системи на перезавантаження, щоб забезпечити обов'язкове синхронне врахування різної природи факторів національного, регіонального та локального порядку.

Задля формалізації базових типів систем сталого господарювання слід передбачити три його ключові світоглядно-методологічні основи:

а) «взаємозалежність» у концепті сталого господарювання обумовлюється поєднанням різноспрямованих факторів розвитку в єдине ціле в межах різномасштабних просторових утворень господарської діяльності;

б) «швидкість» як фактор забезпечення сталого господарювання, яка реалізується на базі широкого впровадження інформаційних платформ управління процесами пошуку ефективних цілеспрямованих дій для досягнення бажаних збалансованих рішень;

в) «складність» реалізації дії, що пов'язується у концепті сталого господарювання з упорядкуванням полісуб'єктного простору господарської діяльності на рівні досягнення системного гомеостазу у поєднанні багатовимірних інтересів власників, стейкхолдерів, управлінців та ін. Зважаючи на зазначене вище, автор зосередив увагу на реалізації концепту досягнення сталого господарювання на засадах формалізації базових типів систем.

**Аналіз досліджень і публікацій.** У процесі підготовки статті автор свідомо зосередився на вивченні наявного теоретико-методологічного доробку щодо забезпечення стійкості господарських систем на основі домінант го-

меостази, розвитку концептуальних засад і факторів капіталізації природних ресурсів як джерел національного багатства, просторової організації та напрямів використання природного багатства і бізнес-екосистемного підходу до забезпечення сталого господарювання, представлено у публікаціях І.К. Бистрякова, Д.В. Клинового, В.В. Ковалю, М.А. Хвесика [1–4]. Водночас слід зауважити, що у процесі виконання дослідження автором враховано науковий доробок С.А. Квітки та Л.І. Федулової [5, 6], який стосується застосування форсайтних технологій в управлінні та прогнозуванні. Науково-прикладні результати, представлені у дослідженні автора статті, ґрунтуються на структурованому використанні апарату математичної логіки та формалізації ustalених математичних символів.

**Мета статті** — надати результати формалізації базових типів систем сталого господарювання з урахуванням детермінант національного, регіонального та локального порядку, а також комплексу специфічних факторів економіко-психологічної, суспільно-політичної, соціально-економічної природи.

**Виклад основного матеріалу.** Забезпечення сталого господарювання в країні як конститутивно-ключової складової сталого розвитку національної економіки: 1) потребує на сучасному етапі геополітичних трансформацій та військової агресії в Україні багатомірних різноспрямованих дій із координації; 2) передбачає стимулювання ефективності управління та енергоощадності; формування відновлюваних систем господарювання; забезпечення соціально-економічного добробуту людини, стійкості економічної системи, безпеки промислового виробництва, доступності освоєння природно-ресурсного потенціалу.

Розглядаючи будь-який тип системи сталого господарювання як складно організовану мережу взаємопов'язаних процесів, що відбуваються усередині самої системи і реалізують мету її існування, вважаємо за необхідне визнати, що вирішальними чинниками та механізмами досягнення сталості в межах будь-якого типу системи сталого господарювання є тріада детермінант:

- гармонізація економічних, соціетальних, виробничих і природно-ресурсних інтересів суб'єктів сталого господарювання;
- різноспрямовані сили струнної взаємодії між чотирма видами підмеханізмів управління процесом гармонізації сталого господарювання (алармових, реактивних, гравітаційних та структурно-функціональних реакцій), реалізація яких підтримується процесами фінансизації та застосуванням форсайтних технологій;
- адекватність поведінки множини суб'єктів господарської діяльності реальним процесам (які мають місце на національному, регіональному та локальному рівнях), що передбачає чіткість виконання не лише організаційно-економічних та інституційних процедур, а й передусім урахування сучасних економіко-психологічних факторів і системних умов сталості у практиці господарювання.

Господарська діяльність у межах національної економічної системи є організованою і скоординованою, а також має складну структуру, яка утворюється в процесі взаємодії окремих елементів: продуктивних сил, техніко-економічних і організаційно-економічних відносин, виробничих відносин або відносин економічної власності, господарського механізму та ін. [7]. Звідси слідує, що формалізація базових типів систем сталого господарювання, яка визначається спрямованістю і результативністю реалізації своїх цільових функцій «господарем»<sup>1</sup>, має враховувати складно організовану впорядковану цілісність, що включає діяльність окремих індивідів і соціальних спільнот, об'єднаних зв'язками і взаємовідносинами різноманітної природи. Поряд із цим необхідно зважати на результати теоретичних досліджень:

- запропонована методика комплексного дослідження й опису гомеостатичних механізмів забезпечення стійкості господарських систем, яка дала змогу підтвердити, що досягнення певного виду гомеостазу господарських утворень (еволюційного, структурного, резистентного чи системного) забезпечується саме стабілізаційними, інерційними, адаптаційними, організаційно-економічними, кінематичними, кібернетичними, алармовими, когнітивно-інформаційними, репаративними, регенеративними, бінарними, специфічними й прогностичними управлінськими властивостями самих господарських систем [4, 8];

- обґрунтування того, що синхронізація, адаптація, коригування змістовності і, відповідно, забезпечення гармонізації економічних, соціальних, виробничих і природно-ресурсних інтересів суб'єктів сталого господарювання ґрунтуються як на стандартних принципах забезпечення гармонізації (взаємодії, балансу, сполучення, погодження, узгодження) і загального управління процесом гармонізації (планування, організування, контролювання, мотивування, координація), так і на системних принципах фізичної економії [9].

Зазначене вище передбачає обов'язкове використання положень проектно-процесного підходу при формалізації базових типів систем сталого господарювання задля забезпечення ефективності діяльності як суб'єктів управління, так і стейкхолдерів у контексті досягнення ними цілей управління щодо реалізації завдань на трьох ієрархічних рівнях: національному, регіональному, локальному. Звідси слідує, що формалізація у вигляді концептуально-аналітичної моделі базових типів систем сталого господарювання (процедура полягає у її описі в абстрактних термінах і поняттях) має забезпечити чіткість і об'єктивність репрезентації змістовності усіх трьох типів систем (національної, регіональної та локальної). Отже, автором про-

---

<sup>1</sup> Суб'єкт, що має можливість активно впливати на господарську діяльність та розпоряджатися власністю, керувати нею тощо на власний розсуд; саме його рішення мають визначальний вплив на забезпечення високого рівня ефективності господарської діяльності.

понується використати один зі способів їх формалізації — алгоритмічний, який ґрунтується на принципах математичної логіки та символічного позначення описів елементів типових структур систем сталого господарювання (пропозиційних змінних).

Відтак на локальному рівні (тобто на місцевому чи на рівні певної об'єднаної територіальної громади (ОТГ)) задля формалізації концептуального опису система сталого господарювання (*Local System of Sustainable Management*) визначається нами як  $SSM_L$ .

До елементів першого рівня опису цієї структури належить масштаб місцевих природно-ресурсних активів (*Local Natural Resource Assets, NRA\_L*), які перебувають у власності певної громади та розташовані на її території чи території певної ОТГ. Їх освоєння, використання, перетворення, нарощення, передача відбувається за використання місцевого виробничого потенціалу (*Local Production Potential, PP\_L*), сформованого завдяки наявному місцевому економічному потенціалу (*Local Economic Potential, EP\_L*) та місцевому соціальному потенціалу (*Local Social Potential, SP\_L*) з урахуванням особливостей його формування та розвитку, які є елементами опису локальної структури системи сталого господарювання на другому рівні ієрархії.

При цьому слід зважати і на те, що всі учасники господарської діяльності на локальному рівні реалізують процеси освоєння, використання та нарощення природно-ресурсних активів, виробничого, економічного і соціального потенціалу завдяки:

1) урахуванню на локальному рівні дії економіко-психологічних (*Economic and Psychological Factors, EP\_F*), соціально-економічних (*Socio-Economic Factors, SE\_F*) і суспільно-політичних (*Socio-Political Factors, SP\_F*) факторів;

2) підсвідомо або обґрунтовано обраній або визначеній бінарній моделі поведінки (імовірний варіант із двох: монетарно-підприємницька (інноваційна) модель поведінки (*Monetary-Entrepreneurial (Innovative) Model of Behavior, MEI\_{MB}*), маркетингово-інвестиційна модель поведінки (*Marketing and Investment Model of Behavior, MI\_{MB}*) для досягнення найбільшої ефективності (на переконання суб'єктів управління і стейкхолдерів із урахуванням різної природи економіко-психологічних, соціально-економічних і суспільно-політичних факторів));

3) застосуванню організаційно-економічних засобів і методів управління процесом гармонізації інтересів усіх учасників процесів сталого господарювання, які спрямовані на забезпечення і підтримку управління процесом гармонізації та передусім ґрунтуються на форсайтних технологіях [4].

Ефективність реалізації організаційних засобів і методів управління процесом гармонізації інтересів усіх учасників процесів сталого господарювання має бути забезпечена шляхом застосування на практиці двох локальних механізмів:

- локального організаційного механізму управління процесом гармонізації сталого господарювання (*Local Organizational Mechanism for Managing*

*the Process of Harmonization of Sustainable Management, OMM<sub>L<sub>PHSM</sub></sub>*), до складу якого включено чотири підмеханізми — структурно-функціональний (*Structural and Functional Sub-Mechanism, SM<sub>SF</sub>*), алармовий (*Alarm Sub-Mechanism, SM<sub>A</sub>*), резонансний (*Resonant Sub-Mechanism, SM<sub>R</sub>*) та гравітаційний (*Gravitational Sub-Mechanism, SM<sub>G</sub>*) [7]. Проте зауважимо, що на локальному рівні доцільним є застосування в межах організаційного механізму управління процесом гармонізації лише двох підмеханізмів — структурно-функціонального й алармового;

- локального механізму фінансизації освоєння природно-ресурсних активів, які належать певній громаді в ОТГ чи іншого типу громаді (*Local Mechanism for Financing the Development of Natural Resource Assets, MFD<sub>L<sub>NRA</sub></sub>*).

Практичне використання цієї концептуально-аналітичної моделі з метою досягнення сталого господарювання в межах локальної системи дасть орієнтири щодо нарощування виробничого, соціального та економічного потенціалу на місцевому рівні, а також збільшення масштабів і забезпечення стійкості та ефективності використання інших видів потенціалу, які формують локальний стратегічний потенціал (факторних і когнітивно-інформаційних).

Алгоритм формалізації опису локальної системи сталого господарювання (*SSM<sub>L</sub>*) у вигляді формули з використанням операцій диз'юнкції, кон'юнкції та імплікації математичної логіки матиме такий вигляд:

$$((EP_F \cdot SE_F \cdot SP_F) \rightarrow PP_L) \cdot ((EP_F \cdot SE_F \cdot SP_F) \rightarrow EP_L) \cdot ((EP_F \cdot SE_F \cdot SP_F) \rightarrow SP_L) \cdot NRA_L \cdot ((EP_F \cdot SE_F \cdot SP_F) \rightarrow (MEI_{MB} \cup MI_{MB})) \times (MFD_{L_{NRA}} \cdot (SM_{SF} \cdot SM_A) \rightarrow OMM_{L_{PHSM}}) \rightarrow SSM_L. \quad (1)$$

Необхідно визнати, що формалізація концептуально-аналітичної моделі системи сталого господарювання регіонального типу передбачає включення до модельного вирішення елементів, що відповідають локальній системі, проте з окремими відмінностями у їх інтерпретації та наповненні формату самої моделі системи. Вихідними критеріями забезпечення результативності функціонування та розвитку регіональної системи сталого господарювання (*Regional System of Sustainable Management, SSM<sub>R</sub>*) є:

1. Масштаб регіональних природно-ресурсних активів (*Regional Natural Resource Assets, NRA<sub>R</sub>*), що складаються з локальних активів ОТГ (територій), наявних у регіоні. Зрозуміло, що їх освоєння, використання, перетворення, нарощення та передача відбуваються за використання саме сукупного регіонального виробничого потенціалу (*Regional Production Potential, PP<sub>R</sub>*), сформованого завдяки наявному в регіоні масштабу економічного потенціалу (*Regional Economic Potential, EP<sub>R</sub>*), реалізація та розвиток якого забезпечуються когнітивно-інформаційним, інтелектуальним і кадровим рівнями регіонального соціального потенціалу (*Regional Social Potential, SP<sub>R</sub>*).

2. Ключові принципи, що визначають діяльність усіх економічних суб'єктів у межах регіональної системи сталого господарювання і ґрунтуються на: а) постнекласичних положеннях типізації систем сталого господа-



рювання, які орієнтують на оновлення логіки відбору точок впливу на досягнення рівноваги функціонування господарського простору; б) використанні інструментарію робастного управління для забезпечення стабільності та стійкості функціонування господарських систем; в) цілеорієнтованому розвитку бізнес-процесів, які забезпечують сталість господарювання у розрізі різних груп просторово-господарських утворень при реалізації конкретних програм, проєктів чи форсайтів сталого розвитку. Зазначене передбачає:

- урахування наявних у регіоні та країні економіко-психологічних (*Economic and Psychological Factors, EP<sub>F</sub>*), соціально-економічних (*Socio-Economic Factors, SE<sub>F</sub>*) і суспільно-політичних (*Socio-Political Factors, SP<sub>F</sub>*) факторів сталого розвитку в процесах прийняття управлінських рішень;

- реалізацію науково обґрунтованої (з урахуванням специфічності провадження регіональних процесів та агресивності / поміркованості економіко-психологічних, соціально-економічних і суспільно-політичних факторів, що мають місце в межах певного регіону) багатовимірної моделі поведінки множини суб'єктів господарювання. Тип моделі поведінки, який обирають суб'єкти управління та стейкхолдери, залежить від стану і масштабів природно-ресурсного, виробничого, економічного та соціального потенціалу регіону. З погляду на це ймовірним є формат, що охоплює три види поведінки: монетарно-підприємницьку (інноваційну) (*Monetary-Entrepreneurial (Innovative) Model of Behavior, MEI<sub>MB</sub>*), маркетингово-інвестиційну (*Marketing and Investment Model of Behavior, MI<sub>MB</sub>*), адаптивно-каверну когнітивну (*Adaptive-Cavernous Cognitive Model of Behavior, ACC<sub>MB</sub>*);

- застосування в управлінській та господарській практиці організаційних засобів і методів управління процесом гармонізації інтересів усіх учасників процесу сталого господарювання (як основних, так і забезпечення та підтримки) [4, 11], до складу яких включено найбільш результативні форсайтні технології та методи, розроблені з використанням положень теорії струн). Ефективність цього комплексу має бути забезпечена обов'язковою синхронною реалізацією трьох регіональних механізмів:

- регіонального організаційного механізму управління процесом гармонізації сталого господарювання (*Regional Organizational Mechanism for Managing the Process of Harmonization of Sustainable Management, OMM<sub>R<sub>PHSM</sub></sub>*). До його складу мають входити не чотири підмеханізми, визначені у [4], — структурно-функціональний, алармовий, резонансний та гравітаційний, а лише три — структурно-функціональний, алармовий та резонансний;

- регіонального механізму управління освоєнням природно-ресурсних активів усіх ОТГ, які входять до складу певного регіону (*Regional Mechanism for Managing the Development of Natural Resource Assets, MMD<sub>R<sub>NRA</sub></sub>*);

- регіонального механізму управління відходами (*Regional Waste Management Mechanism, MMW<sub>R</sub>*), оскільки забезпечення сталого господарювання передбачає економічне використання всіх видів ресурсів, у тому числі відходів виробництва (за принципами циркулярної економіки).

Важливість і нагальність розбудови дієвого механізму управління відходами саме на регіональному (а не на локальному) рівні обумовлена двома аспектами:

1. Управління відходами складно здійснювати в окремому господарстві у сільській місцевості чи в межах певної ОТГ. А в масштабі регіону цьому сприятиме наявність багатопрофільної системи виробництва з використанням технологічних методів утилізації та рециклінгу. Одним із реальних шляхів вирішення проблеми управління відходами є комплексне використання ресурсів на рівні регіону, де більш ефективно відбувається зниження маси утилізованих відходів виробництва, забезпечується їх повторне використання або повернення у виробничий обіг за допомогою реалізації форсайтних проєктів з освоєння корисних фракцій та утилізації безповоротних відходів. У Національній стратегії управління відходами в Україні до 2030 року [12], якою передбачено значне скорочення масштабів поховання відходів та збільшення рівня їх перероблення (у тому числі шляхом роздільного збирання побутових відходів), визначено: а) декструктивність впливу різних видів відходів на навколишнє природне середовище; б) інструментарій, яким доцільно користуватися (зокрема на регіональному рівні) задля активізації діяльності щодо поводження з відходами у контексті реалізації положень циркулярної економіки.

2. Суттєва технологічна складність освоєння та використання на місцевому рівні масштабних багатотоннажних відходів (наприклад, відвальних шлаків), зокрема металургійного виробництва <sup>2</sup>. Визнаємо, що техногенно вражені території сформувалися в Україні саме у тих місцевостях, де: а) працюють металургійні й збагачувальні підприємства; б) низька ефективність добування і перероблення копалин через відсутність масштабних промислових технологій перероблення і використання шлаків; в) відсутні інвестиції у технологічне оновлення промислового виробництва та охорону навколишнього середовища й екологічну безпеку. Адже згідно з принципами циркулярної економіки розвиток і задоволення потреб суспільства має відбуватися через масштабне і постійне використання відходів, у тому числі відходів технологічно складних промислових виробництв, що можливо реалізувати лише шляхом залучення стратегічного потенціалу всього регіону до відновлювальних і регенераційних виробничих процесів.

З огляду на зазначене вище та специфічність розбудови і реалізації типової регіональної системи сталого господарювання алгоритм формалізації опису регіональної системи сталого господарювання представимо у вигляді формули:

---

<sup>2</sup> Прикладом є великотоннажні металургійні відвальні шлаки, які є не лише суттєвим фактором забруднення навколишнього природного середовища, а й значним резервом сталого господарювання: вони можуть використовуватись як сировина у будівельній, хімічній, скляній, цементній промисловості, для потреб облаштування та ін.



$$\begin{aligned} &(((EP_F \cdot SE_F \cdot SP_F) \rightarrow PP_R) \cdot ((EP_F \cdot SE_F \cdot SP_F) \rightarrow EP_R) \cdot ((EP_F \cdot SE_F \cdot SP_F) \rightarrow \\ &\rightarrow SP_R)) \cdot NRA_R)) \cdot ((EP_F \cdot SE_F \cdot SP_F) \rightarrow (MEI_{MB} \cup MI_{MB} U)) \times \\ &\times ((MMD_{R_{NRA}} \cdot MMW_R \cdot (SM_{SF} \cdot SM_A \cdot SM_R) \rightarrow OMM_{R_{PHSM}})) \rightarrow SSM_R \quad (2) \end{aligned}$$

Формалізація концептуально-аналітичної моделі національної системи сталого господарювання (НССГ, *National System of Sustainable Management, SSM<sub>N</sub>*) як утворення більш складного рівня потребує глибокого світоглядно-методологічного й когнітивно-інформаційного знакового моделювання, за допомогою якого сутність досліджуваного предмета (НССГ) можна зафіксувати комбінацією знаків у такий спосіб, щоб відтворити як сам предмет, так і процеси та явища, які формують його зміст.

Ідеться не про те, що за результатами формалізації типової НССГ слід абстрагуватися від її змісту, а про те, щоб за допомогою комбінації символів суттєві сторони змістовності НССГ виразити через форму, надалі уточнювати склад її пропозиційних змінних за результатами дослідження змісту і, врешті-решт, реалізовувати цю знакову модель відповідно до формальних правил математичної логіки.

Використовуючи принципи математичної логіки та символічного позначення описів елементів типової структури НССГ (пропозиційних змінних), визначаємо вихідні критерії НССГ:

1. Природно-ресурсний простір країни (*Natural Resource Space, NRS*). При цьому вибір об'єкта докладання зусиль задля раціоналізації його освоєння, використання та перетворення має відбуватися з урахуванням сукупності різної природи чинників, факторів й умов сталого господарювання (*Set of Conditions and Factors of Sustainable Management, SCF<sub>SM</sub>*), як геополітичних і геоекономічних, так і суспільно-політичних, соціально-економічних, військово-економічних, економіко-психологічних, інформаційних, інтелектуальних та ін. У процеси забезпечення і підтримки сталого господарювання мають бути залучені всі чотири елементи метапростору сталого розвитку — не тільки природно-ресурсний (*Natural Resource Space, NRS*), економічний (*Economic Space, ES*) та виробничий (*Production Space, PS*), а й соціетальний простір (*Societal Space, SS*) країни. Для цього потрібно врахування всієї сукупності економіко-психологічних, соціально-економічних і суспільно-політичних факторів сталого розвитку на рівні країни, що уможливить найбільш ефективне освоєння і використання національних природно-ресурсних активів (*National Natural Resource Assets, NRA<sub>N</sub>*).

2. Практична реалізація одразу всіх трьох багатовимірних моделей поведінки сукупності суб'єктів господарювання має визначатись залежно від:

а) масштабів наявного стратегічного потенціалу країни та її регіонів (*Strategic Potential, SP<sub>S</sub>*);

б) економіко-психологічних (*Economic and Psychological Factors, EP<sub>F</sub>*), соціально-економічних (*Socio-Economic Factors, SE<sub>F</sub>*) та суспільно-політичних (*Socio-Political Factors, SP<sub>F</sub>*) факторів впливу, які мають місце в країні,

і, відповідно, досягнутих системних / несистемних умов забезпечення сталого розвитку (*Systemic / Non-Systemic Conditions for Sustainable Development, S/N-SC<sub>SD</sub>*).

При цьому імовірні формати моделей поведінки множини суб'єктів сталого господарювання — монетарно-підприємницька (інноваційна), маркетингово-інвестиційна, адаптивно-каверна когнітивна — можуть використовуватись одночасно в різних регіонах країни.

3. Логіка формалізації національної моделі системи сталого господарювання потребує відображення логічної структури її компонент засобами штучної мови, ідентифікації форми взаємозв'язку між ними та можливості вивчення їхньої змістовності у складніших судженнях за допомогою засобів формалізованої мови. Тож мова символів може допомогти оцінити характер взаємозв'язків між елементами та об'єктами, які будуть зафіксовані у певній формулі. У відповідності до цього слід зазначити, що ефективна реалізація НССГ повинна забезпечуватись адекватними механізмами управління, регулювання та коригування господарської діяльності, до складу яких має бути включено дієвий науково-прикладний інструментарій. З огляду на це зазначимо, що для реалізації НССГ у сучасних загрозливих умовах важливе значення має застосування в управлінській та господарській практиці сформованих і обґрунтованих авторами у [7, 10] організаційних засобів і методів управління процесом гармонізації інтересів усіх учасників процесу сталого господарювання — і основних, і забезпечення й підтримки. До їхнього складу мають бути включені найбільш результативні методи форсайтних технологій, а також методи, розроблені з використанням положень теорії струн [4].

Значений інструментальний комплекс входить до складу загального організаційного механізму управління процесом гармонізації сталого господарювання (*General Organizational Mechanism for Managing the Process of Harmonization of Sustainable Management, OMM\_G<sub>PHSM</sub>*), у межах якого діятимуть усі чотири підмеханізми — структурно-функціональний, алармовий, резонансний, гравітаційний.

Результативність реалізації НССГ має бути забезпечена також практичним застосуванням ще трьох конститутивно-ключових механізмів:

а) формування фінансової основи НССГ (*Mechanism for Forming the Financial Basis of the National System of Sustainable Management, MFFB<sub>NSSM</sub>*);

б) державного регулювання та управління освоєнням природно-ресурсних активів (*Mechanism of State Regulation and Management of Natural Resources Development, MSRMD<sub>NR</sub>*);

в) державного регулювання та управління відходами (*Mechanism of State Regulation and Waste Management, MSRMW*).

Таким чином, формат структури і взаємозв'язку між елементами концептуально-аналітичної моделі НССГ з використанням операцій диз'юнкції, кон'юнкції й імплікації математичної логіки можна представити у вигляді формули:

$$\begin{aligned}
 & ((SCF_{SM} \rightarrow NRS) \cdot ((EP_F \cdot SE_F \cdot SP_F) \rightarrow ES) \cdot ((EP_F \cdot SE_F \cdot SP_F) \rightarrow PS) \times \\
 & \quad \times ((EP_F \cdot SE_F \cdot SP_F) \rightarrow SS)) \cdot NRA\_N)) \times \\
 & \quad \times ((SP_S \cdot S/N-SC_{SD} \cdot (EP_F \cdot SE_F \cdot SP_F) \rightarrow (MEI_{MB} \cup MI_{MB} \cup U)) \times \\
 & \quad \times ((MFFB_{NSSM} \cdot MSRMD_{NRA} \cdot MSRMW \cdot (SM_{SF} \cdot SM_A \cdot SM_R \cdot SM_G) \rightarrow \\
 & \quad \rightarrow OMM\_G_{PHSM})) \rightarrow SSM_N. \tag{3}
 \end{aligned}$$

Підсумовуючи результати розв'язання науково-прикладного завдання, визнаємо, що застосування формалізованої мови апарату математичної логіки у сфері управління господарською діяльністю, яка забезпечила оптимізацію (стислість) інтерпретації світоглядно-методологічної та концептуально-аналітичної інформації, дало автору змогу за зовнішніми ознаками та формою символів: а) оцінити характер досліджуваних взаємозв'язків у межах систем сталого господарювання на трьох рівнях (локальному, регіональному та національному); б) встановити щільність цих взаємозв'язків; в) точно визначити логічну структуру математичних виразів і образів у межах складно організованих систем. Водночас слід визнати, що застосований у дослідженні апарат математичної логіки, який відображає конститутивно-ключові логічні взаємозалежності між елементами, реалізовані у передбаченнях і обґрунтуваннях дослідників фрагментарно, дав змогу авторам усунути «шумові інформаційні й логістичні зв'язки» між елементами при побудові наведених вище концептуально-аналітичних рішень (див. формули (1), (2), (3)).

Використання такого підходу до формалізації базових типів складних типових систем у якості описових концептуально-аналітичних моделей (зокрема системи сталого господарювання) ставить питання про доцільність застосовування інструментарію математичних символів у якості мета-апарату управління сталим розвитком. У зв'язку з цим зазначимо, що процедуру формалізації базових типів систем сталого господарювання автором виконано через послідовну реалізацію п'яти етапів алгоритму:

1. Змістовний концептуальний опис основних пропозиційних змінних певного базового типу системи сталого господарювання.

2. Визначення сутності та змістовності функціональних складових елементів системи за блоковим принципом (визначено три автономні блоки<sup>3</sup> для побудови концептуально-аналітичної моделі типової системи сталого господарювання).

3. Формування пропозиційних змінних першого автономного блоку в якості імітатора внутрішніх ресурсів, резервів і можливостей типової системи сталого господарювання з визначенням найвагоміших факторів зовнішнього і внутрішнього впливу на її функціонування для забезпечення і раціоналізації освоєння природно-ресурсних активів.

<sup>3</sup> Кожен із цих блоків є достатньо автономним, що в практиці управління має виражатись у мінімальній кількості зв'язків між його компонентами.

4. Ідентифікація пропозиційних змінних другого автономного блоку системи, що є моделлю процесу функціонування певного типу системи за наслідками вибору та практичної реалізації множиною суб'єктів сталого господарювання своєї поведінки у внутрішньому і зовнішньому середовищі, характер якої визначено з урахуванням наявних умов і тріади найвагоміших факторів впливу на сталий розвиток.

5. Побудова третього автономного блоку системи, що є вирішальним кроком, оскільки пропозиційні змінні цього блоку відображають механізми конкретного рівня складності, які визначають і забезпечують результативність реалізації певного типу системи загалом.

Практичне використання розробленої та обґрунтованої схеми реалізації авторського алгоритму формалізації типових систем сталого господарювання має суттєві переваги і важливе значення для: а) об'єктивізації переходу від змістовного опису базових типів систем до їх математичної моделі, тобто до процесу формалізації; б) оцінювання характеристик та ідентифікації основних взаємозв'язків між елементами певної системи сталого господарювання; в) встановлення та обґрунтування меж (кордонів) між системою та зовнішнім середовищем її функціонування з метою спрощення її опису у вигляді формального алгоритму; г) фіксації у формалізованій моделі типової системи ймовірних майбутніх змін у зовнішньому та внутрішньому середовищі її функціонування; д) отримання адекватної моделі типової системи сталого господарювання, яка з достатнім ступенем наближення на рівні розуміння і сприйняття відобразатиме реальний процес її функціонування у зовнішньому та внутрішньому середовищі.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Результати авторських розробок свідчать, що для об'єктивної формалізації базових типів систем сталого господарювання слід: а) визначити та елімінувати «логістичні та інформаційні шуми», які несуттєво впливають на формування та реалізацію складних систем досліджуваного типу; б) використати інструментарій математичних символів у якості мета-апарату опису управління сталим розвитком для визначення й оцінювання характеристик і взаємозалежностей між пропозиційними змінними систем; в) структурувати описові концептуально-аналітичні моделі типових систем, які за певних умов відобразатимуть процес їх функціонування з достатнім ступенем наближення на рівні розуміння й сприйняття.

Для цього у статті обґрунтовано методологічно важливі положення виконання процедур формалізації базових типів систем сталого господарювання із застосуванням формалізованої мови апарату математичної логіки у сфері управління господарською діяльністю. Це забезпечило оптимізацію (стислість) інтерпретації світоглядно-методологічної й концептуально-аналітичної інформації. Запропоновано для використання у практиці управління сталим господарюванням схему реалізації алгоритму формалізації базових типів систем, яка передбачає п'ять етапів із визначенням змістов-

ності функціональних складових типових систем за блоковим принципом. Подальші науково-прикладні дослідження будуть спрямовані на вирішення завдань, пов'язаних зі структурною диференціацією національної системи сталого господарювання та розробленням етапів її розбудови в умовах постійного нарощення геополітичних, суспільно-політичних і військово-економічних загроз і ризиків сталому розвитку країни та її регіонів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Хвесик М.А., Бистряков І.К. Фінансово-економічні важелі капіталізації природних ресурсів у контексті забезпечення прибуткового природокористування. *Фінанси України*. 2014. № 5. С. 29–47.
2. Хвесик М.А., Бистряков І.К., Клиновий Д.В. Просторова організація та напрями використання природного багатства України. *Економіка України*. 2016. № 7 (656). С. 46–65.
3. Бистряков, І.К., Клиновий, Д.В. Бізнес-екосистемний концепт забезпечення сталого господарювання. *Економіка природокористування і сталий розвиток*. 2020. № 8(27). С. 21–27. [https://doi.org/10.37100/2616-7689/2020/8\(27\)/3](https://doi.org/10.37100/2616-7689/2020/8(27)/3)
4. Коваль В.В., Микитенко В.В. Стале господарювання: детермінанти та технології управління: монографія. Одеса: ПНЦ НАН України і МОН України, 2021. 156 с.
5. Квітка С.А. Форсайт в публічному управлінні: методи і перспективи реалізації в Україні. *Аспекти публічного управління*. 2018. Т. 6. № 8. С. 56–70. <https://doi.org/10.15421/151847>
6. Федулова Л.І. Форсайт: сучасна методологія технологічного прогнозування. *Економіка і прогнозування*. 2008. № 3. С. 106–120.
7. Економічні системи: в 6 т. / За ред. Г.І. Башнянина. Т. 5. Львів: Ліга-Прес, 2014. 428 с.
8. Бистряков І.К., Микитенко В.В. Забезпечення стійкості господарських систем на основі домінант гомеостазу. *Наука та наукознавство*. 2021. № 2 (112). С. 29–41. <https://doi.org/10.15407/sofs2021.02.029>
9. Микитенко В.В. Фізична економія в системі забезпечення сталого господарювання. *Економіка природокористування і сталий розвиток*. 2020. № 8 (27). С. 28–34. [https://doi.org/10.37100/2616-7689/2020/8\(27\)/4](https://doi.org/10.37100/2616-7689/2020/8(27)/4)
10. Микитенко В.В., Драган І.О., Драган І.В. Формування механізмів управління забезпеченням сталого господарювання. *Економіка, управління та адміністрування*. 2021. № 3(97). С. 47–52. [https://doi.org/10.26642/ema-2021-3\(97\)-47-52](https://doi.org/10.26642/ema-2021-3(97)-47-52)
11. Микитенко В.В. Форми та засоби організації просторового управління природно-ресурсними активами в Україні. *Економіка природокористування і сталий розвиток*. 2018. № 3–4 (22–23). С. 87–95.
12. Кравченко М.Г. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року як джерело екоресурсного права України. *Право і суспільство*. 2018. № 4. С. 174–179.

Одержано 11.05.2022

#### REFERENCES

1. Khvesyk, M.A. & Bystryakov, I.K. (2014). Financial and economic levers of capitalization of natural resources in the context of ensuring profitable use of nature. *Finance of Ukraine*, 5, 29–47 [in Ukrainian].
2. Khvesyk, M.A., Bystryakov, I.K., & Klinovy, D.V. (2016). Spatial organization and directions of use of natural wealth of Ukraine. *Ukrainian Economy*, 7(656), 46–65 [in Ukrainian].

3. Bystryakov, I.K. & Klinovy, D.V. (2020). Business ecosystem concept of sustainable management. *Economics of nature management and sustainable development*, 8(27), 21–27. [https://doi.org/10.37100/2616-7689/2020/8\(27\)/3](https://doi.org/10.37100/2616-7689/2020/8(27)/3) [in Ukrainian].
4. Koval, V.V. & Mykytenko, V.V. (2021). *Sustainable management: determinants and management technologies*. Odesa: PNC NAS of Ukraine and MES of Ukraine [in Ukrainian].
5. Kvitka, S.A. (2018). Foresight in public administration: methods and prospects of implementation in Ukraine. *Aspects of Public Administration*, 8, 56–70. <https://doi.org/10.15421/151847> [in Ukrainian].
6. Fedulova, L.I. (2008). Foresight: modern methodology of technological forecasting. *Economics and Forecasting*, 3, 106–120 [in Ukrainian].
7. Bashnianin, H.I. (Ed.) (2014). *Economic systems* (Vols. 1–6). Vol. 5. Lviv: Liga-Press [in Ukrainian].
8. Bystryakov, I.K. & Mykytenko, V.V. (2021). Ensuring the stability of economic systems based on the dominants of homeostasis. *Science and Science of Science*, 2(112), 29–41 <https://doi.org/10.15407/sofs2021.02.029> [in Ukrainian].
9. Mykytenko, V.V. (2020). Physical economy in the system of sustainable management. *Economics of Nature Management and Sustainable Development*, 8(27), 28–34 [https://doi.org/10.37100/2616-7689/2020/8\(27\)/4](https://doi.org/10.37100/2616-7689/2020/8(27)/4) [in Ukrainian].
10. Dragan, I.O., Dragan, I.V. & Mykytenko, V.V. (2021). Formation of mechanisms for managing sustainable management. *Economics, Management and Administration*, 3(97), 47–52. [https://doi.org/10.26642/ema-2021-3\(97\)-47-52](https://doi.org/10.26642/ema-2021-3(97)-47-52) [in Ukrainian].
11. Mykytenko, V.V. (2018). Forms and means of organization of spatial management of natural resource assets in Ukraine. *Economics of Nature Management and Sustainable Development*, 3–4(22–23), 87–95 [in Ukrainian].
12. Kravchenko, M.G. (2018). National Waste Management Strategy in Ukraine until 2030 as a source of eco-resource law of Ukraine. *Law and Society*, 4, 174–179 [in Ukrainian].

Received 11.05.2022

*V.V. Mykytenko*, Dsc (Economics), professor, chief researcher  
Institute of Environmental Economics and Sustainable Development  
of the National Academy of Sciences of Ukraine  
Taras Shevchenko Boulevard, 60, Kyiv, 01032, Ukraine  
e-mail: vmikitenko@ukr.net  
<https://orcid.org/0000-0002-8212-9777>

#### TIPIFYKACIJA SYSTEM TRIVAJNOGO KONTROLU I FORMALIZACIJA ICHYH OSNOVNYH MODELYV

For the first time, three basic types of sustainable management systems (local, regional, national) have been identified and formalized without taking into account “noise information and logistical connections” using mathematical symbols (propositional variables) as a meta-apparatus for describing sustainable development management as a possible method of determining and evaluation of characteristics and interdependencies between elements of large complex systems. This allowed to obtain descriptive conceptual and analytical models of typical systems, which under certain conditions reflect the process of their functioning with a sufficient degree of approximation at the level of understanding and perception.

Methodologically important provisions of procedures for formalization of basic types of sustainable management systems with the use of formalized language of mathematical logic in order to describe the management of economic activity on the principles of post-classical approach to polysubject management of natural resources. This provided an acceptable brevity



of interpretation of ideological, methodological and conceptual-analytical information and allowed to: (i) assess the nature of the studied relationships within sustainable management systems at three levels (local, regional and national); (ii) establish the relationship between the elements; (iii) fix the logical structure of mathematical expressions and images within complexly organized systems.

The scheme of the algorithm for formalizing the basic types of sustainable management systems is proposed to be implemented in five phases: (i) meaningful conceptual description of the main elements of the system; (ii) determining the nature and content of the functional components of the system on a block basis; (iii) the formation of the first autonomous unit as a simulator of internal resources, reserves and capabilities of the system and the most important factors of external and internal influence; (iv) identification of the second autonomous unit of the system, which is a model of the process of functioning of the system as a result of the choice and practical implementation by many entities of sustainable management of their behavior; (v) construction of the third autonomous unit as a specific level of complexity of the mechanisms that determine and ensure the effectiveness of the implementation of a particular type of system.

**Keywords:** *typical system of sustainable management, subjects of sustainable management, natural resource assets, foresight technologies, supply variables.*