

ВИБІР КРИТЕРІЇВ ПОБУДОВИ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯМ ЕКОСИСТЕМ

О.І. Дребот*доктор економічних наук, професор, академік НААН
Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: drebotoksana@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2681-1074>***В.О. Гурєєв***доктор технічних наук, старший дослідник, професор, академік АТН України
Харбінський інститут технологій (м. Харбін, КНР)
e-mail: viktor.gurieiev@hit.edu.cn; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8496-3626>***О.Є. Черненко***Громадська спілка “ГІС-Асоціація України” (м. Київ, Україна)
e-mail: oleksii.chernenko@infotec.ua; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7145-5047>*

Сьогодні актуальними є доповнення наявних терміносистеми, методології та методик, що дозволять здійснювати планування та реалізацію владно-розпорядчих рішень щодо управління в сучасних умовах. У процесі дослідження з'ясовано необхідність створення нових інструментів, зокрема понятійного апарату та терміносистеми. Обговорено проблематику розробки нової мови із залученням останніх досягнень у відповідних напрямках прикладної лінгвістики, інформаційних технологій і сучасних методах математичного моделювання. Зроблено спробу показати роль і місце цієї проблематики в сучасній науковій парадигмі. Мета статті — аналіз передумов і формування сенсів образу майбутнього екосистем для подальшої роботи, пов'язаної з вибором критеріїв побудови моделей управління функціонуванням екосистем, які дозволять сформувати базові атрактори соціально-економічного розвитку в довгостроковій стратегічній перспективі. Моделювання показує, що всі зазначені фактори взаємно доповнюють і посилюють один одного, підвищуючи ефективність використання систем підтримки прийняття рішень та їхній вплив на якість управління. У процесі такого синтезу формується ефект синергізму. За потреби до цих факторів можуть висуватися специфічні вимоги залежно від конкретних умов, що виникають у Вікнах можливостей образу майбутнього екосистем. Ці фактори мають значний і комплексний вплив на структуру управління функціонуванням екосистем загалом. Зокрема, розвиток деяких внутрішніх мов і розвинених систем їхньої інтерпретації переважно впливає на структуру управління системноутворюючими процесами, тоді як розвиток операційних систем обчислювальної техніки визначає архітектуру моделей. Формування базових атракторів соціально-економічного розвитку в довгостроковій стратегічній перспективі в межах нових моделей управління функціонуванням екосистем потребує створення нової мови, понятійного апарату та терміносистеми. Суть цієї проблеми полягає в необхідності мати універсальні засоби синтезу даних із різних наративів, що використовуються для формування “базису моделі” на основі гуманітарних і природничих дисциплін, які потім мають бути виражені мовою математичного моделювання і застосовуватися для створення та функціонування реальних проєктів.

Ключові слова: природні та штучні екосистеми, критерії побудови моделей управління розвитку екосистем, комплексний еквівалент, *Natural language processing*, базові атрактори соціально-економічного розвитку, природа — людина — суспільство — держава, необхідний семантичний компонент.

ВСТУП

У назві цієї статті термін “екосистема” використано в множині. Слід зробити кілька акцентів, щоб подальший виклад матеріалу був зрозумілим, цілісним та обґрунтованим.

Акцент перший — про “множинність екосистем”: автори погоджуються з формулюванням Ю. Одума: “Будь-яка єдність, що включає всі організми на даній ділянці та

взаємодіє з фізичним середовищем таким чином, що потік енергії створює чітко визначену трофічну структуру, видову різноманітність (обмін речовинами й енергією між біотичною та абіотичною частинами) всередині системи, є екологічною системою” [1], включаючи в це поняття також штучні та природно-господарські екосистеми. Визначено для цього твердження ключовий критерій — особливості розподілу

потоків речовини, енергії та інших ресурсів, які забезпечують життєдіяльність у межах певної екосистеми.

Акцент другий — розуміння значення “складності” моделей екосистем як ключового параметра вибору критеріїв побудови цих моделей. Суб’єкт управління повинен відповідати якістю власної структурної складності як об’єкту управління — йдеться про властивості робастності стосовно структури моделі управління, так і процесам, які відбуваються в “контурі управління” та навколо нього під час функціонування цієї екосистеми.

Акцент третій — з огляду на обмежений обсяг статті, пропонуємо прийняти таке апіорне твердження: “У сучасній фазі свого розвитку світова соціально-економічна домінуюча глобальна мономодель перебуває в стані фазової кризи, своєрідного фазового переходу — у розумінні якісної характеристики, домінуючої сьогодні єдиної соціально-економічної системи”. До такого твердження нас підштовхують слова Мадлен Олбрайт: “... ми намагаємося зрозуміти технології ХХІ століття і керувати ними за допомогою способу мислення ХХ століття та набору державних інститутів ХІХ століття. Очевидно, що для вирішення нових завдань потрібні інституційні перетворення. Необхідна і адаптація способу мислення до викликів ХХІ століття” [2].

Актуальність теми визначається необхідністю розробки та доповнення наявних терміно-системи, методології та методик, які дозволять здійснювати планування та реалізацію владно-розпорядчих рішень у сфері управління як в умовах перехідного етапу (точки біфуркації) — коротко- і середньострокове планування, так і в умовах наступного якісного рівня, що автори розуміють як Образ майбутнього, відповідно до традиційної термінології — стратегічне планування. Для формування таких можливостей планування необхідні надійні критерії, які дозволять, виступаючи як формальними, так і емпіричними, будувати несуперечливі моделі управління сталим функціонуванням екосистем в умовах високого ступеня невизначеності та життєвої необхідності глибокої адаптивної взаємодії природних, природно-господарських та інших штучних типів екосистем у рамках однієї моделі.

Мета дослідження визначається як спроба формування сенсів образу майбутнього екосистем для подальшої роботи, пов’язаної з побудовою таких моделей управління функціонуванням екосистем, які дозволять сформулювати базові атрактори соціально-економічного розвитку в довгостроковій стратегічній перспективі (у стратегічному плануванні).

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Вивченню тематики вибору критеріїв побудови моделей управління функціонуванням екосистем присвячена певна низка досліджень. Значна частина з них зосереджена на критичній оцінці адекватності екологічних моделей як вкрай необхідного критерію підвищення їхньої корисності [3; 4]. Є інформаційні платформи, що розглядають цю проблему в контексті Індустрії 4.0 в Україні, як практичні аспекти функціонування моделей інноваційних промислових екосистем [5]. Певною мірою узагальнюють матеріали на цю тему та формують комплексне уявлення про стан проблеми наступні автори та їхні дослідження, викладені в зазначених працях: М.А. Голубець “Екосистемологія” [6], К.О. Сорока “Основи теорії систем і системного аналізу” [7], В.В. Лавров “Системний підхід як методологічна основа для оцінки і зменшення загроз біорізноманіттю (лісові екосистеми)” [8]. Однак, незважаючи на глибину виконаних досліджень, відкритим залишається питання вибору критеріїв побудови моделей управління функціонуванням екосистем, і саме йому автори вважають за важливе присвятити цю роботу.

Екосистеми — це надскладні системи, що складаються з живих і неживих компонентів, які взаємодіють між собою. Вони відіграють важливу роль у підтримці життя на Землі, а також у регулюванні клімату, очищенні води та повітря, у забезпеченні продуктами харчування.

Однак екосистеми також вразливі до впливу людини та змін клімату. Антропогенне забруднення, інтенсивне землекористування та інші фактори негативно впливають на екосистеми, що може призвести до їх руйнування.

Для ефективного управління екосистемами необхідно розуміти їхню структуру, функціонування та взаємодію з навколишнім середовищем і мати можливості розробляти ефективні заходи щодо підтримки функціонування, збереження та відновлення екосистем.

Моделі управління функціонуванням екосистем — це інструменти, що ґрунтуються на математичних моделях, які адекватно описують взаємодію між компонентами екосистеми в просторі та часі.

Вибір критеріїв для побудови моделей управління функціонуванням екосистем є важливим завданням. До основних критеріїв вибору моделей управління функціонуванням екосистем можна віднести наступні:

1. **Мета управління** — пов’язана зі збереженням біорізноманіття, відновленням екосистем та їх раціональним використанням.

2. **Характеристика окремих екосистем:** їх структура, функціонування, взаємодія

з навколишнім середовищем і ступінь впливу людини.

3. **Доступні наявні дані** про структуру кожної окремої екосистеми, режими її функціонування, взаємодія з навколишнім середовищем і вплив людини.

4. **Методичні можливості:** методи математичного моделювання, статистичного аналізу і комп'ютерного моделювання.

5. **Ресурси:** час, фінанси, людські та технічні ресурси.

Вибір критеріїв дозволяє побудувати моделі, які відповідають поставленим цілям і відображають основні характеристики екосистеми.

Модель управління функціонуванням екосистеми є важливим інструментом для їх збереження та відновлення.

Сучасні інформаційні технології дозволяють створювати більш точні й реалістичні моделі управління функціонуванням екосистем. Це пов'язано з розвитком таких технологій, як великі дані (*Big Data*), штучний інтелект (*AI*), комп'ютерне моделювання тощо.

Big Data дають змогу збирати та аналізувати великі обсяги інформації про екосистеми. *AI* дозволяє будувати моделі, які можуть навчатися та адаптуватися до нових умов, що робить їх більш точними й реалістичними. Комп'ютерне моделювання дає можливість створювати віртуальні моделі екосистем і проводити експерименти з ними без ризику завдати шкоди.

Ці наукові досягнення відкривають нові можливості для збереження та відновлення екосистем. Вони дозволяють створювати більш точні та реалістичні моделі, що можуть сприяти розробці ефективних заходів щодо управління екосистемами.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для дослідження питання вибору критеріїв побудови моделей управління функціонуванням екосистем застосовується *методологія комплексного системного підходу, методи якісного та структурного аналізу*. Для детальнішого вивчення використовується також *метод декомпозиції, роздільного виявлення та розгляду окремих частин проблеми* — доменів.

Зауважимо також, що як інструмент реалізації зазначених методів автори застосовують два види нейролінгвістичного програмування (НЛП). Зокрема, НЛП, що включає такі техніки, як **“Рефреймінг”** і **TOTE** (які використовуються в цьому випадку при аналізі коротко- і середньострокового планування), та **NLP** як **Natural Language Processing** — набір інстру-

ментів на стику засобів традиційної лінгвістики та комп'ютерних наук — засобів і технологій для візуалізації семантичної спорідненості слів у вигляді мережі, необхідних при написанні моделей на мовах програмування. Для доведення окремих положень буде використано антитезу як вид доказу “від зворотного”.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Ми визначаємо поняття **“домен”** як своєрідний **комплексний еквівалент** — невід’ємний органічний елемент моделі, який являє собою найвищий абстрактний метарівень групування організмів / об’єктів у системі наукової класифікації, у вигляді наборів метаданих відповідних баз даних (БД) (з перевірками на цілісність та обмеженнями) власного предметного поля, з метою можливості трансформації БД у бази знань (БЗ) в режимі реального часу.

Потрібно більш детально приділити увагу точному визначенню та розумінню порівняно нового терміна **“комплексний еквівалент”**. Щодо безпосереднього сенсу значення цього терміна, варто зауважити, що існує термін **“пресупозиція”** (від лат. *prae* — попереду, перед і *suppositio* — підкладання, закладання). Його значення в лінгвістичній семантиці — **“необхідний семантичний компонент, який забезпечує наявність сенсу в твердженні”**. Говорячи про наш час, робимо висновок, що **складність** соціально-економічних систем (в розумінні їх як моделі) та, відповідно, екосистем усіх типів, а разом з тим і **швидкість процесів, які в них відбуваються**, зростають за експонентною. Зростання складності та швидкості продовжується в часі паралельно з процесом моніторингу навколишнього середовища та прийняттям владно-розпорядчих рішень. У цьому контексті можна звернутися до метафори (фактично — апріорного твердження), сформульованої в принципі невизначеності Гейзенберга: ми не можемо одночасно визначити координати та швидкість об’єкта дослідження. З огляду на приклад, ми можемо застосовувати замість поняття **“пресупозиція”** поняття **“комплексний еквівалент”** як певний лінгвістичний патерн. У сучасних умовах дослідження розвитку процесів, що відбуваються в екосистемах, коли ви надаєте чомусь певне значення на підставі **“ключів доступу”**, доступних для спостереження (як засобів достовірності та верифікації) до розуміння сенсу явища / предмета, що спостерігаєте, не маючи часто інших прямих підтверджень його якісних чи кількісних характеристик (що є характерним для перехідного періоду — проходження **“точки біфуркації”**). У такому випадку термін **“комплексний еквівалент”** виступає в умовах

певного рівня складності як необхідний семантичний компонент, який забезпечує наявність сенсу в твердженні.

Таким чином, формується цілісний опис моделі — як у перехідний період, так і на етапі входження її в Образ майбутнього, оскільки в структурі моделі відсутні дані, що розміщені поза межами структури того чи іншого домену. Зазначимо при цьому розуміння й сприйняття авторами того факту, що реальне життя та процеси, які в ньому відбуваються, демонструють значно вищий рівень складності та організації, ніж найдосконаліша модель.

Зважаючи на таке уявлення про предмет дослідження, його мета визначається авторами як **спроба формування сенсів образу майбутнього екосистем** для подальшої роботи, пов'язаної з побудовою таких моделей управління функціонуванням екосистем, які дозволять сформулювати базові атрактори соціально-економічного розвитку в довгостроковій стратегічній перспективі (під час стратегічного планування).

Завданнями дослідження, відповідно, є:

- Обговорення критеріїв формування та використання математичних методів в межах образу майбутнього екосистем як засобів визначення параметрів Вікон можливостей — варіантів наборів параметрів і можливостей ефективних трансформацій екосистем. Дослідження останніх слід ініціювати в процесі обґрунтування та формування цілей управління (владно-розпорядчих рішень) на період фазового переходу (на час проходження точки біфуркації: коротко- та середньострокового планування).
- Виявлення критеріїв, які визначають параметри (форми, зміст, значення) доменів моделей функціонування екосистем.
- Враховуючи міждисциплінарний характер дослідження, обговорити та запропонувати можливі засоби і шляхи пошуку та формування системних критеріїв прогнозування: ресурсного забезпечення, витрат, можливостей, ризиків і загроз на етапі побудови моделей функціонування екосистем.

Говорячи про предмет дослідження, не можна оминати цілі та завдання, які ставляться для побудови моделей функціонування екосистем. У період фазового переходу головною метою створення таких моделей є пошук і досягнення реальної можливості для перетворення об'єданого планування, управління і контролю як у перехідний період (коротко- і середньострокове планування), так і в наступний за ним період розвитку (стратегічний розвиток) на новому якісному рівні в об'єктивну реальність конкретних процесів соціально-економічної діяль-

ності в контексті **комплексного еквівалента “природа — людина — суспільство — держава”**.

Сенс цього комплексного еквівалента також потребує більш детального пояснення. “Природа — людина — суспільство — держава” в розумінні сукупності цих якісних визначень як єдиного поняття, як єдиного комплексного еквівалента, виступає універсальним способом визначення критеріїв як для прийняття, так і для оцінки якості та повноти владно-розпорядчих рішень, розподілу відповідальності як за діяльність у межах управління функціонуванням екосистем, так і за результати цієї діяльності. Беручи на себе відповідальність за будь-яке владно-розпорядче рішення щодо управління, ми постаємо перед проблемою вибору критеріїв оцінки як цілей, так і ймовірних результатів і наслідків такого рішення. Простий порівняльний аналіз демонструє, що об'єктивним і водночас ефективним є критерій “природа — людина — суспільство — держава”. Прийняте рішення має бути однаково ефективним (не суперечити інтересам, а сприяти, якщо не розвитку, то принаймні можливості виживання з найменшими втратами) на всіх без винятку рівнях:

- окремої людини, її сім'ї, всього комплексу їхніх інтересів;
- суспільства — розглядається як територіальна громада, адміністративний район, регіон, з точки зору можливостей збереження ними свого потенціалу та управління ресурсами і ризиками; також суспільство можна розглядати як трудовий колектив або соціальний прошарок (наприклад, пенсіонери або люди з інвалідністю);
- держави — як механізму примусу своїх підлеглих елементів і структур задля захисту їхнього суверенітету в усіх життєво важливих питаннях, їхнього життєзабезпечення та підтримання повноцінного й безпечного функціонування в межах Вікон можливостей, що задаються зовнішніми (природними, політичними, військовими тощо) обставинами.

Досягненню такої мети, на нашу думку, мають сприяти комплексні рішення, спрямовані на синтез нових системних феноменів і досягнення таким чином ефекту синергізму — формування платформних рішень.

Період фазового переходу характеризується високим рівнем невизначеності. Це призводить до проблеми якісного формування та наповнення доменів. Насамперед у контексті розуміння цього наповнення як забезпечення безпеки в певних елементах критичної інфраструктури: екологічної безпеки природних екосистем, енергетичної безпеки, продовольчої безпеки,

інформаційно-психологічної та інформаційно-технічної безпеки, загальної соціальної безпеки (обумовленої специфікою розвитку соціального середовища в умовах воєнного часу).

З метою представлення характеру та якості процесів, які можуть нас очікувати в Образі майбутнього екосистем, пропонуємо застосувати антитезу, побудовану на ретроспективному аналізі аналогічних періодів (*фазових криз раніше існуючих моделей*) в історії людства, що зафіксовані в письмових джерелах, підтверджені артефактами та фундаментальними дослідженнями. Як антитезу запропоновано твердження: кожна криза соціально-економічних моделей (*систем*) в обов'язковому порядку (*якщо не відбувається деградація системи*) передбачає наявність на наступному етапі після фазового переходу **розвитку технологій, заснованих на нових знаннях** (*нових системних феноменах*). Відмінною якісною характеристикою таких технологій є їхня несумісність із попереднім періодом розвитку — вони принципово не можуть бути застосовані в його межах. Як підтвердження цього твердження наводимо ретроспективний аналіз відомих (*таких, що отримали загально визнане трактування у світовій історичній науці*) “фазових криз”: Неолітична революція (XII ст. д.н.е.), наслідки розпаду Римської Імперії (IV–V ст. н.е.), Криза XIV–XV ст., відома як Криза Пізнього Середньовіччя, або “криза феодалізму”.

Що важливо у контексті цілей і завдань нашого дослідження? Як результат декомпозиції існуючих моделей екосистем, ми бачимо, що вони **“в базі”** мають певний рівень і форму взаємовідносин доменів різного роду. Ідея, закладена в нашому дослідженні, виражена у виборі відповідних критеріїв, передбачає, що, використовуючи наявну “базу” (*відштовхуючись від неї / виходячи з неї*), шляхом впровадження перетворень і новацій, ми досягаємо в умовах образу майбутнього екосистем нового, більш стійкого до викликів і більш прийняттого для всіх сторін якості функціонування моделі на фундаменті таких **“нових системних феноменів”**, які безпосередньо впливають на:

- якість життя;
- якість культури переробки ресурсів шляхом організації індустріального виробництва, що відповідає викликам часу;
- якість управління ризиками та можливостями розвитку.

Таких перетворень, однак, неможливо досягти лише через модернізацію. Оскільки в рамках існуючої моделі діють певні системні обмеження, які унеможливають в Образі майбутнього екосистем досягнення тих якісних натуральних показників, що є нашою головною

метою — вони не сумісні з попереднім періодом розвитку та не можуть бути застосовані в його межах.

Ми визначили вихідний об'єкт дослідження — критерії побудови моделей управління функціонуванням екосистем, із усім набором атрибутів, необхідних для їх (*моделей*) експериментальної віртуальної реалізації. Як це зазвичай буває в експериментальній науково-дослідній міждисциплінарній роботі, пов'язаній, зокрема, з макроекономічними якісними перетвореннями об'єкта дослідження, пропонуємо діяти поетапно, застосовуючи до вибору критеріїв побудови моделей певний комплекс алгоритмів у наступному порядку (*з практики НЛП*):

- калібрування об'єкта дослідження;
- підстроювання під його специфічні особливості в умовах фазової кризи;
- вибір відповідних критеріїв для включення нових системних феноменів до структури моделі образу майбутнього — ведення побудови моделей управління екосистемами на їх основі.

Приступаючи до алгоритму калібрування, ми, безумовно, розуміємо, що в цьому контексті йдеться про **мову програмування моделей управління функціонуванням екосистем**. Тобто, говорячи про код, на якому буде написано програму відповідної моделі, ми повинні:

- Виявити структуру деякої мови [9]. Позначимо її S_a .
- Потім — структуру доменів та їх взаємовідносин (*ієрархію*), у яких використовується виявлена нами структура мови. Назвемо її “структурою спорідненості” S_b .
- Зрештою, нам необхідно для повноти калібрування виявити структуру, яка регулює “просторову організацію” структури спорідненості в рамках моделі. Назвемо її S_c .

Очевидно, що це поверхневі структури, в яких можна виявити схожість тією мірою, якою вони є **реалізаціями більш глибокої структури** — приналежності до певного адміністративно-територіального поділу та певного типу господарсько-економічної моделі [10]. Назвемо її S_x .

Якщо ми виявляємо / формулюємо **нове продуктивне явище**, яке можна описати в існуючих структурних термінах (S_a , S_b , S_c), то не залишиться іншого виходу, як просто встановити для нього наявність ще однієї — четвертої — поверхневої структури: S_d . Для цієї структури глибинна структура S_x постане як сукупність правил її трансформації поряд з S_a , S_b , S_c . Таке нове продуктивне явище ми можемо

визначити як **модернізацію, інновацію** тощо щодо існуючої моделі, оскільки воно, відповідно до сукупності правил, що визначаються структурою S_x , **сприймає усі її обмеження**. Такий стан речей **не може задовольнити вибір критеріїв** побудови нових моделей управління функціонуванням екосистем через відсутність можливості досягнення поставлених цілей.

Якщо ж, навпаки, ми виявляємо / формулюємо якісні трансформації, які є комплексом рішень, здійснюваних на основі **“нових системних феноменів”** — S_D , що не можуть бути описані структурою S_x , вони будуть для вихідної моделі гомологічними поверхневим структурам S_a , S_b і S_c у тому випадку, якщо останні, **в результаті якісної трансформації, що їх охопила**, будуть описані як S_A , S_B , S_C і будуть приведені вже не до глибинної структури S_x , а **до глибинної структури, яка представляє Нову модель** — S_y .

Своєю чергою S_x та S_y також можна розглядати як маніфестації більш глибинної структури S_n , як це показано на рис. 1.

При системному аналізі цього уявлення про структуру якісних трансформацій вибору критеріїв побудови моделей управління функціонуванням екосистем стає зрозуміло, що такий метод уявлення є справедливим за суворого дотримання двох принципів:

А. Структура S_n , описана як остання, найбільш глибинна в цьому ряду, є такою лише як певний рубіж, якого досяг розвиток моделі функціонування екосистем на цьому етапі. Нове дослідження може позбавити S_n статусу глибинної структури, **статусу “останнього коду”**, перетворюючи її на одну з проміжних поверхневих структур відповідного статусу.

Б. Якісний фазовий перехід **від коду до метакоду** можливий виключно при виявленні **“нових системних феноменів”**, які змушують до перебудови пояснюючих моделей — їх зведення в нових умовах [11]. **За відсутності**

таких феноменів ми не маємо підстав для формулювання нових метакодів.

Зазначимо, що прогнозне моделювання такого роду (за відсутності системних феноменів) є суто теоретичним і не може бути підставою для прийняття рішень щодо управління та владно-розпорядчих рішень. Таким чином, представлений спосіб калібрування факторів побудови моделей дає нам підстави для формування **надійних критеріїв**:

- визначення перспективних способів і шляхів розвитку;
- визначення тупикових / небажаних напрямів розвитку — які не містять “нових системних феноменів”;
- формування методологічної бази для побудови моделей функціонування екосистем, розробки систем підтримки прийняття рішень і відповідних повнофункціональних тренажерів (як невід’ємного структурного елемента нових моделей).

Також цей спосіб калібрування дозволяє з високим ступенем надійності здійснити підстроювання під специфічні особливості в умовах фазової кризи та якісно перейти до вибору відповідних критеріїв для включення **“нових системних феноменів”** до структури моделі образу майбутнього екосистем.

Насамкінець ми хочемо висловити думку щодо доцільності створення **“платформи комунікації” для міждисциплінарного обговорення** всієї сукупності питань, пов’язаних із вибором критеріїв, розробкою та побудовою моделей управління функціонуванням екосистем. Як конкретний приклад практичного позитивного досвіду створення такого “майданчика” пропонуємо розглянути принципи організації **Конференцій Мейсі (Macy conferences)**. Ці конференції стали циклом зустрічей учених різних академічних дисциплін, які проводилися в Нью-Йорку під керівництвом **Френка Фремонт-Сміта** з Фонду Джозайї Мейсі мо-

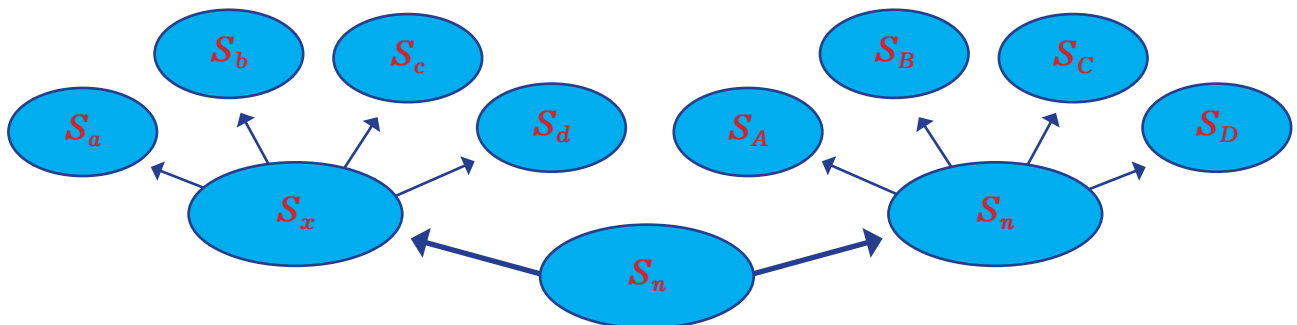


Рис. 1. Порівняльні структурні схеми “інновацій” на основі “нових системних феноменів”
Джерело: [10].

лодшого (*Josiah Macy Jr. Foundation*) з 1941 до 1960 року. Головною метою конференцій було змістовне спілкування між представниками різних наукових дисциплін і відновлення єдності науки на міждисциплінарному рівні — вони мали явно виражений міждисциплінарний характер. Серед них були й різні конференції, призначені для висвітлення конкретних тем. Загалом проведено 160 конференцій за 19 років діяльності. Конференції Мейсі фактично являли собою бесіди в межах конференції, **під час яких учасники представляли дослідження на тих стадіях, коли вони ще перебували в процесі розробки** (а не після їх завершення). Вони були формальнішими, ніж звичайні бесіди (*документи готувалися заздалегідь і розповсюджувалися*), але менш формальними, ніж академічні конференції. **Транзакції Мейсі** були фактично тезовими транскрипціями конференцій, що поширювалися серед тих, хто мав значення, але не міг бути присутнім. Вони були набагато неформальнішими, ніж типові публікації переглянутих версій матеріалів конференцій, і служили для залучення до процесу наукового обміну додаткових учених [12].

ВИСНОВКИ

Побудова моделей для вирішення **завдань функціонування та доцільності управління функціонуванням екосистем** актуалізує проблему спрощення взаємодії людини з інститутами управління (*при збереженні надійності управління процесами*) в умовах постійного підвищення рівня складності систем у рамках Вікон можливостей Образу майбутнього екосистем. Особливо гостро ця проблема постає при організації режимів зворотного зв'язку та складніших діалогів (*які часто виникають в умовах високого ступеня невизначеності*) у контексті взаємодії **“природа — людина — суспільство — держава”**. Такі режими набувають поширення через тенденції збільшення спектру використання моделювання в управлінні функціонуванням екосистем унаслідок якісної своєрідності завдань, які вимагають вирішення.

Шляхи вирішення цієї проблеми, при введенні її в розряд поточних завдань, полягають, на нашу думку, як у наближенні (*більш точний*

формалізації) алгоритмічних мов машинного коду (*що використовуються при написанні моделей і програм підтримки прийняття рішень, галузевих тренажерів*) до тих різновидів лексики, якими оперують звичайні користувачі, так і в розвитку автоматизованих рішень — посередників (*операційних систем*), які забезпечують зв'язок між усіма рівнями користувачів: **людиною, суспільством і державою**, що, взаємодіючи, спільно організують загалом процес вирішення всього комплексу завдань.

Моделювання показує, що всі зазначені фактори взаємно доповнюють і посилюють один одного, підвищуючи ефективність використання систем підтримки прийняття рішень та їхній вплив на якість управління, створюючи в процесі цього синтезу **ефект синергізму**. За потреби можливе висунення до них специфічних вимог залежно від конкретних умов, що виникають у Вікнах можливостей Образу майбутнього екосистем. Ці фактори мають суттєвий і комплексний вплив на структуру управління функціонуванням екосистем загалом. Зокрема, **розвиток деяких внутрішніх мов і розвинутих систем їх інтерпретації** переважно впливає на структуру управління системно-утворюючими процесами, тоді як **розвиток операційних систем** обчислювальної техніки визначає архітектуру моделей. Очікується, що характерною особливістю такого впливу буде його **несуперечність та узгодженість впливу зазначених факторів** (*ефект зв'язності платформних рішень*) на вибір критеріїв побудови моделей управління функціонуванням екосистем.

Як уточнюючий висновок зазначимо, що формування базових атракторів соціально-економічного розвитку в довгостроковій стратегічній перспективі в рамках нових моделей управління функціонуванням екосистем вимагає створення нової мови, понятійного апарату та терміносистеми. Суть цієї проблеми полягає в тому, що нам важливо мати (*у нас повинні існувати*) універсальні **способи синтезу даних різних наративів**, одержуваних для формування **“базисних моделей”** з різних гуманітарних і природничих дисциплін, які потім мають бути виражені мовами математичного моделювання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Odum E., Barrett G. Fundamentals of Ecology. Cengage Learning, 2004. 624 p.
2. Secretary Albright Speaks At #DisinfoWeek. *We Need 21st Century Responses*. 2017. URL: <https://medium.com/dfirlab/we-need-21st-century-responses-6b7eed6750a4> (accessed: 14.08.2024).
3. Getz W.M. et al. Making ecological models adequate. *Ecology Letters*. 2018. Vol. 21, No. 2. P. 153–166. DOI: 10.1111/ele.12893
4. Bullock J.M., Ding H. A guide to selecting ecosystem service models for decision-making. World Resources Institute. 2018. 48 p. URL: <https://www.ceh.ac.uk/sites/default/files/ESPA%20Guide%20to%20Ecosystem%20Services%20Modeling%20final%20web.pdf> (accessed: 14.08.2024).

5. Юрчак О. Модель інноваційних екосистем промислових хайтек — практичні аспекти. *Індустрія 4.0 в Україні*. 2019. URL: <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2019/02/23/model-of-innovative-ecosystem-for-industrial-high-tech/> (дата звернення: 14.08.2024).
6. Голубець М.А. Екосистемологія. Львів, 2000. 316 с.
7. Сорока К.О. Основи теорії систем і системного аналізу. Х.: ХНАМГ, 2004. 291 с.
8. Лавров В.В. Системний підхід як методологічна основа для оцінки і зменшення загроз біорізноманіттю (лісові екосистеми). *Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіттю України*. За заг. ред. О.В. Дудкіна. Київ: Хімджест, 2003. С. 156–273.
9. Gödel K. On Formally Undecidable Propositions of the Principia Mathematica and Related Systems. I. 1931. The Undecidable: Basic Papers On Undecidable Propositions, Unsolvability Problems And Computable Functions, edited by Davis M. New York: Raven Press, 1965. P. 6–8.
10. Еко У. Отсутствующая структура. Введение в семиологию. URL: <https://knizhnik.org/umberto-eko/otsutstvujushchaja-struktura-vvedenie-v-semiologiju/3> (дата обращения: 14.08.2024).
11. Позитивные графы и вычислимая сводимость на них как математические модели баз данных: проект. URL: <https://kbtu.edu.kz/ru/nauka/o-nauke/proekty-nir/ap08856493-kalmurzaev-b-s> (дата обращения: 14.08.2024).
12. Macy conferences. Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Macy_conferences#cite_note-1 (accessed: 14.08.2024).

SELECTION OF MODEL BUILDING CRITERIA MANAGING THE FUNCTIONING OF ECOSYSTEMS

Drebot O.

Doctor of Economic Sciences, Professor, Academician of NAAS
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: drebotoksana@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2681-1074>

Gurieiev V.

Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Academician of ATS of Ukraine
Harbin Institute of Technology (Harbin, China)
e-mail: viktor.gurieiev@hit.edu.cn; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8496-3626>

Chernenko O.

Public Union “GIS Association of Ukraine” (Kyiv, Ukraine)
e-mail: oleksii.chernenko@infotec.ua; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7145-5047>

Today, it is important to supplement the existing terminology, methodology and techniques that will allow planning and implementation of administrative decisions on management in the new conditions. The study reveals the need to build these new tools: the conceptual apparatus and the terminology system. Accordingly, the problems of developing a new language are discussed with the use of the latest achievements in the relevant areas of applied linguistics, information technology and modern methods of mathematical modeling. An attempt is made to show the role and place of this issue in the modern scientific paradigm. The purpose is an attempt to form the meanings of the Image of the future of ecosystems for further work related to the selection of criteria for building models of management of the functioning of ecosystems, which will allow forming the basic attractors of socio-economic development in a long-term strategic perspective. The modeling shows us that all these factors mutually complement and reinforce each other in improving the efficiency of decision support systems and their impact on improving the quality of management, creating a synergistic effect in the process of such synthesis. Specific requirements may be imposed on them, if necessary, depending on the specific conditions that arise in the Windows of Opportunity of the Ecosystems' Future Image. These factors have a significant and complex impact on the management structure of ecosystems in general. In particular, the development of some internal languages and advanced systems of their interpretation mainly affects the structure of management of system-forming processes, while the development of computer operating systems determines the architecture of models. The formation of the basic attractors of socio-economic development in the long-term strategic perspective within the framework of new models of ecosystem management requires the formation of a new language, conceptual apparatus and terminology. The essence of this problem is that it is important for us to have universal means of synthesizing data from different narratives obtained to form a “model base” from various humanities and natural sciences, which should then be expressed in the language of mathematical modeling and used for the design and operation of real projects.

Keywords: natural and artificial ecosystems, criteria for building ecosystem development management models, complex equivalent, Natural Language Processing, basic attractors of socio-economic development, Nature — Man — Society — State, necessary semantic component.

REFERENCES

1. Odum, E., & Barrett, G. (2004). Fundamentals of Ecology. Cengage Learning [in English].

2. Secretary Albright Speaks At #DisinfoWeek. (2017). *We Need 21st Century Responses*. URL: <https://medium.com/dfrlab/we-need-21st-century-responses-6b7eed6750a4> [in English].
3. Getz, W.M. et al. (2018). Making ecological models adequate. *Ecology Letters*, 21 (2), 153–166. DOI: 10.1111/ele.12893 [in English].
4. Bullock, J.M., & Ding, H. (2018). A guide to selecting ecosystem service models for decision-making. World Resources Institute. URL: <https://www.ceh.ac.uk/sites/default/files/ESPA%20Guide%20to%20Ecosystem%20Services%20Modeling%20final%20web.pdf> [in English].
5. Yurchak, O. (2019). Model innovatsiinykh ekosystem promyslovykh khaitek — praktychni aspekty [Model of innovative ecosystems of industrial high-tech — practical aspects]. *Industriia 4.0 v Ukraini — Industry 4.0 in Ukraine*. URL: <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2019/02/23/model-of-innovative-ecosystem-for-industrial-high-tech/> [in Ukrainian].
6. Holubets, M.A. (2000). *Ekosystemolohiia [Ecosystemology]*. Lviv [in Ukrainian].
7. Soroka, K.O. (2004). *Osnovy teorii system i systemnoho analizu [Fundamentals of systems theory and systems analysis]*. Kh.: KhNAMH [in Ukrainian].
8. Lavrov, V.V., & Dudkin, O.V. (Ed.). (2003). Systemnyi pidkhyd yak metodolohichna osnova dlia otsinky i zmeshennia zahroz bioriznomanittiu (lisovi ekosystemy) [System approach as a methodological basis for assessing and reducing threats to biodiversity (forest ecosystems)]. *Otsinka i napriamky zmeshennia zahroz bioriznomanittiu Ukrainy — Assessment and directions for reducing threats to biodiversity of Ukraine*. Kyiv: Khimdzhest [in Ukrainian].
9. Gödel, K., & Davis M. (Ed.). (1931, 1965). *On Formally Undecidable Propositions of the Principia Mathematica and Related Systems. I. The Undecidable: Basic Papers On Undecidable Propositions, Unsolvability Problems And Computable Functions*. New York: Raven Press [in English].
10. Eko, U. (n.d.). *Otsutstvuyushchaya struktura. Vvedenie v semiologiyu [Missing Structure. Introduction to Semiology]*. URL: <https://knizhnik.org/umberto-eko/otsutstvuyushchaya-struktura-vvedenie-v-semiologiyu/3> [in Russian].
11. Pozitivnye grafy i vychislimaya svodimost na nih kak matematicheskie modeli baz dannyh: proekt [Positive Graphs and Computable Reducibility on Them as Mathematical Models of Databases: project]. (n.d.). URL: <https://kbtu.edu.kz/ru/nauka/o-nauke/proekty-nir/ap08856493-kalmurzaev-b-s> [in Russian].
12. Macy conferences. (n.d.). *Wikipedia*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Macy_conferences#cite_note-1 [in English].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ДРЕБОТ Оксана Іванівна, доктор економічних наук, професор, академік НААН, директор, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: drebot_oksana@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2681-1074>).

ГУРСЄВ Віктор Олександрович, доктор технічних наук, старший дослідник, професор, академік АТН України, Харбінський інститут технологій (м. Харбін, КНР; e-mail: viktor.gurieiev@hit.edu.cn; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8496-3626>).

ЧЕРНЕНКО Олексій Євгенович, ГС “ГІС-Асоціація України” (пр. Академіка Глушкова, б. 42, м. Київ, Україна, 03189, e-mail: oleksii.chernenko@infotec.ua; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7145-5047>).