

МЕТОДИ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

УДК 303.725.33

О. ГОРЧАКОВА,
кандидат економічних наук
(Донецьк)

МОДЕЛЬ ЕКОНОМІЧНОГО ПРОСТОРУ

Запропоновано тривимірну модель економічного простору, яка формалізує порядок відносин економічних систем, систематизує взаємодії економічних процесів, класифікує номенклатуру системних факторів.

В умовах перманентної економічної кризи, соціальних та екологічних потрясінь важливим завданням є формалізація багаторівневої архітектури економічних відносин. “Економічна криза, яка сьогодні триває, – пише В. Попков, – це криза розуміння, втрата усвідомлення того, що ж, власне, відбувається у сфері економічної реальності”¹. Дійсно, проблема полягає у створенні інтерфейсу між матеріальними структурами економічних систем і функціями взаємозалежних символів. Автор як “інструмент економічного аналізу” використовує “економічний конструктивізм, що базується на міждисциплінарній основі: епістемологічному конструктивізмі, теорії подвійності, кібернетиці другого порядку та мережевому аналізу економічних систем”². Досліджуючи, як людина конструює економічну реальність, автор доходить невтішного висновку, що “якщо у разі енергетичних взаємодій на структурних рівнях можна... говорити, що існують прийнятні класифікації та пояснення (відповіді на запитання “що відбувається?”), то природу символічних взаємодій (“що за цим ховається?”) на функціональних рівнях поки що не встановлено”³. Тобто досі не існує задовільного інтерфейсу між процесами реальної економіки та символічними уявленнями про них.

Спроби формалізувати структуру реальних взаємодій різного роду факторів і відносин в економічних системах у вигляді лінійних схем і мережевих конструкцій не принесли потрібного результату, оскільки через багатовимірність універсальних утворень нерідко виникають труднощі з їх графічним моделюванням. Так, В. Тарасевич звертає увагу на те, що “багатовимірну мережеву конструкцію неможливо відобразити на двовимірній площині”⁴. Тому дедалі популярнішим стає моделювання економічних відносин у тривимірному просторі. Наприклад, В. Василенко пропонує використовувати “тривимірне зображення” економічного простору: “Графічно регіональний економічний простір можна подати як куб, а сполучення зв’язків і відносин – як певні діагоналі”⁵. О. Гаффорова розробляє

¹ Див.: Попков В. В. Экономический конструктивизм: как человек конструирует экономическую реальность? “Журнал экономической теории” № 4 (25), 2010, с. 56–70 (<http://www.boqinst.ru/works/popkov2011-02/pdf>).

² Див.: там же.

³ Див.: там же.

⁴ Див.: Тарасевич В. Про синергетику інновацій. “Економіка України” № 4, 2009, с. 70.

⁵ Див.: Василенко В. Н. Архитектура регионального пространства. Монография. НАН Украины. Ин-т экономико-правовых исследований. Донецк, ООО “Юго-Восток. Лтд”, 2006, с. 150.

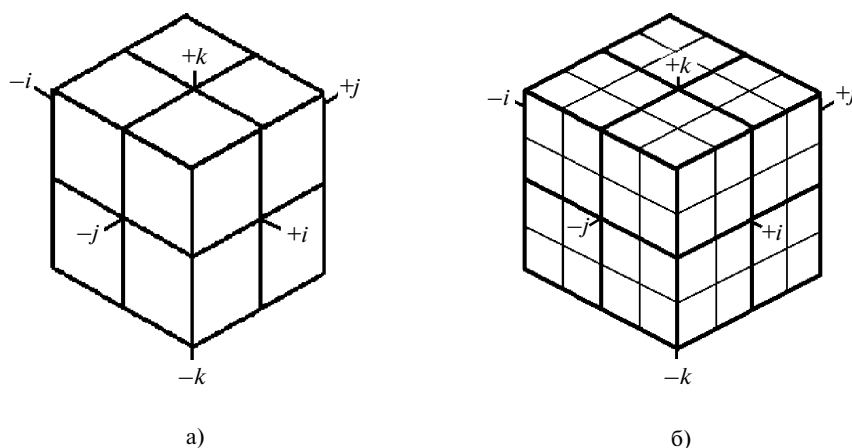
тривимірну “модель системи менеджменту підприємства”, ієрархічні блоки якої “показують реальну практику управління діяльністю підприємства”⁶. Але навіть тривимірний формат моделювання економічних об’єктів з ряду причин не має тієї дозвільної властивості, яка повинна бути у сучасного інтерфейсу економічних систем.

Практика автономного теоретичного, математичного і графічного моделювання, яка склалася, не дає можливості в деяких аспектах адекватно відобразити параметри економічних систем. Наприклад, текст може супроводжуватися формулами і рисунками, з дотриманням правил лінгвістики, математики і графіки. Але ці правила є автономними, відокремленими і незалежними одне від одного. Через таку розрізненість автономних правил не можна ефективно поєднувати один вид інформації з іншим, що створює ряд проблем при системному описуванні економічних подій. Тут необхідні нові підходи і методологія моделювання економічних систем.

Економічні відносини мають складну організацію, тому потрібно створювати такі моделі, конструкція яких найбільш вірогідно формалізувала б стан економічних систем. Ми запропонували *методологію тернарного моделювання*, яка “передбачає системний синтез трьох видів формалізму: графічного, семантичного і математичного”⁷. За допомогою тернарної методології при конструюванні графічних форм структурної архітектури моделі можливо систематизувати семантику технічної мови і досліджувати кількісні параметри системних відносин.

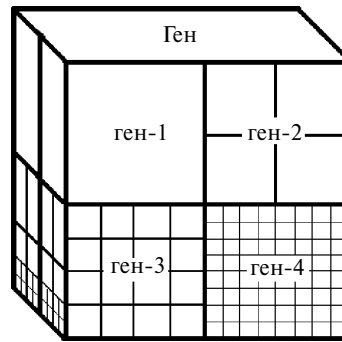
Мета статті полягає в конструюванні тривимірної системної моделі економічного простору (ЕП) з використанням методології тернарного моделювання.

Моделювання ЕП починається з вибору форми структурної архітектури. У тривимірному просторі найпростіша структурна чарунка з перспективою координованої диференціації має форму куба. Ми вважатимемо зовнішню форму моделі *генеральним рівнем* (ген) структури ЕП і задамо параметри його змісту розгорнутою системою прямокутних координат (рис.).



⁶ Див.: Гафорова Е. Б. Ключ к разрешению противоречий – единая система менеджмента предприятия на основе качества. “Стандарты и качество” № 10, 2006, с. 76.

⁷ Див.: Горчакова Е. Н. Концепция конструктивного подхода. Монография. Донецк, ООО “Східний видавничий дім”, 2011, с. 7.



в)
Структура ЕП

- а) комплекс економічних систем рівня ген-1 (8 систем);
 б) блок економічних елементів рівня ген-2 (64 елементи);
 в) структурна ієрархія ЕП

На генеральному рівні ЕП обмежений тільки контуром своєї зовнішньої форми. На рівні ген-1 ЕП диференціюється на 8 систем (див. рис. а), які моделюють комплекс міжсистемних економічних відносин. На наступному структурному рівні ген-2 кожна система рівня ген-1 диференціюється на свою велику кількість елементів (див. рис. б), які поставлені в послідовні ланцюжки економічних процесів.

Якщо графіка зображує структуру ЕП, то за допомогою семантики формулюється її концепція. Тривимірна структура ЕП задає трикластерну структуру системної семантики. Тому синтаксис мови моделі суворо відповідає її структурній архітектурі. У таблиці 1 запропоновано варіанти системних факторів моделі ЕП.

Таблиця 1

Тезаурус ЕП (ген-1, ген-2)

i_0	Активізація	j_0	Творення	k_0	Природи
i_{00}	Планування	j_{00}	Розробки	k_{00}	Засобів
i_{01}	Організація	j_{01}	Виробництва	k_{01}	Благ
i_1	Реалізація	j_1	Використання	k_1	Соціуму
i_{10}	Регулювання	j_{10}	Застосування	k_{10}	Вміння
i_{11}	Оптимізація	j_{11}	Утилізації	k_{11}	Бажання

На рівнях ген-1 і ген-2 разом з диференціацією ЕП деталізується і семантика технічної мови моделі. Тому тезаурус ЕП (див. табл. 1) включає не тільки системні атрибути структурного рівня ген-1 (напівжирний шрифт), але й системні фактори структурного рівня ген-2 (звичайний шрифт). Подальше поглиблення структурних рівнів ЕП дозволить детальніше розкрити зміст вихідних категорій – так само, як визначення виразів структурного рівня ген-1 подано формулюваннями нижчестоячого рівня ген-2: *творення природи* – розробка і виробництво засобів і благ; *використання соціуму* – застосування та утилізація вміння і бажання. *Вміння* реалізується у процесі трудової активності. *Бажання* задовольняється у процесі споживання. Всеосяжною можна вважати модель ЕП, формалізовану до *операційного* рівня структурної ієрархії, на якому здійснюються реальні господарські операції.

Номенклатура системних факторів слугує лише матеріалом для трифакторних визначень призначення систем. Призначення систем формулюються у процесі комбінаторики найменувань системних факторів згідно із структурною архітектурою (табл. 2).

Коли поняття, що вводяться, розкриваються в новому, неосвоєному контексті, то доводиться долати певні труднощі: пізнавати нові значення, потім до них звика-

ти і після цього розуміти ті глибинні мотиви, які стали причиною таких змін. “На-самперед, конструюючи системну тріаду, — пише Р. Баранцев, — ми стикаємося з мовними труднощами. Поняття, які склалися в традиційній діадній схемі, не завжди легко уміщуються в тріадну структуру”⁸. Тому і виникають неточні визначення призначення (назв) економічних систем.

Таблиця 2

Економічні системи ЕП (ген-1)

№	Індекс	Визначення призначення систем
1	$i_0 j_0 k_0$	Активізація творення природи
2	$i_1 j_0 k_0$	Реалізація творення природи
3	$i_1 j_1 k_0$	Реалізація використання природи
4	$i_0 j_1 k_0$	Активізація використання природи
5	$i_1 j_0 k_1$	Реалізація творення соціуму
6	$i_0 j_0 k_1$	Активізація творення соціуму
7	$i_0 j_1 k_1$	Активізація використання соціуму
8	$i_1 j_1 k_1$	Реалізація використання соціуму

На рівні структурної ієрархії ген-2 економічні системи рівня ген-1 розподіляються на елементи. Останні мають свої тріади факторів, які “у тринітарному перетині утворюють назви елементів, які теоретично формулюють їх функціональне призначення”⁹. Наводити повний перелік назв 64 елементів ЕП (див. рис. б) недоцільно, достатньо обмежитися переліком елементів однієї системи, наприклад системи “Активізація творення природи” (табл. 3).

Таблиця 3

Система “Активізація творення природи” (ген-2)

1	$i_0 j_0 k_0$	Визначення призначення елементів
1.1	$i_{00} j_{00} k_{00}$	Планування розробки засобів
1.2	$i_{01} j_{00} k_{00}$	Організація розробки засобів
1.3	$i_{00} j_{01} k_{00}$	Планування виробництва засобів
1.4	$i_{01} j_{01} k_{00}$	Організація виробництва засобів
1.5	$i_{00} j_{00} k_{01}$	Планування розробки благ
1.6	$i_{01} j_{00} k_{01}$	Організація розробки благ
1.7	$i_{00} j_{01} k_{01}$	Планування виробництва благ
1.8	$i_{01} j_{01} k_{01}$	Організація виробництва благ

Монотонне повторення призначення елементів, що утворюється в процесі моделювання, не є примітивним дублюванням. Це той прагматично вичерпний стиль описування економічної діяльності, який є відмітною рисою сухої, але точної технічної мови, порівняно з живою, але абстрактною мовою спілкування. Визначення можуть бути неоптимальними, невірними — тому потрібно виправляти і вдосконалювати мову описування. Але механізм систематизації семантичного простору виключає саму можливість упущення або дублювання визначень призначення системи.

Підбір номенклатури термінологічного апарату моделі залежить від багатьох обставин:

- типу економічної концепції, що формується;
- виду проєктованої економічної моделі;
- масштабу формалізованих економічних систем.

⁸ Див.: Баранцев Р. Г. Системная триада — структурная ячейка синтеза. Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник 1988—1989, с. 205.

⁹ Див.: Горчакова О. Тернарна структура як метод формалізації господарської системи. “Економіка України” № 9, 2009, с. 24.

Наприклад, сенс і значення факторів міжнародних економічних відносин відрізнятимуться від сенсу і значення факторів економічних відносин конкретного підприємства всередині простору локального економічного кластера. Проте значення загального ЕП і окремих його компонентів мають бути конструктивно узгоджені за принципом входження меншого у більше.

Конструктивне узгодження в контексті тернарного моделювання передбачає узгодження:

- форм системних утворень;
- значень системних компонентів;
- розмірів їх величин.

Це може забезпечити конструктивна ієрархія ЕП. *Ієрархія* – це порядок багаторівневої структурної організації. Згідно із будовою структурної ієрархії, загальна форма включає велику кількість окремих форм і слугує для них навколишнім середовищем. У свою чергу, кожна з окремих форм на нижчому рівні ієрархії є загальною формою для великої кількості форм меншого обсягу. Така конструкція структурної організації зумовлює якісну і кількісну взаємозалежності станів обсягів. Порядковий індекс кожного обсягу відображає його місцеположення у структурній ієрархії та код функціонального призначення. У таблиці 4 подано ієрархію функцій системних компонентів ЕП.

Таблиця 4

Ієрархія елементарних функцій ЕП

№	Індекс	Функціональне призначення	Кількість (R)	Вага (q)
Ген	$i j k$	Комплекс економічних систем	1	1,0
ген-1	$i_0 j_0 k_0$	Активізація творення природи	8	0,125
ген-2	$i_{01} j_{01} k_{01}$	Організація виробництва благ	64	0,0156
ген-3	$i_{011} j_{010} k_{010}$	Регламентация виготовлення техніки	512	0,00195
ген-4	$i_{0110} j_{0101} k_{0101}$	Оптимізація розробки пилососа	4096	0,000244
ген-5	$i_{01101} j_{01010} k_{01010}$	Синхронізація комплектації корпусу	32768	0,0000305
ген-6	$i_{011011} j_{010100} k_{010101}$	Ритмізація складання панелі	262144	0,00000381
ген-7	$i_{0110110} j_{0101001} k_{0101010}$	Виконання встановлення кріпильних деталей	2097152	0,000000476

Ми навели по одній елементарній функції для кожного рівня структурної вертикалі ЕП у двійковій системі числення (див. табл. 4). В інших системах числення зростання кількості елементів буде більшим. У стовпцях 4 і 5 вказано, відповідно, кількість елементів (R), які розташовані на даному рівні, та їх вагові коефіцієнти (q). Сума вагових коефіцієнтів усіх елементів, які входять у кожний рівень структурної ієрархії ЕП, дорівнює одиниці, що свідчить про те, що всі рівні структурної ієрархії мають одні й ті самі обсяг та простір і є рівними між собою. Але з кожним переходом на нижчий рівень ступінь деталізації змісту ЕП збільшується, кількість елементів зростає, а їх вагові коефіцієнти зменшуються.

Крім індивідуальних визначень найменувань економічних факторів для кожного рівня структурної ієрархії потрібно знайти загальні визначення значень для всіх компонентів, які перебувають на цьому рівні. Ці визначення номінують статус компонента, який відповідає його рівню у структурі системи (табл. 5).

Методологія тернарного моделювання передбачає обов'язкове наповнення структурних форм семантичною визначеністю. Але підбір системних термінів – процедура непроста. Існує цікаве питання концептуального взаємозв'язку загальних понять з окремими визначеннями. Формалізувати такий взаємозв'язок се-

мантичними засобами набагато складніше, ніж графічними. Для цього необхідно розробляти детальні, всеосяжні класифікаційні номенклатури предметної області об'єкта моделювання. Через це на тому етапі, коли одночасно розглядається новий механізм моделювання і обирається той чи інший концепт змісту ЕП, виникає дилема – віддати пріоритет вивченню інструментальних аспектів моделі або зосередити увагу на семантиці предмета моделювання. Реальне розв'язання даної дилеми – вибір поступового і послідовного переходу: спочатку до властивостей нової моделі, а потім – до фактури її змісту. Тому номенклатура термінів у таблиці 5 – лише спосіб демонстрації відмінності значень між факторами різних структурних рівнів ЕП, і не більше.

Таблиця 5

Рівні ЕП

№	Структурний рівень	Типова організація	Предмет праці	Виконавець праці	Правовий інститут
Ген	Глобальний	Світове господарство	Цінності	Генеральний секретар	Декларація
ген-1	Міжнародний	Економічна спілка	Благо	Голова	Статут
ген-2	Державний	Економіка країни	Ресурси	Президент	Конституція
ген-3	Галузевий	Галузь	Фінанси	Міністр	Кодекс
ген-4	Корпоративний	Корпорація	Капітал	Керівник	Закон
ген-5	Фірмовий	Підприємство	Прибуток	Директор	Положення
ген-6	Технологічний	Підрозділ	Продукція	Начальник	Стандарт
ген-7	Технічний	Робоче місце	Виріб	Працівник	Технічні умови

Тернарна модель ЕП має дві основні властивості, які роблять її ефективним інструментом проектування і дослідження економічних відносин, – властивість систематизації та конструктивна властивість.

Властивість *систематизації* полягає в тому, що тільки при виборі структури моделі та підборі номенклатури системних факторів проектувальник закладає порядок і концепт змісту ЕП. Упорядкування (систематизація) змісту системного утворення відбувається автоматично (без безпосередньої участі людини), шляхом комбінування вихідних факторів таким чином, що виключаються упущення, дублювання чи невизначеність. При цьому використовуваний у даному разі спосіб комбінаторики не є єдиним способом систематизації змісту ЕП. *Конструктивна* (конструкція – взаємне розташування частин) властивість матричної структури ЕП виникає завдяки геометричній простоті та абсолютній сумісності її форм. Це дозволяє конструктивно досліджувати зв'язки системних компонентів ЕП, робити видимими невидимі економічні відносини, проектувати склад елементарних функцій і визначати напрями динамічних процесів.

Запропонована модель ЕП – це тільки інструмент конструктивного дослідження і проектування економічних систем, до якого необхідно докласти чималих зусиль, щоб конструктивна економіка перейшла із стадії декларативних намірів у фазу інституційно здійсненого факту. При цьому слід очікувати, що запропонований спосіб дослідження економічних відносин поставить ряд нових запитань в економічній теорії.

Стаття надійшла до редакції 9 вересня 2011 р.