

Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Economics, 2014; 160: 98-100

УДК 330.43

JEL C01

О. Черняк, д-р екон. наук, проф.,

О. Комашко, канд. фіз.-мат. наук, доц.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

## ВПЛИВ САЙМОНА КУЗНЕЦЯ НА РОЗВИТОК ЕКОНОМЕТРИКИ ТА ЕКОНОМІКИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

*Емпіричні та теоретичні дослідження С. Кузнеця в теорії економічного зростання та економічного розвитку, здійснені у 1940-1960-х роках, стали джерелом розбудови економетричних моделей у цих галузях. Ідеї С. Кузнеця поклали початок двом помітним напрямкам прикладної літератури. Перший пов'язаний з циклами Кузнеця, що мають приблизно двадцятирічний період. Інтерес до цієї тематики характеризується своєрідною циклічністю. Другий напрямок виник навколо гіпотези Кузнеця про те, що в процесі економічного зростання нерівність розподілу доходів спочатку зростає, а потім спадає. Ця залежність одержала назву кривої Кузнеця. Поява нових робіт викликана як розробкою нових економетричних методів і моделей (панельні дані, нестационарність, тощо), так і висуненням нових теоретичних пояснень феномена. За аналогією з оригінальною кривою Кузнеця на початку 90-х років XX сторіччя було запропоновано "енвіронментальну криву Кузнеця". Навколо цього поняття також з'являються численні прикладні економетричні дослідження. Загалом, на нашу думку, наукова спадщина С. Кузнеця містить значний нерозкритий потенціал, використання якого сприятиме подальшому прогресу економічної теорії.*

**Ключові слова:** цикли Кузнеця, крива Кузнеця, енвіронментальна крива Кузнеця, функція попиту.

**Постановка проблеми.** Саймон Кузнець не був економетристом у вузькому розумінні, однак його вплив на розвиток економетрики важко переоцінити. Роботи С. Кузнеця в сфері національних рахунків забезпечили емпіричну базу для розвитку економетричного макромодельовання, починаючи з перших моделей Я. Тінбергена кінця 30-х років минулого сторіччя. Емпіричні та теоретичні дослідження С. Кузнеця в теорії економічного зростання та економічного розвитку, здійснені у 1940-1960-х роках, стали джерелом розбудови економетричних моделей у цих галузях. Оскільки згаданий проблематиці присвячена численна література, в даній роботі ми обмежимось лише констатацією факту. Натомість ми детальніше проаналізуємо напрямки прикладної економетричної літератури, які виникли навколо таких понять як цикли Кузнеця, крива Кузнеця та енвіронментальна крива Кузнеця. Окрім того, ми розглянемо вплив емпіричних знахідок С. Кузнеця на розвиток досліджень функції споживання і дослідження розподілу доходів.

**1. Цикли Кузнеця.** Цикл Кузнеця (термін запропоновано англійським економістом, Нобелівським лауреатом 1979 року У. А. Льюїсом), тобто приблизно двадцятирічний період чергувань швидкого та повільного зростання темпів технічного прогресу, населення та національного доходу був вперше визначений в монографії "Довготермінова динаміка виробництва та цін" [1]. Ці спостереження спонукали появу подальших робіт Кузнеця, зокрема [2], та інших дослідників, в яких наводилась аргументація на користь існування широкоамплітудних та тісно пов'язаних між собою коливань з періодом близько 20 років в багатьох сферах економічного життя США, Великої Британії та інших країн. Ці сфери охоплювали зростання населення, зовнішню та внутрішню міграції, структуру внутрішніх інвестицій, потоки капіталу на світових ринках, платіжний баланс та динаміку грошової маси. Виявлення "хвиль Кузнеця" (long swings, long-term changes) мало величезне значення для аналізу довготермінового економічного зростання. Воно показало, що для виявлення довготермінових тенденцій необхідно враховувати істотно більші періоди спостереження, ніж звичайний економічний цикл від 5 до 10 років. Сам Кузнець пропонував при дослідженні економічного зростання виходити з періоду спостережень порядку 50 років [3].

Як зазначив Клотц [4] у 1979 році, популярність довгих хвиль сама по собі пройшла цикл прийняття [1,5-7], відхилення [8-11] та відродження [12-14]. На момент виходу цитованого огляду найпомітнішими пропонентами були Ростю [15] та Форрестер [16]. Описаний фе-

номен продовжився. У 80-х роках XX сторіччя внаслідок домінування раціональних очікувань та теорії реальних бізнес-циклів спостерігалось повторне падіння інтересу до досліджень циклічності. Натомість, останні декілька років характеризуються новим відродженням.

Власні дослідження С. Кузнеця ґрунтувались на методах рухомих середніх. У середині 60-х років XX сторіччя цей підхід було піддано критиці. З кінця 60-х років дослідження циклів переважно ґрунтуються на методах спектрального аналізу часових рядів. Слід зазначити, що результати виявляють істотну чутливість до методів оцінювання спектру (зокрема, від ширини вікна), обраних критеріїв перевірки гіпотез та від стратегії діагностики. Серед нещодавніх робіт, автори яких на основі власних підходів роблять висновки на користь існування циклів Кузнеця виділимо дослідження Панкраці [17] та Коротаєва і Цируля [18].

**2. Крива Кузнеця.** У 1955 році С. Кузнець у своєму Президентському зверненні до Американської економічної асоціації [19] висловив гіпотезу, що нерівність у доходах, як правило, збільшується на ранніх стадіях економічного розвитку, тоді як на подальших стадіях нерівність починає зменшуватись. Графік залежності нерівності від ступеня економічного розвитку, що має, згідно цієї гіпотези, вигляд перевернутого U, одержав назву **кривої Кузнеця**.

Згадана робота Кузнеця у 1960-х та 1970-х спонукала багатьох авторів до спроб формалізувати гіпотезу Кузнеця. Також з'явилися численні економетричні дослідження, спрямовані на її емпіричну перевірку. На початку 1980-х спостерігалось падіння інтересу до зв'язку між розвитком та нерівністю. Однак, останніми роками відбувається помітне пожвавлення досліджень в цьому напрямку, яке можна пояснити, в основному, трьома причинами: появою так званих "нових теорій економічного зростання", застосування теорії суспільного вибору до нової проблематики, а також доступності нових наборів (панельних) даних, що відбулось паралельно із розробкою відповідних економетричних методів.

Висловлюючи свою гіпотезу, частково ґрунтуючись на емпіричних даних, а частково на інтуїції, С. Кузнець навряд-чи міг припустити, що його припущення про динаміку нерівності у вигляді перевернутого U стане однією з важливих та значущих ідей, що стосуються теорії та політики в галузі економічного розвитку.

За перші 25 років, що слідували за публікацією 1955 року, крива Кузнеця перетворилась зі спекулятивної гіпотези на майже безсумнівний соціально-

економічний "закон", який диктував як політикам, так і вченим визначену систему поглядів на природу зростання та нерівності. Ідея Кузнеця спонукала перехід від розгляду нерівності як, передусім, соціальної проблеми, до вивчення форми і динаміки розподілу доходів. Потрібні для такого аналізу дані стали збиратись у більшості країн світу. Як результат, виникла потужна програма досліджень. Відбулись значні зміни у принципах здійснення світової економічної політики. Вона виступила генератором зусиль щодо. Типову точку зору в період піку популярності кривої Кузнеця добре характеризує висловлювання Шрінівасана [20], який назвав криву Кузнеця "залізним законом" розвитку.

В теперішній час теоретичне та емпіричне обґрунтування гіпотези лишається амбіційною та актуальною, однак неоднозначною задачею. Моран у роботі [21], спираючись на Індекс цитованості у суспільних науках (Social Science Citation Index) зазначає, що за період 1996-2000 років посилання на криву Кузнеця містять приблизно 500 статей, що належать до широкого спектру суспільно наукової проблематики. Однак, думка дослідників розділилася. В той час, як одні наводять нові свідчення на користь гіпотези Кузнеця, інші намагаються її спростувати.

Базовою економетричною моделлю для аналізу кривою Кузнеця є регресія, залежною змінною в якій виступає індекс Джіні (найчастіше), або індекс Аткинсона, тобто чисельний індикатор нерівності. В набір незалежних включають логарифм ВВП, квадрат логарифму ВВП (така функціональна форма дозволяє змодельовати пік нерівності). В залежності від теоретичних засад, що пропонують різні дослідники, в модель можуть включатись інші змінні, які, на думку авторів, можуть впливати на розподіл доходів, а отже, спричиняти зсув кривої Кузнеця. Якщо на першому етапі (1960-1970 роки) подібні регресії оцінювали за просторовою вибіркою країн, або за часовим рядом для окремої країни, то тепер стандартом є використання моделей для панельних даних. Чітко простежується тенденція до збільшення вимог щодо статистичної коректності досліджуваних моделей. З'являються роботи, що ґрунтуються на непараметричних економетричних методах, наприклад ядерному оцінюванні (kernel estimation). У роботі Молліка [22], присвяченій дослідженню доходів "верхнього" одного відсотка населення США за період з 1919 по 2002 роки, застосовуються гнучкі представлення авторегресійно розподілених лагів та узагальнений метод моментів.

**3. Енвіронментальна крива Кузнеця.** Енвіронментальна крива Кузнеця характеризує гіпотетичне співвідношення між різноманітними індикаторами деградації навколишнього середовища та доходом на душу населення. Припускається, що на ранніх стадіях економічного розвитку деградація та забруднення зростаються, однак після досягнення певного рівня доходу на душу населення (який може бути різним для різних індикаторів) змінюється напрямок тренду, тобто вищі рівні економічного розвитку призводять до покращення стану навколишнього середовища. Таким чином, подібно до класичної кривої Кузнеця, графік залежності обраного індикатора забруднення від доходу на душу населення має вигляд перевернутого U.

Ключову роль у виникненні на початку 1990-х концепції енвіронментальної кривої Кузнеця відіграли дослідження Гроссмана та Крюгера [23] потенційних наслідків Північноамериканської угоди про свободу торгівлі (NAFTA), а також робота Шафіка та Бандіопадх'я [24], виконана для підготовки Доповіді про світовий розвиток у 1992 році. Окрім того, аргументи на користь того, що економічне зростання є передумовою для збереження

або покращення стану навколишнього середовища просуvalа Світова комісія з навколишнього середовища та розвитку за наше спільне майбутнє (World Commission on Environment and Development in Our Common Future). Концепція була популяризована СБРР у Доповіді про світовий розвиток у 1992 році, де зазначалось, що "висновки про те, що інтенсифікація економічної активності неминуче завдає шкоди навколишньому середовищу ґрунтуються на статичних припущеннях про технологію, переваги та інвестиції в охорону навколишнього середовища", а також що "в міру зростання доходу зростатимуть як попит на покращення якості навколишнього середовища, так і ресурси, що можуть бути спрямовані на задоволення цього попиту".

З огляду на очевидну аналогію з класичною кривою Кузнеця зрозуміло, що економетричні моделі для аналізу енвіронментальної Кривої Кузнеця мають структуру, подібну до описаної в попередньому пункті. Статистичні проблеми, типові для таких моделей можна класифікувати на чотири категорії: гетероскедастичність, симультивність (зміщеність внаслідок системних причинно-наслідкових зв'язків), зміщеність внаслідок пропущення важливих змінних, а також проблеми не стаціонарності й коінтеграції.

Досить повний огляд економетричних досліджень здійснив Стерн [25]. Він дійшов того висновку, що результати статистичного аналізу енвіронментальної кривої Кузнеця не є стійкими. На думку Стерна, насправді крива є монотонною, однак вона може зсуватись донизу з плином часу.

**4. Дослідження функції попиту.** Ще однією важливим напрямком емпіричних досліджень С. Кузнеця був аналіз динаміки частки споживання у національному доході. В його роботах [26, 27] виявлено, що у США ця частка є напрочуд стабільною і не має тенденції рухатись в жоден бік в процесі зростання ВВП. Цей феномен суперечить наслідкам, які можна одержати, виходячи з простої Кейнсіанської функції споживання вигляду  $C = a + bY$ , де  $C$  – споживання, а  $Y$  – поточний дохід. Якби ця функція точно характеризувала справжню поведінку економіки, частка споживання у національному доході мала б спадати при збільшенні доходу. Таким чином, відкриття Кузнеця спричинило численні спроби модифікувати макроекономічну теорію споживання. Як результат, намагаючись пояснити постійність норми накопичення, М. Фрідман розробив гіпотезу перманентного доходу, а Ф. Модільяні – гіпотезу життєвого циклу. Для побудови економетричної моделі, яка б відповідала новій теорії споживання спочатку користувались припущенням, що очікування формуються за адаптивним принципом. В такому випадку функції споживання Фрідмана відповідає регресійна модель з геометричним розподілом лагів (див., наприклад [28, розділ 8]. Наступним важливим кроком стала мартингальна гіпотеза Холла [29]. Останній сполучив модель Фрідмана-Модільяні з гіпотезою раціональних очікувань. Ця робота в свою чергу генерувала численні дослідження, присвячені перевірці та удосконаленню моделі Холла. Цікавий критичний огляд можна знайти в роботі [30].

**5. Дослідження розподілу доходів.** Виявленню різних, перш за все демографічних факторів, що впливають на розподіл доходів, присвячено цілий цикл робіт С. Кузнеця, написаних у 50-70-і роки. Найбільш значні з них відтворені у книзі [31]. Огляд сучасного стану теорії розподілу доходів можна знайти у довідниках [32] та [33]. Для емпіричного аналізу моделей розподілу спочатку було запропоновано використовувати мультиноміальні пробіт-моделі, наприклад [34, 35]. Застосування цього підходу критикували Фрай і

Харріс, які в роботі [36] розробили власну модель DOGEV. У статті [37] цей метод був застосований до дослідження злиденності в Еритреї. Результати в даному напрямку також достатньо неоднозначні.

**Висновки.** Науковий доробок Саймона Кузнеця, значна частина якого і досі зберігає актуальність слугує яскравою ілюстрацією взаємодії теорії та даних в процесі розвитку науки. Характерно, що стосовно жодної з проаналізованих в роботі проблем консенсусу не досягнуто. Загалом, на нашу думку, наукова спадщина С. Кузнеця містить значний нерозкритий потенціал, використання якого сприятиме подальшому прогресу економічної теорії.

#### Список використаних джерел

1. Kuznets S. Secular Movements in Production and Prices / [S.Kuznets]. – Boston: Houghton Mifflin, 1930.
2. Kuznets S. Capital and the American Economy / [S.Kuznets]. – New York, 1961.
3. Васина Л.Л. Нобелевские лауреаты XX века. Экономика. Энциклопедический словарь / [Л.Л. Васина]. – М.: "Российская политическая энциклопедия" (РОССПЭН), 2001.
4. Klotz B.P. Long Cycles: A New Look At the Evidence / [B.P. Klotz] // Eastern Economic Journal. – 1979. – №2. – P. 403-408.
5. Schumpeter J. Business Cycles, Vol I / [J. Schumpeter]. – New York, 1939.
6. Lewis A.W. Secular Swings in Production and Trade, 1870 – 1913 / [A.W. Lewis, P. J. O'Leary] // The Manchester School. – 1955. – Vol. 2. – P. 113-152.
7. Abramovitz M. The Nature and Significance of Kuznets Cycles / [M. Abramovitz] // Economic Development and Cultural Change. – 1961. – Vol. 9, N4. – P. 225-248.
8. Adelman I. Long Cycles: Fact or Artifact? / [I. Adelman] // American Economic Review. – 1965. – Vol. 60. – P. 444-463.
9. Granger C. The Typical Spectral Shape of an Economic Variable / [C. Granger] // Econometrica. – 1966. – Vol. 34. – P. 150-160.
10. Hatanaka M. Low Frequency Variation in Economic Time Series / [M.Hatanaka, E. P. Howrey] // Kyklos, Fasc. 4. – 1969. – Vol. 22. – P. 752-766.
11. Howrey E. P. A Spectrum Analysis of the Long-Swing Hypothesis / [E. P. Howrey] // International Economic Review. – 1968. – Vol.9. – P. 228-252.
12. Harkness J. Long Swings / [J.Harkness] // The Review of Economics and Statistics. – 1969. – Vol. 51. – P. 94-96.
13. Poulson B. Background Conditions and the Spectral Analytic Test of the Long Swings Hypothesis / [B.Poulson, J. Dowling] // Explorations in Economic History. – 1971. – Vol. 8. – P. 343-351.
14. Cargill T. Construction Activity and Secular Change in the United States / [T.Cargill] // Applied Economics. – 1971. – N6. – P. 85-97.
15. Rostow W.W. The World Economy: History and Prospect / [W.W. Rostow]. – Austin Texas, 1978.
16. Forrester J. Changing Economic Patterns / [J. Forrester] // Technology Review. – 1978. – Vol.80. – P.46-53.
17. Pancrazi R. Is the Kuznets Cycle Still Actual? Evidence from the Demand and Supply / [R. Pancrazi]. – Duke University Working Paper, 2007.

А. Черняк, д-р экон. наук, проф.,  
О. Комашко, канд. физ.-мат. наук, доц.  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

#### ВЛИЯНИЕ САЙМОНА КУЗНЕЦА НА РАЗВИТИЕ ЭКОНОМЕТРИКИ И ЭКОНОМИКУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Эмпирические и теоретические исследования С. Кузнеця в теории экономического роста и экономического развития, осуществленные в 1940-1960-х годах, стали источником развития эконометрических моделей в этих областях. Идеи С. Кузнеця положили начало двум заметным направлениям прикладной литературы. Первое связано с циклами Кузнеця, которые имеют приблизительно двадцатилетний период. Интерес к этой тематике характеризуется своеобразной цикличностью. Второе направление возникло вокруг гипотезы Кузнеця о том, что в процессе экономического роста неравенство распределения доходов сначала увеличивается, а затем уменьшается. Эта зависимость получила название кривой Кузнеця. Появление новых работ вызвано как разработкой новых эконометрических методов и моделей (панельные данные, нестационарность), так и выдвижением новых теоретических объяснений феномена. По аналогии с оригинальной кривой Кузнеця в начале 90-х годов XX столетия было предложено "экологическую кривую Кузнеця". Вокруг этого понятия также появились многочисленные прикладные эконометрические исследования. В общем, по нашему мнению, научное наследие С. Кузнеця содержит значительный нераскрытый потенциал, использование которого будет содействовать дальнейшему прогрессу экономической теории.

**Ключевые слова:** циклы Кузнеця, кривая Кузнеця, экологическая кривая Кузнеця, функция спроса.

O. Chernyak, Doctor of Sciences (Economics), Professor,  
O. Komashko, PhD in Physical and Mathematical, Associate Professor  
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv

#### THE SIMON KUZNETS'S INFLUENCE ON THE DEVELOPMENT OF ECONOMETRICS AND ENVIRONMENTAL ECONOMICS

S. Kuznets's empirical and theoretical researches of the economical growth and economical development, made in 1940 – 1960th, became a main source for upgrading the econometric models of those processes. The ideas of S. Kuznets gave a beginning for two outstanding directions of the applied literature. The first one deals with the Kuznets's cycles, that have approximately 20 years length period. The second direction appeared after the Kuznets's hypothesis about the unequal allocation of income in a process of economical growth. Kuznets made an assumption, that this inequality growth first and then rolls off. This dependence was named "Kuznets curve". An appearance of new works is caused by creation of new econometric methods and models (panel data, nonstationarity) and by putting forward new theoretical explanations of the phenomenon. Similarly to the original Kuznets curve in the early 1990th "Environmental Kuznets curve" was suggested. After appearance of that concept plenty of econometric researches were done. On our opinion, the Kuznets's scientific heritage includes great unsolved potential. The usage of this potential will promote a further progress of economical theory.

**Keywords:** Kuznets cycles, Kuznets curve, Environmental Kuznets curve, demand function.

18. Korotayev A. V. A Spectral Analysis of World GDP Dynamics: Kondratieff Waves, Kuznets Swings, Juglar and Kitchin Cycles in Global Economic Development, and the 2008–2009 Economic Crisis / [A. V. Korotayev, S.V. Tsirel] // Structure and Dynamics. – 2010. – N 4(1).
19. Kuznets S. Economic Growth and Income Inequality / [S. Kuznets] // American Economic Review. – 1955. – Vol.65. – P.1-28.
20. Srinivasan T. N. Development, poverty, and basic human needs: Some issues / [T. N. Srinivasan] // Food Research Institute Studies. – 1977. Vol.16. – P. 11-28.
21. Moran T. P. Kuznets's Inverted U-Curve Hypothesis: The Rise, Demise, and Continued Relevance of a Socioeconomic Law / [T. P. Moran] // Sociological Forum. – 2005. – Vol. 20, No. 2. – P. 209-244.
22. Mollick A.V. Income inequality in the U.S.: The Kuznets hypothesis revisited / [A.V. Mollick] // Economic Systems. – 2012. – Vol. 36, Issue 1. – P. 127-144.
23. Grossman G. M. Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement / [G. M. Grossman, A. B. Krueger] // In: The U.S. – Mexico Free Trade Agreement (P. Garber, Ed.). MIT Press, Cambridge, MA, 1994.
24. Shafik N. Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence / [N. Shafik, S. Bandyopadhyay] // Background paper for World Development Report 1992. – Washington: The World Bank, DC., 2002.
25. Stern D. I. Environmental Kuznets Curve / D.I. Stern // In: Encyclopedia of Energy, Volume 2. – Elsevier, 2004. – P. 517-525.
26. Kuznets S. National Product since 1869 / [S. Kuznets]. – New York: National Bureau of Economic Research, 1946.
27. Kuznets S. Proportion of Capital Formation to National Product / [S. Kuznets] // American Economic Review. – 1952. – Vol. 42, N2. – P. 507-526.
28. Черняк О.І. Економетрика: [підручник] / [О.І. Черняк, О.В. Комашко, А.В. Ставицький, О.В.Баженова]. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2010.
29. Hall R.E. Stochastic Implications of the Life Cycle-Permanent Income Hypothesis: Theory and Evidence / [R.E. Hall] // The Journal of Political Economy. – 1978. – Vol. 86, N 6. – P. 971-987.
30. Akerlof G.A. The Missing Motivation in Macroeconomics / [G.A. Akerlof] // American Economic Review. – 2007. – Vol. 97 (1). – P. 5-36.
31. Kuznets S. Economic development, the family, and income distribution: selected essays / [S. Kuznets]. – Cambridge University Press, 1989.
32. Handbook of Population and Family Economics. – Elsevier, 1997.
33. Handbook of Income Distribution. – Elsevier, 2000.
34. Diamond Ch.A. A multinomial probability model of size income distribution / [Ch.A. Diamond, C.J. Simon, J.T. Warner] // Journal of Econometrics. – 1990. – Vol. 43, N 1-2. – P.43-61.
35. Okrasa W. Who avoids and who escapes from poverty during transition? – evidence from Polish panel data, 1993-96 / [Okrasa W.] // Policy Research Working Paper Series 2218, The World Bank, 1999.
36. Fry Tim R.L. The DOGEV Model / [Tim R.L. Fry, M.N. Harris] // Monash Econometrics and Business Statistics Working Papers 7/02. – Monash University, Department of Econometrics and Business Statistics, 2002.
37. Fissuh E. Determinants of Poverty in Eritrea: A Household level Analysis / [E. Fissuh, M.Harris] // Econometric Society 2004 Australasian Meetings 364, Econometric Society, 2004.

Надійшла до редколегії 08.05.14

Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Economics, 2014; 160: 101-109  
УДК 338.24:004.89  
JEL D89

Г. Черноус, канд. екон. наук, доц.  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

## РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ АГЕНТНО-ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ПІДПРИЄМСТВІ

*У статті проаналізовано потенційні можливості агентно-орієнтованого підходу для підтримки процесів прийняття оперативних і стратегічних управлінських рішень. Запропоновано архітектуру агентно-орієнтованої гібридної інтелектуальної системи управління підприємством, обґрунтовано сучасний інструментарій розробки ефективних управлінських рішень. Продемонстровано варіант упровадження запропонованої системи в існуючу IT-інфраструктуру підприємства.*

**Ключові слова:** агентно-орієнтована система, підтримка прийняття рішень, інтелектуальний аналіз даних, гібридний підхід, модель.

**Постановка проблеми.** Сучасний стан науки управління підтверджує доцільність і необхідність розроблення нової парадигми економіко-математичного моделювання та формалізації відповідних методичних і модельних конструкцій до рівня прикладних інформаційних систем управління, що є адекватними до соціально-економічних трансформацій світового масштабу, зумовлених інформаційно-технологічною революцією та глобалізацією. Розвиток нової парадигми передбачає розробку та ефективне використання в практиці управління таких інструментальних засобів підтримки прийняття рішень, що дають можливість підвищувати конкурентоспроможність соціально-економічних систем у світовому економічному просторі.

Методи управління, що відповідають сучасному етапу розвитку інформаційного суспільства, повинні бути засновані на моніторингу інформаційного відображення процесів усередині та поза системою; на постійному аналізі результатів моніторингу та класифікації реакцій на поточну ситуацію, що потребує або оптимізації оперативних управлінських впливів, або формування ефективних стратегій, або рішення про необхідність зміни або оптимізації цілей. Лавиноподібне зростання інформаційних потоків, в яких змішується потрібна, непотрібна й хибна інформація, ускладнює прийняття рішень і потребує, з одного боку, ефективної організації пошуку корисної інформації, оцінки її достовірності, а з іншого боку, організації ефективної аналітичної роботи, що дозволяє виявити прихований (латентний) зміст інформації – значення, ідеї, фактори, тенденції, закономірності, центри сил, загрози, ризики, суперечності, проблеми. Такі завдання можливо розв'язати за модельної підтримки, що ґрунтується на інтелектуальному аналізі даних та побудованих на його основі інтелектуальних комп'ютерних системах. Перспективним напрямом у розвитку таких систем є розподілені гібридні системи, що представляють агентно-орієнтований підхід.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням розвитку концепції мультиагентного підходу у сфері розподіленого штучного інтелекту нині присвячена велика увага науковців всього світу. В дослідженнях М. Вулдріджа, Ю. Івашкіна, С. Єршова, О. Кастілло, Л. Медскера, С. Рейлсбека, Н. Сіддіка, С. Субботіна, А. Швецова розкриваються технічні проблеми побудови агентних систем, виходячи з новітніх досягнень у сфері інформаційних технологій (IT), пропонуються варіанти заміни потужних централізованих систем повністю децентралізованими, в яких ієрархічна структура поступається місцем мережевій організації [1–8]. Зростає кількість наукових розробок, пов'язаних із запровадженням агентно-орієнтованого підходу до побудови систем підтримки прийняття рішень в різних економічних системах. Серед авторів таких робіт А.Вентре, В.Гужва, А.Матуро, О.Рогозін, В.Романов, П.Скобелев, Д. Срінівасан,

Г.Трайковські та інші [9–15]. Практичні впровадження мультиагентних систем у транспортній логістиці, електронній комерції, в аерокосмічній сфері, в управлінні цехами виробничих підприємств у реальному часі подано у дослідженнях [13; 16–17] та в багатьох інших джерелах.

Багато теоретичних зусиль вчених приділяється питанням технічної підтримки мультиагентного підходу, апаратно-програмному забезпеченню функціонування агентів, визначенню особливостей реалізації концепції в різних сферах життєдіяльності людини. Проте наявною є необхідність в переході від суто теоретичних або фрагментарних прикладних досліджень, що вивчають агентно-орієнтовані управлінські інформаційні системи, до глибокого осмислення, синтезу та фундаментальних узагальнень механізму реалізації концепції з метою підвищення якості управління різними соціально-економічними системами. Бракує достатнього наукового інструментарію моделювання процесів прийняття управлінських рішень у контексті розподіленого штучного інтелекту. Недостатньо уваги приділено висвітленню питань інтеграції інтелектуальних розподілених систем з існуючою IT-інфраструктурою суб'єктів господарювання.

**Методологія.** Зростаюча складність середовища, в якому функціонують соціально-економічні системи, призвела до виникнення тісного динамічного зв'язку між оперативним та стратегічним управлінням, їх взаємовпливу. Тому у сучасних системах управління, що широко використовують IT, намагаються об'єднати підтримку різних щаблів управління. Відповідні системи підтримки прийняття рішень (СППР) повинні забезпечувати паралельне виконання операцій, передбачати розподіл рішень, переговори, управління знаннями. Це свідчить про те, що СППР не будуть ефективними, якщо їм будуть притаманні характеристики класичних інформаційних систем, які являють собою ієрархії великих програм: послідовне виконання операцій, інструкції зверху донизу, централізовані рішення, управління даними, стабільність, тотальний контроль, передбачуваність, бажання зменшувати складність. Отже, для ефективної підтримки прийняття різних видів управлінських рішень СППР повинні мати мережну структуру.

Мультиагентні системи (МАС) являють собою радикальну концепцію, що відкриває еру мережевих організації з колективною взаємодією інтелектуальних агентів, пропонуючи заміну потужних централізованих систем повністю децентралізованими. Створювані на основі мультиагентних технологій комп'ютерні системи використовують принципи самоорганізації й еволюції, що характерні для поведінки біологічних систем.

В. Тарасов дає формалізоване визначення МАС:

$$MAC = (A, E, R, ORG, ACT, COM, EV),$$

де  $A$  – множина агентів,  $E$  – множина середовищ, що перебувають у певних відношеннях  $R$ , та взаємодіючих, таких що формують деяку організацію  $ORG$ , що володіє