

# МЕТОД ОЦІНКИ РОЛІ НЕМАТЕРІАЛЬНИХ АКТИВІВ В ЕКОНОМІЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ІННОВАЦІЙНИХ СИСТЕМ П'ЯТИ РІВНІВ

## THE METHOD FOR MEASURING OF INTANGIBLE ASSETS IN ECONOMIC ACTIVITIES OF INNOVATIVE SYSTEMS OF FIVE LEVELS



**Олександр МОРОЗОВ,**  
доктор технічних наук,  
Національний технічний  
університет України  
«Київський політехнічний інститут»

**Oleksandr MOROZOV,**  
Doctor of Engineering Science,  
National Technical University  
of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

**Тимур МОРОЗОВ,**  
кандидат економічних наук,  
Інститут економіки  
та прогнозування НАН України, Київ

**Timur MOROZOV,**  
PhD in Economics,  
Institute for Economics  
and Forecasting, Ukrainian NAS, Kyiv



Поки економісти, ділові люди та політичні діячі продовжують дискутувати про те, що ж власне нового у так званій економіці знань, одна важлива риса сучасної економіки початку XXI століття є зовсім очевидною: нематеріальні фактори відіграють все більш домінуючу роль у процесі створення багатства. На сьогодні значну частину економічної діяльності становить обмін ідеями, інформацією, досвідом та послугами. Вказаний обмін формує нематеріальні активи як ресурси поряд із «матеріальними активами» (ресурсами) для здійснення більш ефективного виробництва товарів чи послуг. Прибутковість підприємств частіше збільшується завдяки організаційним здібностям менеджерів, аніж контролю за матеріальними ресурсами. Більше того, вартість створених матеріальних благ часто визначається такими нематеріальними активами, як технічні інновації, що втілені в продукцію, привабливість фірмового знаку, товарної марки, творче сприйняття або художнє оформлення, **тобто завдяки нематеріальним активам.**

Разом з тим відсутність, а отже, **невикористання** на всіх п'яти рівнях [1] економічної діяльності **методу** достовірного, справедливого визначення ролі нематеріальних активів у результатах економічної діяльності як одного із багатьох важливих чинників (особливо в умовах найгострішого поточного моменту деградації країни) призвели в Україні: по-перше «... до небачених перекосів у розподілі створених благ між працею і капіталом» [2], по-друге – до недотримання країною величезної частки ВВП, по-третє – до унеможливлення соціально-економічного зростання та подальшого розвитку України. Кожному освіченому пересічному громадянину стали очевидними і зрозумілими причини українських як економічних, так і політичних криз і невдач: вони, у тому числі, полягають і в несправедливому ставленні влади, управлінців усіх рівнів до ролі в економічній діяльності інтелектуального потенціалу нації та до її вже створеного інтелектуального капіталу. Ця **проблема** протягом усіх років незалежності вирішувалась державою недостатньо продуктивно, а тому її інноваційна діяльність, що продовжує тільки декларуватися рішеннями, які не спонукають до конкретних дій, не приносить очікуваних результатів і перебуває в зародковому стані.

На сторінках журналу «Економіст» [1] проф. О. Морозов запропонував нову **методологію виміру** нематеріальних активів інноваційних систем п'яти рівнів, яка для умов України може зрушити вирішення **проблеми визнання важливої ролі та залучення інтелектуальних ресурсів в економічну діяльність.** У даній статті викладено другу частину як продовження досліджень, а саме – метод розрахунку запропонованих індикаторів оцінки ролі нематеріальних активів у результатах економічної діяльності інноваційних систем п'яти рівнів.

Отже, **проблема** залишається актуальною для подальших досліджень, кон-

кретного осмислення її суті й розробки методів отримання достовірної інформації про індикатори внеску нематеріальних активів у результати економічної діяльності.

**Мета.** Метою дослідження є розвиток запропонованої автором [1] методології шляхом розробки методу визначення на основі тригонометричних інваріантів функцій комплексних змінних індикаторів виміру та прогнозування необхідних об'ємів нематеріальних активів у грошовій формі для конкретних умов їх використання й обґрунтування практичних рекомендацій, спрямованих на забезпечення розвитку виробництва інноваційних продуктів чи послуг.

Основне питання методу – це вирішення завдання, яким чином кількісно позначити розподільчі лінії між нематеріальними активами та іншими формами основного капіталу, що входять до виробничої функції економічної діяльності та у більшості випадків бувають розпливчати або зовсім невизначеними. У розробленому методі результати економічної діяльності розділено на дві складові. Перша – результат, що отриманий від використання матеріальної складової виробництва. Друга – результат, що отриманий від використання нематеріальної складової виробництва. Нагадаємо, що отримане рішення визначається як універсальне для багаторівневих інноваційних систем: національних, регіональних, корпоративних та інших, у яких інноваційні нематеріальні активи розглядаються як ендегенний чинник [3]. Поставлене завдання було вирішено наступним чином.

**Метод досліджень.** Сфера R & D, тобто створення інтелектуального капіталу [4], реально впливає на економіку безпосередньо завдяки новим прикладним ідеям та розробкам (нематеріальним активам), оскільки саме існування цієї сфери є необхідною умовою економічного зростання. Важливим наслідком цього висновку для наших подальших досліджень та формування методів виміру нематеріальних активів є те, що такий вимір є необхідним для обґрунтування конкретних параметрів і прозорих мотивів заохочування формування й накопичення їх як нематеріального потенціалу (оптимальна з точки зору ефективності нова комбінація нематеріальних активів економічної системи визначена нами «інноваційною»). Нематеріальний потенціал визначає «нематеріальну (інноваційну) потужність» економічної системи будь-якого із п'яти рівнів.

Отже, вказаний висновок покладений нами надалі в якості методологічного підґрунтя для проведення досліджень, а саме те, що в якості теорії обґрунтування критерію універсального виміру критичних та оптимальних об'ємів нематеріальних активів підприємств нами пропонується «**Теорія нематеріальної (інноваційної) потужності економічних систем**», в основі якої використані комплексні

*Досліджуються особливості нового методу отримання достовірної інформації про роль нематеріальних активів у результатах економічної діяльності. Вперше знайдено способи виміру й передбачення впливу нематеріальних активів на виробничу функцію на основі тригонометричного інваріанту форми комплексних чисел.*

*Peculiarities of methods to obtain reliable information on the role of intangible assets in the economic development of the state are researched. It is shown measuring and forecasting of volumes in its economic development.*

числа [5; 6], що складаються із дійсної та уявної частин, а також елементи теорії «інформаціологічної економіки», що у взаємозв'язку та взаємодії з матеріалізованими і нематеріалізованими атрибутами розглядає процеси матеріалізації та дематеріалізації інформації [7; 8].

Цей методологічний напрям є одним із складових відповідей на існуючий у світі науковий та практичний виклик: сьогодні потрібні нові моделі та теоретичне підґрунтя побудови нової економічної системи, заснованій на новій філософії та нових підходах. Все більш упевнено у науковій літературі та у світовому середовищі прогресивних учених-економістів формується множина рішень щодо вирішення завдань цього виклику. Сучасна економічна наука вже не може відповісти на більшість запитань, які постають як на квантово-економічному (особистнісному, індивідуальному рівні), мікроекономічному (рівні підприємств, організацій), мезоекономічному (галузевому, регіональному рівні), макроекономічному (державному рівні, рівні країни), так і на рівні мегаекономіки (глобальному рівні світової економіки) [2; 3; 4; 8].

Без комплексних чисел, (КЧ), що з'явилися у математиці майже випадково в 1545 році завдяки пропозиції Джироламо Кардано в його трактаті з алгебри («Ars Magna» – Велике мистецтво), вже не змогла обійтись уся математика аж до сьогодні [5], без КЧ не було б фізики ХХ століття, саме завдяки КЧ сучасна фізика досягла поняття «суперструн» тощо [7].

Відповідно до положень квантової механіки Всесвіт не тільки може існувати в двох станах із відповідними вірогідностями, але, склавши два простих стани із комплексними коефіцієнтами, тобто ввівши комплексну «фазу», можна отримати деякий зіставлений стан. Разом із тим відколи математики епохи Відродження почали марити комплексними числами, сама ідея здавалась майже містичною, була доступною лише вузькому колу посвячених, а сам Джироламо Кардано оголосив цю химерну конструкцію даремною.

Кардано не міг помилитись сильніше.

І лише зараз, у ХХІ столітті, черга використання загадкових і майже химерних комплексних чисел нарешті дійшла до суспільно-економічних наук. Академіком УТА, проф. О. Морозовим (2014 рік) вперше у практиці світової економічної науки було запропоновано будувати моделі виробничих функцій із використанням комплексних чисел [1], розклавши фактори виробництва економічних систем на два простих види активів (стани) – нематеріальний та матеріальний. Окрім і навіть проти волі того чи іншого математика чи фізика, а відтепер і економіста, уявні числа знову і знову з'являються в обчисленнях. І лише поступово в міру того, як виявляється користь від їх застосування, вони отримують все більшого поширення у нових сферах науки, однією з яких нарешті може стати економіка.

На сьогодні з'ясувалось, що використання комплексних чисел не тільки може принести користь для теорії та практики економіки, але без них насправді в економіці вже неможливо обійтись.

Однією із необхідних складових обґрунтування засад нашої «Теорії нематеріальної потужності економічних систем» стала інформаційна модель економіки [8], в якій інформаціологія виступає генералізаційним методом наукового пізнання у множинній та системній сукупності з теорією економічних систем, теорією інформаційного способу розвитку, системним підходом, теорією динаміки нелінійних систем, теорією синергетики, теорією біогенезу, теорією катастроф, теорією хаосу, теорією фізичного вакууму, теорією твісторів і суперструн, а також включає в себе інформаційний, інформаційно-математичний, системний, структурний, функціональний, імовірносний та інші підходи [9-12].

У рамках зазначеної теорії нами пропонується метод, у якому результати виміру результатів економічної діяльності у вигляді співвідношень, порівнянь, аналізу і синтезу становлять конкретний прояв інформаціологічного підходу до всіх без винятку соціальних процесів та явищ природи, тобто є проявом властивості універсальності методу.

Метод не має на меті підмінити інші відомі методи виміру результатів економічної діяльності. Навпаки, він дозволяє інтегрувати через використання неймовірних властивостей КЧ відомі методи в єдине ціле на основі поєднання в індикаторах виміру інформацію про матеріальну (дійсну, енергетично-матеріально-речову) та нематеріальну (умовну, уявну, віртуальну, часову, просторову) складові. Ці дві складові ресурсів виробничого процесу у вимірі методу поєднуються із урахуванням гене-

ралізаційного закону збереження інформації [7], дають можливість нам застосовувати цей закон у майбутньому при розробці та формулюванні нової «Теорії нематеріальної потужності економічних систем» на основі визначення нового спільного явища живої та неживої природи – збереження й циклічного, причинно-наслідкового переходу інформації з одного виду – «матеріалізованого» (явищ природи і суспільства тощо) в інший вид – «нематеріалізований» (відкриття, закони природи тощо), з наступним кроком нового (інноваційного) перетворення «нематеріалізованого» виду інформації (наприклад, інноваційних проектів тощо) в матеріалізовані явища суспільства (виробництво і споживання суспільством продуктів та послуг тощо) і природи (поглинання сміття та викидів виробництва тощо), багатократності використання нематеріального активу в порівнянні із матеріальним. Окремо розглянуто вплив часу як одного із найважливіших факторів виробництва, додатком розкриття взаємодії між якими постає економічна синергетика, заснована на переосмисленні методів системного аналізу й розгляду економічних систем, здатних до самоорганізації й саморозвитку. Слід зазначити, що метод виміру забезпечує інформаційно економічну систему можливістю усунути і не допускати руйнуючих факторів. Це досягається за рахунок отримання та надання до єдиної бази економічних матриць індикаторів економіко-інформаційного простору (ЕІП) [1] на основі принципу інформаційно-функціональної належності – матеріальної та нематеріальної складових. **Ефект економічної корисності нематеріальних активів (НА) створюється на основі їх найважливішої властивості – можливості багаторазового застосування НА в процесі матеріалізації НА в кожному наступному акті виробництва чергового продукту чи послуги.**

Метод узгоджується із численними спробами побудови великих економічних систем, до складу яких серед ключових елементів входить виробничі функції (ВФ) [13]. Широке використання апарату виробничих функцій, зокрема на рівні мікроекономіки, пов'язане із можливостями аналізу та планування роботи підприємства чи фірми; в макроекономічних дослідженнях ВФ – це не тільки один зі способів прогнозування розвитку економіки, а й прикладний інструмент, що використовується для оцінки й порівняння ефективності економік. Для цього в методі враховані вимоги теореми Геделя «Про неповноту...» [7], які є невід'ємною складовою основ нової «Теорії нематеріальної потужності економічних систем».

**Викладення основних результатів досліджень. Виробничі функції.** (Продовження викладення матеріалу як додаток до статті: Морозов О.Ф. Методологія виміру нематеріальних активів інноваційних систем п'яти рівнів. //Економіст. – 2014. – №9. – С. 35-38), Згідно з визначенням Р.Вінна та К. Холдена [14] *виробничі функції являють собою математичну функцію, що кількісним характеристикам використання факторів виробництва в межах деякої господарської одиниці ставить у відповідність кількісні характеристики випуску продукції.* В українському «Фінансовому словнику» [15] ВФ – це *формалізована залежність кількості виготовленої продукції від витрат факторів виробництва певної господарської одиниці* Причому сама господарська одиниця може бути визначена по-різному: окремо, як діяльність на квантово-економічному (особистнісному, індивідуальному рівні), на мікроекономічному (рівні підприємств, організацій), на мезоекономічному (галузевому, регіональному рівні), на макроекономічному (державному рівні, рівні країни), так і на рівні мегаекономіки (глобальному рівні світової економіки) (рис. 1).

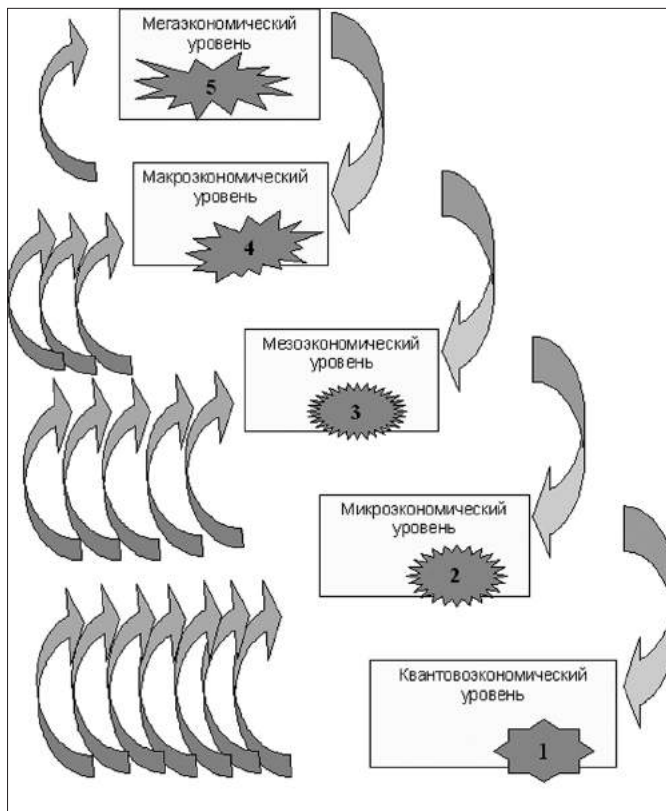
Для кожного із господарських рівнів відповідно до джерела [16] справедливо записати виробничу функцію у загальному вигляді

$$F = (z, (x, y), A) = 0, \quad (1)$$

де  $z$  – вектор випусків продукції,  $(x, y)$  – вектор витрат матеріальних та нематеріальних активів (ресурсів),  $A$  – матриця параметрів.

Далі з цього моменту логіка авторів усіх без винятку відомих варіантів ВФ, які були сформульовані за сутнісною належністю результатів до економічної діяльності будь-якого із розглянутих рівнів, **має хибні, помилкові кроки.** А саме в економічних дослідженнях у подальшому ВФ **втрачає векторність складових аргументів**, ВФ використовуються, як правило, у вигляді одного рівняння, де компоненти факторів

Рис. 1. Стратегічна соціально орієнтована система п'яти рівнів економічної діяльності



виробництва об'єднані в **одну агреговану скалярну величину** ( $y$ ), а кількість різних виробничих ресурсів (фактори  $x_i$  також скалярні величини) зведені до мінімуму шляхом адитивних або кумулятивних пропорцій і властивостей відносин факторів виробництва між ними, що дозволяє розрахувати параметри функції:

$$y=f(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (2)$$

Серед найвідоміших – функція Кобба – Дугласа, яка має такий загальний вигляд:

$$Y_t = f(K_t, L_t) = A(K_t)^\alpha (L_t)^\beta. \quad (3)$$

Як бачимо,  $A$  – коефіцієнт, безрозмірна скалярна величина, що характеризує ефективність виробництва,  $Y_t$  – це агрегована скалярна величина, величина показників капіталу  $K_t$  і праці  $L_t$  – агреговані скалярні показники, роль кожного з яких у природі кінцевого продукту (чи частки доходу відповідного фактора в одиниці сукупного доходу) регулюють коефіцієнти еластичності  $\alpha$  і  $\beta$ , що також є безрозмірними скалярними величинами.

Отже, **ця функція не виконує вихідних умов побудови конкретного виду ВФ**, а саме те, що  $Y_t$  – повинна бути вектором випусків продукції, а показники капіталу  $K_t$  і праці  $L_t$  – векторами витрат ресурсів.

Такі ж вади мають ВФ згідно з:

$$\text{Хіксом} \quad Y=A(t)f(K,L); \quad (4)$$

$$\text{Солоу} \quad Y=f(K, A(t)L); \quad (5)$$

$$\text{Хародом} \quad Y=f(A(t)K, L). \quad (6)$$

До моделі ВФ за Хіксом із відомими  $Y_t$ ,  $K_t$ ,  $L_t$  застосовували логарифмування з отримання функції виду:

$$\ln Y = \ln A + j t + \alpha \ln K + \beta \ln L \quad (7)$$

з подальшим диференціюванням обох частин рівняння (при  $dt=1$ )

$$dY/Y = j + \alpha (dK/K) + \beta (dL/L). \quad (8)$$

Таким чином, нами були проаналізовані моделі ВФ з ендогенною складовою науково-технічного прогресу (НТП) П. Ромера, Ф. Агіюна та П. Хуовіта [17], С. Вишневого [18], Е. Балацького [19] та інших.

З аналізу визначено, що всі розглянуті ВФ не мають векторного навантаження, фактори виробництва мають агреговане походження та представлені скалярними величинами і тому не можуть бути використані для коректного виміру результатів економічної діяльності.

**Виробнича функція (ВФ) на основі використання властивостей тригонометричної форми комплексних чисел.** Отже, дотепер більшість методологій виміру критеріїв економічних теорій на прикладі розглянутих ВФ базувалось на описанні соціально-економічних явищ скалярними статистичними дискретними величинами, які отримувались із спостережень, що втілювались рядом натуральних чисел при описанні реального економічного середовища дискретними законами. Недоліки такого підходу проілюструємо відомим прикладом із знаменитої байки Крилова «Лебідь, Рак та Щука» у вигляді двох вимірів. У першому зусилля всіх учасників байки вимірюємо скалярними величинами  $L$ (Лебідь),  $R$ (Рак) та  $SCH$ (Щука). Тоді сумарний результат зусиль щодо зрушення «воза» з місця запишемо у вигляді функції

$$y=f(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad \text{див. (2)}$$

Так, виходячи із поставленої спільної мети суб'єктів діяльності, в байці зусилля всіх мають на меті тягти воза, а отже, зусилля мають бути об'єднані для досягнення спільної мети і у результаті зрушити воза з місця. Таким чином, зусилля повинні складатись, тобто функція адитивна і будується як сума скалярних величин

$$y = (x_1 + x_2 + x_3) = L + R + SCH. \quad (9)$$

Але відповідно до змісту байки – «...а віз і нині там...», він стоїть на місці. Чому? Відповідь відома. Їх зусилля у реальному житті мають векторну спрямованість, тобто спрямування в різні боки, що знищують одне одного. Результатом є «нуль».

Згадаємо знову формулу (1), але зробимо інші позначення, додавши вектор витрат нематеріальних активів

$$F = (z, x, y, A) = 0, \quad \text{див. (1)}$$

де  $z$  – вектор випусків продукції,  $y$  – вектор витрат нематеріальних активів (ресурсів),  $x$  – вектор витрат матеріальних активів (ресурсів),  $A$  – матриця параметрів. Далі з цього моменту наша логіка в побудові **ВФ** буде такою.

Розглянемо приклад діяльності господарської одиниці рівня мікро-економіки – підприємства. Але при записі функції **ВФ**

$$Z = f((y x)_1, (y x)_2, \dots, (y x)_n) \quad \text{див. (2)}$$

у вигляді

$$Q_v = f(((y x)_1, (y x)_2, (y x)_3, (y x)_4) t) \quad (10)$$

зробимо наступні позначення:

$Q_v$  – це формалізована множина (вектор) інформації про кількість виготовленої продукції.  $Q_v$  – визначається як сума множин (векторів) інформації про витрати факторів виробництва, розширених до рівня процесів та операцій, тобто не у агрегованому вимірі. **Одиниця виміру кожного з чотирьох факторів виробництва, кожної складової – і матеріальної, і нематеріальної – розглядається в методі як інформація із розмірністю грошової валюти, наприклад гривні, або як інформація гени, які вимірюються в Юзонах [20, с. 195]] за певний період часу.**

**Визначимо позначення множин векторів:**

$(y_{1,j})$  нематеріальних та  $(x_{1,i})$  матеріальних активів ресурсу (фактору) фізичного капіталу (основні фонди) із  $I$  складових;

$(y_{2,j})$  нематеріальних та  $(x_{2,i})$  матеріальних активів ресурсу (фактору) фінансового капіталу (оборотні засоби) із  $J$  складових;

$(y_{3,n})$  нематеріальних та  $(x_{3,n})$  матеріальних активів ресурсу (фактору) праці із  $N$  складових;



( $y_{4,m}$ ) нематеріальних та ( $x_{4,m}$ ) матеріальних активів ресурсу (фактору) управління (в тому підприємницька ініціатива) із **M** складових.

Такий підхід з використанням відображення факторів виробництва у **ВФ** через множини векторних складових відкриває можливість реалізувати оцінку вкладу нематеріальних активів у результати економічної діяльності як невід'ємної складової разом із матеріальними факторами, але відокремлено від матеріальних.

Конкретно в нашій моделі **ВФ** вимір вкладу нематеріальних активів у результати економічної діяльності можна проілюструвати прикладом, коли на найнижчому рівні розшарування виробничого процесу, наприклад будівництва будинку із цегли, в інформації про операцію покладання цегляром кожної цеглини враховується нематеріальний актив, тобто рівень кваліфікації кожного цегляра (різний рівень тарифів оплати праці відповідно до розгляду цегляра). Загалом при такому розшаруванні виробничих технологій на процеси й операції з визначенням щодо кожного з них матеріальної та нематеріальної складової виникає можливість виявити окрему роль кожної складової у створенні кінцевого продукту.

Важливість розробки такого виміру була визначена автором ще 10 років тому [4] при формуванні гіпотези про природу трансформації індустріального способу виробництва в інформаційний (рис. 2). Станом на 2014 рік ця гіпотеза практично підтверджена світовою практикою економічного розвитку. Сутність гіпотези перетворення полягає в тому, що у складі виробничих сил **фінансовий та фізичний капітал** втрачає свою головну роль в умовах індустріальної епохи та **поступається першим місцем** за вкладом в отримання результатів економічної діяльності **інтелектуальному капіталу**, який розглядається в даному методі як невід'ємна складова множин: ( $x_{1,j}$ ) – фактору фізичного капіталу (основні фонди) із **I** складових, ( $x_{2,j}$ ) – фактору фінансового капіталу (оборотні засоби) із **J** складових, ( $x_{3,n}$ ) – фактору праці із **N** складових, ( $x_{4,m}$ ) – фактору управління (у тому підприємницька ініціатива) із **M** складових.

Виходячи з того, що гіпотеза може вважатись підтвердженою, наприклад, 60-70-відсотковою часткою нематеріальних активів (**НА**) у загальному складі активів провідних виробничих високотехнологічних та ІТ компаній світу (Siemens, Sony, Microsoft тощо), метод, спираючись на цей факт, побудовано на тому, що для виміру ролі **НА** у складі кожної із множин I, J, N, M для **x** автором було вперше використано властивості комплексних чисел (**КЧ**).

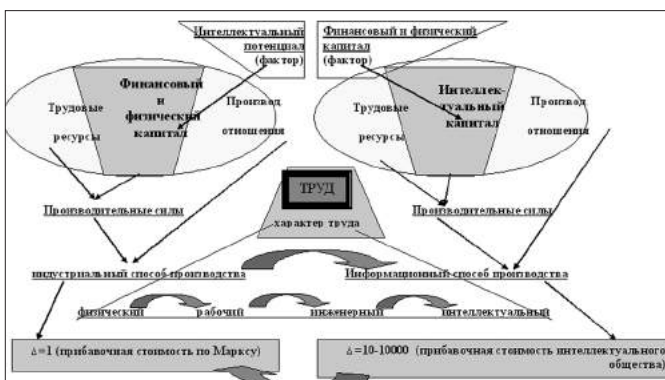
**Особливості методу.** Аналіз властивостей алгебраїчної форми **КЧ** щодо відносного використання їх у якості індикаторів виміру будь-яких параметрів економічної діяльності про **КЧ** доводить, що два **КЧ** є «рівні». Тобто, наприклад, два комплексних числа

$Z_1 = a_1 + ib_1$  та  $Z_2 = a_2 + ib_2$  рівні тоді і тільки тоді, коли виконується умова рівності дійсних складових  $a_1 = a_2$  та дійсного коефіцієнта умовної складової  $b_1 = b_2$ .

Тобто  $Z_1 = Z_2$  (11)

Як ми знаємо, для нерівних дійсних числа визначені співвідношення «більше» і «менше». Так,  $5 > 4$ ,  $0 < 7$  і т.д. Для нерівних комплексних чисел, записаних у алгебраїчній формі, такі співвідношення визначити неможливо.

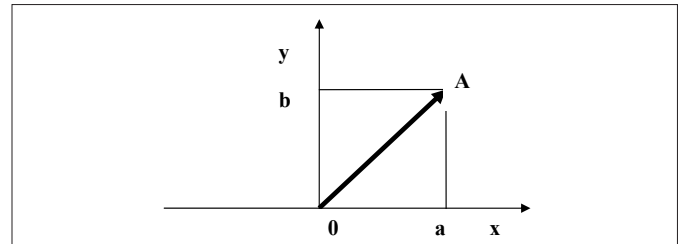
Рис. 2. Структурна схема трансформації індустріального способу виробництва в інформаційний (позначення мовою оригіналу) за О.Морозовим [4]



Ця обставина до цього часу була перешкодою. Неможливо, наприклад, визначити, яке з двох чисел більше:  $2 + 3i$  або  $5 - 7i$ ,  $0 + 2i$  або  $0 + 4i$  і т.д.

Разом з тим подальший аналіз властивостей **КЧ** показав, що множина всіх **КЧ** знаходиться у взаємній відповідності із множиною всіх точок площини. З кожною точкою площини **A** можна пов'язати вектор **OA**, який виходить із початку координат і закінчується в точці **A** (рис. 3).

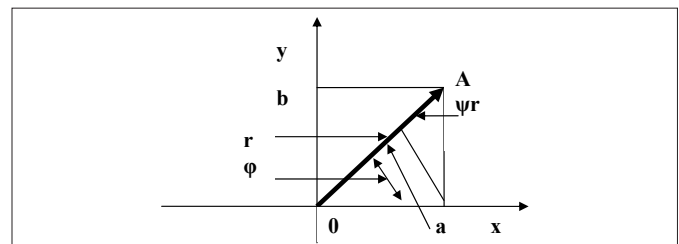
Рис. 3. Геометричне зображення комплексних чисел  $A = (a + ib)$



Тому **КЧ** припускають і другу, геометричну інтерпретацію. Кожне **КЧ** ( $a + ib$ ) можна геометрично інтерпретувати як вектор **OA** із координатами (**a**, **b**). Така відповідність між всіма **КЧ** і всіма векторами площини **A**, які виходять із початку координат, є також взаємнооднозначною. Далі у методі буде використано векторну інтерпретацію **КЧ** для визначення суми двох **КЧ**.

**Тригонометрична форма комплексних чисел.** Припустимо, що **КЧ** ( $a + ib$ ) відповідає вектор **OA** (див. рис. 4).

Рис. 4. Тригонометрична форма комплексних чисел



Позначимо довжину вектора через **r**, а кут, який він утворює з віссю **x**, через **φ**. За визначенням синуса та косинуса:

$$a/r = \cos \varphi, \quad (12)$$

$$b/r = \sin \varphi. \quad (13)$$

Тому  $a = r \cos \varphi$ ,  $b = r \sin \varphi$ , але тоді  $(a + ib) = r \cos \varphi + ir \sin \varphi = r (\cos \varphi + i \sin \varphi)$ , а  $r = (a^2 + b^2)^{1/2}$ .

Ми отримали тригонометричний інваріант **КЧ**

$$A = r \cos \varphi + ir \sin \varphi, \quad (14)$$

дійсна складова і умовний коефіцієнт якого представлені однаковими змінними –

$$r \text{ та } \varphi.$$

Ця однаковість відкриває можливість використання **A** для виміру ролі нематеріалізованої інформації в отриманні загальних результатів економічної діяльності.

Далі позначимо через **a** матеріалізовану, через **b** нематеріалізовану складову інформації, а через вектор **r** – інформацію про роль кожного фактора виробництва у прирості кінцевого продукту (чи частку доходу відповідного фактора в одиниці сукупного доходу).

Припустимо, що ідеальний випадок, коли матеріалізована інформація **a** на 100% (без втрат) перейшла в отриману загальну інформацію про роль певного фактора виробництва у прирості кінцевого продукту, тоді роль нематеріалізованої інформації перед початком економічної діяльності позначимо через **ψr** та на основі такого припущення знайдемо як скалярну величину різниці модуля тригонометричного вектора **r** і скалярної величини **a**:

$$\psi r = r - r \cos \varphi = r (1 - \cos \varphi) \text{ або}$$

$$\psi r = r (1 - \cos \varphi). \quad (15)$$

Розкриємо значення ролі факторів  $x$  у формулі

$$Q_v = f((y \cdot x)_1, (y \cdot x)_2, (y \cdot x)_3, (y \cdot x)_4, t),$$

враховуючи отриману залежність (15),

- де  $(y \cdot x)_1$  – нематеріально-матеріальна складова інформації про вклад фактору виробництва – фізичного капіталу (основні фонди);  
 $(y \cdot x)_2$  – нематеріально-матеріальна складова фактору виробництва – фінансового капіталу (оборотні засоби);  
 $(y \cdot x)_3$  – нематеріально-матеріальна складова фактору виробництва – праці;  
 $(y \cdot x)_4$  – нематеріально-матеріальна складова фактору виробництва – управління (у тому числі підприємницька ініціатива).

Після підстановки і перетворень отримуємо із врахуванням фактору часу  $t$  **формулу виробничої функції ВФ**:

$$S(Q_{v_{ijm}}) = S_1^{\mu}((S(y, x)_{1i})^i, S(y, x)_{2j}^j, S(y, x)_{3n}^n, S(y, x)_{4m}^m) t^i \quad (16)$$

де  $S_1^{\mu}$  – потужність економічної системи, одиниця виміру валюта/сек. (грн/сек., дол. США/сек., євро/сек. тощо) у ступені  $\mu$  – **коефіцієнт еластичності потужності**,  $t^i$  – час продуктивної роботи ЕС зі створення цінності, одиниця виміру сек. (секунда) у ступені  $j$  – **коефіцієнт еластичності часу**;

$S(y, x)_{1i}$  – фактор нематеріальної та матеріальної складової фізичного капіталу (основні фонди) із  $I$  складових,  $S(y, x)_{2j}$  – фактор нематеріальної та матеріальної складової фінансового капіталу (оборотні засоби) із  $J$  складових,  $S(y, x)_{3n}$  – фактор нематеріальної та матеріальної складової праці із  $N$  складових,  $S(y, x)_{4m}$  – фактор нематеріальної та матеріальної складової управління (у тому числі підприємницька ініціатива) із  $M$  складових, в якій в кожному  $x = r$  за **формулою (15) може бути визначена майбутня** роль нематеріальних активів (поки нематеріалізованої інформації) перед початком економічної діяльності або в узагальненому вигляді як об'єм, або як приріст кінцевого інноваційного продукту у валютному, а не в натуральному вимірі.

$S(Q_{v_{ijm}})$  визначається як сума приросту векторів  $r$  усіх без винятку **елементарних активів матеріалізації НА, тобто** таких собі  $\psi r$ , **кожний із яких отримується (розраховується) при найбільш глибокому розшаруванні факторів виробництва на нематеріальну та матеріальну складові (активи)**. Враховуючи, що  $\psi r = r(1 - \cos \phi)$ , отримуємо

$$S_{v_{ijm}}(\psi r) = S(\psi r_{x_{ijm}})^i t^i. \quad (17)$$

## ВИСНОВКИ

Таким чином, запропонований метод **виміру ролі нематеріальних активів** є реалізацією методологічного визначення об'єднуючого зставного універсального критерію для оцінки ролі нематеріальних активів у числовому векторному вимірі, який має безпосередній зв'язок із конкретною грошовою (валютною) та інформаційною розмірністю скалярних величин, що є результатом спостережень економічних процесів.

**Подяки.** Автори висловлюють щирі подяки за участь в обговоренні матеріалів статті кандидату фіз.-мат. наук М.Шевченко. Завдяки таким обговоренням та за порадою М.Шевченка нами була отримана відповідь на запитання: «Що таке вектор  $r$ ? Який його економічний зміст?»

## ЛІТЕРАТУРА

1. Морозов О.Ф. Методологія виміру нематеріальних активів інноваційних систем п'яти рівнів // Економіст. – 2014. – №9. – С. 35-38.
2. Рябошлык В.В. Неоднорідна економіка: цілісний погляд на кризи (нові основи економічних знань). – К.: Освіта України, 2010. – 160 с.
3. Морозов А.Ф. Основы стратегии внедрения сбалансированных самоорганизующихся инновационных систем. Материалы международных научных чтений «Белые ночи – 2012» Проблемы безопасности XXI века и пути их решения. 5-8 июня 2012 года. – К.: УНО МАНЕБ, 2012. – С. 320-335.
4. Морозов А.Ф. Цена думки – интеллектуальный капитал: монография. – Донецк: ТОВ «Юго-Восток, Лтд», 2005. – 352с.
5. Клейн Ф. Лекции о развитии математики в XIX столетии: в 2-х томах. Т.1: Пер. с нем. / Под ред. М.М.Постникова. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат лит., 1989. – 456 с.

6. Курант Р., Роббинс Г. Что такое математика? – 5-е изд., исправленное. – М.: МЦНМО, 2010. – 568 с.
7. Пенроуз Р. Новый ум короля: О компьютерах, мышлении и законах физики. Пер. с англ. / Под общ. ред. В.О.Мальшенко. Изд. 4-е. – М.: УРСС: Изд-во ЛКИ, 2011. – 400. (Синергетика: от прошлого к будущему.)
8. Мунтян В.І. Основи теорії інформаційної моделі економіки. – К., Вид-во «КВТУ», 2000. – 368 с.
9. Юзвизин И.И. Основы информатологии: учебник. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Междунар. изд-во «Информатология», высш. шк., 2000. – С.56.
10. Убстер Ф. Теории информационного общества. Под ред. Е.Л.Вартаковой. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 400 с.
11. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура: пер с англ. Под науч. ред. О.И.Шкаратана. – М.: ГУ ВШЭ, 2000. – 320 с.
12. Мунтян В.І. Патент на відкриття наукового напрямку, реєстраційний номер 000361, виданий 27.12.2000 р. Міжнарод. реєстрац. палатою інформ.-інтелект. новизни Міжнарод. ак. інформат. у Генеральному Консультативному Статусі з Економічною і Соціальною Радою ООН.
13. Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. Основи системного аналізу. – К.: Видавнична група BHV, 2007. – 544 с.
14. Модели эндогенного зростання економіки України. Під ред. М.І.Скрипниченко. – К.: Ін-т екон. та прогнозув., 2007. – 576 с. (с. 65-99).
15. Винн Р., Холден Л. Введение в прикладной экономической анализ. – М.: «Финансы и статистика», 1981. – С. 64-94.
16. Загородний А.Г., Вознюк Г.Л., Смовженко Т.С. Финансовый словарь. – 4-те вид. випр. та доп. – К.: Т-во «Знання», КОО. – 2002. – С. 479.
17. Математика и кибернетика в экономике: словарь-справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Экономика, 1975. – С.453-458.
18. Дагаев А. Новые модели экономического роста с эндогенным техническим прогрессом. Мировая экономика и международные отношения. – 2001. – №6. – С. 40-51.
19. Куликова Н.В. Модификация производственной функции: теоретические подходы [Электронный ресурс]. – Доступный з: < www.anrb.ru >
20. Балацкий Е.В. Анализ влияния и налоговой нагрузки на экономический рост с помощью производственно-институциональных функций // Проблемы прогнозирования. – 2003. – №2. – С.88-105.
21. Юзвизин И.И. Энциклопедия информатологии. Под ред. А.М.Прохорова. – М.: Междунар. изд-во «Информатология», 2000. – С. 195-338.

## REFERENCES

1. Morozov O.F. Metodolohiya vymiru nematerial'nykh aktiviv innovatsiynykh system pyaty rivniv [Methodology for measuring intangible assets of five levels of innovation]. Ekonomist, 2014, no. 9, pp. 35-38 [in Ukrainian].
2. Ryaboshlyk V.V. Neodnorodna ekonomika: tsilysnyy pohlyad na kryzy (novi osnovy ekonomichnykh znan'). [Heterogeneous economy: a holistic view of the crisis (new bases of economic science)]. Kyiv, Osivta Ukrainy, 2010, 160 p. [in Ukrainian].
3. Morozov A.F. Osnovy strategii vnedreniya sbalansirovannykh samoorganizujushhhsja innovatsionnykh sistem [Basics of the implementation strategy of balanced self-organized innovation systems]. Materialy mezhdunarodnykh nauchnykh chtenij "Belye nochi – 2012", Problemy bezopasnosti HHI veka i puti ih reshenija, 5-8 iyunja 2012 goda. Kyiv, UNO MANEB, 2012, pp. 320-335 [in Russian].
4. Morozov A.F. Tsina dumky – intelektualny kapital [Price of thought – intellectual capital]. Donets'k, TOV "Yugo-Vostok, Ltd", 2005, 352 p. [in Ukrainian].
5. Klejn F., Postnikov M. Lekcii o razvitii matematiki v XIX stoletii [Lectures on the development of mathematics in the nineteenth century]. Moscow, Nauka. Gl.red. fiz.-mat lit., 1989, 456 p. [in Russian].
6. Kurant R., Robbins G. Chto takoe matematika? [What is mathematics?]. Moscow, MCNMO, 2010, 568 p. [in Russian].
7. Penrouz R., Malyschenko V.O. Novyj um korolja: O komp'yuteraх, myshlenii i zakonah fiziki [Emperor's New Mind: On the computer, thinking and laws of physics.]. Moscow, URSS, Izd-vo LKI, Sinergetika: ot proshlogo k budushemu, 2011, 400 p. [in Russian].
8. Muntjan V.I. Osnovy teorii informatsionnoy modeli ekonomiki [Bases of the theory of informational economic model]. Kyiv, Vyd-vo "KVТУ", 2000, 368 p. [in Ukrainian].
9. Juzvishin I.I. Osnovy informacologii: Uchebnik [Bases of informatology: manual]. Moscow, Mezhdunar. izd-vo "Informacologija", Vyssh. shk., 2000, 56 p. [in Russian].
10. Ubster F. Teorii informacionnogo obshhestva [Theories of informational society]. Moscow, Aspekt Press, 2004, 400 p. [in Russian].
11. Kastel's M. Informacionnaja epoha: ekonomika, obshhestvo i kul'tura [Informational age: economics, society and culture]. Moscow, GU VSHJe, 2000, 320 p. [in Russian].
12. Muntjan V.I. The patent on discovery of scientific direction, registration number 000361, issued 27.12.2000.
13. Zhurov's'kyi M.Z., Pankratova N.D. Osnovy systemnoho analizu [Bases of systematic analysis]. Kyiv, Vydavnycha hrupa BHV, 2007, 544 p. [in Ukrainian].
14. Skrypnichenko M.I. Modeli endogennoho zrostannya ekonomiky Ukrainy [Models of endogenous growth of Ukrainian economy]. Kyiv, In-t ekon. ta prohnozuв., 2007, pp. 576; 65-99 [in Ukrainian].
15. Vinn R., Holden L. Vvedenie v prikladnoj ekonomicheskij analiz [Introduction to applied economic analysis]. Moscow, "Finansy i statistika", 1981, pp. 64-94. [in Russian].
16. Zahorodnyy A.H., Voznyuk H.L., Smovzhenko T.S. Finansovyy slovnyk [Financial dictionary]. Kyiv, t-vo "Znannya", KOO, 2002, pp. 479. [in Ukrainian].
17. Matematika i kibernetika v ekonomike: Slovar'-spravochnik [Mathematics and cybernetics in the economics: Dictionary-guide]. Moscow, Ekonomika, 1975, pp. 453-458. [in Russian].
18. Dagaev A. Novye modeli jekonomicheskogo rosta s endogennym tehničeskim progressom [New models of economic growth with endogenous technical progress]. Mirovaja ekonomika i mezhdunarodnye otnoshenija, 2001, no. 6, pp. 40-51. [in Russian].
19. Kulikova N.V. Modifikacija proizvodstvennoj funkcii: teoreticheskie podhody [Modification of the production function: theoretical approaches]. Available at: www.anrb.ru [in Russian].
20. Balackij E.V. Analiz vlijanija i nalogovoj nagruzki na jekonomicheskij rost s pomoshh'ju proizvodstvenno-institucional'nyh funkcij [Analysis of the impact of the tax burden and economic growth via production and institutional functions]. Problemy prognozirovanija, 2003, no. 2, pp. 88-105 [in Russian].
21. Juzvishin I.I. Enciklopedija informacologii. [Encyclopedia of informatology]. Moscow, Mezhdun. izd-vo Informacologija, 2000, pp. 195-338 [in Russian].