

# РЕЗУЛЬТАТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ЯК СИСТЕМ НА ЗАСАДАХ SEE-УПРАВЛІННЯ: КВАНТОВІ ПІДХОДИ

© 2026 БУРЕННІКОВА Н. В.

УДК 330.34:303.22  
JEL: C53; D2; L51; P47

## Буреннікова Н. В. Результативність функціонування підприємств як систем на засадах SEE-управління: квантові підходи

Метою статті є розкриття ролі та значення квантового підходу до пізнання, моделювання, вимірювання й оцінювання результативності процесів у функціонуванні і розвитку підприємств як систем на засадах SEE-управління, а також доповнення на цій основі методології згаданого управління на базі авторських складових результативності у контексті парадигми «кількість / якість» у наративі «зростання / розвиток» для уточнення алгоритмів дій у процесі управління системою, яка прагне динамічно розвиватися. Розглянуто деякі основні теоретичні та практичні аспекти квантової економіки, що ґрунтуються на принципах квантової механіки (суперпозиції, невизначеності, запутаності), і базові засади результативності процесів функціонування й розвитку підприємств як систем, що дозволило запропонувати застосування SEE-управління в оцінюванні стану та динаміки систем, а також параметрів функціонування й аттракторів розвитку підприємств. SEE-управління ґрунтується на авторських поняттях складових результативності процесів. Підкреслено, що зазначене вище слугує засобом для прийняття управлінських рішень стосовно дієвості систем. Зазначено, що квантова економіка відкриває нові перспективи для розуміння складних, динамічних процесів у ній, що має змінити підходи до пізнання, вимірювання, моделювання й оцінювання результативності функціонування та розвитку підприємств як систем на мікрорівні, до оновленого сприйняття економічних закономірностей і стратегій. Обґрунтовано, що плідному функціонуванню підприємств як складних систем може сприяти застосування оновленої парадигми управління на засадах квантових підходів з використанням SEE-управління як засобу підвищення дієвості функціонування цих підприємств на основі авторських показників / моделей складових результативності. SEE-управління на засадах квантового підходу може становити підґрунтя подальшої модернізації економіки.

**Ключові слова:** управління, квантовий підхід, система, масштабність, ефективність і результативність процесу, SEE-управління.

**Табл.:** 2. **Формул.:** 2. **Бібл.:** 24.

**Буреннікова Наталія Вікторівна** – доктор економічних наук, професор, професор кафедри економіки підприємства та виробничого менеджменту, Вінницький національний технічний університет (Хмельницьке шосе, 95, Вінниця, 21021, Україна)

**E-mail:** [n.burennikova@ukr.net](mailto:n.burennikova@ukr.net)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2529-1372>

**Researcher ID:** I-8441-2018

**Scopus Author ID:** 57218139926

UDC 330.34:303.22  
JEL: C53; D2; L51; P47

## Burennikova N. V. Effectiveness of Enterprises as Systems Based on SEE Management: Quantum Approaches

The aim of this article is to explore the role and significance of the quantum approach to knowledge, modeling, measurement, and evaluation of the effectiveness of processes in the functioning and development of enterprises as systems based on SEE management principles, as well as to supplement the methodology of the aforementioned management using proprietary components of effectiveness in the context of the «quantity / quality» paradigm within the «growth / development» narrative to refine action algorithms in the management of a dynamically developing system. The article examines some fundamental theoretical and practical aspects of quantum economics, grounded in the principles of quantum mechanics (superposition, uncertainty, entanglement), and the basic principles of the effectiveness of enterprise functioning and development processes as systems, which enables the proposed application of SEE management in assessing the state and dynamics of systems, as well as the functioning parameters and development attractors of enterprises. SEE management is based on the author's concepts of the components of process effectiveness. It is emphasized that the above serves as a tool for making managerial decisions regarding system efficiency. It is noted that quantum economics opens new perspectives for understanding complex, dynamic processes within it, which is expected to change approaches to cognition, measurement, modeling, and assessment of the performance and development of enterprises as systems at the micro level, leading to an updated understanding of economic patterns and strategies. It is substantiated that the effective functioning of enterprises as complex systems can be supported by applying an updated management paradigm based on quantum approaches, using SEE management as a means to enhance the operational results of these enterprises based on the author's indicators / models of components of effectiveness. SEE management based on the quantum approach can provide a foundation for the further modernization of the economy.

**Keywords:** management, quantum approach, system, scale, efficiency and effectiveness of the process, SEE management.

**Tabl.:** 2. **Formulae:** 2. **Bibl.:** 24.

**Burennikova Nataliia V.** – D. Sc. (Economics), Professor, Professor of the Department of Enterprise Economics and Production Management, Vinnytsia National Technical University (95 Khmelnytske Rte., Vinnytsia, 21021, Ukraine)

**E-mail:** [n.burennikova@ukr.net](mailto:n.burennikova@ukr.net)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2529-1372>

**Researcher ID:** I-8441-2018

**Scopus Author ID:** 57218139926

Сучасний економічний розвиток вимагає пристосування функціонування систем до нових реалій. Зростання темпів економічних змін зумовлює необхідність активізації розвитку окремих системних елементів. У зв'язку з цим зростає значення дослідження динаміки розвитку систем різних типів та ієрархічних рівнів з метою визначення оптимальних параметрів їхнього функціонування. Також набувають важливості питання результативності функціонування та розвитку систем, вирішення яких дає змогу по-новому інтерпретувати окремі аспекти їхньої динаміки, а сучасний інноваційний підхід акцентує увагу на невизначеності та нелінійності процесів в економіці.

Моделювання зазначених процесів у контексті нової парадигми квантової економіки вимагає врахування принципів квантової фізики – зокрема, невизначеності, суперпозиції й заплутаності – у контексті нестабільності, цифровізації економіки та загострення глобальної конкуренції. Квантові моделі вирізняються складними зв'язками між певними процесами та економічним розвитком, враховуючи невизначеність і нелінійність таких процесів. Класичні моделі економічного зростання, такі як моделі Солоу [1] та Пола Ромера [2], котрі трактують технологічний прогрес як зовнішній або внутрішній чинник, виявляються недостатніми для повного розуміння динаміки розвитку систем.

Квантовий підхід дозволяє провести аналогії між законами квантової фізики та економічними явищами. До прикладу, принцип квантової невизначеності дозволяє охарактеризувати процеси в умовах непередбачуваності і нестабільності зовнішнього та внутрішнього середовищ. Принцип суперпозиції демонструє можливість одночасного існування кількох бізнес-моделей та/або організаційних форм. Принцип квантової заплутаності відображає взаємозалежність процесів та їхній взаємний вплив у глобальному економічному просторі. Застосування квантових підходів у теорії результативності сприяє формуванню дієвих управлінських моделей, які відповідають викликам сучасної економіки. Квантова революція XXI століття нерозривно пов'язана з технологічними проривами, котрі змінюють глобальні економічні процеси.

Новітні здобутки у квантових технологіях, які сприяють удосконалюванню національної інноваційної системи, відкривають перспективи для глибшого аналізу і моделювання різноманітних процесів у функціонуванні та розвитку систем. У зв'язку з цим квантові підходи стають дедалі більш затребуваними у вивченні механізмів та результативності функціонування згаданих процесів, потребуючи оновлених поглядів на визначення,

вимірювання й оцінювання результативності діяльності підприємств у контексті управління.

Питання функціонування і розвитку систем із застосуванням процесного, синергетичного, холистичного та інших підходів протягом останніх десятиліть розглядали Вовк В. [3], Колотило Д. [4], Kornai J. [5], North D. [6], Odum H. [7], Stiglitz J., Meier G. [8] та ін. Результати дослідження квантових технологій та квантової економіки висвітлювали Rampling P. [9], Orrell D. [10], Taylor R. [11], Guijo D., Onofre V., Bimbo G. [12], Pistoia M., Ahmad S. Farhan, Ajagekar A. [13], Wendt A. [14] й ін.

У наукових доробках авторів відсутнє висвітлення проблем квантифікації економіки. Більшість досліджень присвячена загальному впливу квантової економіки без прив'язки до результативності функціонування і розвитку систем та без урахування особливостей галузей економіки. З огляду на досягнення сучасної науки постає потреба у переосмисленні економічних моделей результативності процесів з урахуванням квантових особливостей, що підкреслює важливість подальших наукових пошуків у цій сфері.

Результатом функціонування будь-якої системи є її продукти як об'єкти, котрим притаманна певна цінність, яка використовується для задоволення відповідних потреб. Як ми зазначали в [15, с. 146]: «Теоретичні та методичні аспекти дослідження дієвості процесу (як спроможності процесу давати певний результат) містять підходи, котрі ґрунтуються на ефективності як на понятті, тотожному результативності [16 та ін.], але мають місце й інші концептуальні підходи [17; 18 та ін.]».

Одним із підходів до пізнання, моделювання, вимірювання й оцінювання результативності функціонування та розвитку підприємств як систем у контексті управління може стати підхід, який запропоновано нами у свій час у роботах [19–22] й ін. та який протягом понад 30 років довів своє прикладне значення при визначенні результативності будь-яких процесів і який отримав назву SEE-управління. SEE-управління ґрунтується на SEE-аналізі (тобто аналізі дієвості певних процесів у функціонуванні підприємств як систем за допомогою авторських моделей та відповідних показників масштабності, ефективності, результативності підпроцесів зазначених процесів у цих моделях).

Абревіатура «SEE» у назві SEE-управління, SEE-аналіз тощо скомпонована нами з перших літер лексем *scale*, *effectiveness*, *efficiency*; порядок літер пояснюється черговістю обчислення масштабності (*of the scale*) з показником *K*, ефективності (*of*

the effectiveness) з показником  $E$ , результативності (of the efficiency) з показником  $R$ .

Невирішеною частиною проблеми залишаються питання SEE-управління як засобу підвищення результативності процесів функціонування складних систем у парадигмі «кількість/якість» на основі вимірювання й оцінювання складових цієї результативності із зазначенням конкретних регуляторних дій зі змінення результативності функціонування та розвитку систем на засадах квантового підходу.

**Метою статті** є розкриття ролі та значення квантового підходу до пізнання, моделювання, вимірювання й оцінювання результативності процесів у функціонуванні та розвитку підприємств як систем на засадах SEE-управління, а також доповнення на цій основі методології згаданого управління на базі авторських складових результативності у контексті парадигми «кількість/якість»

у наративі «зростання/розвиток» для уточнення алгоритмів дій у процесі управління системою, яка прагне динамічно розвиватися.

Сучасна парадигма управлінської науки базується на переосмисленні традиційних підходів і методик до управління системами різних ієрархічних рівнів з метою оцінювання результативності функціонування цих систем. Складність і нелінійність сучасних економічних процесів вимагають переходу від детермінованих методів аналізу до методології теорії складності. Найбільш перспективним інструментарієм для ідентифікації прихованих закономірностей у функціонуванні підприємств як складних, динамічних систем на мікрорівні наразі виступає квантовий підхід. Перехід до квантового підходу стає дієвим фактором підвищення результативності функціонування підприємств як систем, сприяє покращенню управління нелінійними процесами із використанням синергії для досягнення цілей зазначеного функціонування (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняння підходів до оцінювання результативності процесів

Характеристика	Класичний підхід (механістичний)	Квантовий підхід (системний)
Структура	Ієрархічна, жорстка	Мережева
Прогнозування	Лінійне, на основі минулого	Ймовірнісне, на основі сценаріїв
Фокус	Окремі елементи	Взаємозв'язки, врахування потенціалів

Джерело: сформовано авторкою.

Результативність процесів у квантовому управлінні має характеризувати не просто досягнення фінансових показників, а здатність системи постійно трансформуватися, зберігаючи внутрішню цілісність у непередбачуваному зовнішньому середовищі.

Серед підходів, котрі застосовано у нашому дослідженні, результати якого презентуються, слід виокремити SEE-управління як методологію аналізу, прогнозування тощо з метою підвищення дієвості складних систем, що базується на тріаді *характеристик* показників, які формують акронім SEE:  $S$  – Scale (масштабність, характеризує кількісну складову процесу; основним індикатором тут слугує показник  $K$  (коефіцієнт масштабності), який відображає обсяг ресурсів або продуктів у системі);  $E$  – Effectiveness (ефективність, відображає якісну складову; вимірюється показником  $E$ , що демонструє, наскільки якісно використовуються ресурси для отримання результату);  $R$  – Efficiency (результативність з інтегральним показником  $R$ , який поєднує масштабність та ефективність; він характеризує загальну «силу» або дієвість функці-

онування системи з кількісного та якісного боків одночасно).

Ключовими особливостями авторського підходу під назвою «SEE-управління» з-поміж інших є: *енергетичний підхід* (модель SEE-управління розглядає результати функціонування підприємств як систем у тому числі і за допомогою коефіцієнта корисної дії (ККД)); *математичне моделювання* (SEE-управління використовує авторські математичні моделі для розрахунку того, як зміна масштабності ( $K$ ) або ефективності ( $E$ ) впливає на загальну результативність ( $R$ ) функціонування систем); *сфера застосування* – методологія SEE-управління активно використовується для оцінювання дієвості операційних процесів підприємств, аналізу регіонального розвитку, управління ризиками (SEE-ризиків), вишукування потенціалів (SEE-резервів) тощо. Цей підхід дозволяє керівним працівникам своєчасно бачити, за рахунок чого досягається результат (до прикладу, завдяки нарощуванню обсягів (Scale), оптимізації внутрішніх якостей процесу (Effectiveness) при одночасному

врахуванні першого та другого (Efficiency)). Він сприяє своєчасному внесенню відповідних коректив у процес управління ще до отримання кінцевого результату функціонування підприємств як систем.

Квантифікацією в економіці вважають процес кількісного вираження якісних економічних ознак, явищ та процесів, що дозволяє їх вимірювати, аналізувати й моделювати за допомогою математичних і статистичних методів. Вона містить присвоєння числових значень для спостережень, аналіз відношень (до прикладу, використання коефіцієнтів, таких як коефіцієнт Тобіна), побудову кількісних моделей для передбачення економічної динаміки.

**С**ьогодні квантові технології формуються як новий напрям знань, котрий базується на засадах квантової механіки, і використовуються для пояснення економічних процесів за допомогою таких понять, як квантова суперпозиція, невизначеність і заплутаність. Такі технології спираються на фундаментальні принципи квантової фізики. Зокрема, принцип невизначеності, який вказує на неможливість одночасно точно визначити всі характеристики частинки, застосовується для моделювання економічної невизначеності, пов'язаної з функціонуванням систем. Принцип квантової суперпозиції передбачає можливість перебування частинки в кількох станах одночасно, використовується для створення моделей розвитку систем та аналізу їхнього впливу на економіку. Принцип квантової заплутаності розкриває взаємозв'язок між частинками незалежно від відстані між ними, слугує основою для моделювання зв'язків між функціонуванням/активністю та економічним розвитком систем.

Квантова економіка вносить реальні зміни в функціонування та розвиток підприємств як систем, збільшує потенціал такого розвитку. Вона є передовим напрямом економіки, який дозволяє переосмислити загальновідомі й усталені підходи до управління процесами. Квантовий підхід дозволяє радикально змінити розуміння процесів і сприяти підвищенню результативності функціонування підприємств як систем. Квантове обчислення відкриває новітні перспективи в теорії результативності функціонування та розвитку систем, доповнює традиційні методи контролю ризиків, зокрема, SEE-ризиків. Квантові алгоритми сприяють глибшому розумінню процесів, оперативнішій обробці та аналізуванню великих обсягів інформації щодо дієвості систем. Вони покращують бачення кращих/оптимальних результатів функціонування систем. У квантових комп'ютерах враховується

безліч сценаріїв функціонування та розвитку підприємств як систем.

У квантових алгоритмах формується точна і динамічна цінність складних динамічних процесів, враховується нелінійна залежність та зміна умов функціонування систем у режимі реального часу. Квантові моделі прискорюють дослідницькі процеси щодо дієвості систем, зменшують витрати і покращують точність вимірювання й оцінювання результативності процесів, роблять їх гнучкішими, дієвішими та менш витратним. Квантовий алгоритм здатний враховувати одночасно багато змінних умов реального часу.

Економічна теорія та теорія результативності мають охоплювати традиційні і квантові моделі, кожна з яких володіє перевагами й обмеженнями при застосуванні. Переваги квантових моделей описуються точністю прогнозування щодо функціонування та розвитку систем. Квантові моделі дозволяють симулювати майбутні сценарії, враховують невизначеність та ймовірнісну природу процесів, які відбуваються в системах і потребують вимірювання, моделювання й оцінювання результативності. Моделі результативності повинні враховувати взаємодію багатьох змінних, у тому числі, непередбачуваних. Квантова економіка підкреслює синергію між науковими дослідженнями та їхніми результатами, дозволяє підвищувати результативність функціонування систем.

Під функціонуванням системи ми, як завжди, матимемо на увазі таке виконання системою певних функцій, котре визначається ресурсним, виробничим, матеріальним, фінансовим, соціальним, економічним, екологічним, технологічним, логістичним, інституціональним та ін. потенціалами та яке пов'язане з відповідними ризиками, передбачає наслідки цього виконання, тому потребує управління. Поява та/або зміна функцій призводить до зміни властивостей системи, впливає на розвиток цієї системи. Під розвитком системи розумітимемо процес, унаслідок якого відбувається зміна її якості, перехід від одного якісного стану системи до іншого, вищого [19].

**С**истемою (від гр. σύντημα – «сполучення», «ціле», «з'єднання») є множина взаємопов'язаних елементів, які утворюють єдине ціле, взаємодіють між собою та з середовищем і мають мету. Розвиток системи передбачає якісні зміни, що дає нам змогу виокремити поняття розвитку і зростання, які співвідносяться як частка та ціле. Зростання передбачає кількісну зміну значень показників. Зростання не завжди супроводжується розвитком. Еталонний аттрактор, стійкий стан, у який потрапляє система і в якій певний час функці-

онує (атрактором є множина, стійка сфера рішення; у нас – з показниками складових результативності дієвого функціонування будь-якої системи) враховує наявність і зростання, і розвитку.

Оцінювання стану системи потребує відповідного оцінювання результативності процесів її функціонування та розвитку при здійсненні SEE-управління цими процесами. Складовою частиною концептуального механізму SEE-управління процесів функціонування складних систем є показники складових результативності процесів. При дослідженні процесів використовуватимемо такі авторські моделі показників складових результативності процесів:

$$J_R = J_K \cdot J_E = J_K \cdot J_{V/Z} = J_G \cdot J_{1+V/Z}, \quad (1)$$

$$J_R = J_G \cdot J_{1+V/Z} \cdot J_{G/Z} \cdot J_{V/G} = J_G \cdot J_{1+V/Z} \cdot J_{G/Z} \cdot J_{1+Z/G}, \quad (2)$$

де індекси  $J_R, J_K, J_E$  та інші є індексами зміни певних показників як відношень відповідних показників до базисних.

У цих моделях  $V$  – показник загального продукту процесу;  $Z$  – показник його продукту як затрат;  $G - V - Z$  – показник продукту як користі процесу;  $K = G + Z \cdot G/V$  – показник його масштабного продукту;  $K = V/Z$  – показник ефективності процесу як відношення показників загального продукту  $V$  і продукту як затрат  $Z$ . Усі зазначені показники вимірюються у вартісному виразі за одиницю часу (як правило, за рік) на одного працівника у фактичних цінах.

Вони не є складними в обчисленні, а є універсальними з точки зору можливості застосування до будь-якого процесу. Масштабний продукт із показником  $K$  процесу, який досліджується, та ефективність з показником  $E$  процесу мають самостійне значення, вони характеризують процес з різних сторін: масштабний продукт – з кількісної, а ефективність – з якісної. Оскільки при дослідженні процесу важливим є одночасне врахування й кількісної, й якісної його характеристик, то мірою результативності ( $R$ ) процесу може бути добуток відповідних показників його масштабного (кінцевого) продукту ( $K$ ) та ефективності ( $E$ ). Відповідні показники перемножуються, бо враховуються і перший, і другий (логічне множення):  $R = K \cdot E = K \cdot V / Z = G(1+V/Z)$ . Показник  $R$  є показником результативності процесів (детальніше – в роботах ([19–22] та інших).

На нашу думку, до результативності процесу має застосовуватися критерій «кількість/якість»: «потребують розглядання категорія результативності (of the efficiency) будь-якого процесу за кінцевими наслідками одночасно і з кількісного боку,

у вигляді інкременту/декременту (інкременту як операції зростання значення показника, на відміну від декременту як операції зменшення значення показника) його масштабного продукту, і з якісного, з урахуванням інкременту/декременту ефективності (of the effectiveness), та відповідні їм показники як інкрементно-декрементні індикатори. Стосовно результативності процесу вважатимемо, що атрактор розвитку визначається синергетичною комбінацією якісних і кількісних інкрементів, які сприяють формуванню енергій для подальшого розвитку системи. Із урахуванням синергетичного підходу система певний час перебуває в полі дії певного атрактора, де формуються структура та властивості системи. Своєчасне визначення (розрахунок) та коригування складових результативності дозволяє за потребою оперативно вносити зміни в дієвість функціонування системи в процесі SEE-управління [23].

Звертаючись до «квантового управління» у менеджменті підкреслимо, що вважаємо його метафоричним терміном, який можна застосувати для опису сучасних управлінських підходів, що відходять від традиційних ієрархічних структур до більш гнучких, адаптивних та інноваційних моделей, котрі нагадують принципи квантової фізики.

Отже, процес квантового SEE-управління результативністю (з показником  $R$ ) функціонування та розвитку підприємств як систем передбачатиме наступне. У випадку наявності зростання (показник  $K$  масштабного продукту процесу збільшився) та відсутності розвитку (показник  $E$  ефективності процесу не збільшився) енергія на вході в систему (енергія ресурсів) забезпечує приріст кількісних показників, але якісного покращення функціонування системи не відбувається; маємо відсутність якісних інкрементів ефективності, кількісний інкремент масштабності забезпечується за рахунок інерційного використання результатів якісних інкрементів ефективності попередніх періодів; атрактор розвитку системи можна назвати інерційним.

У випадку відсутності зростання (показник  $K$  масштабного продукту процесу не збільшився) та розвитку (показник  $E$  ефективності процесу не збільшився) системи не забезпечується енергія її розвитку, кількісний і якісний інкременти відсутні, присутні кількісні та якісні декременти, атрактор розвитку системи не визначається. У випадку наявності розвитку (показник  $E$  ефективності процесу зростає) і відсутності зростання (показник  $K$  масштабності не збільшився) поява якісного інкременту не забезпечує кількісного інкременту через певні обмеження; атрактор

розвитку можна визначити як стохастичний. У випадку наявності зростання (показник  $K$  масштабного продукту процесу збільшився) і розвитку (показник  $E$  ефективності процесу також збільшився) ситуація характеризується збільшенням і якісних, і кількісних показників функціонування системи; якісний і кількісний інкременти визначають звичайний атрактор розвитку.

**П**оказники авторських SEE-моделей результативності процесів можуть мати наступну квантову інтерпретацію. Масштабність (Scale,  $K$ , квантове поле) може слугувати не просто фізичним розміром, а обсягом «поля впливу» підприємства. У цьому випадку квантове управління розглядатиме показник  $K$  як амплітуду ймовірності: наскільки широко система може розповсюдити свій вплив на ринку без втрати цілісності. Це визначення потенціалу системи в суперпозиції станів. Ефективність (Effectiveness,  $E$ , стан системи) можна розглядати як ступінь досягнення цілей, тоді в квантовій моделі це «вектор стану». Ефек-

тивність визначається тим, наскільки точно система «колапсує» з безлічі стратегічних можливостей у конкретний успішний результат. Квантовий підхід тут мінімізує «шум» (втрати) при переході від мети до дії. Результативність (Efficiency,  $R$ , квантовий «тунельний» ефект) з квантової точки зору можна порівняти з «тунелюванням». Це здатність системи досягати високих результатів за оптимальних енергетичних бар'єрів (витрат). Високий показник  $R$  свідчатиме про те, що підприємство знайшло «найкоротший шлях» крізь ринкові перешкоди, використовуючи резонанс внутрішніх процесів.

Квантовий підхід до управління підприємством розглядає його (організацію) не як механічну структуру, а як складну, динамічну та взаємозалежну систему, де результативність залежить від станів невизначеності, спостереження та енергетичного потенціалу. Для дієвого SEE-управління функціонування підприємств як систем на мікрорівні пропонуємо відповідну матрицю результативності процесів на засадах квантової логіки (таблиця 2).

Таблиця 2

Матриця SEE-управління результативністю процесів на засадах квантової логіки

Етап SEE-управління	Показник	Квантова аналогія	Сутність
Scale	$K$	Потенціал енергії	Здатність системи до масштабування без зростання ентропії (хаосу)
Effectiveness	$E$	Точність спостереження	Відповідність реального стану системи (результату) цільовій хвильовій функції
Efficiency	$R$	Квантова когерентність	Узгодженість всіх елементів системи, що дає максимальний вихід при оптимумі (мінімумі) ресурсів

Джерело: сформовано авторкою.

SEE-управління на квантових засадах може мати певні переваги, серед яких *нелінійність розрахунків* (квантові підходи дозволяють врахувати, що зміна масштабності ( $K$ ) може призвести до експоненціального (а не лінійного) зростання результативності ( $R$ ) завдяки синергічним ефектам; *динамічна стійкість* (результати функціонування підприємства оцінюються не за минулими звітами, а за його «хвильовою функцією» – здатністю генерувати результат у майбутньому). Для математичного моделювання таких процесів сьогодні активно використовуються алгоритми, котрі базуються на принципах Quantum Decision Theory (QDT, квантової теорії рішень), які допомагають приймати управлінські рішення в умовах, коли класична логіка SEE-аналізу та SEE-управління стикається з парадоксами ринку.

Така інтерпретація робить модель SEE-управління досить потужним інструментом для інтелектуальних систем менеджменту нового покоління

у контексті моделі суспільства майбутнього (Суспільства 5.0, котре «...поділяє ті ж цінності, які просуває п'ятий етап «Промислової революції», а тому необхідно констатувати, що за умови їхньої синергії можливе формування стійкої та ефективної майбутньої економічної системи...» [24]), у якому можна досягти як економічного зростання, так і вирішення соціальних та інших проблем шляхом повного використання передових технологій: впровадження штучного інтелекту, квантових технологій тощо.

## ВИСНОВКИ

Розглянуті нами деякі основні теоретичні й практичні аспекти квантової економіки, що ґрунтуються на принципах квантової механіки (суперпозиції, невизначеності, запутаності), та базові засади результативності процесів функціонування і розвитку підприємств як систем, дозволили запропонувати застосування SEE-управління в оці-

нюванні стану та динаміки систем, а також параметрів функціонування й атракторів розвитку підприємств. SEE-управління ґрунтується на авторських поняттях складових результативності процесів. Зазначене вище слугує засобом для прийняття управлінських рішень стосовно дієвості систем.

Квантова економіка відкриває нові перспективи для розуміння складних, динамічних процесів у ній, що має змінити підходи до пізнання, вимірювання, моделювання й оцінювання результативності функціонування та розвитку підприємств як систем на мікрорівні, до оновленого сприйняття економічних закономірностей і стратегій. SEE-управління на засадах квантового підходу може становити підґрунтя модернізації економіки, що є предметом наших подальших розвідок. ■

### БІБЛІОГРАФІЯ

- Solow R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*. 1956. Vol. 70. No. 1. P. 65–94.
- Romer P. M. Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*. 1990. Vol. 98. No. 5. Part 2. P. S71–S102. URL: <https://paulromer.net/posts/2015/pdf/Endogenous.pdf>
- Вовк В. М. Математичні методи дослідження операцій в економіко-виробничих системах : монографія. Львів : Видав. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2007. 584 с.
- Колотило Д. М. Екологія і економіка : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2005. 578 с.
- Kornai J. The Road to a Free Economy. Shifting from a Socialist System. The Example of Hungary. New York : W. W. Norton & Company, 1991. 224 p.
- North D. Understanding the Process of Economic Change. Princeton University Press, 2010. 200 p.
- Odum H. T. Ecological and General Systems: An Introduction to Systems Ecology. Revised ed. Niwot : University Press of Colorado, 1994. 644 p.
- Stiglitz J. E., Meier G. M. Frontiers of development economics: the future in perspective. Washington, D.C. ; Oxford; New York: World Bank : Oxford University Press, 2001. 575 p.
- Rampling P. N., Eddie I. A. Quantum Economics in Today's World // ResearchGate GmbH. 2019. 15 Nov. 16 p. URL: [https://www.researchgate.net/publication/337291048\\_Quantum\\_Economics\\_in\\_Today's\\_World](https://www.researchgate.net/publication/337291048_Quantum_Economics_in_Today's_World)
- Orrell D. Quantum Economics // Semantic Scholar. 2018. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Quantum-Economics-Orrell/0e82544b506d199f8f1f5a38f63c59249550478e>
- Taylor R. Quantum Technology Development, Policy and Governance in the US // ResearchGate GmbH. 2021. URL: [https://www.researchgate.net/publication/356613273\\_Quantum\\_Technology\\_Development\\_Policy\\_and\\_Governance\\_in\\_the\\_US](https://www.researchgate.net/publication/356613273_Quantum_Technology_Development_Policy_and_Governance_in_the_US)
- Guijo D., Onofre V., Bimbo G. Quantum artificial vision for defect detection in manufacturing // *arXiv preprint arXiv:2209.02035*. 2022. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Quantum-artificial-vision-for-defect-detection-in-Guijo-Onofre/78911b5f5cbccf35c01bfc2f805beeb23a30c1ff>
- Pistoia M., Ahmad S. Farhan, Ajagekar A. Quantum Machine Learning for Finance // *arXiv*. 2021. URL: <https://arxiv.org/abs/2109.04298>
- Wendt A. Quantum mind and social science: unifying physical and social ontology // Cambridge University Press. 2022. URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/international-theory/article/alexander-wendt-quantum-mind-and-social-science-unifying-physical-and-social-ontology/7F13D7FAE66C3525C31A5283F15235C3>
- Буреннікова Н. В., Ярмоленко В. О. SEE-управління на базі складових результативності як засіб підвищення дієвості процесу функціонування складних систем: сутність, методологія. *Бізнес Інформ*. 2016. № 1. С. 145–152.
- Мочерний С. В. Економічна теорія. Київ : Академія (Альма-матер), 2003. 656 с.
- Климаш Н. І. Науково-теоретичні аспекти сутності понять «ефективність» та «результативність». *Наукові праці НУХТ*. 2009. № 28. С. 124–125.
- Олексюк О. І. Економіка результативності : монографія. Київ : КНЕУ, 2008. 362 с.
- Ярмоленко В. О., Буреннікова (Поліщук) Н. В. Використання F-імпульсів як індикаторів спрямованості наслідків процесів функціонування складних систем в авторському SEE-аналізі дієвості процесів на основі складових результативності. *Scientific World*. 2015. Vol. 18. Iss. 1. P. 4–14.
- Ярмоленко В. О., Поліщук Н. В. Складові результативності функціонування складних систем як об'єкти моделювання. *Вісник Черкаського університету. Серія: Економічні науки*. 2012. № 33 (246). С. 86–93.
- Yarmolenko V., Burennikova N., Pavlov S., Kavetskiy V., Zavgorodnii I., Havrysh K. et al. Practice Analysis of Effectiveness Components for the System Functioning Process: Energy Aspect. *ISDMCI 2021: Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making*. Springer, 2021. P. 282–296. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-82014-5?page=2>
- Буреннікова (Поліщук) Н. В. Функціонування економічних систем: моделі складових результативності : [моногр.] Вінниця : ВНАУ, 2010. 396 с.
- Буреннікова Н. В., Ярмоленко В. О., Буренніков Ю. Ю. Результативність функціонування та розвитку систем: оновлені підходи до дефініцій SEE-управління. *Бізнес Інформ*. 2021. № 3. С. 94–100.
- Красношарпа А., Фокіна-Мезенцева К. В. Характеристика та аналіз особливостей трансформації від Індустрії 4.0 до Індустрії 5.0 та Суспільства 5.0. *Молодий вчений*. 2025. № 1 (132). С. 177–183.

## REFERENCES

- Buriennikova N. V. & Yarmolenko V. O. (2016). SEE-upravlinnia na bazi skladovykh rezultatyvnosti yak zasib pidvyshchennia diievosti protsesu funktsionuvannia skladnykh system: sutnist, metodolohiia [SEE-management based on performance components as a means of increasing the efficiency of the functioning process of complex systems: essence, methodology]. *Biznes Inform*, 1, 145–152.
- Buriennikova N. V., Yarmolenko V. O. & Buriennikov Yu. Yu. (2021). Rezultatyvnist funktsionuvannia ta rozvytku system: onovleni pidkhody do definitsii SEE-upravlinnia [Effectiveness of functioning and development of systems: updated approaches to the definitions of SEE-management]. *Biznes Inform*, 3, 94–100.
- Buriennikova (Polishchuk) N. V. (2010). *Funktsionuvannia ekonomichnykh system: modeli skladovykh rezultatyvnosti: [monohr.]* [Functioning of economic systems: models of performance components: [monograph]]. VNAU.
- Guijo D., Onofre V. & Bimbo G. (2022). Quantum artificial vision for defect detection in manufacturing. *arXiv preprint arXiv:2209.02035*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Quantum-artificial-vision-for-defect-detection-in-Guijo-Onofre/78911b5f5cbccf35c01bfc2f805beeb23a30c1ff>
- Klymash N. I. (2009). Naukovo-teoretychni aspekty sutnosti poniat «efektyvnist» ta «rezultatyvnist» [Scientific and theoretical aspects of the essence of the concepts of “efficiency” and “effectiveness”]. *Naukovi pratsi NUKhT*, 28, 124–125.
- Kolotylo D. M. (2005). *Ekolohiia i ekonomika: navch. posib*. [Ecology and economy: study guide]. KNEU.
- Kornai J. (1991). *The Road to a Free Economy. Shifting from a Socialist System. The Example of Hungary*. W. W. Norton & Company.
- Krasnoshapka A. & Fokina-Mezentseva K. V. (2025). Kharakterystyka ta analiz osoblyvostei transformatsii vid Industrii 4.0 do Industrii 5.0 ta Suspilstva 5.0 [Characteristics and analysis of features of transformation from Industry 4.0 to Industry 5.0 and Society 5.0]. *Molodyi vchenyi*, 1 (132), 177–183.
- Mochernyi S. V. (2003). *Ekonomichna teoriia* [Economic theory]. Akademiia (Alma-mater).
- North D. (2010). *Understanding the Process of Economic Change*. Princeton University Press.
- Odum H. T. (1994). *Ecological and General Systems: An Introduction to Systems Ecology*. University Press of Colorado.
- Oleksiuk O. I. (2008). *Ekonomika rezultatyvnosti: monohrafiia* [Economy of effectiveness: monograph]. KNEU.
- Orrell D. (2018). Quantum Economics. *Semantic Scholar*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Quantum-Economics-Orrell/0e82544b506d199f8f1f5a38f63c59249550478e>
- Pistoia M., Ahmad S. Farhan & Ajagekar A. (2021). Quantum Machine Learning for Finance. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2109.04298>
- Ramplig P. N. & Eddie I. A. (2019, November 15). Quantum Economics in Today's World. *ResearchGate GmbH*. [https://www.researchgate.net/publication/337291048\\_Quantum\\_Economics\\_in\\_Today's\\_World](https://www.researchgate.net/publication/337291048_Quantum_Economics_in_Today's_World)
- Romer P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 5(98), S71–S102. <https://paulromer.net/posts/2015/pdf/Endogenous.pdf>
- Solow R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 1(70), 65–94.
- Stiglitz J. E. & Meier G. M. (2001). *Frontiers of development economics: the future in perspective*. Oxford University Press.
- Taylor R. (2021). Quantum Technology Development, Policy and Governance in the US. *ResearchGate GmbH*. [https://www.researchgate.net/publication/356613273\\_Quantum\\_Technology\\_Development\\_Policy\\_and\\_Governance\\_in\\_the\\_US](https://www.researchgate.net/publication/356613273_Quantum_Technology_Development_Policy_and_Governance_in_the_US)
- Vovk V. M. (2007). *Matematychni metody doslidzhenia operatsii v ekonomiko-vyrobnychkykh systemakh: monohrafiia* [Mathematical methods of operations research in economic and production systems: monograph]. Vydav. tsentr LNU im. I. Franka.
- Wendt A. (2022). Quantum mind and social science: unifying physical and social ontology. *Cambridge University Press*. <https://www.cambridge.org/core/journals/international-theory/article/alexander-wendt-quantum-mind-and-social-science-unifying-physical-and-social-ontology/7F13D7FAE66C3525C31A5283F15235C3>
- Yarmolenko V. O. & Buriennikova (Polishchuk) N. V. (2015). Vykorystannia F-impulsiv yak indykatoriv spriamovanosti naslidkiv protsesiv funktsionuvannia skladnykh system v avtorskomu SEE-analizi diievosti protsesiv na osnovi skladovykh rezultatyvnosti [Using F-pulses as indicators of the direction of the consequences of the functioning of complex systems in the author's SEE-analysis of the effectiveness of processes based on performance components]. *Scientific World*, 1(18), 4–14.
- Yarmolenko V. O. & Polishchuk N. V. (2012). Skladovi rezultatyvnosti funktsionuvannia skladnykh system yak obiekty modeliuvannia [Components of the effectiveness of the functioning of complex systems as objects of modeling]. *Ekonomichni nauky*, 33 (246), 86–93.
- Yarmolenko V., Burennikova N., Pavlov S., Kavetskiy V., Zavgorodnii I. & Havrysh K. (2021). *Practice Analysis of Effectiveness Components for the System Functioning Process: Energy Aspect*. ISDMCI 2021: Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-82014-5?page=2>

Стаття надійшла до редакції / Received: 10.01.2026 р.

Статтю прийнято до публікації / Accepted: 24.01.2026 р.

Оприлюднено / Published: 25.02.2026 р.