

## ПРАКТИКА ВИМІРЮВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА КОРИСНОЇ ДІЇ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ПОКАЗНИКІВ СКЛАДОВИХ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ

© 2018 ЯРМОЛЕНКО В. О., БУРЕННИКОВА Н. В.

УДК 330.3:338.24:303.22:631.1:51-77

JEL Classification: C52 D61, M21

Ярмоленко В. О., Буреннікова Н. В.

### Практика вимірювання коефіцієнта корисної дії процесу функціонування системи на основі показників складових результативності

У науковій літературі, яка базується на аналізі систем за допомогою так званого енергетичного підходу, ефективність перетворення енергії характеризується коефіцієнтом корисної дії (ККД) системи. Мета статті – розгляд винайденої авторами методики вимірювання на практиці ККД процесу функціонування системи на основі авторських показників складових результативності. Стверджується, що при аналізі процесу функціонування системи (як потоку певних підпроцесів) можна говорити про дію його енергії за допомогою об'єктів впливу на кінцевий результат, а тому ККД процесу можна вимірювати на основі кінцевого результату дії енергії – продуктів процесу функціонування. Запропоновано підходи до вимірювання зазначених коефіцієнтів на базі використання авторських показників складових результативності підпроцесів процесів функціонування систем, заснованих на авторських моделях. На прикладах економічної та педагогічної систем показано можливість практичної реалізації винайденої авторами методики вимірювання ККД процесів функціонування систем; у цьому якраз і полягає наукова новизна запропонованих результатів дослідження. Сформовано думку: рейтингові оцінки відповідних показників сприяють усвідомленню порівняльної характеристики змін кожного з об'єктів процесу у просторово-часовому розташуванні. З'ясовано на наведеному прикладі економічного процесу, що рейтингова оцінка ККД процесу є такою самою, що і рейтингова оцінка ефективності, але вона не завжди є такою самою, як рейтингові оцінки масштабного продукту та результативності процесу. Дано за допомогою математичних залежностей пояснення фактам появи з необхідністю таких випадків, а саме доведено, що ККД процесу і ефективність еквівалентні з точки зору характеристики процесу. Презентована методика розширює існуючі аспекти у контексті аналізу понять і процесів на основі енергетичного підходу.

**Ключові слова:** енергетичний підхід, коефіцієнт корисної дії процесу, дієвість процесу, масштабність, ефективність і результативність процесу, моделі складових результативності Буреннікової (Поліщук) – Ярмоленка, SEE-аналіз, SEE-управління.

Табл.: 3. Формул: 13. Бібл.: 26.

Ярмоленко Віктор Олексійович – доктор фізико-математичних наук, доцент (Вінниця, Україна)

E-mail: 01559yarmol@ukr.net

Буреннікова Наталія Вікторівна – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри моделювання та інформаційних технологій в економіці, Вінницький національний аграрний університет (вул. Сонячна, 3, Вінниця, 21008, Україна)

E-mail: n.burennikova@ukr.net

ORCID: 0000-0002-2529-1372

Researcher ID: i-8441-2018

УДК 330.3:338.24:303.22:631.1:51-77

JEL Classification: C52 D61, M21

UDC 330.3:338.24:303.22:631.1:51-77

JEL Classification: C52 D61, M21

### Ярмоленко В. А., Буреннікова Н. В. Практика измерения коэффициента полезного действия процесса функционирования системы на основе показателей составляющих результативности

В научной литературе, основанной на анализе систем при помощи так называемого энергетического подхода, эффективность преобразования энергии характеризуется коэффициентом полезного действия (КПД) системы. Цель статьи – рассмотрение найденной авторами методики измерения КПД процесса функционирования системы на основе авторских показателей составляющих результативности процесса. Утверждается, что при анализе процесса функционирования системы (как потока определенных подпроцессов) можно говорить о действии его энергии при помощи объектов влияния на конечный результат, а поэтому КПД процесса можно измерять на основании конечного результата действия энергии – продуктов процесса функционирования. Предложены подходы к измерению указанных коэффициентов на базе использования авторских показателей составляющих результативности подпроцессов процессов функционирования систем, основанных на авторских моделях. На примерах экономической и педагогической систем показана возможность практической реализации найденной авторами методики измерения КПД процессов функционирования си-

### Yarmolenko V. O., Burennikova N. V. The Practice of Measuring the Efficiency Coefficient of the Process of System Operation Based on Indicators of Efficiency Components

In scientific works based on the analysis of systems with the help of the so-called energy approach, energy conversion efficiency is characterized by the efficiency coefficient of the system. The aim of the article is to examine the developed by the authors methodology for measuring efficiency of the process of system operation based on the author's indicators of components of process efficiency. It is argued that when analyzing the process of system operation (as a flow of certain subprocesses), one can speak about the impact of its energy, through the objects of influence, on the final result, and therefore the efficiency coefficient of the process can be measured based on the final result of the energy impact – products of the operation process. Approaches to the measurement of these coefficients by means of the author's indicators of efficiency components of subprocesses of the system operation, based on the author's models, are proposed. Using the examples of economic and pedagogical systems, the possibility of practical implementation of the developed by the authors methodology for measuring the efficiency coefficient of the processes of system operation is demonstrated, which presents the scientific novelty of the proposed research results. There formed a thought:

стем; именно в этом и состоит научная новизна предложенных результатов исследования. Сформирована мысль: рейтинговые оценки соответствующих показателей способствуют осознанности сравнительной характеристики изменений каждого из объектов процесса в пространственно-временном расположении. Выяснено на приведенном примере экономического процесса, что рейтинговая оценка КПД процесса совпадает с рейтинговой оценкой эффективности, но она не всегда совпадает с рейтинговой оценкой масштабного продукта и результативности процесса. Даны при помощи математических зависимостей пояснения фактам появления с необходимостью таких случаев, а именно доказано, что КПД процесса и эффективность эквивалентны с точки зрения характеристики процесса. Предложенная методика расширяет существующие аспекты в контексте анализа понятий и процессов на основе энергетического подхода.

**Ключевые слова:** энергетический подход; коэффициент полезного действия процесса, действенность процесса, масштабность, эффективность и результативность процесса, модели составляющих результативности Буренниковой (Полещук) – Ярмоленко; SEE-анализ, SEE-управление.

**Табл.:** 3. **Формул:** 13. **Библ.:** 26.

**Ярмоленко Виктор Алексеевич** – доктор физико-математических наук, доцент (Винница, Украина)

**E-mail:** 01559yarmol@ukr.net

**Буренникова Наталия Викторовна** – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой моделирования и информационных технологий в экономике, Винницкий национальный аграрный университет (ул. Солнечная, 3, Винница, 21008, Украина)

**E-mail:** n.burennikova@ukr.net

**ORCID:** 0000-0002-2529-1372

**Researcher ID:** i-8441-2018

the ranking scores of relevant indicators contribute to realizing the comparative characteristics of changes in each of the objects involved in the process in space-time arrangement. Based on the example of the economic process it is found that the ranking score of the efficiency coefficient of the process coincides with the ranking score of its effectiveness, but it does not always coincide with the ranking score of the gross product and the efficiency of the process. With the help of mathematical dependencies, there explained the facts of the emerging of such cases: namely, it is proved that the efficiency coefficient of the process and its effectiveness are equivalent in terms of process characteristics. The proposed methodology expands the existing aspects in the context of the analysis of concepts and processes based on the energy approach.

**Keywords:** energy approach, efficiency coefficient of the process, force of the process, scale, effectiveness and efficiency of the process, Burennikova (Polishchuk)-Yarmolenko models of efficiency components, SEE analysis, SEE management.

**Tbl.:** 3. **Formulae:** 13. **Bibl.:** 26.

**Yarmolenko Viktor O.** – Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor (Vinnytsia, Ukraine)

**E-mail:** 01559yarmol@ukr.net

**Burennikova Nataliia V.** – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Head of the Department of Modeling and Information Technologies in Economy, Vinnytsia National Agrarian University (3 Soniachna Str., Vinnytsia, 21008, Ukraine)

**E-mail:** n.burennikova@ukr.net

**ORCID:** 0000-0002-2529-1372

**Researcher ID:** i-8441-2018

**Постановка проблеми.** У науковій літературі періодично публікуються роботи на основі аналізу систем на базі так званого енергетичного підходу. При цьому ефективність перетворення енергії характеризується коефіцієнтом корисної дії (ККД) системи, котрий, як доведено, завжди є меншим ста процентів, тобто перетворення енергії у принципі без втрат є неможливим. Аналізуючи процес функціонування системи як потоку певних складових процесів (підпроцесів), можна говорити про діяння його енергії через об'єкти впливу на кінцевий результат, а тому коефіцієнт корисної дії можна вимірювати на основі кінцевого результату дії енергії – продуктів процесу функціонування.

У нашому розумінні енергія системи – така узагальнена характеристика системи, яка визначає її якісно-кількісний стан і зумовлює перетворення її структури шляхом зміни просторово-часового розташування елементів системи. Енергія (з грец. *ἐνέργεια* *перекладається як діяльність*) є рушійною силою будь-яких змін, у тому числі й процесів функціонування та розвитку систем. Актуальною з погляду енергетичного підходу є *практика* вимірювання коефіцієнта корисної дії процесу функціонування системи. Цим зумовлюється необхідність розробки методики вимірювання на практиці коефіцієнта корисної дії процесу функціонування системи на основі авторських показників результативності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Стосовно проблеми досліджень, пов'язаних з використанням енерге-

тичних підходів, слід зазначити, що такі науковці, як В. Бірюков [1] (дослідив час як економічний простір розвитку господарської системи, розглядав генерацію так званої економічної енергії), А. Вейнік [5] (стверджував: усі науки мають прийти до єдиної теорії; поняття енергії є універсальним, що обумовлено можливістю її застосування до усіх без виключення складних форм явищ, а не тільки до простих субстанцій), І. Коган [8] (систематизував і класифікував визначення і доповнення до поняття «енергія»), Л. Мельник [12] (дослідив механізми розвитку на основі енергії, ентропії та інформації), С. Подолинський [16] (започаткував енергетичну теорію), І. Прангишвілі [18] (досліджував проблеми управління складними системами з позиції ентропійних та інших системних закономірностей), М. Руденко [19] (сформував енергію прогресу), К. Ягельська [24] (довела раціональність виділення економічної енергії), Л. Ларуш [10], Д. Найко і О. Шевчук [14] (розглядали, по суті, енергію систем з позицій проблем фізичної економіки) та інші вивчали енергію систем з різних точок зору. Зокрема, К. Ягельська поряд з іншими питаннями економічної енергії розглядала й деякі питання, пов'язані з ККД [24, с. 103–107], але алгоритму його розрахунку не надавала.

Дискурс щодо результатів процесів, котрі виникають у системах різних типів і рівнів, вказує на те, що ці результати не мають чіткого окреслення низки показників, які їх характеризують. Стосовно показників дієвості різноманітних процесів як спроможності процесів давати певний

результат можна констатувати, що часто використовують поняття ефективності як поняття, еквівалентне результативності [2; 11; 13; 23], що породжує, на нашу думку, нечітку (недосконалу) смислоконструкцію стосовно як результативності, так і ефективності. Мають місце й інші точки зору щодо цього, як у роботах [6; 7; 9; 15; 20–22], котрі дозволяють уникнути поверхневого розглядання наслідків процесів функціонування систем. Результатами наших досліджень дієвості (of the force) процесу функціонування систем (від *процесу праці* (1996 р.) – до *будь-якого процесу функціонування систем* (2012 р.)) протягом понад 20 років доведено, що є сенс застосовувати ці результати до категорії результативності (of the efficiency) будь-якого процесу як такої, котра одночасно характеризується з кількісної сторони (у вигляді його масштабного продукту) і з якісної, з урахуванням ефективності (of the effectiveness) процесу. При цьому нами запропоновано використовувати комплекс взаємопов'язаних авторських показників як індикаторів процесу [3; 4; 17; 25; 26]. Ці підходи містять інноваційний концепт пізнання процесу функціонування системи, її окремих елементів. Новий зміст, на відміну від існуючих у зарубіжних і вітчизняних наукових розробках, нами вкладено у вишукування впливу змін просторово-часового розташування елементів системи на функціонування системи.

Що стосується проблеми досліджень, пов'язаних із використанням енергетичних підходів, то **невирішеною частиною цієї проблеми** є вдосконалення розробки і розкриття методики вимірювання на практиці коефіцієнта корисної дії (ККД) процесу функціонування системи на основі авторських показників результативності. Вказані вище авторські підходи мають сприяти вирішенню цієї частини проблеми.

*Метою дослідження* є вдосконалення розробки і розкриття методики вимірювання на практиці ККД процесу функціонування системи на основі авторських показників результативності. *Практична значущість* роботи полягає у тому, що в ній реалізовано моделі складових результативності для вимірювання на практиці ККД процесу функціонування системи на основі авторських показників результативності на прикладах економічного та педагогічного процесів. Процес, на наш погляд, – сукупність дій системи у просторі і часі за певних внутрішніх та зовнішніх умов (обставин) під впливом яких-небудь факторів (рушійних сил). Процес функціонування системи, своєю чергою, є сукупністю певних підпроцесів (складових процесів).

Загальний закон природи, як відомо, засвідчує: утворення співвідносного результату потребує затрат (втрат) ресурсів відповідних видів і певних дій над ними. Інакше кажучи, затрати ресурсів (*причина*) вимагають виконувати дії для отримання певного *результату*, і саме ця дія (або бездія) з затратами дає цей результат (тернар: *причина – дія – результат*).

При дослідженні використовуватимемо наші моделі складових частин результативності *будь-якого процесу* та відповідні показники як індикатори дієвості процесу [26]. Основою моделей слугує те, що наслідком будь-якого процесу є його продукти: як користь, як затрати, загальний продукт у вигляді продукту як користі та продукту як затрат, масштабний продукт у вигляді продукту як користі та

тієї частини продукту як затрат, котра пропорційна частці продукту як користі у загальному продукті. Складові показники результативності  $R$  процесу мають такий вигляд:  $V$  – показник загального продукту процесу;  $Z$  – показник його продукту як затрат;  $G = (V - Z)$  – показник продукту як користі процесу;  $E = V/Z$  – показник ефективності процесу як відношення показників загального продукту  $V$  і продукту як затрат  $Z$  (якісна складова результативності процесу);  $K = (G + ZG/V)$  – показник масштабного продукту процесу (кількісна складова показника результативності процесу);  $R = KE = KV/Z = G(1 + V/Z)$  – показник результативності процесу.

Інформаційною базою для обчислення показників складових результативності у випадку, наприклад, підприємств є річні фінансові звіти відповідних підприємств; їх слід для розрахунків брати у грошовому вимірі у фактичних цінах на одного працюючого. В інших випадках використовується певна інформаційна база з урахуванням того, що практичне застосування запропонованих підходів до дослідження певного процесу на основі моделювання залежить від специфіки цього процесу і потребує спеціального розгляду, що пов'язується з особливостями вимірювання продуктів процесу [26].

Щодо енергії, то відомо: енергія системи однозначно залежить від параметрів, що характеризують її стан. У будь-якій системі (наприклад, економічній, педагогічній тощо) її елементи поєднані різноманітними типами зв'язків. Розірвання або створення зв'язків потребує витрачання відповідної енергії, величина якої визначається типом зв'язків. Одні системи потребують задіявання більшої *енергії зв'язку*, а інші – меншої.

Має право на життя наша гіпотеза про існування *реакції результативності* – реакції на відповідний тип зв'язку (соціальний, економічний, екологічний, організаційний тощо), яка сприяє одержанню певного рівня результативності. Оцінювання цієї реакції, співвідносно з витрачанням енергії, щодо процесу функціонування системи потребує одночасного врахування як кількісної складової показника  $R$  результативності (показника  $K$  масштабного продукту), так і якісної його складової (показника  $E$  ефективності); енергія передається елементам системи та викликає її рух (зміну станів системи, її структури, поведінки тощо) [3; 4; 17; 25; 26].

Використаємо зазначене вище для вдосконалення і розкриття розробки методики вимірювання на практиці ККД процесу функціонування системи на основі авторських показників результативності на прикладах економічного та педагогічного процесів.

У вступі ми підкресливали, що енергія є узагальненою характеристикою руху матерії. Відомо, що енергію виробляють, передають, вимірюють її кількість. Будь-які процеси певного типу та ієрархічного рівня, розвиваючись у просторі і часі, виступають формою реалізації у просторово-часовому розташуванні специфічної для цього типу і рівня енергії. Наслідком (результатом) дії енергії процесу функціонування системи є його продукти, тому є можливість вимірювати ККД зазначеного процесу за його продуктами. Це можна здійснювати, наприклад, на основі авторських показників складових результативності.



К. Ягельська, розглядаючи в роботі [24] сутність і структуру економічної енергії, природно зупиняється в частині ефективності її перетворення на деяких питаннях, пов'язаних з ККД [24, с. 103–107], але алгоритму розрахунку ККД не надає.

Ми пропонуємо для розрахунку коефіцієнта корисної дії  $\eta$  процесу використати формулу (1) у вигляді відношення показника  $G$  продукту як користі процесу до показника  $V$  загального продукту процесу:

$$\eta = G / V. \quad (1)$$

Зауважимо, що у граничних випадках маємо таке:

$$\lim_{Z \rightarrow 0} \eta = \lim_{Z \rightarrow 0} G / V = \lim_{G \rightarrow V} G / V = 1; \quad (2)$$

$$\lim_{Z \rightarrow V} \eta = \lim_{G \rightarrow 0} G / V = 0; \quad (3)$$

$$\lim_{\eta \rightarrow 0} K = \lim_{G \rightarrow 0} (G + Z \cdot G / V) = \lim_{G \rightarrow 0} (G + Z \cdot G / V) = 0; \quad (4)$$

$$\lim_{\eta \rightarrow 1} K = \lim_{\eta \rightarrow 0} (G + Z \cdot G / V) = \lim_{G \rightarrow V} (G + Z \cdot G / V) = V; \quad (5)$$

$$\lim_{\eta \rightarrow 0} E = \lim_{\eta \rightarrow 0} (V / Z) = \lim_{Z \rightarrow V} (V / Z) = 1; \quad (6)$$

$$\lim_{\eta \rightarrow 1} E = \lim_{Z \rightarrow 0} (V / Z) = \infty; \quad (7)$$

$$\lim_{\eta \rightarrow 0} R = \lim_{\eta \rightarrow 0} (K \cdot V / Z) = \lim_{Z \rightarrow V} (V^2 / Z - Z) = 0; \quad (8)$$

$$\lim_{\eta \rightarrow 1} R = \lim_{\eta \rightarrow 1} (K \cdot V / Z) = \lim_{Z \rightarrow 0} (K \cdot V / Z) = \infty. \quad (9)$$

Формули (2)–(9) характеризують *принциповий* зв'язок між ККД і показниками складових результативності

процесів з точки зору їхньої зміни (збільшення або зменшення).

Зазначимо, що будь-які процеси певного типу та рівня ієрархії, розвиваючись у часі, виступають формою реалізації у просторово-часовому просторі специфічної саме для цього типу й ієрархічного рівня енергії. Це відповідає твердженню А. Вейніка [5] про те, що явища на різних світоглядних рівнях повинні мати певні аналогічні риси, підкорятися загальним законам.

Розглянемо практичне використання отриманих результатів щодо вимірювання на практиці ККД процесу на прикладах економічної [4] та педагогічної [25] систем. За приклад щодо економічного об'єкта дослідження обираємо процес здійснення капітальних інвестицій на захист і реабілітацію ґрунту, підземних і поверхневих вод України у 2011–2015 рр. Для цього використаємо результати нашої роботи [4], які отримано нами на основі використання авторських підходів до складових результативності. У табл. 1 наведено капітальні інвестиції та поточні витрати на захист і реабілітацію ґрунту, підземних і поверхневих вод України (у фактичних цінах; млн грн), а також кількість постійного населення (на кінець року), млн осіб, у 2011–2015 рр. Табл. 1 побудовано на основі табл. 1 роботи [4, с. 72]. Табл. 2 оформлено за даними табл. 2 роботи [4, с. 73] (значення показників  $V, Z, G, K, E, R$  взято саме з цієї роботи); вартісні показники табл. 2 подано у середньому за рік у гривнях на одну особу. У дужках у табл. 2 зазначено рейтингові оцінки відповідних показників, що сприяє усвідомленню порівняльної характеристики змін кожного з об'єктів у просторово-часовому розташуванні.

Таблиця 1

**Капітальні інвестиції та поточні витрати на захист і реабілітацію ґрунту, підземних і поверхневих вод і кількість постійного населення України у 2011–2015 рр.**

Показники	Роки				
	2011	2012	2013	2014	2015
1) капітальні інвестиції та поточні витрати, млн грн	1228,5943	1278,3317	1243,7912	1321,8288	1541,7096
2) у тому числі: капітальні інвестиції, млн грн	638,649	540,3226	326,0952	358,1955	391,4556
3) поточні витрати, млн грн	589,9453	738,0091	917,696	963,6333	1150,254
4) кількість постійного населення, млн осіб	45,5	45,4	45,2	42,8	42,6

Джерело: використано розрахунки роботи [4, с. 72]

З табл. 2 видно, що у нашому випадку рейтингова оцінка ККД процесу є такою самою, що й рейтингова оцінка ефективності, але не завжди є такою самою, як і рейтингові оцінки масштабного продукту та результативності процесу. Це можна пояснити таким чином, з'ясувавши функціональний зв'язок між показниками ефективності  $E$ , масштабного продукту  $K$ , результативності  $R$  і показником коефіцієнта корисної дії  $\eta$ :

$$E = V / Z = V / (V - G) = 1 / (1 - G / V) = 1 / (1 - \eta), \quad (10)$$

$$\eta = G / V = (V - Z) / V = 1 - Z / V = 1 - 1 / (V / Z) = 1 - 1 / E, \quad (11)$$

$$K = G + Z \cdot G / V = G + (V - G) \cdot G / V = G + G - G \cdot G / V = G(2 - \eta), \quad (12)$$

$$R = K \cdot E = G(2 - \eta) / (1 - \eta). \quad (13)$$

Оскільки показник  $E$  є функцією *тільки* однієї змінної  $\eta$  (формула (10)), а показники  $K$  і  $R$  – функціями двох змінних  $G$  та  $\eta$  (формули (12) й (13) відповідно), то саме цим і пояснюється зазначене вище. До того ж з формул (10) і (11) випливає, що *дійсно* ККД характеризує ефективність процесу (ККД процесу і ефективність еквівалентні з точки зору характеристики процесу). Формули (12) і (13) свідчать про те, що ККД процесу частково впливає на рівні його масштабного продукту і результативності.

Прикладом щодо економічного об'єкта дослідження ми обрали процес здійснення капітальних інвестицій на захист і реабілітацію ґрунту, підземних і поверхневих вод України у 2011–2015 рр. Інші економічні процеси можна дослідити аналогічно.

Таблиця 2

## Динаміка складових результативності процесу здійснення капітальних інвестицій на захист і реабілітацію ґрунту, підземних і поверхневих вод України у 2011–2015 рр. та відповідних ККД процесу\*

Рік	Характеристика загального продукту процесу	Характеристика продукту як затрат процесу	Характеристика чистого продукту процесу	Характеристика масштабного продукту процесу
	V	Z	G	K
2011	27,00207 (5)	12,96583 (5)	14,03624 (1)	20,77615 (1)
2012	28,15708 (3)	16,25571 (4)	11,90138 (2)	18,77230 (2)
2013	27,51751 (4)	20,30301 (3)	7,214497 (5)	12,53751 (5)
2014	30,88385 (2)	22,51480 (2)	8,369055 (4)	14,47022 (4)
2015	36,19037 (1)	27,00127 (1)	9,1891 (3)	16,04499 (3)
Рік	Характеристика ефективності процесу	Характеристика результативності процесу	Характеристика коефіцієнта корисної дії процесу	
	E	R	$\eta=G/V$	
2011	2,082556 (1)	43,26751 (1)	0,519821 (1)	
2012	1,732135 (2)	32,51617 (2)	0,422678 (2)	
2013	1,355341 (4)	16,9926 (5)	0,262178 (4)	
2014	1,371714 (3)	19,849 (4)	0,270985 (3)	
2015	1,340321 (5)	21,50544 (3)	0,253910 (5)	

\*Вартісні показники подано в середньому за рік на одну особу в гривнях у фактичних цінах; V – капітальні інвестиції та поточні витрати; Z – поточні витрати; G – капітальні інвестиції. У дужках зазначено рейтинг продуктів процесу.

Джерело: використано дані табл. 2 роботи [4, с. 73] та розраховано авторами

Достатню кількість результативності процесів функціонування складних економічних систем розглянуто нами в роботі [3]. Їх можна використати для практичної перевірки гіпотези щодо можливості використання авторських показників складових результативності для вимірювання ККД економічних процесів. Прикладом щодо неекономічного об'єкта дослідження, а саме педагогічного, може слугувати процес навчання студентів, який розглядався нами у статті [25]. Особливістю статті [25] є те, що, на відміну від економічного процесу, який розглядався нами, розмірністю оціночних показників  $V, Z, G, K, R$  є бало-години; а не гривні. Методика вимірювання ККД процесу навчання студентів на основі показників складових результативності залишається такою самою, що і для процесів економічних.

У табл. 3 вказано значення складових результативності процесу навчання студентів предметам циклів 1–3 спеціальності «Економічна кібернетика» одного з закладів вищої освіти (ЗВО) за I семестр аналізованого навчального року та відповідних ККД процесу.

Ці цикли є такими: гуманітарної підготовки (цикл 1), природничо-наукової та загальноекономічної підготовки (цикл 2), а також професійно-орієнтованої підготовки (цикл 3). Дані було отримано нами за результатами відповідної екзаменаційної сесії (детальніше – в роботі [25]).

У дужках у табл. 3 зазначено рейтингові оцінки відповідних показників. З табл. 3 видно, що у цьому випадку рейтингова оцінка ККД процесу є такою самою, що і рейтингові оцінки ефективності, масштабного продукту і результативності. Найвищий рейтинг має цикл професійно-орієнтованої підготовки (цикл 3).

**Висновки.** Запропоновано підходи до вимірювання ККД процесів функціонування систем на основі застосування певних авторських моделей, заснованих на використанні авторських показників складових результативності підпроцесів процесів функціонування систем. На прикладі економічної та педагогічної систем показано реалізацію винайдені авторами методики вимірювання ККД процесів функціонування систем; у цьому явраз і полягає наукова новизна запропонованих результатів дослідження. Презентована методика підсилює та урізноманітнює наявні аспекти у контексті аналізу понять і процесів на основі енергетичного підходу. Подальші розвідки планується пов'язати зі з'ясуванням ролі, яку відіграє вимірювання ККД процесу функціонування систем у авторському *SEE*-аналізі та *SEE*-управлінні.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бирюков В. В. Время как экономическое пространство развития хозяйственной системы : дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.01. Санкт-Петербург, 2000. 450 с.
2. Большой экономический словарь / авт.-сост. А. Б. Борисов. М. : Книжный мир, 2007. 860 с.
3. Буреннікова Н. В., Ярмоленко В. О. Результативність функціонування складних економічних систем аграрного спрямування : монографія. Вінниця : ВНАУ, 2017. 168 с.
4. Буреннікова Н. В., Ярмоленко В. О. SEE-аналіз дієвості процесів захисту і реабілітації ґрунту, підземних та поверхневих вод України. *Економіка. Фінанси. Менеджмент. актуальні питання науки і практики*. 2017. № 11. С. 69–79.

Значення складових результативності процесу навчання студентів предметам циклів 1–3 спеціальності «Економічна кібернетика» за I семестр аналізованого навчального року та відповідних ККД процесу\*

Цикл	Характеристика загального продукту процесу	Характеристика продукту як затрат	Характеристика чистого продукту	Характеристика масштабного продукту
	V	Z	G	K
1	7095,816	6378,696 (1)	717,120 (3)	1361,766 (3)
2	7095,816	5099,976 (2)	1995,84 (2)	3430,31 (2)
3	7095,816	2506,626 (3)	4589,190 (1)	6210,34 (1)
Цикл	Характеристика ефективності процесу	Характеристика результативності процесу	Характеристика коефіцієнта корисної дії процесу	
	E	R	$\eta = G/V$	
1	1,112424 (3)	1514,862 (3)	0,10106237 (3)	
2	1,391343 (2)	4772,737 (2)	0,28126998 (2)	
3	2,830824 (1)	17580,38 (1)	0,64674591 (1)	

\* Оціночні показники подано у бало-годинах; V – показник загального продукту, G – показник корисності процесу, Z = (V – G) – показник втрат.

Джерело: використано дані таблиць 2-4 роботи [25, с. 550-552] та розраховано авторами

5. Вейник А. И. Термодинамика реальных процессов. Мн.: Наука і техніка, 1991. 576 с.

6. Загорна Т. О. Економічна діагностика. Київ: Центр учб. літ., 2007. 440 с.

7. Климаш Н. І. Науково-теоретичні аспекти сутності поняття «ефективність» та «результативність». *Наукові праці НУХТ*. 2009. № 28. С. 124–125.

8. Коган І. Ш. Систематизація і класифікація определений і доповнений к понятію «енергія». *Автоматизація і ИТ в енергетиці*. 2009. № 2–3. С. 56–63.

9. Колотило Д. М. Екологія і економіка: навч. посіб. Київ: КНЕУ. 1999. 368 с.

10. Ларуш Л. Физическая экономика. Шиллеровский институт науки и культуры. М.: Науч. кн., 1997. 125 с.

11. Лямець В. І., Тевяшев А. Д. Системний аналіз. Вступний курс. Харків: ХНУРЕ. 2004. 448 с.

12. Мельник Л. Г. Фундаментальные основы развития. Сумы: Университет. кн., 2003. 288 с.

13. Мочерний С. В. Економічна теорія. Київ: Академія (Альма-матер). 2003. 656 с.

14. Найко Д. А., Шевчук О. Ф. Фізична економіка та її проблеми. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Економічні науки*. 2011. № 1 (48). С. 265–272.

15. Олексюк О. І. Економіка результативності: монографія. Київ: КНЕУ, 2008. 362 с.

16. Подолинський С. А. Вибрані твори. Київ: КНЕУ, 2000. 328 с.

17. Поліщук Н. В., Ярмоленко В. О. Генезис авторських підходів до розв'язання проблеми оцінювання дієвості функціонування складних систем за допомогою складових результативності // *Економіка XXI сторіччя: проблеми та шляхи їх вирішення: монографія / за заг. ред. Г. О. Дорошенко, М. С. Пашкевич. Дніпропетровськ: НГУ, 2014. С. 359–369.*

18. Прангишвили И. В. Энтропийные и другие системные закономерности: Вопросы управления сложными системами. М.: Наука, 2003. 428 с.

19. Руденко М. Д. Енергія прогресу. Тернопіль: Джура, 2005. 412 с.

20. Тесленок І. М., Михайлова О. В., Богаченко О. П. Сучасні підходи до визначення результативності управління підприємством. *Економічний вісник Донбасу*. 2012. № 1 (27). С. 208–212.

21. Тищенко А. Н., Кизим Н. А., Догадайло Я. В. Экономическая результативность деятельности предприятия: монография. Харьков: ИД «ИНЖЭК». 2003. 144 с.

22. Федулова Л. І. Менеджмент організацій. Київ: Либідь, 2004. 448 с.

23. Шеремет А. Д., Сайфулин Р. С. Финансы предприятий. М.: ИНФРА. 1997. 309 с.

24. Ягельская Е. Ю. Сущность и структура экономической энергии. *Проблемы экономики и менеджмента*. 2013. № 8 (24). С. 98–111.

25. Ярмоленко В. О., Поліщук Н. В. Складові результативності процесу професійної спрямованості навчання студентів як об'єкти моделювання: практичний аспект. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2011. Вип. 27. С. 547–553.

26. 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.

## REFERENCES

Biryukov, V. V. "Vremya kak ekonomicheskoye prostranstvo razvitiya khozyaystvennoy sistemy" [Time as an economic space for the development of an economic system]: *dis. ... d-ra ekon. nauk: 08.00.01*, 2000.

Borisov, A. B. *Bolshoy ekonomicheskii slovar* [Large economic dictionary]. Moscow: Knizhnyy mir, 2007.

Buriennikova, N. V., and Yarmolenko, V. O. "SEE-analiz diievosti protsesiv zakhystu i reabilitatsii gruntu, pidzemnykh ta pov-erkhnevnykh vod Ukrainy" [SEE-analysis of the effectiveness of the processes of protection and rehabilitation of soil, underground

and surface waters of Ukraine]. *Ekonomika. Finansy. Menedzhment. aktualni pytannia nauky i praktyky*, no. 11 (2017): 69-79.

Buriennikova, N. V., and Yarmolenko, V. O. *Rezultatyvnist funktsionuvannia skladnykh ekonomichnykh system ahrarnoho spriamuvannia* [Effectiveness of functioning of complex economic systems of agrarian direction]. Vinnytsia: VNAU, 2017.

Fedulova, L. I. *Menedzhment orhanizatsii* [Management of Organizations]. Kyiv: Lybid, 2004.

Klymash, N. I. "Naukovo-teoretychni aspekty sutnosti poniat «efektyvnist» ta «rezultatyvnist»" [Theoretical and theoretical aspects of the essence of concepts of «efficiency» and «effectiveness»]. *Naukovi pratsi NUKhT*, no. 28 (2009): 124-125.

Kogan, I. Sh. "Sistematizatsiya i klassifikatsiya opredeleniy i dopolneniy k poniatyiu «energiya»" [Systematization and classification of definitions and additions to the concept of «energy»]. *Avtomatizatsiya i IT v energetike*, no. 2-3 (2009): 56-63.

Kolotylo, D. M. *Ekolohiia i ekonomika* [Ecology and economics]. Kyiv: KNEU, 1999.

Larush, L. *Fizicheskaya ekonomika. Shillerovskiy institut nauki i kultury* [Physical economics. Schiller Institute of Science and Culture]. Moscow: Nauch. kn., 1997.

Liamets, V. I., and Teviashev, A. D. *Systemnyi analiz. Vstupnyi kurs* [System analysis. Introductory course]. Kharkiv: KhNURE, 2004.

Melnik, L. G. *Fundamentalnyye osnovy razvitiya* [The fundamental basis of development]. Sumy: Universitet. kn., 2003.

Mochernyi, S. V. *Ekonomichna teoriia* [Economic theory]. Kyiv: Akademiia (Alma-mater), 2003.

Naiko, D. A., and Shevchuk, O. F. "Fizychna ekonomika ta yii problemy" [Physical Economics and its Problems]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Seriya: Ekonomichni nauky*, no. 1 (48) (2011): 265-272.

Oleksiuk, O. I. *Ekonomika rezultatyvnosti* [Efficiency Economics]. Kyiv: KNEU, 2008.

Podolynskiy, S. A. *Vybrani tvory* [Selected Works]. Kyiv: KNEU, 2000.

Polishchuk, N. V., and Yarmolenko, V. O. "Henezys avtorskykh pidkhodiv do rozviazannia problemy otsiniuvannia diievosti funktsionuvannia skladnykh system za dopomohoiu skladovykh rezultatyvnosti" [Genesis of author's approaches to solving the problem

of evaluating the effectiveness of functioning of complex systems with the help of the components of effectiveness]. In *Ekonomika XXI storichchia: problemy ta shliakhy yikh vyrishennia*, 359-369. Dnipropetrovsk: NHU, 2014.

Prangishvili, I. V. *Entropiynyye i drugyye sistemnyye zakonomernosti: Voprosy upravleniya slozhnyimi sistemami* [Entropy and other systemic laws: Issues of managing complex systems]. Moscow: Nauka, 2003.

Rudenko, M. D. *Enerhiia prohresu* [The energy of progress]. Ternopil: Dzhura, 2005.

Sheremet, A. D., and Sayfulin, R. S. *Finansy predpriiaty* [Business Finance]. Moscow: INFRA, 1997.

Teslenok, I. M., Mykhailova, O. V., and Bohachenko, O. P. "Suchasni pidkhody do vyznachennia rezultatyvnosti upravlinnia pidpriemstvom" [Modern approaches to determining the effectiveness of enterprise management]. *Ekonomichnyi visnyk Donbasu*, no. 1 (27) (2012): 208-212.

Tishchenko, A. N., Kizim, N. A., and Dogadaylo, Ya. V. *Ekonomicheskaya rezultativnost deyatelnosti predpriyatiya* [Economic performance of the enterprise]. Kharkiv: ID «INZhEK», 2003.

Veynik, A. I. *Termodinamika realnykh protsessov* [Thermodynamics of real processes]. Minsk: Navuka i tekhnika, 1991.

Yagelskaya, Ye. Yu. "Sushchnost i struktura ekonomicheskoy energii" [The essence and structure of economic energy]. *Problemy ekonomiki i menedzhmenta*, no. 8 (24) (2013): 98-111.

Yarmolenko, V. O., and Polishchuk, N. V. "Skladovi rezultatyvnosti protsesu profesiinoi spriamovanosti navchannia studentiv yak obiekty modeliuvannia: praktychnyi aspekt" [Components of the effectiveness of the process of professional orientation of student learning as a modeling object: a practical aspect]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy*, no. 27 (2011): 547-553.

Yarmolenko, V. O., and Polishchuk, N. V. "Skladovi rezultatyvnosti funktsionuvannia skladnykh system yak obiekty modeliuvannia" [Components of the effectiveness of the functioning of complex systems as objects of modeling]. *Visnyk Cherkaskoho universytetu. Seriya: Ekonomichni nauky*, no. 33 (246) (2012): 86-93.

Zahorna, T. O. *Ekonomichna diahnostyka* [Economic diagnostics]. Kyiv: Tsentru uchb. lit., 2007.