

ВИМІРЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ З ОДНОЧАСНИМ УРАХУВАННЯМ ЙОГО ЕФЕКТИВНОСТІ У КЛАСИЧНОМУ РОЗУМІННІ Й КОЕФІЦІЄНТА КОРИСНОЇ ДІЇ: ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АСПЕКТ*

© 2019 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.

Вимірювання ефективності процесу функціонування системи з одночасним урахуванням його ефективності у класичному розумінні й коефіцієнта корисної дії: енергетичний аспект

Метою статті є розкриття методики вимірювання ефективності підпроцесів процесу функціонування системи з одночасним урахуванням їхньої ефективності у класичному розумінні й коефіцієнтів корисної дії (ККД) на основі авторських моделей складових результативності процесу як новоствореного інструментарію у цілях його використання до управління процесом. З'ясовано, що запропонований авторами показник ефективності процесу у вигляді відношення показника загального продукту процесу до показника його затрат характеризує процес в основному з точки зору затрат, а авторський показник ККД (як відношення показника чистого продукту процесу до показника його загального продукту) – з точки зору вигоди. Середнє геометричне значення цих показників, яке характеризує ефективність функціонування процесу з точки зору як затрат, так і вигоди, одночасно враховуючи й ефективність функціонування процесу у класичному розумінні й ефективність у вигляді ККД, обрано новоствореним показником ефективності процесу. Підкреслено, що особлива цінність запропонованого нового (третього) показника ефективності полягає у тому, що він визначає особливості ефективності функціонування процесу зі зазначених вище обох точок зору: затрат і вигоди. Введено також три показники результативності (з точки зору витрат; з точки зору вигоди (користі) й витрат одночасно, з точки зору вигоди (користі)). Кожний з показників результативності є добутком показника масштабного продукту процесу на відповідний показник ефективності. На конкретних прикладах показано практичну реалізацію винайденої авторами методики вимірювання новоствореного показника ефективності процесу функціонування системи та можливість її застосування (разом з методиками вимірювання інших авторських показників) до управління дієвістю цього процесу. Наголошено, як і в попередніх авторських роботах, що запропоновані методики можна використати для дослідження складних систем різних типів і рівнів ієрархії (наукова новизна запропонованих результатів дослідження полягає саме у цьому).

Ключові слова: дієвість процесу, енергетичний підхід, енергія продуктів процесу функціонування системи, коефіцієнт корисної дії (ККД) процесу, ефективність і результативність процесу, моделі складових результативності Буреннікової (Поліщук) – Ярмоленка.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2019-3-178-185>

Табл.: 2. Формул: 3. Бібл.: 30.

Ярмоленко Віктор Олексійович – доктор фізико-математичних наук, доцент

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8550-3998>Researcher ID: <http://www.researcherid.com/G-6998-2019>

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.netORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2529-1372>Researcher ID: <http://www.researcherid.com/i-8441-2018>УДК 330.3:338.24:303.22:631.1:51-77
JEL Classification: C52; D61; M21

Ярмоленко В. А., Буреннікова Н. В. Измерение эффективности процесса функционирования системы при одновременном учете его эффективности в классическом понимании и коэффициента полезного действия: энергетический аспект

Целью статьи является раскрытие методики измерения эффективности подпроцессов процесса функционирования системы с одновременным учетом их эффективности в классическом понимании и коэффициентов полезного действия (КПД) на основе авторских моделей составляющих результативности процесса как вновь созданного инструментария в целях его использования для управления процессом. Выяснено, что предложенный авторами показатель эффектив-

UDC 330.3:338.24:303.22:631.1:51-77
JEL Classification: C52; D61; M21

Yarmolenko V. O., Burennikova N. V. Measuring the Effectiveness of the Process of System Operation with Simultaneous Consideration for its Effectiveness in the Classical Sense and its Efficiency Coefficient: Energy Aspect

The aim of the article is to describe the methodology for measuring effectiveness of subprocesses of the system operation process with simultaneous consideration for their effectiveness in the classical sense and their efficiency coefficients. The methodology is based on the authors' models of efficiency components of the process as a newly created toolbox to be used in the process control. It is found that the proposed by the authors process effectiveness indicator, which is presented as the relation between the indicator of total

* Стаття є продовженням робіт [27; 28], тому при презентації отриманих авторами результатів у цій статті мають місце певні текстові та смислові повтори з зазначених робіт.

ности процесса в виде отношения показателя общего продукта процесса к показателю его затрат характеризует процесс в основном с точки зрения затрат, а авторский показатель КПД (как отношение показателя чистого продукта процесса к показателю его общего продукта) – с точки зрения выгоды. Среднее геометрическое значение этих показателей, одновременно учитывающее эффективность процесса в классическом понимании и эффективность в виде КПД, избрано вновь созданным показателем эффективности процесса. Подчеркнуто, что особая ценность предложенного нового (третьего) показателя эффективности состоит в том, что он определяет особенности эффективности функционирования процесса по указанным выше обеим точкам зрения: затрат и выгоды. Введены также три показателя результативности (с точки зрения затрат, с точки зрения пользы и затрат одновременно, с точки зрения пользы). Каждый из показателей результативности является произведением показателя масштабного продукта процесса на соответствующий показатель эффективности. На конкретных примерах показаны практическая реализация предложенной авторами методики измерения вновь созданного показателя эффективности процесса функционирования системы и возможность ее применения (вместе с методиками измерения других авторских показателей) к управлению действенностью этого процесса. Отмечено, как и в предыдущих авторских работах, что предложенные методики можно использовать для исследования сложных систем различных типов и уровней иерархии (научная новизна предложенных результатов исследования заключается именно в этом).

Ключевые слова: действенность процесса, энергетический подход, энергия продуктов процесса, коэффициент полезного действия (КПД) процесса, эффективность и результативность процесса, модели составляющих результативности Буренниковой (Полещук) – Ярмоленко.

Табл.: 2. **Формул:** 3. **Библ.:** 30.

Ярмоленко Виктор Алексеевич – доктор физико-математических наук, доцент

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8550-3998>

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/G-6998-2019>

Буренникова Наталия Викторовна – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики предприятия и производственного менеджмента, Винницкий национальный технический университет (Хмельницьке шосе, 95, Винниця, 21021, Украина)

E-mail: n.burennikova@ukr.net

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

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/i-8441-2018>

Постановка проблеми. Науковці різних спрямувань діяльності нерідко у своїх публікаціях аналізують системи на основі так званого енергетичного підходу, реалізуючи певні алгоритми на основі моделювання. Розглядання поняття енергії процесу функціонування системи у працях науковців наштовкує на думку про те, що ця енергія (як рушій будь-яких змін) є такою узагальненою характеристикою системи, котра визначає її якісно-кількісний стан і зумовлює перетворення її структури шляхом зміни просторового та часового розташування елементів системи [28, с. 261]. З точки зору енергетичного підходу актуальними є теорія і практика вимірювання дієвості (зокрема, ефективності) процесу функціонування системи, які дозволяють оцінити зазначені зміни. Цим пояснюється необхідність розроблення й удосконалення методики вимірюван-

product of the process and the cost indicator, characterizes the process mainly in terms of cost, and the authors' efficiency coefficient indicator (as the relation of the indicator of net product of the process and its total product indicator) – in terms of benefit. The geometric mean of these indicators, which simultaneously takes into account effectiveness of the process in the classical sense and its effectiveness in the form of efficiency coefficient, is chosen as a newly created process effectiveness indicator. It is emphasized that the special value of the proposed new (third) effectiveness indicator is that it determines the features of process effectiveness in terms of the above mentioned two factors: cost and benefit. Moreover, three efficiency indicators (in terms of costs, in terms of both benefit and costs, in terms of benefit) are introduced. Each of the efficiency indicators is obtained as the product of the indicator of scale product of the process by the corresponding effectiveness indicator. The specific examples given in the article show the practical implementation of the methodology proposed by the authors for measuring the newly created indicator of effectiveness of system operation and the possibility of its application (along with the methods for measuring other author's indicators) to control the force of this process. It is noted, as in the previous works of the authors, that the proposed methods can be used to study complicated systems of various types and levels of hierarchy (which is the scientific novelty of the proposed research results).

Keywords: force of the process, energy approach, product energy of the process, efficiency coefficient of the process, effectiveness and efficiency of the process, Burennikova (Polishchuk)-Yarmolenko models of efficiency components.

Tabl.: 2. **Formulae:** 3. **Bibl.:** 30.

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

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8550-3998>

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/G-6998-2019>

Burennikova Nataliia V. – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Professor of the Department of Enterprise Economics and Production Management, Vinnytsia National Technical University (Khmelnytske shose, 95, Vinnytsya, 21021, Ukraine)

E-mail: n.burennikova@ukr.net

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

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/i-8441-2018>

ня ефективності (як складової частини дієвості, результативності) процесу функціонування системи на основі авторських моделей складових результативності з метою управління процесом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розглядаючи проблеми, котрі пов'язані з використанням енергетичних підходів, маємо зазначити, що науковці В. Бірюков [1], А. Вейнік [5], І. Коган [8], Д. Колотило [9], Л. Ларуш [10], Л. Мельник [12], Д. Найко і О. Шевчук [14], С. Подолинський [16], І. Прангишвілі [18], М. Руденко [19], К. Ягельська [24] присвячують свої роботи вивченню енергії систем з різних точок зору. Коротку характеристику цих робіт було подано в статтях [27; 28]. Окрім того, варто підкреслити, що у статті [25] К. Ягельська запропонувала й обґрунтувала удосконалений методичний підхід до аналізу націо-

нального економічного розвитку на основі енергетичного підходу, визначила інтегральний критерій національного економічного розвитку та виявила слабкі напрями у трансформаційних процесах економічної системи України [25, с. 23]. Дослідники О. Кендюхов і К. Ягельська обґрунтували доцільність використання, на їхній погляд, економічної сили як показника економічної ефективності національної економіки, описали її структуру й алгоритм вимірювання, на основі проведених досліджень розраховували економічну силу України протягом обраного ними періоду [30]. К. Ягельська у докторській дисертації також розглянула методологію дослідження національної економіки на основі енергетичного підходу із розробкою концепції випереджаючого національного економічного розвитку [26].

У роботі [28, с. 261] нами визначено, що К. Ягельська, розглядаючи у роботі [24] поряд з іншими питаннями економічної енергії й деякі питання, пов'язані з коефіцієнтом корисної дії (ККД) [24, с. 103], алгоритму розрахунку цього коефіцієнта не надала. Продовжуючи цю тезу, зауважимо, що при розгляді двох умовних прикладів, які мають відношення до економіки України, ця авторка, на наш погляд, допустила неточності у розрахунках та висновках, вважаючи, що досліджує коефіцієнт корисної дії (ККД), який характеризує ефективність, а не його кількісну складову [24, с. 101–107]. Тому вважаємо, що вона зробила помилкові висновки, говорячи про смерть системи [24, с. 105], про майбутню трансформацію системи, про кризу у другому випадку [24, с. 108]. Насправді, на наш погляд, ще *все відбувається з точністю до навпаки*, а розгляд теорії струн, до якої звернулася К. Ягельська, лише замаскував істину. У зв'язку з цим й деякі інші судження К. Ягельської вважаємо некоректними [24, с. 105–108], [26, с. 83–89]. Проте уточнення цієї нашої думки не є основним предметом статті, котра презентується, і потребує спеціального розгляду.

Науковці при дослідженні процесів на основі моделювання застосовують певні показники, які характеризують результати цих процесів. При цьому деякі науковці при розгляданні показників дієвості різноманітних процесів використовують поняття ефективності, вважаючи його поняттям, еквівалентним результативності [2; 11; 13; 23]. Такі підходи призводять до нечіткого, а іноді й хибного трактування понять як ефективності, так і результативності. Серед інших науковців існує розуміння того, що ефективність і результативність процесів не є тотожними поняттями [6; 7; 15; 20–22]. Незгасаюча зацікавленість до згаданих вище категорій потребувала й від нас глибокого вивчення і застосування (які тривають вже понад 20 років) категорії дієвості (действениости (рос.), of the force) процесу функціонування систем на основі категорії результативності (of the efficiency) будь-якого процесу як категорії, котра одночасно характеризує процес як з кількісної сторони (у вигляді його масштабного продукту), так і з якісної (з урахуванням ефективності (of the effectiveness) процесу. Ми довели, що є сенс вчиняти саме так та використовувати при цьому комплекс взаємопов'язаних авторських показників як індикаторів процесу; це певним чином модернізує підходи до пізнання процесу функціонування системи [3; 4; 17; 27–29]. Динаміка новизни результатів досліджень щодо вирішування відповідних проблем оцінювання дієвості процесів здійснюва-

лась за схемою: *процес праці* (1996 р.) – *будь-який економічний процес* (1998 р.) – *будь-який процес* (2011–2012 рр.) [17; 4 с. 45–50]). Дослідження різноманітних процесів у зазначеному аспекті нами продовжуються й досі.

Відносно енергетичного аспекту результатів дослідження виявлено таке: оскільки значення показників енергії загальних продуктів, продуктів як затрат (втрат) і чистих продуктів (продуктів у вигляді користі, вигоди) підпроцесів процесів функціонування систем дорівнюють, відповідно, значенням показників зазначених продуктів (це доведено нами в публікації [27, с. 118]), то дослідження певних процесів на основі показників цих продуктів означає їх науковий розгляд в енергетичному аспекті. Моделювання ефективності процесу перетворення енергії можна здійснити на основі коефіцієнта корисної дії (ККД) процесу. Цей коефіцієнт, як відомо, завжди є меншим ста процентів, оскільки без втрат перетворення енергії в принципі є неможливим.

В одній з останніх публікацій ККД визначено нами у вигляді відношення показника чистого продукту процесу до показника його загального продукту [28, с. 263]. Зазначимо, що цей коефіцієнт описує ефективність в основному з точки зору вигоди (користі). До цього в публікаціях ефективність процесу ми описували за допомогою показника ефективності у класичному розумінні (у вигляді відношення показника загального продукту процесу до показника його витрат); цей показник визначає особливості ефективності з точки зору витрат. Ефективність процесу перетворення енергії також можна характеризувати через показник ефективності у класичному розумінні.

Отже, ККД є характеристикою ефективності процесу з точки зору вигоди (користі), а ефективність у класичному розумінні – з точки зору витрат. Виникла така ідея: на основі моделювання сформувати характеристику ефективності процесу одночасно як з позицій вигоди, так і з точки зору витрат; це й визначило мету дослідження.

Метою дослідження є вдосконалювання розробки і розкриття методики вимірювання ефективності процесу функціонування системи процесу функціонування системи з одночасним урахуванням затрат і вигоди на основі авторських показників результативності.

Основні результати дослідження. Процес функціонування системи, на наш погляд, є сукупністю дій системи у просторі і часі за певних внутрішніх і зовнішніх умов (обставинах) під впливом яких-небудь факторів (рушійних сил). Процес функціонування системи, своєю чергою, є сукупністю певних підпроцесів (складових процесів). Практична значущість роботи полягає в тому, що в ній на конкретних прикладах реалізовано моделі складових результативності для вимірювання на практиці ефективності підпроцесів процесу функціонування системи з одночасним урахуванням затрат і вигоди (на основі авторських показників результативності).

У статті використовуватимемо моделі складових частин результативності будь-якого процесу та відповідні показники як індикатори дієвості процесу [4, с. 48–50], де основою моделей, як ми вважали і вважаємо, слугує те, що наслідком будь-якого процесу є його продукти: як користь, як затрати, загальний продукт у вигляді продукту як ко-

ристі 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.

Показники як індикатори дієвості процесу мають такий вигляд: V – показник загального продукту процесу; Z – показник його продукту як затрат; $G = (V - Z)$ є показником продукту як вигоди (користі) (процесу); $E = V / Z$ – показник ефективності процесу як відношення показників загального продукту V і продукту як затрат Z (якісна складова результативності процесу); $K = (G + Z \cdot G / V)$ – показник масштабного продукту процесу (кількісна складова показника результативності процесу); $R = K \cdot E = K \cdot V / Z = G \cdot V(1 + V / Z)$ – показник результативності процесу як добуток показника K масштабного продукту процесу на показник E його ефективності. Це знайшло відображення в наших публікаціях [3; 4; 17; 27–29].

У роботі [28, с. 262] було зазначено, що інформаційним підґрунтям для обчислення показників складових результативності, наприклад, на мікрорівні є річні фінансові звіти 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'язано з особливостями вимірювання продуктів процесу [4, с. 48–50]. Було визначено також і правомірність нашої гіпотези щодо існування реакції результативності – реакції на відповідний тип зв'язку (соціальний, економічний, екологічний, технологічний, організаційний та ін.), котра сприяє одержанню певного рівня результативності, оцінювання якої, співвідносно з витрачанням енергії, щодо процесу функціонування системи потребує одночасного врахування як кількісної, так і якісної складових результативності [28, с. 262].

Використаємо зазначене вище також для вдосконалення і розкриття методики вимірювання ефективності підпроцесів процесу функціонування системи з одночасним урахуванням затрат і вигоди на основі авторських показників результативності.

Вище було підкреслено, що енергія є узагальненою характеристикою руху матерії. Енергію виробляють, передають, перетворюють, вимірюють її кількість. Наслідком (результатом) дії енергії процесу функціонування системи є його продукти, тому є можливість вимірювати ККД та пов'язані з цим коефіцієнтом показники процесу за його продуктами. Це можна здійснювати, наприклад, на основі авторських показників складових результативності з метою вишукування ризиків, резервів і стимулів подальшого розвитку системи. Використаємо зазначене для вдосконалення і розкриття методики вимірювання ефективності підпроцесів процесу функціонування системи з одночасним урахуванням затрат і вигоди.

У статті [28, с. 263] було запропоновано для розрахунку ККД (η) процесу використати формулу (1) у вигляді відношення показника G продукту як користі процесу до показника V загального продукту процесу:

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

Цей коефіцієнт описує ефективність в основному з точки зору вигоди (користі). Ефективність процесу перетворення енергії можна описати також за допомогою показника ефективності у класичному розумінні (у вигляді відношення показника загального продукту процесу до показника його витрат); цей показник визначає особливості ефективності з точки зору витрат:

$$E = V / Z. \quad (2)$$

Отже, ККД є характеристикою ефективності процесу з точки зору вигоди (користі), а ефективність у класичному розумінні – з точки зору витрат. На основі моделювання сформуємо характеристику ефективності процесу з позицій як вигоди, так і витрат у вигляді середнього геометричного добутку показника ефективності $E = V / Z$ і показника $\eta = G / V$, тобто:

$$E_1 = \sqrt{E \cdot \eta} = \sqrt{V / Z \cdot G / V} = \sqrt{G / Z}. \quad (3)$$

Це означає, що зазначений показник дорівнює квадратному кореню з кількісної складової G / Z показника ефективності E . Розглянемо практичне використання отриманих результатів щодо вимірювання на практиці нового показника ефективності процесу разом з іншими двома авторськими показниками ефективності ($E = V / Z$; $\eta = G / V$) та трьома показниками результативності (з позицій витрат, вигоди й витрат одночасно, вигоди) на прикладі процесу здійснення капітальних інвестицій та поточних витрат на захист і реабілітацію ґрунту, підземних та поверхневих вод України у 2011–2015 рр. Для цього (як і в статтях [27; 28]) використаємо результати нашої роботи [3, с. 72–73].

У табл. 1 наведено дані щодо капітальних інвестицій та поточних витрат на захист і реабілітацію ґрунту, підземних і поверхневих вод і кількості постійного населення України у 2011–2015 рр. згідно з [3, с. 72]. Використання у наступних таблицях 1–2 даних за 2011–2015 рр. пов'язано з необхідністю застосувати отримані нами результати, котрі розглянуто у статті [3], з метою зменшення обсягу статті, що подається, за рахунок вже одержаних раніше результатів, які можна використати для отримання результатів нових досліджень і для можливості порівняння з отриманими раніше результатами.

Табл. 2 оформлено за даними табл. 2 роботи [3, с. 73] (значення показників V , Z , G , K , E , R узяті 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. Табл. 2 статті, що розглядається, вирізняється від табл. 2 роботи [28, с. 264] введенням нових показників.

У табл. 2 нами введено показник $E_1 = \sqrt{G / Z}$ ефективності, який характеризує ефективність процесу як з точки зору затрат, так і з позицій вигоди. Він розглядається разом з іншими двома авторськими показниками ефективності: $E = V / Z$ (який характеризує ефективність процесу з позицій витрат) і $\eta = G / V$ (котрий відповідає ефективності процесу з позицій вигоди). Вводяться нами також три показники результативності (з точки зору: витрат – $R = K \cdot E$; вигоди і витрат – $R_1 = K \cdot E_1$, вигоди – $R_2 = K \cdot \eta$). Кожний з показників результативності є добутком показника масштабного продукту процесу на відповідний показник ефективності.

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 [3, с. 72]

Таблиця 2

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

Рік	Характеристика:					
	загального продукту процесу	продукту як витрат процесу	чистого продукту процесу	масштабного продукту процесу	кількісної складової ефективності	якісної складової ефективності
	V	Z	G	K	G/Z	V/G
2011	27,00207 (5)	12,96583 (5)	14,03624 (1)	20,77615 (1)	1,08256 (1)	1,923740 (5)
2012	28,15708 (3)	16,25571 (4)	11,90138 (2)	18,77230 (2)	0,73214 (2)	2,365867 (4)
2013	27,51751 (4)	20,30301 (3)	7,214497 (5)	12,53751 (5)	0,35534 (4)	3,814966 (2)
2014	30,88385 (2)	22,51480 (2)	8,369055 (4)	14,47022 (4)	0,37171 (3)	3,690243 (3)
2015	36,19037 (1)	27,00127 (1)	9,189100 (3)	16,04499 (3)	0,340321 (5)	3,938402 (1)
Рік	Характеристика ефективності процесу з точки зору:			Характеристика результативності процесу з точки зору:		
	витрат	вигоди і витрат	вигоди	витрат:	вигоди і витрат:	вигоди
	$E = V/Z$	$E_1 = \sqrt{G/Z}$	$\eta = G/V$	$R = K \cdot E$	$R_1 = K \cdot E_1$	$R_2 = K \cdot \eta$
2011	2,082556 (1)	1,040461 (1)	0,519821 (1)	43,26751 (1)	21,616774 (1)	10,799879 (1)
2012	1,732135 (2)	0,855652 (2)	0,422678 (2)	32,51617 (2)	16,062556 (2)	7,934638 (2)
2013	1,355341 (4)	0,596104 (4)	0,262178 (4)	16,9926 (5)	7,473660 (5)	3,287059 (5)
2014	1,371714 (3)	0,609680 (3)	0,270985 (3)	19,849 (4)	8,822204 (4)	3,921213 (4)
2015	1,340321 (5)	0,583370 (5)	0,253910 (5)	21,50544 (3)	9,360166 (3)	4,073983 (3)

*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 [3, с. 73], котрі доповнено стовпцями даних $\eta = G/V$, $E_1 = \sqrt{G/Z}$, $R_1 = K \cdot E_1$, $R_2 = K \cdot \eta$, які розраховано авторами

З даних 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. В роботі [28, с. 263] ми, описавши функціональний зв'язок між показниками ефективності E , масштабного продукту K , результативності R і показником коефіцієнта корисної дії η , за його допомогою пояснили зазначені особливості рейтингових оцінок ефективності, масштабного продукту та результативності процесу.

З даних табл. 2 випливає, що в усі роки рейтингові оцінки результативності процесу, який розглядається, можна розташувати у такий ряд від вищого рівня до ниж-

чого: результативність з точки зору витрат (з показником $R = K \cdot E$); результативність з позицій користі і витрат (з показником $R_1 = K \cdot E_1$), результативність з точки зору користі (з показником $R_2 = K \cdot \eta$). Шляхом розрахунку відношень показників для характеристик продуктів процесу при бажанні можна отримати певні числові значення, які описують перевищення значень одних показників над іншими, що приводить до необхідності їх порівняння за допомогою індексів.

При дослідженні у контексті економіки об'єктом нами було обрано процес здійснення капітальних інвестицій на захист і реабілітацію ґрунту, підземних і поверх-

невих вод України у 2011–2015 рр. Відразу зауважимо, що інші економічні процеси можна дослідити подібно. Достатню кількість складних економічних систем з відповідними розрахунками розглянуто у монографії [4]: їх можна задіяти для практичної перевірки можливості використання авторських показників складових результативності щодо вимірювання пов'язаних з ККД показників для характеристик дієвості економічних процесів.

Прикладом об'єкта дослідження неекономічного характеру може бути процес навчання студентів, який, зокрема, розглядався у статті [28, с. 264–265]. Особливістю цієї статті є те, що, на відміну від економічного процесу, розмірністю оціночних показників V , Z , G , K , R слугували не гривні, а бало-години. Сама ж методика вимірювання показників для характеристик процесу (у цьому випадку процесу навчання студентів) на основі показників складових результативності залишається такою самою, що і для економічних процесів. У роботах [28; 29] було наведено таку методику для характеристик деяких продуктів цього процесу.

Висновки. В цьому дослідженні презентована методика вимірювання ефективності підпроцесів процесу функціонування системи з одночасним урахуванням його ефективності у класичному розумінні й коефіцієнта корисної дії (енергетичний аспект) на основі авторських показників результативності. Виявлено таке: оскільки значення показників енергій загальних продуктів, продуктів як затрат і чистих продуктів підпроцесів процесу функціонування системи дорівнюють відповідно значенням показників зазначених продуктів (це доведено нами в публікації [27, с. 118]), то дослідження певних процесів на основі показників цих продуктів означає їх науковий розгляд в енергетичному аспекті. З'ясовано, що запропонований показник ефективності процесу у вигляді відношення показника загального продукту процесу до показника його затрат характеризує процес в основному з точки зору затрат, а авторський показник ККД (як відношення показника чистого продукту процесу до показника його загального продукту) – з точки зору вигоди. Середнє геометричне значення цих показників, яке характеризує ефективність функціонування процесу з точки зору як затрат, так і вигоди, одночасно враховуючи й ефективність функціонування процесу у класичному розумінні й ефективність у вигляді ККД, обрано новоствореним показником ефективності процесу. Підкреслено, що особлива цінність запропонованого нового (третього) показника ефективності полягає у тому, що він визначає особливості ефективності функціонування процесу зі значених вище обох точок зору: затрат і вигоди. Введено також три показники результативності (з точки зору витрат; з точки зору користі й витрат одночасно, з точки зору користі). Кожний з показників результативності є добутком показника масштабного продукту процесу на відповідний показник ефективності. На конкретних прикладах показано *практичну реалізацію* винайденної методики вимірювання новоствореного показника ефективності процесу функціонування системи та можливість її застосування (разом з методиками вимірювання інших авторських показників) до управління дієвістю цього процесу. Подальші дослідження плануються пов'язати зі з'ясуванням ролі, яку

відіграють вимірювання новостворених показників 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. *SEE*-аналіз дієвості процесів захисту і реабілітації ґрунту, підземних та поверхневих вод України. *Всеукраїнський науково-виробничий журнал «Економіка. Фінанси. Менеджмент. Актуальні питання науки і практики»*. 2017. № 11. С. 69–79.
4. Буреннікова Н. В., Ярмоленко В. О. Результативність функціонування складних економічних систем аграрного спрямування : монографія. Вінниця : ВНАУ, 2017. 168 с.
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. И. Научно-теоретичні аспекти сутності поняття «ефективність» та «результативність». *Наукові праці НУХТ*. 2009. № 28. С. 124–125.
8. Коган И. Ш. Систематизация и классификация определений и дополнений к понятию «энергия». *Автоматизация и ИТ в энергетике*. 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 / [пер. с англ. и подгот. к изд. выполняли: Вознца В. А. и др.]. М. : Науч. книга, 1997.
11. Лямець В. І., Тевяшев А. Д. Системний аналіз. Вступний курс. Харьков : ХНУРЕ, 2004. 448 с.
12. Мельник Л. Г. Фундаментальные основы развития. Сумы : Университет. книга, 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 «ИНЖЕК», 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. Ягельська К. Ю. Оцінка національного економічного розвитку на основі енергетичного підходу. *Збірник наукових праць Донецького державного університету управління*. Серія «Економіка». 2016. Т. XVII. Вип. 299. С. 23–30.
26. Ягельська К. Ю. Теоретико-методологічні засади випереджаючого національного розвитку : дис. ... д-ра екон. наук : 08.00.03. Покровськ, 2016. 534 с.
27. Ярмоленко В. О., Буреннікова Н. В. Практика вимірювання енергій продуктів процесу функціонування системи на основі показників складових результативності. *Бізнес Інформ*. 2018. № 7. С. 115–121.
28. Ярмоленко В. О., Буреннікова Н. В. Практика вимірювання коефіцієнта корисної дії процесу функціонування системи на основі показників складових результативності. *Проблеми економіки*. 2018. № 3 (37). С. 260–266.
29. 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.
30. Kendyuhov A., Yagelskaya E. Economic Force and Economic Energy as New Indicators of Economic Efficiency. *Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту*. Серія : Економіка і управління. 2014. Вип. 30. С. 213–221.
- Klymash, N. I. "Naukovo-teoretychni aspekty sutnosti poniat «efektyvnist» ta «rezultatyvnist» [Scientific and theoretical aspects of the essence of the concepts of «efficiency» and «efficiency»]. *Naukovi pratsi NUKhT*, no. 28 (2009): 124-125.
- Kogan, I. Sh. "Sistematizatsiya i klassifikatsiya opredeleniy i dopolneniy k ponyatiyu «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 economy]. Kyiv: KNEU, 1999.
- Larush, L. *Fizicheskaya ekonomika. Shillerovskiy institut nauki i kultury* [Physical economics. Schiller Institute of Science and Culture]. Moscow: Nauch. kniga, 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* [Fundamentals of development]. Sumy: Universitet. kniga, 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 economy and its problems]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Serii : Ekonomichni nauky*, no. 1 (48) (2011): 265-272.
- Oleksiuik, O. I. *Ekonomika rezultatyvnosti* [Performance 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" [The genesis of the author's approaches to solving the problem of evaluating the performance of complex systems by means of performance components]. In *Ekonomika XXI storichchia: problemy ta shliakhy yikh vyreshennia*, 359-369. Dnipropetrovsk: NHU, 2014.
- Prangishvili, I. V. *Entropiynyye i drugie sistemnyye zakonomernosti: Voprosy upravleniya slozhnyimi sistemami* [Entropy and other systemic laws: Issues of managing complex systems]. Moscow: Nauka, 2003.
- Rudenko, M. D. *Enerhiia prohresu* [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]. *Ekonomichniy visnyk Donbasu*, no. 1 (27) (2012): 208-212.
- Tishchenko, A. N., Kizim, N. A., and Dogadaylo, Ya. V. *Ekonomicheskaya rezultatyvnost 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.
- Yahelska, K. Yu. "Otsinka natsionalnoho ekonomichnoho rozvytku na osnovi enerhetychnoho pidkhodu" [Assessment of national economic development on the basis of energy approach]. *Zbirnyk naukovykh prats Donetskoho derzhavnoho universytetu upravlinnia. Serii «Ekonomika»*, vol. XVII, no. 299 (2016): 23-30.
- Yahelska, K. Yu. "Teoretyko-metodolohichni zasady vyperedzhaiuchoho natsionalnoho rozvytku" [Theoretical and method-

ological principles of pre-emptive national development]: *dys. ... d-ra ekon. nauk* : 08.00.03, 2016.

Yarmolenko, V. O., and Buriennikova, N. V. "Praktyka vymiruvannya enerhii produktiv protsesu funktsionuvannya systemy na osnovi pokaznykiv skladovykh rezultatyvnosti" [The practice of measuring the energies of the products of the process of functioning of the system on the basis of performance components]. *Biznes Inform*, no. 7 (2018): 115-121.

Yarmolenko, V. O., and Buriennikova, N. V. "Praktyka vymiruvannya koefitsiienta korysnoi dii protsesu funktsionuvannya systemy na osnovi pokaznykiv skladovykh rezultatyvnosti" [The practice of measuring the efficiency of the process of functioning of the system on the basis of performance components]. *Problemy ekonomiky*, no. 3 (37) (2018): 260-266.

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

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

Стаття надійшла до редакції 09.08.2019