

Віталій Іванович ЗАХАРЧЕНКО*д.е.н., професор, Національний університет "Одеська політехніка"*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2903-2471>e-mail: kafedra.info@mreid.in**Артур Сергійович ДУДНІК***аспірант, Національний університет "Одеська політехніка"*ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2718-8344>e-mail: aduda0507@gmail.com**ОЦІНЮВАННЯ УЗГОДЖЕНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ**

У статті надано підхід до оцінювання узгодженості роботи елементів організаційно-технологічних систем в інноваційному промисловому виробництві. Необхідність такого оцінювання виникає у процесі організації управління інноваційно-активним підприємством на основі системи збалансованих показників. Проведено дослідження послідовних ланцюжків зв'язаних елементів, що дало змогу оцінити ступінь збалансованості такої складної системи і виділити умови, за якими її може бути забезпечено. У реалізації запропонованого підходу для кожного підрозділу обираються показники і на основі розрахунків встановлюються нормативні значення, що забезпечує досягнення цілей системи у раціональному оперативному управлінні.

Ключові слова: система, оцінка, функція, потенціал, збалансованість, оптимальність, модель

ВСТУП

Теорія організаційно-технологічних систем(ОТС), яку запропоновано у [5], як категорія є об'єктом не тільки конструювання, але й технологічної підготовки процесу виробництва, а також різних торгових і господарських операцій. Тому подальший розвиток теорії ОТС може зацікавити не тільки економістів-дослідників, але й спеціалістів, які працюють у сферах виробництва, збуту й експлуатації інноваційної продукції або на інноваційно-активному підприємстві. Теорія ОТС повинна відповідати на численні питання, що з'являються на стику різних галузей науки, технологій та економіки. Проводячи свої дослідження у сфері теорії ОТС, маємо на меті кілька напрямів: описати засоби функціонування, категорії та властивості ОТС; побудувати базу термінологію теорії ОТС; узагальнити досягнення в галузі теорії систем, на які будуть опиратися подальший розвиток саме теорії та особливо її робочі методи. Виходячи з такої цільової установки, вже на сучасному етапі розвитку теорії ОТС можливо отримати визначені теоретичні результати. У цій роботі обмежуємося доволі вузьким питанням – розглядаємо проблему збалансованості роботи підрозділів високотехнологічного виробництва на основі функціонування його ОТС, застосовуючи поняття теорії вибору на основі багатомірних оцінок.

МЕТА роботи полягає у визначенні оцінки узгодженого функціонування організаційно-технологічних систем.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Методологічною та інформаційною основою роботи є наукові праці, матеріали періодичних видань, Internet-ресурси, законодавчі видання тощо. У дослідженні застосовано методи структурно-логічного аналізу, системного аналізу, систематизації та узагальнення тощо.

РЕЗУЛЬТАТИ

У дослідженні автори звернулися до наукових праць таких фахівців, як: І. Башинська [1], О. Гавриш і К. Боя-

ринова [2], Ф. Євдокімов і В. Лисяков [3], С. Єрмак [4, 5], С. Ілляшенко і О. Біловодська [6], Г. Карпінська [7], М. Меркулов [8], С. Онешко [5], Й. Петрович і Л. Прокopiшин-Рашкевич [9], Н. Селіванова і С. Філіппова [10], R. Kaplan і D. Norton [12.], S. Winter [13]. Підходячи з системних позицій до інноваційного розвитку українських промислових підприємств, С. Ілляшенко аналізує варіанти розвитку їх ринкових можливостей [6, с. 165] та проводить практичну апробацію системи техніко-економічних показників збалансованого розвитку відомого вітчизняного інноваційного підприємства ПАТ "СМНВО" [6, с. 280]. Також разом з О. Біловодською він уточнює критеріальну базу для оптимізації вибору напрямів інноваційного розвитку підприємства [6, с. 211]. М. Меркулов у своїй праці звертає увагу на застосування сучасних концептуально-управлінських підходів до науково-технологічного розвитку промислових підприємств і способи їх реалізації [8, с. 139-145]. Ретельну увагу систематизації показників розвитку інноваційно-активних промислових підприємств приділяють Н. Селіванова і С. Філіппова [10, с. 96-98]. До питань збалансованого розвитку промислових підприємств і застосуванню системи збалансованих показників звертаються Г. Карпінська [7, с. 91] та І. Башинська [1, с. 351]. До питання вдосконалення вимірювання інноваційного потенціалу на промислових підприємствах звертаються: Й. Петрович [9, с. 90-92], С. Єрмак [4, с. 157-159], Ф. Євдокімов і В. Лисяков [3, с. 28]. О. Гавриш і К. Бояринова пропонують схематичні моделі функціональної екзистенції інноваційно-активних, інноваційних, наукомістких, високотехнологічних підприємств [2]. С. Онешко у своїх численних працях, зокрема у [5], досліджує створення і функціонування сучасних ОТС.

У зв'язку з ускладненням функціонування сучасних виробничо-економічних систем у вітчизняному наукомісткому промисловому виробництві з'являється проблема недооцінки узгодженості роботи їх елементів. Необхідність такого оцінювання на інноваційно-активному підприємстві виникає частіше за все під час вдосконалення організації управління і це потребує

розроблення нового підходу. Тому дуже важливе розроблення підходу, який би застосовував поняття теорії вибору на основі багатомірних оцінок для підвищення ефективності високотехнологічного виробництва на основі створення у його структурі ОТС.

Необхідність обґрунтування розроблення підходу до оцінювання узгодженості роботи елементів ОТС виникає під час вдосконалення організації управління інноваційно-активним підприємством на основі системи збалансованих показників [12]. Елементи сучасних ОТС у інноваційному виробництві мають специфічні особливості, в обліку яких опис і всі формальні схеми аналізу та синтезу набувають більш конструктивного характеру. Є початкова потреба вказати на найбільш важливі особливості елементів ОТС:

1. Функціонування кожного елемента ОТС підпорядковано загальному для всієї системи цілепокладенню та оцінюється двома групами показників: показниками, що характеризують результати діяльності, і показниками, що характеризують витрати ресурсів. Узагальнені групи є компонентами векторної функції виходу для елемента ОТС.

2. Функції входу для елементів у загальному випадку також є векторними і включають в якості компонент локальні функції, що описують динаміку у часі різних видів ресурсів, які надходять ззовні.

3. У структурі елемента ОТС можливо виділяти дві компоненти: технологічну та керуючу. Перша відображає у собі регламент системи, а також фізичні та логічні обмеження, які лімітують і регламентують процес перетворення входу у вихід системи. Узагальнено характеристику таких компонентів можливо назвати технологічним потенціалом елемента. Застосуванням потенціалу можливо керувати, змінюючи значення визначеного набору керуючих елементів. Така зміна реалізується завдяки наявності другої компоненти – керуючої. А у підсумку оцінювання можливостей і спроможностей керуючого блоку відносно вибору раціонального рішення для досягнення встановлених цілей підводить до визначення керуючого потенціалу елемента ОТС.

4. Вихід елемента ОТС визначається значеннями її входу, внутрішнім станом як елемента так і системи загалом, поточними параметрами перетворення, які залежать від технологічного і керуючого потенціалів і прийнятого менеджерами рішення.

Модель достатньо автономного елемента ОТС, відображаючи вищевказані особливості таких елементів, повинна бути динамічною, тобто відображати зміну станів елемента у часі. З можливих варіантів моделі можливо обрати дискретний варіант, що забезпечує зручність інтерпретації та достатнє узагальнення постановки задачі. Для побудови такої моделі необхідно навести її складники:

$T = \{1, 2, \dots, t, \dots\}$ – множина послідовних інтервалів часу;

$X_t = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ – множина станів входу;

$P_t = \{p_1, p_2, \dots, p_k\}$ – множина внутрішніх станів елемента;

$U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ – множина припустимих керуючих впливів (управлінських рішень);

$Y_t = \{y_1, y_2, \dots, y_l\}$ – множина станів виходу;

$A_c = \{a_{1c}, a_{2c}, \dots, a_{lc}\}$ – множина зовнішніх цільових установок;

$F: (X_b, P_b, U_b) > P_{t+1}$ – рекурентна функція (відображення);

$Q: (Y_t) > R$ – функція (відображення);

$V: (U_t) > Y_{t+1}$ – функція (відображення);

$W: (P_b, Y_b, A_c) > U_t$ – функція (відображення).

З ціллю порівняння між собою необхідно ввести для них узагальнені кількісні оцінки (індикатори), які визначаються за числовими значеннями компонент відповідних векторів. Для елементів множини X_t такі оцінки позначимо через $I(X)$, для елементів множини P_t – через $I(P)$. Максимальне значення індикатора $I(P)$ позначимо через $I_{max}(P)$ і будемо розуміти, що це – технологічний потенціал елемента ОТС.

Можливо погодитися, що стани, які мають максимальну оцінку цього індикатора, відповідають повному використанню внутрішніх ресурсів елемента. Такі внутрішні стани можливо визначати як номінальні, і їх множину позначати P^u .

У множині станів етапів входу X спробуємо виділити деяку підмножину станів X^u , за якими забезпечується перехід елемента у будь-який внутрішній стан. Мінімальну оцінку $I(X^u)$ серед інших позначимо через $I_{min}(X^u)$. Стани входу, які належать підмножині X^u , також будуть номінальними. Ознакою номінального стану буде виконання умови $I(X) \geq I_{min}(X^u)$.

Множину A_c можливо убачати відомою та яка містить поточні цільові установки керуючого блоку відносно значень виходу елемента. Склад можливої множини керуючих рішень U_t у момент t визначаємо змінюваним у часі його залежності від поточних станів входу, виходу, внутрішніх станів ОТС, зовнішніх впливів.

Якщо таким способом визначено склад і вигляд вищевказаних множин і функцій, то можливо сформулювати модель, яка дає змогу формально описати процес функціонування елемента у складі ОТС і сформулювати задачу його балансування у обмеженнях, що буде надано менеджментом. Дійсно, задаючи початкові умови у вигляді значень X_o, P_o, Y_o та A_o , процес функціонування можна описати ланцюжком функціональних перетворень:

$$\begin{aligned} (P_b, Y_b, A_c) > V, (X_b, P_b, U_b) > C_{t+1}, \\ (V_t) > Y_{t+1}, t=0, 1, 2, \dots \end{aligned} \quad (1)$$

У визначенні збалансованого стану окремого елемента ОТС будемо враховувати два аспекти. Перший пов'язано з аналізом елемента як автономної одиниці, функціонування якої спостерігається і оцінюється за значеннями вихідних показників.

Якщо на множині значень виходів задано відношення переваги, логічно передбачити, що є такі значення окремих показників або їх сполучення, які можливо трактувати як взаємозрівноважені або збалансовані. Елементи ОТС, для яких встановлено такі значення, можливо називати як збалансовані за виходом.

Другий аспект полягає у визначенні збалансованості виходу елемента ОТС з його входом. У такому разі аналіз передбачає виявлення відповідності збалансованих значень вихідних показників з деякою множиною значень вхідних змінних. Наявність такої непорожньої множини, очевидно, є умовою отримання збалансованих значень вихідних показників. У цьому разі можливо казати про збалансованість за входом.

Так, елемент ОТС, який збалансовано за входом,

буде, просто кажучи, збалансованим.

Визначимо умови балансування елемента ОТС за виходом. Можливі стани виходу, що задаються аборами значень вихідних показників, які вимірюють результат функціонування і витрати ресурсів (тобто, відповідно Y_1 та Y_2), можливо розглядати як варіанти деяких рішень або альтернатив, що підлягають вибору. Це дає змогу застосовувати для аналізу розвинений інструмент теорії прийняття рішень в інноваційному виробництві, зокрема за рахунок введення поняття «Парето-оптимальне рішення» і «функція корисності». В. Парето після відмови від застосування поняття сукупної корисності, надав короткий опис результатів, які створюються ринковою рівновагою. Це, зі свого боку, підвело його до визначення соціального оптимуму як критерію для порівняння результатів в економіці. Але він не вважав такий критерій єдиним для визначення оптимальності. У дійсності маємо множину оптимумів – їх настільки багато, наскільки є різних варіантів ринкової рівноваги, залежно від способу розподілу власності на ресурси.

Головне припущення підходу, що пропонується, полягає у прийнятті тези про еквівалентність застосування понять збалансованості елемента ОТС за виходом і Парето-оптимальності станів виходу, що досягаються. У Парето-оптимальному рішенні значення локальних критеріїв взаємно збалансовані. Є сенс будь-яке Парето-оптимальне рішення вважати збалансованим. Елемент ОТС можливо вважати збалансованим за виходом у широкому сенсі, якщо у множині станів виходу виділені ті, які задовольняють умови Парето-оптимальності. Водночас слід зауважити: Парето-оптимальні стани виходу може бути досягнуто тільки за наявності номінальних внутрішніх станів елемента ОТС. Інакше кажучи, забезпечення номінальних внутрішніх станів елемента ОТС є необхідною умовою його збалансованості за виходом. Таки, приймаючи до уваги зв'язок Парето-оптимальних рішень з процесом застосування технологічного і керуючого потенціалів можливо вважати множину Парето-оптимальних станів виходу ефективною областю балансу елемента ОТС.

Підсумовуємо: у разі збалансованості за виходом відбувався опір на функції перетворення F , V та W , припускаючи, що технологічний і керуючий потенціали елемента ОТС застосовуються повністю. У задачі збалансованості за входом: за значеннями виходу необхідно відновити значення входу. Для цього необхідно застосовувати зворотні функції F^{-1} , V^{-1} та W^{-1} , наявність яких припускали у побудові моделі. У загальному вигляді процедура визначення обмежень доволі проста: для номінальних внутрішніх станів елемента ОТС повинно бути визначено ведучі до них номінальні стани входу. На практиці така реалізація цієї

процедури ускладнюється тим, що зворотні перетворення не є однозначними, що буває характерним для задач відновлення аргументів багатомірних функцій за їх значеннями.

ВИСНОВКИ

Запропоновані у цій роботі поняття, які мали відношення до окремого елемента ОТС, відкривають можливість вивчення питань збалансованості виробничих систем, які є сумою взаємодіючих елементів, беручи до уваги той факт, що вхід одного елемента ОТС є виходом деякого іншого. Вивчаючи послідовність ланцюжків зв'язаних елементів ОТС, можливо оцінити ступінь збалансованості такої складної системи, як сучасне високотехнологічне виробництво, та виявляти умови, за якими її може бути забезпечено. Процес рішення такої задачі зводиться до послідовного аналізу збалансованості елементів ланцюжка у складі конкретної ОТС. Починаючи з останнього, для якого попередньо встановлено кінцеві цілі функціонування виробничої системи загалом. Впевнено можливо констатувати, що достатньо виявити умови узгодженого функціонування ланцюжка хоча б з двох елементів ОТС. Висновки для ланцюга вільної протяжності виробничої системи легко отримати, розглядаючи пари суміжних елементів системи, починаючи з останніх двох елементів ланцюга. У цій роботі зроблено спробу формалізації виконання таких дій. Наведений методичний підхід знайшов застосування у плануванні узгодженої роботи виробничо-логістичної системи на ПАТ «Одескабель», що містила у складі підрозділ маркетингу (ТД «Одескабель»), основне виробництво заводу і служби забезпечення [11, с. 303-315]. В результаті реалізації запропонованого підходу для кожного підрозділу обрано показники і на основі розрахунків встановлено нормативні значення, що забезпечували досягнення цілей виробничо-логістичної системи за умовами повного використання можливостей підрозділів, раціонально-оперативного управління, запитів споживачів на інноваційну продукцію. Також з'явилася можливість вирішення таких завдань, як мотивація персоналу, визначення диференційованої відповідальності за кінцеві результати, оцінювання втрат внаслідок відхилень від фактичних режимів роботи підрозділів від нормативних.

Вищенаведений підхід застосовано в економіко-математичному моделюванні основного виробництва ПАТ «Одеський завод радіально-свердильних верстатів» в узгодженні процесів типу «вхід – вихід – вхід» на технологічних переділах (заготівельній, механообробній, зборочній), у виготовленні наукомісткої продукції (обробувальні центри, гнучкі обробувальні автоматичні лінії, алмазно-розточні верстати).

Список використаних джерел

1. Башинська І.О. Управління смартизацією бізнес-процесів промислового підприємства для забезпечення його економічної безпеки: монографія. Schweinfurt, 2020. 420 с.
2. Гавриш О.А., Бояринова К.О. Диференціація промислових підприємств як інноваційно функціонуючих виробничо – економічних систем. *Економічний вісник НТУ «КПІ»*. 2015. № 12. С. 417-424.
3. Євдокімов Ф.І., Лисков В.П. Оцінка техніко-технологічного потенціалу високотехнологічного підприємства. *Наукове видання ДонНТУ: Економічна серія*. 2005. Вип. 97. С. 25-30.
4. Єрмак С.О. Теоретичні та методологічні основи стратегічного управління інклюзивним розвитком інноваційно-активних підприємств: монографія. Schweinfurt, 2019. 430 с.
5. Захарченко В.І., Єрмак С.О., Онешко С.В. Теорія створення і функціонування організаційно-технологічних систем у

високотехнологічному виробництві: монографія. Одеса, 2022. 324 с.

6. Ілляшенко С.М., Біловодська О.А. Управління інноваційним розвитком промислових підприємств: монографія. Суми, 2010. 281с.
7. Карпінська Г.В. Комплементарні аспекти методології збалансованого розвитку промислового підприємства. *Економічні інновації*. 2020. Т. 22. № 1. С. 88-94.
8. Меркулов М.М. Науково – технологічний розвиток і управління інноваціями: монографія / відп. ред. В.І. Захарченко. Одеса, 2008. 344 с.
9. Петрович Й.М., Прокопишин-Рашкевич Л.М. Інноваційний потенціал управління організацією: монографія. Львів, 2010. 184с.
10. Селіванова Н.М., Філіппова С.В. Управління розвитком інноваційно – активного промислового підприємства на засадах контролінгу: нові реалії та завдання: монографія. Одеса, 2014. 182 с.
11. Управлінське консультування у трансформаційній економіці / відп. ред. В.І. Захарченко. Одеса, 2020. 335 с.
12. Kaplan R.S., Norton D.P. The Balanced Scorecard – Measures then drive Performance. *Harvard Business Review*. 1992. Vol. 70. № 1. pp. 71-79.
13. Winter S. Four Rs of profitability: rents, resources, routines and replication. *In Recourse – Based and Evolutionary Theories of the Firm* / ed. C. Montgomery. Boston. pp. 147-158.

References

1. Bashynska I.O. Smartization of management for business processes of an industrial enterprise for establishment of economic security: monograph. Schweinfurt, 2020, 420p. (in Ukrainian).
2. Havrysh O.A., Boyarynova K.O. Differentiation of industrial enterprises as innovatively functioning production and economic systems. *Economic Bulletin of NTU "KPI"*. 2015. No. 12. pp. 417-424. (in Ukrainian)
3. Yevdokimov F.I., Lyskov V.P. Assessment of the technical and technological potential of a high-tech enterprise. *Scientific edition of DonNTU: Economic series*. 2005 No. 97. pp. 25-30. (in Ukrainian).
4. Yermak S.O. Theoretical and methodological foundations of strategic management of inclusive development of innovative and active enterprises: monograph. Schweinfurt, 2019. 430 p. (in Ukrainian).
5. Zakharchenko V.I., Yermak S.O., Oneshko S.V. The theory of creation and functioning of organizational and technological systems in high-tech production: monograph. Odessa, 2022. 324 p. (in Ukrainian).
6. Illiashenko S.M., Bilovodska O.A. Management of innovative development of industrial enterprises: monograph. Sumy, 2010. 281 p. (in Ukrainian).
7. Karpinska H.V. Complementary aspects of the methodology of balanced development of an industrial enterprise. *Economic innovations*. 2020. Vol. 22. No 1. pp. 88-94. (in Ukrainian).
8. Merkulov M.M. Scientific and technological development and innovation management: monograph / ed. V.I. Zakharchenko. Odessa, 2008. 344 p. (in Ukrainian).
9. Petrovych Y.M., Prokopyshyn-Rashkevich L.M. Innovative potential of organization management: monograph. Lviv, 2010. 184 p. (in Ukrainian).
10. Selivanova N.M., Filippova S.V. Management of the development of an innovative - active industrial enterprise on the basis of controlling: new realities and tasks: monograph. Odessa, 2014. 182 p. (in Ukrainian).
11. Management consulting in the transformational economy / ed. V.I. Zakharchenko. Odessa, 2020. 335 p. (in Ukrainian).
12. Kaplan R.S., Norton D.P. The Balanced Scorecard – Measures then drive Performance. *Harvard Business Review*. 1992. Vol. 70. № 1. pp. 71-79.
13. Winter S. Four Rs of profitability: rents, resources, routines and replication. *In Recourse – Based and Evolutionary Theories of the Firm* / ed. C. Montgomery. Boston. pp. 147-158.

Vitalii ZAKHARCHENKO

Doctor of Economics, Professor, Odessa Polytechnic National University

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2903-2471>

e-mail: kafedra.info@mreid.in

Artur DUDNIK

postgraduate student, Odessa Polytechnic National University

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2718-8344>

e-mail: aduda0507@gmail.com

ASSESSMENT OF COORDINATED OPERATION OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS

The paper provides an approach for assessing the consistency of the employment of elements of organizational and technological systems in innovative industrial production. The necessity of such assessment based on usage of the balanced indicators system appearing during the process of management organization of an innovative and active enterprise. The research which was conducted relatively to chains of connected elements gave possibility for evaluation the degree of the balance of such complex system and to identify the conditions under which it can be secured. During implementation of such approach for each subdivision the actual indicators are collected and relevant calculation of the normative values has been conducted basis collection of these indicators, which ensures the achievement of system goals based on rational operational management. The concepts proposed in this work and related to a separate element of the organizational and technological systems, providing the possibility of investigation of the balance issues of production systems, which are the summary of interacting elements with consideration that the input of one element of the organizational and technological systems is the output of some other element. Taking in mind the sequence of chains of connected elements of the organizational and technological systems, it is possible to assess the level of balance of such a complex system which can be interpreted as modern high-tech production and to identify the conditions under which it can be ensured. The process of solving such problem is established by sequential analysis of the balance of the elements of the chain being part of a specific organizational and technological systems. It is certainly possible to state that it is enough to identify the conditions for the coordinated employment of the chains of at least two elements of the organizational and technological systems. Conclusions for the free-span chain of a production system can be easily obtained by considering pairs of adjacent elements of the system, starting with the last two elements of the chain. In this work, an attempt was made to formalize the performance of such actions.

Keywords: system, evaluation, function, potential, balance, optimal, model