

DOI: 10.15276/ETR.02.2022.5
 DOI: 10.5281/zenodo.7675694
 UDC: 658.5:330.4
 JEL: D24, C00

МОРФОЛОГІЧНИЙ СИНТЕЗ НА ОПЕРАЦІЙНОМУ РІВНІ У ДОСЛІДЖЕННЯХ РОЗВИТКУ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

MORPHOLOGICAL SYNTHESIS AT THE OPERATIONAL LEVEL IN RESEARCH OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS

Vitaliy I. Zakharchenko, DEcon, Professor
Odesa Polytechnic State University, Odesa, Ukraine
 ORCID: 0000-0003-2903-2471
 E-mail: kafedra.info@mzeid.in

Svitlana V. Oneshko, PhD in Economics, Associate Professor
Odesa National Maritime University, Odesa, Ukraine
 ORCID: 0000-0003-2313-3984
 Email: osvfox1@gmail.com

Received 21.03.2022

Захарченко В.І., Онешко С.В. Морфологічний синтез на операційному рівні у дослідженнях розвитку організаційно-технологічних систем. Науково-методична стаття.

У статті запропоновано методичний підхід до конструювання складних організаційно-технологічних систем, що реалізує принцип послаблення надмірно розвинених або послаблення недостатньо розвинених її компонентів на окремих інтервалах розвитку. На основі використання методу морфологічного синтезу з ціллю побудови нормативного прогнозу розвитку організаційно-технологічної системи у високотехнологічному виробництві потребує залучення широкого кола фахівців для вирішення важкоформалізованої задачі обґрунтування моделей функціонування компонентів системи, а також проведення експертного оцінювання на етапі послаблення ділянок недостатнього або надмірного розвитку компонентів системи. У якості станів компонентного балансу розглядається мережевий стан системи, за яким ще можливо забезпечувати виконання основної задачі та компонентів системи задля максимально можливого розвитку. У розглянутій ситуації виконуються як умови зовнішнього балансу, так і умови внутрішнього балансу системи, щоб її компоненти отримали максимально можливий розвиток. Стан максимальної розвиненості компонентів системи в умовах виділення фіксованих асигнувань фактично означає забезпечення ресурсного балансу, тобто відповідність витрат, які необхідні на розвиток системи відповідно асигнуванням, що надаються.

Ключові слова: система, проєкт, вектор, ресурс, баланс, компонент, модель, асигнування, ефективність

Zakharchenko V.I., Oneshko S.V. Morphological synthesis at the operational level in research of organizational and technological systems. Scientific and methodical article.

The research proposes a methodical approach to the construction of complex organizational and technological systems, which implements the principle of weakening overdeveloped or weakening underdeveloped components at certain intervals of development. Based on the use of morphological synthesis in order to build a normative forecast of organizational and technological system in high-tech production requires the involvement of a wide range of specialists to solve the difficult problem of substantiating models of system components, as well as expert assessment at the stage of weakening areas of insufficient or excessive development of system components. The network state of the system is considered as the states of component balance, according to which it is still possible to ensure the fulfillment of the main task and components of the system for the maximum possible development. In this situation, both the conditions of external balance and the conditions of internal balance of the system are met, so that its components receive the maximum possible development. The state of maximum development of the components of the system in the conditions of allocation of fixed appropriations actually means ensuring the resource balance, i.e. compliance with the costs necessary for the development of the system in accordance with the appropriations provided.

Keywords: system, project, vector, resource, balance, component, model, assignment, efficiency

Даним матеріалом автори продовжують дослідження зі створення та функціонування організаційно-технологічних систем у високотехнологічному виробництві, використовуючи існуючі інструменти математичного аналізу. При цьому враховуємо такі суттєві зміни: розширення області систем, що розглядаються у сучасному промисловому виробництві та є основою заміни термінів «машинна система» і «технологічна система» на термін «організаційно-технологічна система»; розширення області застосування результатів, які тепер можуть бути корисними не тільки при конструюванні, але і в інших сферах економічної діяльності, а саме – у високотехнологічному виробництві. При цьому переслідуються декілька цілей: по-перше, зробити опис функціонування, категорії та якості організаційно-технологічних систем, по-друге, побудувати основу термінології теорії конструювання і, по-третє, узагальнити досягнення в області організаційно-технологічних систем, на які буде спиратися подальший розвиток теорії конструювання та особливо її робочі методи. Виходячи з цільової установки, вже на сучасному етапі розвитку теорії можливо отримати окремі визначені теоретичні результати. Такі теоретичні положення організаційно-технологічних систем надають дослідникам підхід, що орієнтує на кінцеву ціль і дозволяє бачити взаємозв'язки, розуміти і застосовувати цілісність як принцип, а також розпізнавати у різних технологічних об'єктах суттєві аналогії та відношення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

При підготовці цієї роботи авторами було проаналізовано праці таких фахівців як:

К. Бояринова [2], А. Ворона [3], О. Виварець, О. Могіленських і В. Уланов [4], В. Голомовзний і Н. Калиновська [5], Р. Зельцер та колеги [6], Є. Кібалов та колеги [7], І. Крамаренко та О. Хмелик [8], В. Марченко [9], А. Махорт [10], Ю. Лисенко та ін. [11], А. Усов і Г. Оборський [12], В. Хубка [13].

Так, Ю. Лисенко і В. Стасюк констатують, що «Для ефективної діяльності будь-якої системи (автори – мається на увазі промислове підприємство) необхідно строго слідкувати закону необхідного різноманіття: «тільки різноманіття може подолати різноманіття». Під різноманіттям розуміється кількість визначених станів системи» [11, с. 201.]. В. Усов і Г. Оборський підкреслюють: «Під час опису різних технологічних процесів необхідно враховувати явище наслідків. Природно при цьому моделювати такі процеси диференційними рівняннями з аргументом, що відхиляється» [12, с. 102]. Є. Кібалов, спираючись на М. Моїсеєва, стверджує: «Призначення цілей в економічній системі – це своєрідний адаптаційний механізм. У результаті багатократного повторення процедури призначення цілей і спостереження за результатом знімається ціла низка невизначеностей, встановлюється більш якісне розуміння цілей» [7, с. 16]. О. Могіленських узагальнює: «Математична модель економічної задачі, що розглядається у вигляді математичних символів, рівнянь, нерівнянь та їх систем, висловлюючи її основний зміст, умови і ціль рішення» [4, с. 10]. В. Хубка пояснює: «Функціонування системи формується її структурою. Відносно замкнута система із заданою структурою функціонує однозначно, тобто її структура повністю визначає спосіб функціонування» [13, с. 23]. А. Махорт у своїй праці з'ясовує умови досягнення економічною системою станів рівноваги із заданими властивостями, де її суб'єкти є ненасичуваними споживачами товарів [10, с. 152]. Досліджуючи ідентифікацію джерел та розвиток теоретико-методологічних положень самоорганізації суб'єкту господарювання, В. Марченко констатує: «У синергетичній концепції дослідження економічних процесів процес розвитку корпорації розглядається як перехід від однієї точки біфуркації до іншої» [9, с. 72]. Р. Зельцер та колеги, застосовуючи методи експертних оцінок, сезонної декомпозиції часових рядів, порівняльного аналізу, удосконалюють інструментарій ресурсно-логістичного та організаційно-структурного забезпечення на прикладі об'єктів будівництва [6, с. 38]. В. Голомовзний і Н. Калиновська роблять спробу вирішити таке завдання: обґрунтувати економічні параметри, які необхідно визначити підприємству при застосуванні системи ремонту і технічного обслуговування під час відновлення заводської системи машин [5, с. 125]. Аналогічної точки зору дотримується і К. Бояринова [2]. Аналізуючи зарубіжний досвід управління інноваційним розвитком, А. Ворона виділяє три основних

методи: на початковому етапі управління інноваційним розвитком здійснюється переважно методами державного управління та за рахунок коштів державного бюджету; на другому етапі управління переходить до недержавних фінансових структур; на етапі розвинутого індустріального суспільства роль держави та її інститутів зводиться до координатора інноваційного процесу шляхом визначення пріоритетних напрямів, фінансування системи підготовки фахівців та фінансування глобальних досліджень, прибутковість яких відтермінована у часі [3, с. 137]. І. Крамаренко підкреслює: «Суть інноваційної перебудови економічної політики України повинна складатися в концентрації існуючих ресурсів в конкурентоздатних областях науково-технічного прогресу, і передусім у високотехнологічних напрямках» [8, с. 77].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми

Ідея направленої конструювання складності організаційно-технологічної системи (ОТС) реалізує принцип ослаблення надмірно розвинених чи посилення недостатньо розвинених компонентів на окремих інтервалах розвитку. Як стан компонентного балансу розглядається граничний стан ОТС, при якому ще забезпечується виконання основного завдання, компоненти ОТС отримують свій максимально можливий розвиток. У аналізованій ситуації виконується як умова зовнішнього балансу, так і умова внутрішнього балансу системи, щоб її компоненти отримали максимально можливий розвиток. Стан максимальної розвиненості компонентів ОТС в умовах виділення фіксованих асигнувань фактично означає дотримання ресурсного балансу – відповідність витрат, необхідних на розвиток системи, асигнуванням, що виділяються. Крім того, лінія компонентного балансу поділяє ситуації надлишкового та недостатнього розвитку компонентів ОТС.

Мета статті полягає у розробці методичного підходу до конструювання складних організаційно-технологічних систем у високотехнологічному виробництві на основі використання інструменту морфологічного синтезу, що реалізує принцип послаблення надмірно розвинених або послаблення недостатньо розвинених її компонентів на окремих інтервалах розвитку.

Викладення основного матеріалу дослідження

На етапі побудови нормативного прогнозу прийнятним може вважатися тренд ОТС, що найбільше підходить до траєкторії її збалансованого розвитку. Пошук траєкторії збалансованого розвитку ОТС здійснюється у цій ситуації за принципом посилення (ослаблення) її компонентів з урахуванням застосування методу морфологічного синтезу.

В. Хубка при цьому визначає такі типи задач: «У зв'язку з системами розглядаються три характерних типи задач: задача синтезу – задано

характер функціонування та інші вимоги до системи, визначити структуру, яка задовольняє поставленим вимогам; задача аналізу – задано структуру, визначити функціонування системи; задача «чорного ящика» – задано систему, структура якої невідома або відома частково, визначити її функціонування і, можливо, структуру [13, с. 26-27]. А Великий економічний словник наводить таке визначення: «синтез системи – побудова системи, об'єднання окремих частин системи, що визначається; її елементів у єдину систему для реалізації деякої заданої функції або набору функцій [1, с. 943].

Розглянемо особливості реалізації етапів методу морфологічного синтезу на операційному рівні дослідження складних систем у високотехнологічному виробництві, використовуючи для пошуку прогностичного стану ОТС реконструкцію її базового варіанта.

На першому етапі здійснюється декомпозиція ОТС на деякі компоненти. При цьому виділення великої кількості різнотипних компонентів у ОТС надалі призводить до труднощів, пов'язаних із визначенням та формалізацією показників розвиненості компонентів. У цій ситуації компоненти можуть бути об'єднані в групи за якоюсь ознакою, після чого проводиться пошук збалансованого стану груп компонентів ОТС. Результатом застосування методу морфологічного синтезу до аналізованої системи буде варіант розподілу асигнувань на розвиток груп компонентів, що забезпечує досягнення компонентного балансу. За необхідності здійснюється декомпозиція у групах компонентів, кожна з яких сприймається як самостійна підсистема з відомими асигнуваннями на її розвиток. Розподіл асигнувань серед компонентів у підсистемах можна провести повторним застосуванням морфологічного синтезу.

На другому етапі проводиться обґрунтування та вибір показників розвиненості окремих компонентів підсистеми. У цьому випадку показник розвиненості може бути показником ефективності чи показником вкладу компонента. Розглядаючи можливі поєднання значень показника ефективності ОТС і показників розвиненості її компонентів, можна встановити функціональну надмірність чи недостатність окремих компонентів системи. Отже, показник розвиненості компонента постає як характеристика, що доповнює інформативність показника ефективності застосування ОТС і знижує невизначеність щодо ступеня збалансованості компонента, що розглядається в системі.

На третьому етапі формується загальна класифікаційна шкала розвиненості ОТС (критерій розвиненості). Критерій розвиненості використовується для якісної градації можливих станів ОТС. Зокрема, на класифікаційній шкалі повинні відобразитися стани надлишкового, недостатнього та збалансованого розвитку компонентів. Шкала формується з використанням показника ефективності ОТС W_S та показників

розвиненості окремих компонентів $W_1, W_2, W_3 \dots, W_K$, де K – загальна кількість компонентів ОТС. Перед безпосередньою побудовою критерію розвиненості для кожного з показників визначається дискретний набір значень, що характеризують якісний стан системи або компонента за конкретним показником. Побудова класифікаційної шкали значень може бути проведеною в такий спосіб. Показнику ефективності функціонування ОТС взагалі W_S визначимо три якісні градації діапазону значень: $W_S = W_D$; $W_S > W_D$; $W_S < W_D$, де W_D – достатній рівень розвитку системи.

Наприклад розглянемо двокомпонентну ОТС. Показнику розвитку будь-якого з її компонентів W_1, W_2 визначимо дві якісні градації діапазонів значень: $W_1 \geq W_{1D}$, ($W_2 \geq W_{2D}$) – максимальна розвиненість компонента; $W_1 < W_{1D}$, ($W_2 < W_{2D}$) – не максимальна розвиненість компонента, де W_{1D} (W_{2D}) – достатні рівні розвитку компонентів системи. Можливі стани ОТС ранжовані знизу вгору за зростанням її прогресу (табл. 1). Зокрема, верхній стан (номер 1) характеризує компонент, що виконує завдання ($W_S < W_D$). При цьому компоненти ОТС в умовах виділених асигнувань отримали максимально можливий розвиток ($W_1 \geq W_{1D}$ та $W_2 < W_{2D}$). Нижній стан ОТС (номер 12) характеризує компонент, що не виконує завдання ($W_S < W_D$). При цьому компоненти ОТС отримали максимально можливий розвиток за умов виділених асигнувань. Фактично цей стан відображає невідповідність спроектованої ОТС тим завданням, які вона повинна виконувати, що веде до її реконструкції – побудови нової системи, що відповідає вимогам її ефективності. Найбільший інтерес представляє п'ятий стан ОТС – стан компонентного балансу. У цій ситуації компоненти системи отримали максимально можливий розвиток, але завдання виконується на межі допустимої ефективності $W_S = W_D$. Система «балансує» на межі переходу до ситуацій «прогресу» або «деградації».

При розв'язанні задач прогнозування стану 5 може визначатися як шуканий стан, так як аналізований стан відображає умову зовнішнього та внутрішнього балансів ОТС. У Стан з першого до третього у табл. 1 можна охарактеризувати як стан надлишкового розвитку компонентів ОТС. У цих ситуаціях ОТС виконує завдання з надлишковим запасом стійкості ($W_S < W_D$), при цьому або один з компонентів, або всі компоненти отримали розвиток вище достатньої межі ($W_i \geq W_{iD}$, $i = 1,2$).

Можна говорити про те, що виділені асигнування були витрачені на підвищення запасу стійкості ОТС. Стан з шостого по восьмий можна охарактеризувати як стан недостатнього розвитку компонентів системи. У цих ситуаціях ОТС виконує завдання на грані допустимої межі ($W_S = W_D$) – без запасу стійкості, при цьому один із компонентів чи всі компоненти отримали достатнього рівня розвитку ($W_i < W_{iD}$, $i = 1,2$).

Таблиця 1. Класифікаційна шкала станів організаційно-технологічної системи

Значення компонента W_S	Значення компонента W_1	Значення компонента W_2	Характеристика стану
$W_S < W_D$	$W_1 \geq W_{1D}$	$W_2 \geq W_{2D}$	Надлишковий розвиток компонентів
$W_S < W_D$	$W_1 < W_{1D}$	$W_2 \geq W_{2D}$	Надлишковий розвиток другого компоненту
$W_S < W_D$	$W_1 \geq W_{1D}$	$W_2 < W_{2D}$	Надлишковий розвиток першого компоненту
$W_S < W_D$	$W_1 < W_{1D}$	$W_2 < W_{2D}$	Нормальний розвиток системи
$W_S = W_D$	$W_1 \geq W_{1D}$	$W_2 \geq W_{2D}$	Компонентний баланс
$W_S = W_D$	$W_1 < W_{1D}$	$W_2 \geq W_{2D}$	Недостатній розвиток першого компонента
$W_S = W_D$	$W_1 \geq W_{1D}$	$W_2 < W_{2D}$	Недостатній розвиток другого компонента
$W_S = W_D$	$W_1 < W_{1D}$	$W_2 < W_{2D}$	Недостатній розвиток компонентів
$W_S = W_D$	$W_1 < W_{1D}$	$W_2 \geq W_{2D}$	Деградація першого компоненту
$W_S \geq W_D$	$W_1 \geq W_{1D}$	$W_2 < W_{2D}$	Деградація другого компоненту
$W_S \geq W_D$	$W_1 < W_{1D}$	$W_2 < W_{2D}$	Деградація системи
$W_S \geq W_D$	$W_1 \geq W_{1D}$	$W_2 \geq W_{2D}$	Реконструкція системи

Джерело: власна розробка авторів

Збільшення асигнувань на розвиток ОТС у ситуаціях, що аналізуються, може призвести до підйому на верхні рівні її прогресу (стані 1-8). Стани з дев'ятого по одинадцятий можна охарактеризувати як стани деградації окремих компонентів ОТС чи системи взагалі. У цих ситуаціях ОТС не виконує завдання ($W_S \geq W_D$). Збільшення асигнувань на розвиток ОТС в аналізованих станах може призвести або до її реконструкції (стан 12), або до її підйому на верхні рівні прогресу. Отже критерій розвиненості системи може бути побудований на основі дискретної класифікаційної шкали станів з використанням градуйованих значень (встановлених діапазонів) зміни показника її ефективності в цілому та показників розвиненості компонентів, що входять до неї. Мета побудови класифікаційної шкали полягає у можливості використання її надалі при розв'язанні задачі нормативного прогнозування для пошуку станів ОТС.

На четвертому етапі визначаються хронологічно значущі інтервали розвитку ОТС. Вибір тривалості і числа хронологічно значущих інтервалів розвитку системи визначається величиною періоду попередження, специфікою розвитку та масштабом досліджуваної системи, традиційно сформованими умовами фінансування та планування розвитку системи, а також наявними тимчасовими ресурсами, математичним та програмним забезпеченням. Як додаткові фактори, що також враховуються при виборі

тривалості інтервалів розвитку ОТС, можна назвати такі: тривалість етапів життєвого циклу окремих систем; тривалість етапів продовження гарантійних термінів експлуатації систем. З огляду на високу інерційність процесу розвитку ОТС застосування методу морфологічного синтезу з метою побудови нормативного прогнозу стає доцільним при виборі періоду попередження тривалістю не менше 10-15 років. Залежно від результатів попереднього пошукового прогнозування, проведеного з урахуванням експертного оцінювання, число хронологічно значимих інтервалів розвитку ОТС може знаходитися у діапазоні від 5 до 15.

5. На п'ятому етапі вибирається базовий варіант розвитку ОТС при фіксованих середньорічних асигнуваннях на її розвиток. Під варіантом розвитку системи розуміється склад компонентів, що входять до неї та встановлюються за основними кількісними характеристиками на інтервалах заданого періоду попередження. Базовий варіант розвитку системи формується за даними попередньо проведеного пошукового прогнозування з використанням методів експертного оцінювання. У результаті пошукового прогнозування оцінюється склад компонентів досліджуваної ОТС наприкінці заданого періоду попередження – тобто визначаються основні напрями розвитку ОТС. Формування базового варіанту розвитку системи здійснюється з використанням морфологічної таблиці (табл. 2).

Таблиця 2. Морфологічна таблиця формування базового варіанта організаційно-технологічної системи

Номер проекту	Етапи життєвого циклу	Інтервал 1	Інтервал 2	...	Інтервал К
Проект 1	НДДКР	$\delta C_{11}^{(H)}, X_{11}^{(H)}$	$\delta C_{12}^{(H)}, X_{12}^{(H)}$		$\delta C_{1K}^{(H)}, X_{1K}^{(H)}$
	Введення в експлуатацію	$\delta C_{11}^{(BE)}, X_{11}^{(BE)}$	$\delta C_{12}^{(BE)}, X_{12}^{(BE)}$		$\delta C_{1K}^{(BE)}, X_{1K}^{(BE)}$
	Експлуатація	$\delta C_{11}^{(E)}, X_{11}^{(E)}$	$\delta C_{12}^{(E)}, X_{12}^{(E)}$		$\delta C_{1K}^{(E)}, X_{1K}^{(E)}$
	Зняття з експлуатації	$\delta C_{11}^{(CE)}, X_{11}^{(CE)}$	$\delta C_{12}^{(CE)}, X_{12}^{(CE)}$		$\delta C_{1K}^{(CE)}, X_{1K}^{(CE)}$
Проект 1	НДДКР	$\delta C_{21}^{(H)}, X_{21}^{(H)}$	$\delta C_{22}^{(H)}, X_{22}^{(H)}$		$\delta C_{2K}^{(H)}, X_{2K}^{(H)}$
	Введення в експлуатацію	$\delta C_{21}^{(BE)}, X_{21}^{(BE)}$	$\delta C_{22}^{(BE)}, X_{22}^{(BE)}$		$\delta C_{2K}^{(BE)}, X_{2K}^{(BE)}$
	Експлуатація	$\delta C_{21}^{(E)}, X_{21}^{(E)}$	$\delta C_{22}^{(E)}, X_{22}^{(E)}$		$\delta C_{2K}^{(E)}, X_{2K}^{(E)}$
	Зняття з експлуатації	$\delta C_{21}^{(CE)}, X_{21}^{(CE)}$	$\delta C_{22}^{(CE)}, X_{22}^{(CE)}$		$\delta C_{2K}^{(CE)}, X_{2K}^{(CE)}$
...
Проект N	НДДКР	$\delta C_{N1}^{(H)}, X_{N1}^{(H)}$	$\delta C_{N2}^{(H)}, X_{N2}^{(H)}$		$\delta C_{NK}^{(H)}, X_{NK}^{(H)}$
	Введення в експлуатацію	$\delta C_{N1}^{(BE)}, X_{N1}^{(BE)}$	$\delta C_{N2}^{(BE)}, X_{N2}^{(BE)}$		$\delta C_{NK}^{(BE)}, X_{NK}^{(BE)}$
	Експлуатація	$\delta C_{N1}^{(E)}, X_{N1}^{(E)}$	$\delta C_{N2}^{(E)}, X_{N2}^{(E)}$		$\delta C_{NK}^{(E)}, X_{NK}^{(E)}$
	Зняття з експлуатації	$\delta C_{N1}^{(CE)}, X_{N1}^{(CE)}$	$\delta C_{N2}^{(CE)}, X_{N2}^{(CE)}$		$\delta C_{NK}^{(CE)}, X_{NK}^{(CE)}$
Оцінка стану системи		(1-12)	(1-12)	...	(1-12)

Джерело: власна розробка авторів

На перетині стовпців та рядків таблиці розташовані величини пайового фінансування окремих напрямків розвитку – проектів систем, що відповідають умовам нормування:

$$\sum_{i=1}^N [\delta C_{ij}^{(H)} + \delta C_{ij}^{(BE)} + \delta C_{ij}^{(E)} + \delta C_{ij}^{(CE)}] \leq 1, \forall j = \overline{1, K};$$

$$\delta C_{ij}^{(H)} = \frac{C_{ij}^{(H)}}{C_j}; \quad (1)$$

$$\delta C_{ij}^{(BE)} = \frac{C_{ij}^{(BE)}}{C_j};$$

$$\delta C_{ij}^{(E)} = \frac{C_{ij}^{(E)}}{C_j}; \quad \delta C_{ij}^{(CE)} = \frac{C_{ij}^{(CE)}}{C_j};$$

де $C_{ij}^{(H)}, C_{ij}^{(BE)}, C_{ij}^{(E)}, C_{ij}^{(CE)}$ – асигнування, які необхідні для розвитку i -ї системи (проекту системи) на j -му тимчасовому інтервалі прогнозування, відповідно на етапах: проведення НДДКР, введення в експлуатацію, експлуатації та зняття з експлуатації;

C_j – сукупні асигнування, що виділяються (що прогнозовані для виділення) на j -му тимчасовому інтервалі розвитку об'єднаної ОТС.

В останньому рядку таблиці 2 наведено оцінку поточного стану S_j ОТС відповідно до критерію розвиненості за класифікаційною шкалою, що має 12 значень. Через кому, від величин необхідних асигнувань на розвиток проектів (на перетинах рядків та стовпців), розташований вектор значень основних кількісних характеристик систем $X_{ij}^{(\dots)}$ на відповідних етапах життєвого циклу. Далі

завдання формування базового набору проектів вирішується таким чином.

1) Визначається первісна множина $\{I_g\}$ з базових проектів, де $\{I_g\}$ – загальна кількість базових проектів.

2) Визначається безліч проектів $\{I_o\}$ з базового набору, що мають певний початок і тривалість виконання, інші проекти становлять безліч невизначених $\{I_{no}\}$, тобто:

$$\{I_g\} = \{I_o\} + \{I_{no}\}, \quad (2)$$

3) Визначаються кількість та тривалість етапів життєвого циклу для базового набору проектів безлічі невизначених:

$$D_i = d_i^H + d_i^{BE} + d_i^E + d_i^{CE}, \forall i \in \{I_{no}\}, \quad (3)$$

де D_i – загальна тривалість виконання проекту, яка вимірюється у кількості значимих інтервалів розвитку, за умови $D_i \leq K$; $d_i^H + d_i^{BE} + d_i^E + d_i^{CE}$ – тривалість етапів: НДДКР, введення у експлуатацію, експлуатації та зняття з експлуатації, що вимірюються у кількості хронологічно значимих інтервалів розвитку.

4) Перевіряється виконання умов ресурсного балансу для базового набору проектів:

$$C_i^H + C_i^{BE} + C_i^E + C_i^{CE} \geq C_i,$$

$$\forall i \in \{I_B\}, \sum_{i=1}^{I_B} C_i \leq C, \quad (4)$$

де C_i – асигнування, які необхідні розвитку i -го проєкту;

C – сукупні асигнування, що прогнозовані для виділення на всій тривалості періоду розвитку ОТС.

5) При невиконанні умов ресурсного балансу здійснюється коригування базових проєктів з безлічі невизначених, що спрямоване на перенесення термінів початку реалізації проєктів до кінця періоду попередження. Фактично коригування означає переведення проєкту до множини визначених.

6). Визначається початок виконання проєктів з множини невизначених $\{I_{no}\}$ для цільової функції при виконанні умов (1):

$$S = \min_{\{Q\}} (\sum_{j=1}^K |S_j - S_B|), \quad (5)$$

$$Q = \prod_{i=1}^{I_{no}} (K - D_i),$$

де $\{Q\}$ – безліч варіантів розміщення проєктів;
 Q – потужність безлічі варіантів розміщення проєктів;

S_j – поточний стан системи;

S_B – стан компонентного балансу системи;

K – загальна кількість хронологічно значимих інтервалів розвитку ОТС.

При невиконанні умов (4) для будь-якого з можливих рішень, що становлять безліч $\{Q\}$, здійснюється коригування проєктів з безлічі невизначених, яке спрямоване на збільшення тривалості періодів введення в експлуатацію i -го проєкту, з відповідним перерозподілом асигнувань на нову тривалість періоду. Зазначена операція веде до зменшення асигнувань на фіксованому інтервалі розвитку, що дозволяє після кількох ітерацій досягти виконання умов (4). Завдання (5) може вирішуватись методами спрямованого або випадкового пошуку. Вибір того чи іншого способу пошуку здійснюється залежно від потужності безлічі варіантів розміщення проєктів.

6. На шостому етапі розраховуються показники розвиненості та оцінюється розвиненість ОТС взагалі за критерієм розвиненості з використанням математичних моделей функціонування компонентів системи на окремих інтервалах розвитку. Для оцінювання показників розвиненості її компонентів та врахування складних взаємозв'язків, а також великої кількості вихідних параметрів, що визначають розвиток системи, потрібна, як правило, розробка

проблемно орієнтованої імітаційної моделі функціонування її компонентів. При використанні такої моделі, крім оцінюваних показників, можна отримувати велику кількість додаткових характеристик ОТС, що дозволяють підвищити рівень інформованості менеджменту високотехнологічного виробництва щодо можливості посилення (ослаблення) компонентів системи.

7. На сьомому етапі визначаються інтервали розвитку ОТС, на яких окремі компоненти набули недостатнього (надлишкового) розвитку. За великої кількості проєктів у безлічі невизначених зазначена операція проводиться методами експертного оцінювання. Якщо завдання розміщення проєктів вирішується в автоматичному режимі, тоді метод морфологічного синтезу реалізується шляхом інтерактивного спілкування з персональним комп'ютером.

8. У ході восьмого етапу здійснюється перерозподіл асигнувань для посилення (ослаблення) недостатньо (надмірно) розвинених компонентів ОТС – її реконструкція. На даному етапі, по суті, визначається нова вартість C_i проєкту, що вимагає додаткових асигнувань (або зниження асигнувань) на розвиток з метою посилення (ослаблення), а також встановлюються нові терміни початку (завершення) реалізації проєкту перед повторним зверненням до завдання розміщення наборів проєктів. При використанні даних експертного оцінювання, отриманих на попередньому етапі, в ОТС також можуть вводитися нові проєкти, що розглядаються у складі виділених компонентів, або виключатися функціонально надлишкові проєкти.

Висновки

Таким чином, застосування методу морфологічного синтезу з метою побудови нормативного прогнозу розвитку ОТС вимагає залучення широкого кола фахівців для вирішення важкоформалізованого завдання обґрунтування показників розвиненості її компонентів, побудови моделей функціонування компонентів системи, а також проведення експертного оцінювання на етапі посилення (ослаблення) ділянок недостатнього (надлишкового) розвитку компонентів системи у високотехнологічному виробництві.

Abstract

The article proposes a methodical approach to the construction of complex organizational and technological systems, which implements the principle of weakening overdeveloped or weakening underdeveloped components at certain intervals of development. Based on the use of morphological synthesis in order to build a normative forecast of organizational and technological system in high-tech production requires the involvement of a wide range of specialists to solve the difficult problem of substantiating models of system components, as well as expert assessment at the stage of weakening areas of insufficient or excessive development of system components. The network state of the system is considered as the states of component balance, according to which it is still possible to ensure the fulfillment of the main task and components of the system for the maximum possible development. In this situation, both the conditions of external balance and the conditions of

internal balance of the system are met, so that its components receive the maximum possible development. The state of maximum development of the components of the system in the conditions of allocation of fixed appropriations actually means ensuring the resource balance, i.e. compliance with the costs necessary for the development of the system in accordance with the appropriations provided. In addition, the component balance line separates situations of excessive and insufficient development of system components. As a result, indicators of development are calculated and the development of the system as a whole is assessed according to the criterion of development using mathematical models of the functioning of the system components at separate intervals of development. To evaluate the development indicators of its components and take into account the complexity of relationships, as well as a large number of initial parameters that determine the development of the system, it is required to develop a problem-oriented simulation model for the functioning of its components. When using such a model, in addition to the estimated indicators, it is possible to obtain a large number of additional characteristics of the system, which will increase the awareness of high-tech production management regarding the possibility of strengthening or weakening the system components.

Список літератури:

1. Большой экономический словарь. Под ред. А.Н. Азриляна. 5-е изд. Москва: Институт новой экономики. 2002. 1280 с.
2. Бояринова К.О. Невизначеність та ризики в управлінні реалізацією інвестиційно-інноваційних проєктів підприємств. *Економіка та держава*. 2020. №2. С. 4-9. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2020.2.4>.
3. Ворона А.В. Світовий досвід управління інноваційним розвитком економіки. *Економіка та держава*. 2020. №1. С. 132-138. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2020.1.132>.
4. Выварец А.Д., Могиленских О.П., Уланов В.Л. Экономико-математическое моделирование производственных систем: учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ, 1995. 133 с.
5. Голомовзний В.М., Калиновська Н.Л. Аналіз систем технічного обслуговування і ремонту та їхня ефективність впливу на технічний стан заводської системи машин в процесі її експлуатації. *Економіка та держава*. 2020. №7. С. 124–128. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2020.7.124>
6. Зельцер Р.Я., Беленкова О.Ю., Новак Є.В., Дубінін Д.В. Цифрова трансформація процесів ресурсно-логістичного та організаційно-структурного забезпечення будівництва. *Наука та інновації*. 2019. Т. 15. С. 38-51. DOI: doi.org/10.15407/scin15.05.038.
7. Кибалов Е.Б., Горяченко В.И., Хуторецкий А.Б. Системный анализ ожидаемой эффективности крупномасштабных проектов. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2008. 164 с.
8. Крамаренко І.С., Хмелик О.А. Дослідження та тенденції сучасного стану інноваційного розвитку машинобудівельних підприємств України. *Економіка та держава*. 2020. №1. С. 73-77. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2020.1.73>.
9. Марченко В.М. Джерела самоорганізації процесів злиттів та поглинань. *Формування ринкових відносин в Україні*. 2020. №5(228). С. 69-75.
10. Махорт А.Ф. О состояниях равновесия открытой экономической системы с дополнительным перераспределением капитала. *Проблемы управления и информатики*. 2018. №3. С. 142-157.
11. Методология моделирования жизнеспособных систем в экономике: монография. Ю.Г. Лысенко и др. Донецк: Юго-Восток, 2009. 350 с.
12. Усов А.В., Оборський Г.А. и др. Математическое моделирование технических систем. Київ: Техніка, 1995. 328 с.
13. Хубка В. Теория технических систем. Пер. с нем. Москва: Мир, 1987. 208 с.

References:

1. Azrilyan, A.N. (2002). Big economic dictionary. Moskva: Institut novoj ekonomiki [in Russian].
2. Boyarinova, K.O. (2020). Insignificance of this risk in the management of the implementation of investment and innovation projects of enterprises. *Ekonomika ta derzhava*, 2, 4-9. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2020.2.4> [in Ukrainian].
3. Vorona, A.V. (2020). World experience in managing innovative economic development. *Ekonomika ta derzhava*, 1, 132-138. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2020.1.132> [in Ukrainian].
4. Vyvarets, A.D., Mogilenskikh, O.P., Ulanov, V.L. (1995). Economic and mathematical modeling of production systems. Ekaterinburg: UGTU [in Russian].
5. Golomovznyi, V., Kalinovska, N. (2020). Analysis of technical maintenance and repair systems and their efficiency inflow to the technical station of the factory system of machines in the process of operation. *Ekonomika ta derzhava*, 7, 124-128. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2020.7.124> [in Ukrainian].
6. Zeltser, R.Ya., Bielienskova, O.Iu., Novak, E.V., Dubinin, D.V. (2019). Digital transformation of the processes of resource-logistic and organizational-structural security of construction. *Nauka ta innovatsii*, 15, 38–51. DOI: doi.org/10.15407/scin15.05.038 [in Ukrainian].

7. Kibalov, E.B., Goryachenko, V.I., Khutoretsky, A.B. (2008). Systematic analysis of the expected effectiveness of large-scale projects. Novosibirsk: IEOPP SO RAN [in Russian].
8. Kramarenko, I.S., Khmelik, O.A. (2020). The following trends of the current will become an innovative development of machine-building enterprises in Ukraine. *Ekonomika ta derzhava*, 1, 73-77. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2020.1.73> [in Ukrainian].
9. Marchenko, V.M. (2020). Sources of self-organization of mergers and acquisitions. *Formuvannia rynkovykh vidnosyn v Ukraini*, 5(228), 69-75 [in Ukrainian].
10. Makhort, A.F. (2018). On the equilibrium states of an open economic system with an additional redistribution of capital. *Problemy upravleniya i informatiki*, 3, 142-157 [in Russian].
11. Lysenko, YU.G. and etc. (2009). Methodology for modeling viable systems in the economy. Donetsk: Yugo-Vostok [in Russian].
12. Usov, A.V., Oborsky, G.A. et al. (1995). Mathematical modeling of technical systems. Kiïv: Tekhnika [in Russian].
13. Hubka, V. (1987). Theory of technical systems. Moskva: Mir [in Russian].

Посилання на статтю:

Захарченко В.І. Морфологічний синтез на операційному рівні у дослідженнях розвитку організаційно-технологічних систем / В. І. Захарченко, С. В. Онешко // *Економіка: реалії часу. Науковий журнал*. – 2022. – № 2 (60). – С. 43-50. – Режим доступу до журн.: <https://economics.net.ua/files/archive/2022/No2/43.pdf>. DOI: 10.15276/ETR.02.2022.5. DOI: 10.5281/zenodo.7675694.

Reference a Journal Article:

Zakharchenko V.I. Morphological synthesis at the operational level in research of organizational and technological systems / V. I. Zakharchenko, S. V. Oneshko // *Economics: time realities. Scientific journal*. – 2022. – № 2 (60). – P. 43-50. – Retrieved from <https://economics.net.ua/files/archive/2022/No2/43.pdf>. DOI: 10.15276/ETR.02.2022.5. DOI: 10.5281/zenodo.7675694.

