

УДК 339.9:338

DOI: 10.32342/2074-5354-2023-2-59-5

В.В. МАКЕДОН,

доктор економічних наук, професор, професор кафедри міжнародної економіки і світових фінансів Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, м. Дніпро, (Україна)

<https://orcid.org/0000-0001-8131-0235>

О.Г. ХОЛОД,

кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри глобальної економіки Університету імені Альфреда Нобеля, м. Дніпро (Україна)

<https://orcid.org/0000-0001-7882-8535>

Л.І. ЯРМОЛЕНКО,

старший викладач кафедри глобальної економіки Університету імені Альфреда Нобеля, м. Дніпро (Україна)

<https://orcid.org/0000-0003-3736-103X>

МОДЕЛЬ ОЦІНКИ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ЗАСАДАХ ФОРМУВАННЯ КЛЮЧОВИХ КОМПЕТЕНЦІЙ

У статті запропоновано модель оцінки конкурентоспроможності високотехнологічних інноваційно-активних підприємств космічної галузі з урахуванням конкурентних переваг, базованих на формуванні ключових виробничих компетенцій. Уточнено особливості застосування динамічних моделей для аналізу конкурентоспроможності інноваційно-активних підприємств та параметри, що враховують дифузійно-показники конкурентоспроможності на базі лінійної диференціальної системи. Розроблено модель оцінки залежності конкурентних переваг від компетенцій. Динамічна модель ґрунтується на рівняннях із запізнюючим елементом, що відображає нелінійний характер та має часовий лаг впливу компетенцій на інноваційні технології, що безпосередньо впливає на конкурентоспроможність та дозволяє враховувати різні варіанти залежності з часовим лагом. Було розроблено алгоритм багатокритеріальної рейтингової оцінки ефективності використання інноваційного потенціалу високотехнологічного підприємства як джерела організаційно-виробничих компетенцій. У статті розроблено багаторівневу ієрархічну структуру показників конкурентоспроможності, обґрунтовано застосування методу формування ваг критеріїв на основі продукційних правил агрегування оцінок об'єктів та методу апроксимації матриці парних порівнянь об'єктів мультиплікативної матриці для оцінки величини похибки розв'язку, отриманого методом аналітичної ієрархії. Результатом цього етапу є визначення локальних та глобальних коефіцієнтів важливості критеріїв на кожному рівні ієрархії. Запропоновано оцінку об'єктів у вихідних (якісних, кількісних) шкалах за приватними показниками. Проведено їх нормалізацію та агрегування за глобальним критерієм за допомогою декількох механізмів агрегування залежно від вихідних даних та використано інтегральний підхід до агрегування оцінок інноваційних компетенцій високотехнологічних підприємств.

Ключові слова: високотехнологічне підприємство, інноваційний потенціал, аерокосмічний сектор, декомпозиційний підхід, організаційні компетенції, конкурентоспроможність продукції

JEL classification: C13, D29, F23

Постановка проблеми. В умовах глобальної турбулентності спостерігається автономне функціонування інноваційно-активних підприємств високотехнологічних галузей, у тому числі підприємств космічної галузі, внаслідок чого існує досить актуальна на сьогоднішній день проблема формування та підвищення рівня їх конкурентоспроможності. Сама конкурентоспроможність сприймається як універсальне багаторівневе поняття, що відображає конкурентоспроможність продукції, підприємства, корпорації, галузі і навіть усієї економіки загалом. Поява нових технологій (молекулярна біологія, нанотехнології, адитивні технології тощо) створює нові технологічні кластери, а вони є полем запеклих конкурентних битв, до яких змушені залучатися і давно діючі підприємства. У зв'язку з цим виникла потреба вміти досягати конкурентоспроможності в нових, не зовсім вивчених на сучасному етапі розвитку науки, галузях. Для того, щоб зайняти передові позиції у світі, підприємство має постійно вдосконалювати існуючі технології та створювати чи вибірково запозичувати нове та формувати стійкі компетенції свого ринкового існування.

Управління компетенціями є складовою системи управління знаннями і має будуватися разом з іншими складовими підприємства. Центр компетенцій є професійним посередником між носієм знань та споживачем, мета якого полягає у формалізації та класифікації всіх наявних знань з можливістю їх ефективного використання. Це визначає актуальність дослідження щодо вирішення питань оцінки та підвищення конкурентоспроможності інноваційно-активних підприємств високотехнологічних галузей промисловості на підставі конкурентних переваг.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання проблеми дослідження. Важливість інноваційної складової у підвищенні конкурентоспроможності відзначається в працях багатьох сучасних вчених, таких як: А. Брем, Е. Віардот [1], Н. Новак, А. Оразмурадов, Г. Шавріє-

ва [2]. Більшість дослідників відзначають, що конкурентоспроможність сучасного підприємства перебуває у прямій залежності від впровадження інноваційних технологій, виробництва інноваційної продукції та вдосконалення економічних механізмів та інструментів управління. Водночас виникнення інновацій не відбувається саме по собі, для активного інноваційного зростання мають бути створені передумови. У працях П. Роса, К. Мейнарда [3] та С. Кіма, С. Міна [4] зазначається, що необхідним є комплексний розвиток факторів інноваційного потенціалу підприємства: фінансово-економічних, науково-дослідних, виробничо-технологічних, кадрових, організаційно-управлінських, маркетингових та інформаційно-методичних тощо. У даний час все більшого значення для інноваційного розвитку та нарощування на його основі конкурентоспроможності набувають кадрові та науково-дослідні фактори, які пов'язані з процесами управління знаннями на сучасному підприємстві.

Сучасне підприємство зберігає свої конкурентні переваги в довгостроковій перспективі тільки в тому випадку, коли вони спираються на рідкісні та неповторні ресурси, що знаходяться поза конкуренцією. Ці ресурси формують унікальність підприємства як науково-виробничої системи.

Головним ресурсом наукомісткого бізнесу є знання та досвід співробітників, інакше кажучи, їхня здатність вирішувати певні завдання. З недавнього часу такі знання та вміння стали означати терміном «компетенції». По суті, компетенції доповнили і розвинули ресурсний погляд на управління. Наприклад, К. Тернай, М. Торок, К. Варга [5] визначають компетенції як «результат колективних зусиль і навчання в організації, що задовольняє таким вимогам: забезпечує доступ до широкого кола ринків, приносить суттєві вигоди клієнтам, що складно імітується». У той же час Н. Аванесова [6]; Б. Віртц, В. Гетел, П. Дайсер [7] визначають компетенції як властивість або ряд специфічних для конкретної організації особливостей,

що дозволяють виробляти професійні якості вищі, ніж середні якості, що прийняті у конкретній галузі.

М. Портер під компетенцією розуміє здатність, яку організація реалізує особливо добре, чи здатність, що має визначальне значення для результатів фірми [8]. Для виділення такої особливо значущої ключової компетенції використовується термін «core competences». Ця компетенція полягає в умінні робити щось, що інші не можуть робити взагалі або роблять це гірше. До інших, другорядних здобутків термін «компетенції» не застосовують або використовують поняття «достатні компетенції», «базові компетенції» та інші терміни, що наголошують на їхній меншій значущості для конкурентоспроможності. Таким чином, склалося кілька думок щодо причин успіху підприємств. М. Портер бачив джерела стійких конкурентних переваг компанії у ланцюжках створення цінностей. На його думку, «переваги у конкуренції не можна зрозуміти, якщо дивитися на фірму загалом». Реальні переваги полягають у мінімізації витрат, тому диференціації треба шукати у колі дій, які робить фірма, щоб доставити своїм споживачам певну цінність. Для М. Портера джерела конкурентних переваг багато в чому лежать поза фірмою та зумовлені сферою її діяльності.

Мета статті. Метою статті є розвиток організаційно-аналітичного інструментарію аналізу та підвищення конкурентоспроможності інноваційно-активних підприємств. У межах мети дослідження головними завданнями є: уточнення особливостей використання динамічних моделей для аналізу конкурентоспроможності високотехнологічних інноваційно-активних підприємств; формування моделі оцінки залежності конкурентних переваг підприємства від компетенцій; розробка багатокритеріальної рейтингової оцінки ефективності використання інноваційного потенціалу підприємств як джерела організаційних компетенцій; обґрунтування доцільності використання багатокритеріальної рейтингової оцінки для аналізу ефективності використання

інноваційного потенціалу високотехнологічних підприємств.

Виклад основного матеріалу дослідження. Кінцевою метою розвитку високотехнологічних підприємств є досягнення сталої конкурентної переваги, джерелами якої виступають, згідно з ресурсною теорією, внутрішні можливості. Сьогодні найважливішим ресурсом підприємства є люди та інновації як носії певних компетенцій, а також колективи, що несуть у собі корпоративну культуру та формують синергетичні ефекти від об'єднання окремих знань та здібностей в єдиному організаційному, інформаційному та правовому полі. Узагальнюючим показником розвитку внутрішніх ресурсів може бути інноваційний капітал. Вміння ефективно використовувати та розвивати інноваційний потенціал є однією з найважливіших організаційних компетенцій високотехнологічних підприємств. Ці компетенції пов'язані безпосередньо з продуктами і технологіями, але формують основу їх створення. Такий зв'язок компетенцій з інноваційним потенціалом дозволяє застосувати до дослідження діяльності підприємства низку положень, які придатні для оцінки ефективності його роботи [9, с. 151–152].

Згідно з дослідженнями консалтингової фірми «McKinsey & Company», за останні роки сфера управління «інноваційним потенціалом» показує незначні зміни: тут «мало інновацій, мало довіри до функції управління та незначна кореляція між програмами та результатами». Недоліки теорії спричиняють проблему достовірності вимірювання вартості, якості та ефективності інноваційного потенціалу. Зазначається, що «з приводу виміру інноваційного потенціалу (ІП) та його сутності як економічної категорії в науці немає загальноприйнятих підходів [1]. Вибір об'єктів, як і методики вимірів, визначає вихідна теорія інноваційного потенціалу. Зіставлення між теоретичними та практичними змінними, що спостерігаються (наприклад, кореляції між інноваційним потенціалом і продуктивністю), а особливо встановлення функціональних

зв'язків між ними є серйозною проблемою. Економічна теорія може прийматися лише в тому випадку, якщо вона досить чітко визначає відносини між теоретичними економічними змінними і реальними факторами [10].

Для визначення підприємства, де інноваційний потенціал використовується найефективніше, використовується методика рейтингової багатокритеріальної оцінки. Під нею автори розуміють сукупність методів і принципів вирішення завдання оцінки ефективності використання інноваційного потенціалу підприємств, етапи якого можна подати у вигляді окремих завдань різної складності, що послідовно розв'язуються.

Математична постановка рейтингової багатокритеріальної оцінки ефективності використання інноваційного потенціалу здійснюватиметься на прикладі міжнародних корпорацій аерокосмічної галузі. У контексті виконання цього завдання виникає низка проблем, пов'язаних як з вихідною концепцією інноваційного потенціалу, так і знаходженням та доступністю показників для багатокритеріальної оцінки. Так, на рис. 1 наведено порівняльні показники інноваційної віддачі провідних компаній аерокосмічного сектора США – виручка та чистий дохід від впровадження інновацій.

Важливу складову відіграють умови забезпечення конкурентоспроможності підприємства, а саме: якість продукції, простота обслуговування, новизна технічних рішень, виробнича потужність підприємства, висока кваліфікація співробітників та репутація. Завдяки дотриманню цих важливих правил підприємство досягає та утримує позиції на ринку та в глобальній економіці світу [12, с. 64–65].

Чинники, що впливають на позиції підприємств космічної сфери на світовому ринку космічних послуг, можна умовно поділити на дві групи з точки зору конкурентоспроможності підприємства та з точки зору конкурентоспроможності держави [13, с. 136]:

- космічні системи є складними багатодетальними виробами, для створення яких потрібні сотні агрегатів, а кількість кріпильних елементів до них сягає мільйонів;
- реалізація циклу виробництва та освоєння космічних комплексів потребує великого обсягу матеріальних ресурсів і, як наслідок, може призвести до значного обсягу незавершеного виробництва, яке спричинено великим обсягом оборотних коштів при виготовленні продукції;
- з метою забезпечення виробництва слід мати достовірну науково-технічну, конструкторсько-технологічну, виробничо-економічну та маркетингову інформацію;

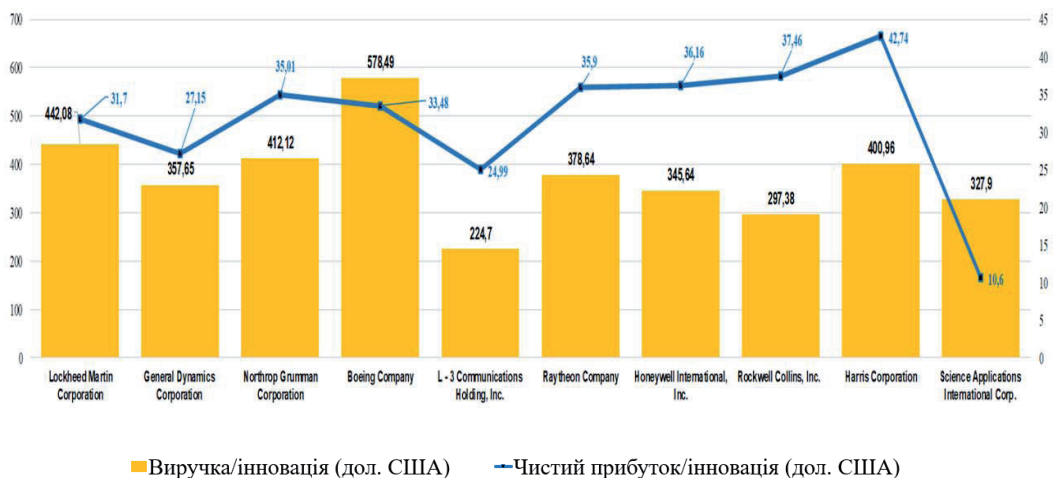


Рис. 1. Порівняльні показники ефективності впровадження інновацій провідних компаній аерокосмічного сектора США [11]

– виготовлення космічних систем потребує використання висококваліфікованих робочих ресурсів, оскільки в технологічний цикл в основному входять складально-випробувальні роботи, які не можуть бути реалізовані за допомогою автоматизації.

Багатокритеріальну задачу з декількома цільовими функціями запишемо таким чином:

$$f(a_i) = (f_1(a_i), f_2(a_i), \dots, f_{n_F}(a_i)) \rightarrow \text{extr}_{a_i \in A}, \quad (1)$$

де:

$A = \{a_1 \dots a_i \dots a_l \dots a_{n_a}\}$ – кінцева множина допустимих альтернатив (об'єктів, варіантів);

$x_j^{(l)} = f_j(a_l)$ – оцінка виробу a критерієм $a_l \in A$ у вихідних кількісних чи якісних (порядково-бальних) показниках;

$l \in J_A = \{1, 2, \dots, n_A\}$ – безліч номерів об'єктів (виробів);

$l \in J_F = \{1, 2, \dots, n_F\}$ – безліч номерів критеріїв.

Задачу (1) називають задачею векторної оптимізації, оскільки в розгляд вводиться векторна цільова функція, що приймає значення у відповідному просторі. Така задача є окремим випадком великого класу задач вибору з багатьма відносинами переваги, а її розв'язок стає можливим за умови використання того чи іншого принципу побудови результуючого показника переваги [14, с. 134]. Одним із найбільш широковикористовуваних та добре обґрунтованих принципів є принцип Парето. При такому підході, як розв'язання задачі векторної оптимізації, може бути прийнято безліч A^{nd} недомінованих (Парето-оптимальних, ефективних) розв'язків, що складається з об'єктів $a_i \in A$, для яких не існує об'єктів a_i , які домінують щодо Парето:

$$A^{nd} = \{a_p \in A \mid \nexists a_l (a_l \geq a_p)\}, \quad (2)$$

У разі, якщо окремі критерії f_j бажано максимізувати, то відношення домінування $\geq$ за Парето об'єкта a_p над об'єктом a_i визначається в такому вигляді:

$$a_p \geq a_l \iff \forall_j \in J_F : f_j(a_p) \geq f_j(a_l) \text{ —} \\ \text{and } \exists j_0 \in J_F : f_{j_0}(a_p) > f_{j_0}(a_l) \quad (3)$$

Тобто об'єкт a_p домінує над об'єктом a_i щодо Парето, якщо оцінки $f_j(a_p)$ об'єкта a_p не менше (більше) оцінок $f_j(a_i)$ об'єкта a_i і хоча б одна нерівність (2) виконана як суворо. Сукупність оцінок, що характеризують об'єкт $a_i \in A$, називають профілем об'єкта a_i , тобто кожному об'єкту a_i можна поставити у відповідність вектор оцінок:

$$(x_1^l, x_2^l, \dots, x_{n_F}^l), \forall l \in J_A, \quad (4)$$

Через те, що у більшості випадків кількість ефективних рішень з безлічі A^{nd} досить велика, виникає необхідність звуження паретівських об'єктів $a_p \in A^{nd}$. У цьому разі завдання агрегування та впорядкування паретівських оцінок полягає у побудові процедур, що дозволяють звужувати безліч Парето до єдиної альтернативи.

За наявності оцінок за критеріями, поданими у різних шкалах, необхідно здійснити перехід до результуючої шкали, а саме: від кількісних та якісних шкал до результуючої якісної шкали або, навпаки, до кількісної [15]. Узагальнені оцінки об'єктів відповідно до методології багатокритеріального оцінювання будуються за допомогою оцінюючого перетворення f_s , такого, що:

$$f_s : (x_1^l, x_2^l, \dots, x_{n_F}^l) \rightarrow y_\Sigma^{(l)} \in R^1, \quad (5)$$

де:

$f_\Sigma^{(m)} = M(S_{eno}, S_{dac})[ID(W(F)); A]$ – функція оцінювання об'єктів множини A в ієрархічному дереві $ID(W, F)$ з вагами важливості W за безліччю критеріїв F механізмом агрегування $M(S_{eno}, S_{dac})$, що залежить від вихідної S_{eno} та результуючої S_{dac} шкал вимірювання;

$y_\Sigma^{(l)}$ – узагальнена оцінка $a_i \in A$ об'єкта в результуючій шкалі S_{dac} .

Як агрегувальний механізм f_s при відомих вагових глобальних коефіцієнтах важливості кінцевих критеріїв $W = \{wg(f_j)\}_{j=1}^{n_F}$ широко використовується адитивний згортковий:

$$y_{\Sigma}^{(l)} = \sum_{j=1}^{nF} wg(f_j) y_j^{(l)}, \quad (6)$$

де:
 $y_j^{(l)} = g(f_j(a_l))$ – оцінка $a_l \in A$ об'єкта в результуючій шкалі S_{dac} .

Результат розрахунку за формулою (6) можна подати і у вигляді впорядкованої сукупності альтернатив a_i безлічі A об'єктів:

$$a_{l_1} \geq a_{l_2} \geq \dots \geq a_{l_n} \iff y_{\Sigma}^{(l_1)} \geq y_{\Sigma}^{(l_2)} \geq \dots \geq y_{\Sigma}^{(l_n)} \quad (7)$$

де n_A – кількість об'єктів із множини A .

Розробку багаторівневої ієрархічної структури показників конкурентоспроможності виробів розглянемо з прикладу для об'єктів з безлічі $A = \{a_1 \dots a_i \dots a_{n_A}\}$, де $n_A = 6$, що включає найбільш конкурентоспроможні високотехнологічні підприємства, наведені у табл. 1. Завдання розробки багаторівневої ієрархічної структури у вигляді дерева або мережевої структури критеріїв оцінки якості та ефективності об'єктів дослідження покладається на експертів (аналітиків) предметної галузі.

Відображення ієрархічного взаємозв'язку показників як дерева зазвичай проводиться експертними методами на основі змістових міркувань або з використанням принципів декомпозиції і композиції.

Декомпозиційний підхід базується на аналізі сутності глобального показника для послідовного визначення та структуризації його конкретизуючих показників, що використовуються надалі як критерії. Композиційний підхід полягає у тому, що

спочатку визначається перелік змістових показників, які послідовно об'єднуються у групи, що утворюють більш складні показники. При цьому вихідний перелік показників поповнюється за умови повноти групи відсутніми показниками.

Згрупуємо чотири показники, що характеризують ефективність корпорацій, а саме: виторг від впровадження однієї інновації; чистий дохід від однієї інновації; коефіцієнт рентабельності інвестицій (ROI) у %; коефіцієнт інвестицій у розвиток компетенцій до продажів у % та подамо їх у вигляді ієрархічного дерева критеріїв, упорядкованих щодо спадання важливості (рис. 2).

Вимоги, що висуваються до завдання експертної процедури оцінювання та формування локальних та глобальних коефіцієнтів важливості критеріїв, такі [17, с. 19]:

- узгодженість коефіцієнтів важливості з відносинами переваги за важливістю між критеріями рівня ієрархічного дерева, тобто має бути збережено впорядкування критеріїв відповідно до їх якісної важливості;

- тотожність глобальних коефіцієнтів важливості (кінцевих) критеріїв нормованим значенням важливості за умови, що експертні оцінки про ступені переваги у важливості суміжних критеріїв відображають вимірність критеріїв у шкалі відносин.

Метод формування ваг критеріїв на основі продукційних правил агрегування оцінок об'єктів є зворотним до процедури прямого порівняння переваги одного від-

Таблиця 1

Високотехнологічні стартапи космічної галузі США та України [16]

Об'єкт	Компанія-стартап
y_1	ABL Space Systems (США)
y_2	Relativity Space (США)
y_3	Sierra Space (США)
y_4	OneWeb (США)
y_5	Firefly Aerospace (Україна)
y_6	Skyrora (Україна)

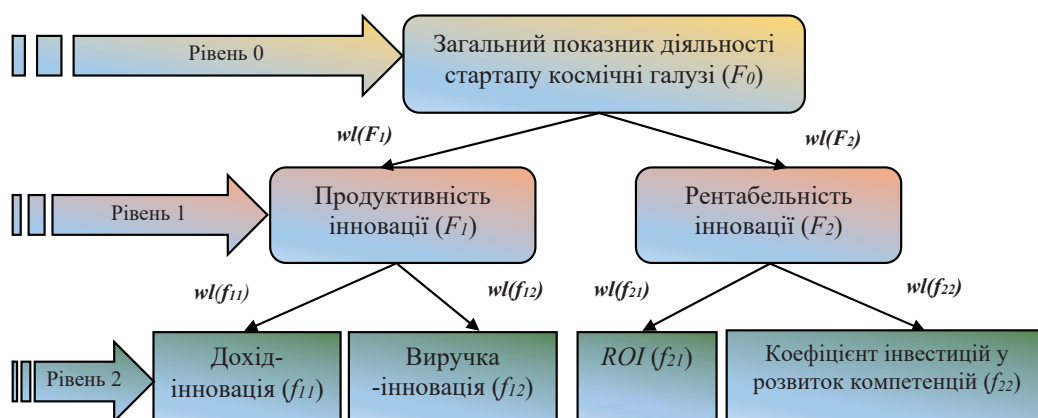


Рис. 2. Ієрархічне дерево показників ефективності стартапів космічної галузі

Примітка. F_0 – узагальнений показник діяльності стартапу (коренева вершина); F_1 – груповий показник, що характеризує виробничу діяльність компанії; f_{11} – дохід від однієї інновації, дол. США; f_{12} – обсяг виробництва від однієї інновації, дол. США; F_2 – груповий показник, що характеризує рентабельність стартапу; f_{21} – коефіцієнт рентабельності інвестицій (ROI), %; f_{22} – коефіцієнт інвестицій у розвиток інноваційних технологій, %.

Джерело: розроблено авторами.

носного критерію і базується на порівнянні векторних оцінок об'єктів. При цьому існує адекватність результатів агрегування, одержаних адитивними та продукційними методами агрегування.

Метод апроксимації матриці парних порівнянь об'єктів мультиплікативною матрицею дозволяє знаходити оптимальні коефіцієнти важливості об'єктів (показників) за критерієм мінімуму відстані між нормованими елементами вихідної матриці парного порівняння та мультиплікативної матриці. Елементи мультиплікативної матриці є розв'язанням оптимізаційної задачі. Оптимальне розв'язання цього методу дозволяє оцінити величину похибки рішення, отриманого методом аналітичної ієрархії Т. Сааті.

Результатом цього етапу є локальні та глобальні коефіцієнти важливості критеріїв на кожному рівні ієрархії. Нехай локальні та глобальні ваги для ієрархічного дерева показників ефективності стартапів космічних галузей США та України мають значення:

– для групових критеріїв, що входять до кореневої вершини F_0 , локальні ваги: $wl(F_1) = 0,60$; $wl(F_2) = 0,40$;

– для кінцевих критеріїв локальні ваги:

$$F1 : wlf_{11} = 0,65; wlf_{12} = 0,35;$$

$$F2 : wlf_{21} = 0,50; wlf_{22} = 0,50;$$

– для кінцевих критеріїв глобальні ваги:

$$F1 : wgf_{11} = 0,39; wgf_{12} = 0,21;$$

$$F2 : wgf_{21} = 0,20; wgf_{22} = 0,20.$$

Змінимо номери глобальних ваг кінцевих критеріїв таким чином: $wg1 = wgf_{11}$, $wg2 = wgf_{12}$, $wg3 = wgf_{21}$, $wg4 = wgf_{22}$. Легко переконатися, що сума глобальних ваг дорівнює 1.

Вимірювання об'єктів у вихідних шкалах за кінцевими вершинами ієрархічного дерева упорядкованих критеріїв здійснюється в такий спосіб. Як вихідні шкали для вимірювання об'єктів за різними показниками можуть виступати порядкові шкали, якщо оцінювання здійснюється експертами, і кількісні шкали, якщо йдеться про статистичні дані або дані, отримані за допомогою приладів. Для вимірювання властивостей об'єктів можуть застосовуватися як методи приладового та експертного оцінювання, так і методи загальної теорії статистики. Результатом цього етапу є оцінки об'єктів у

вихідних (якісних, кількісних) шкалах за приватними показниками. Побудова результатуючих шкал та оцінювання об'єктів на різних рівнях ієрархічного дерева упорядкованих критеріїв здійснюється в такий спосіб. Щоб критерії при побудові узагальнених оцінок об'єктів відповідали вимогам однорідності, тобто мали загальну шкалу, кожна градація якої відображала однаковий рівень переваг для кожного оцінюваного об'єкта, необхідно перейти до результатуючої канонічної бальної або нормованої шкали.

$$x_{11}^{(l)} = f_{11}(a_l), \quad (8)$$

Оцінки стартапів космічних галузей США та України у вихідних шкалах наведено в табл. 2.

Перехід від вихідних кількісних та якісних шкал відношень до результатуючої канонічної шкали може бути здійснений різними способами та методами, а саме:

– методами вирівнювання градацій та оцінок об'єктів у вихідних шкалах на основі допустимих перетворень;

– методами зменшення числа градацій у порядкових шкалах;

– методами переходу від безперервних та порядкових шкал до результатуючих канонічних безперервних та дискретних шкал;

– методами побудови результатуючих шкал з урахуванням статистичних розподілів об'єктів у вихідній шкалі та переваг суб'єкта.

Результатом цього етапу методики є оцінки об'єктів у результатуючих еквівалентних шкалах за приватними показниками. Зазвичай відносини і різниці визначаються за 10-бальною шкалою. Перехід до опису за 100-бальною шкалою виконуємо з використанням множинно-точкового відображення:

$$g : [f_{*j} + (r-1)h_j, f_{*j} + rh_j] \rightarrow r, \quad (9)$$

де:

$$X_{j,r}^{(0)} = [x_{j,r-1}, x_{j,r}]; x_{j,r-1} = f_{*j} + (r-1)h_j; x_{j,r} = f_{*j} + rh_j, \dots (10)$$

Таблиця 2

Вихідні оцінки ефективності стартапів космічних галузей США та України

Компанія	F_0 – узагальнений показник			
	F_1 – виробництво		F_2 – рентабельність	
	$x_{11}^{(l)} = f_{11}(a_l)$ – дохід – інновація, дол. США	$x_{12}^{(l)} = f_{12}(a_l)$ – обсяг виробництва від однієї інновації, дол. США	$x_{21}^{(l)} = f_{21}(a_l)$ – коефіцієнт рентабельності інвестицій (ROI), %	$x_{22}^{(l)} = f_{22}(a_l)$ – коефіцієнт інвестицій у розвиток компетенцій, %
У ₁	29,55	449,57	13,68	3,36
У ₂	28,54	566,39	11,69	3,14
У ₃	35,02	418,59	10,84	2,80
У ₄	33,07	391,60	10,81	2,80
У ₅	4,09	15,78	0,56	0,28
У ₆	13,70	20,01	0,56	0,56

Примітка. $x_{ij}^{(l)} = f_{ij}(a_l)$ – оцінки об'єктів a_l , $l = 1 \dots 6$, у вихідній шкалі, ($i = 1, 2; j = 1 \dots 4$).

Джерело: розроблено авторами.

$r \in X_j^{(1)} = \{1, 2, \dots, m\}$ – градації результуючої порядкової (бальної) шкали;

$h_j = \frac{f_j^* - f_{*j}}{m}$ – рівномірний крок розбиття області значень f_j -го критерію в кількісної безперервної шкали;

f_j^* – максимальне значення f_j -го критерію для вимірювання $a_l \in A$ об'єкта;

f_{*j} – мінімальне значення f_j -го критерію для вимірювання $a_l \in A$ об'єкта;

m – число інтервалів розбиття області $[f_{*j}, f_j^*]$ значень f_j -го критерію, що збігається з числом шкальних градацій у порядковій бальній шкалі.

На рис. 3 показано перехід від безперервної до результуючої порядкової шкали з рівномірним розбиттям вихідної шкали при фіксованому кроці h_j .

Підсумки переходу до результуючої шкали наведено у табл. 3, де $y_{ij}^{(l)} = g_{ij}(a_l)$ – оцінки об'єктів a_l , $l = 1 \dots 6$.

Далі переходимо до побудови узагальнених оцінок об'єктів різними методами агрегування за ієрархічною структурою критеріїв.

Агрегування оцінок за глобальним критерієм виконується, як правило, кількома механізмами агрегування залежно від вихідних даних. Після визначення варіанта вирішення метазавдання багатокритеріального оцінювання формулюються рекомендації щодо прийняття рішень.

За результатами метаагрегування даних у ранговій шкалі табл. 4 маємо такий ланцюжок ранжування:

$$a_1 \succ a_2 \succ a_3 \succ a_4 \succ a_6 \succ a_5, \quad (11)$$

Порівняння об'єктів за перевагою, наскільки один об'єкт кращий за інший, можливе не тільки за 10-бальною шкалою, але і за будь-якою іншою. Обираємо для дослідження 100-бальну шкалу.

Методика рейтингової оцінки ефективності використання інноваційного потенціалу дозволила встановити, що найбільш конкурентоспроможні стартапи космічної галузі США значно випереджають за цим показником стартапів-лідерів української космічної галузі. Практичне призначення рейтингової оцінки пов'язане з тим, що інвестиції в інновації на підприємствах і в корпораціях високотехнологічних секторів є частиною рішень їх керівництва з розподілу обмежених ресурсів, які мають у конкретний момент часу, тобто визначення пріоритетів їх використання [18]. Ці пріоритети впливають як на поточну продуктивність підприємств, так і на підвищення її у довгостроковій перспективі.

У зв'язку з цим виникають дві взаємопов'язані проблеми:

– низька інтенсивність запровадження інновацій у розвиток організаційно-виробничих компетенцій підприємства;

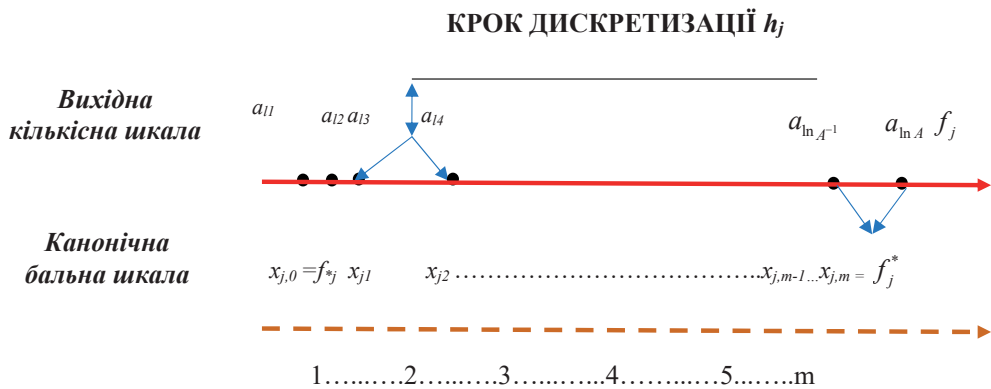


Рис. 3. Перехід від безперервної шкали f_j -го критерію до результуючої порядкової шкали з рівномірним розбиттям вихідної шкали

Джерело: розроблено авторами.

– порушення пропорційності розподілу фінансування на інноваційний розвиток та впровадження технологій.

Дані про надходження фінансування на інноваційний розвиток в інтенсивності формування виробничого потенціалу підприємства та раціональний рівень витрат надають зростаючого значення інвестиціям у розвиток організаційно-виробничих компетенцій, які визначаються як «капітальні інвестиції» (табл. 4).

Разом з тим, з точки зору витрат-вигід, ефективність цих інвестицій знаходиться в певних межах, де «більше» не завжди означає «краще». Низький рівень інвестицій може скоротити витрати, але це погіршить організаційно-виробничі компетенції та загальмує технологічний розвиток підприємства у довгостроковій перспективі [19]. У той самий час часті коливання виробництва можуть призвести до різкого зменшення коефіцієнта загаль-

Таблиця 3

Оцінки стартапів космічних галузей США та України в результатуючих шкалах

Компанія	F_0 – узагальнений показник			
	F_1 – виробництво		F_2 – рентабельність	
	$y_{11}^{(I)} = g_{11}(a_1)$ – дохід – інновація, дол. США	$y_{12}^{(I)} = g_{12}(a_1)$ – обсяг виробництва від однієї інновації, дол. США	$y_{21}^{(I)} = g_{21}(a_1)$ – коефіцієнт рентабельності інвестицій (ROI), %	$y_{22}^{(I)} = g_{22}(a_1)$ – коефіцієнт інвестицій у розвиток компетенцій, %
y_1	9	8	10	10
y_2	8	10	9	10
y_3	10	8	8	9
y_4	10	7	8	9
y_5	1	1	1	1
y_6	4	1	1	1

Джерело: розроблено авторами.

Таблиця 4

Результати метаагрегування та порівняння ефективності використання інноваційного потенціалу стартапів космічних галузей США та України

Об'єкт	Компанія	Місце (ранг) рейтингу					
		Інтегральний механізм		Локальний механізм із вагами		Метаагрегування	
		без ваг	з вагами	Узагальн. оцінка	За 10-бальною шкалою	Місце	Ранг
y_1	ABL Space Systems (США)	5,5	6	5,5	4,5	1	6
y_2	Relativity Space (США)	5,5	4	5,5	4,5	2	5
y_3	Sierra Space (США)	4	5	3,5	4,5	3	4
y_4	OneWeb (США)	3	3	3,5	4,5	4	3
y_5	Firefly Aerospace (Україна)	1	1	1	1	6	1
y_6	Skyrora (Україна)	2	2	2	2	5	2

Джерело: розроблено авторами.

ної рентабельності. Ключовим показником тут буде коефіцієнт співвідношення рівня інвестицій у розвиток організаційно-виробничих компетенцій до вимірних критеріїв основних видів діяльності підприємств високотехнологічних секторів промисловості.

Запропонована модель може бути використана з метою оцінки ефективності діяльності центрів компетенцій, а також для обґрунтування найбільш перспективних напрямів обміну знаннями між високотехнологічними підприємствами. Модель може бути інтегрованою в систему прийняття рішень про старт та виділення фінансування на проєкти з розвитку певних нових компетенцій та вбудованою в ІТ-систему управління знаннями. З іншого боку, цю модель можна використовувати як інструмент бенчмаркінгу, тобто зіставлення можливостей оцінюваного підприємства з конкурентами. Нарешті, модель стає інструментом оцінки впливу збільшення сукупних інвестицій у людський капітал на конкурентоспроможність підприємства.

Крім того, високий рівень інноваційного потенціалу свідчить про наявність відповідних організаційних компетенцій щодо управління ним. Багатофакторний характер запропонованої моделі оцінки інноваційного потенціалу дозволяє оцінити внесок у загальний результат факторів, що впливають, а зіставлення факторів за різними підприємствами дозволяє виявити лідера.

Таким чином, модель дозволяє:

- оцінити загальний рівень розвитку інноваційного потенціалу як інтегральний критерій компетентності у сфері управління інноваціями та знаннями;
- виявити сильні сторони діяльності підприємства та ризики, пов'язані з управлінням інноваційним потенціалом. Чинники, що входять у модель, можна розглядати як ресурси, що забезпечують досягнення високих результатів, і це цілком відповідає «ресурсній теорії» діяльності підприємства;
- зіставити об'єктивні кількісні показники за конкурентами і виявити ключові

компетенції та їх носіїв, чий вплив на конкурентоспроможність найбільш критичний і важливий.

Особливу актуальність дана модель становить для підприємств та підрозділів, що повністю зайняті розвитком нових проривних компетенцій і у яких на це зав'язані основні ключові показники ефективності. У сучасних умовах оцінка ефективності діяльності центрів компетенцій та вибір найбільш перспективних напрямів обміну знаннями (трансфер технологій та компетенцій) стають одним з інструментів, що дозволяють нарощувати конкурентні переваги високотехнологічних підприємств. Центри компетенцій та центри створення і трансферу технологій найчастіше є витратними підрозділами. В умовах кризи та скорочення фінансування такі підрозділи – перші кандидати на скорочення та розформування. Їхні керівники, а також найбільш далекоглядні менеджери корпоративного центру змушені відстоювати свою діяльність та обґрунтовувати її доцільність. За нестачі кількісних методик дана модель може бути основою методу оцінки діяльності того чи іншого центру компетенцій та його впливу на конкурентоспроможність підприємства. Тому при створенні нового центру компетенцій або мережі компетенцій рекомендується адаптувати цю модель до конкретної специфіки діяльності і за її допомогою оцінювати вплив виділеного центру на загальну конкурентоспроможність підприємства.

Висновки. Доведено, що розроблена модель оцінки рівня конкурентоспроможності вирішує конкретне завдання управління ринковою і інноваційною діяльністю високотехнологічного підприємства. Так, оцінка і ранжування дозволяють виявити ключові компетенції і спрямувати їх на ті виробництва, де вони можуть найбільшою мірою підвищити конкурентоспроможність на основі суттєвого вкладу в переваги кінцевих продуктів, що відчуються споживачами, або створення інших продуктів і послуг, у тому числі базованих на нових фізичних принципах.

Запропонована оцінка конкурентоспроможності підприємства на основі компетенцій дозволяє змодельовати ланцюжок «компетенції-інновації-конкурентоспроможність» та кількісно оцінити результативність формування нових конкурентних переваг.

Система оцінювання ефективності формування інноваційного потенціалу високотехнологічного підприємства на підставі моделі як джерела організаційних компетенцій є основою для вибору напрямку використання центрів компетенцій для того, щоб визначити, розвиток якого з напрямів спричинить найбільше зростання рівня конкурентоспроможності.

Таким чином, з метою підвищення ефективності управління конкурентними перевагами високотехнологічного підприємства необхідно виділяти його ключові компетенції, а також ранжувати їх за ступенем значущості, оскільки саме ключові компетенції є основою проривних інновацій та джерелом нових стандартів як в окремій галузі, так і одразу в кількох галузях.

Ключові компетенції високотехнологічного підприємства, визначені в моделі, дозволяють підвищити рівень конкурентоспроможності, а також забезпечити потенціал для збереження ринкового лідерства створюваних продуктів і послуг.

Список використаної літератури

1. Brem A., Viardot E. Revolution of Innovation Management: The Digital Breakthrough. In Revolution of Innovation Management. Palgrave Macmillan: London, UK, 2017. 276 p.
2. Новак Н.Г., Оразмурадов А., Шаврієва Г.І. Організаційні зміни управління корпоративними ризиками та їх вплив на конкурентоспроможність інноваційно-активних підприємств. *Економіка. Фінанси. Право*. 2018. № 1(2). С. 24–26.
3. Ross P. & Maynard K. Towards a 4th industrial revolution. *Intelligent Buildings International*. 2021. 13(3). P. 159–161. doi:10.1080/17508975.2021.1873625.
4. Kim S., Min S. Business Model Innovation Performance: When Does Adding a New Business Model Benefit an Incumbent? *Strategic Entrepreneurship Journal*. 2015. 9(4). P. 34–57.
5. Ternai K., Török M., Varga K. Combining Knowledge Management and Business Process Management – A Solution for Information Extraction from Business Process Models Focusing on BPM Challenges. Springer, 2017. P. 104–117.
6. Avanesova N., Tahajuddin S., Hetman O., Serhiiienko Y., Makedon V. Strategic management in the system model of the corporate enterprise organizational development. *Economics and Finance*. 2021. № 1/2021. Vol. 9. P. 18–30.
7. Wirtz B.W., Göttel V., & Daiser P. Business Model Innovation: Development, Concept and Future Research Directions. *Journal of Business Models*. 2016. 4(1). P. 1–28.
8. Porter M. Competition and Antitrust: A Productivity-Based Approach to Evaluating Mergers and Joint Ventures. *Antitrust Bulletin*. 2001. no. 4(46). P. 919–958.
9. Souto J. E. Business model innovation and business concept innovation as the context of incremental innovation and radical innovation. *Tourism Management*. 2015, no 51. P. 142–155.
10. Македон В.В., Чабаненко А.В. Факторні складові цифровізації глобальної економіки та макроекономічних систем країн світу. *Ефективна економіка*. 2022. №1. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=9875>. DOI: 10.32702/2307-2105-2022.1.11
11. The space report 2022. Q2. Space foundation releases, 2022. URL: <https://www.spacefoundation.org/2022/07/27/the-space-report-2022-q2/>
12. Македон В.В., Валіков В.П., Рябик Г.Є. Розвиток світового ринку ділових інтелектуальних послуг під впливом економіки 4.0. *Нобелівський вісник*. 2019. № 1. С. 59–72. DOI: 10.32342/2616-3853-2019-2-12-7

13. Makedon, V., Mykhailenko, O., Vazov, R. Dominants and Features of Growth of the World Market of Robotics. *European Journal of Management Issues*. 2021. 29(3). P. 133–141. DOI:10.15421/192113.
14. Чухрай Н. І., Просович О. П. Стратегічне управління інноваційним розвитком підприємства. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2015. 500 с.
15. Terek E., Nikolić M., Čočkaló D., Božić S., & Nastasić A. Enter-prise potential, entrepreneurial intentions and envy. *Central european business review*. 2017. Vol. 6. P. 30–41.
16. Start-Up Space. Update on Investment in Commercial Space Ventures. Bryce Space and Technology, 2022. URL: https://brycetek.com/reports/reportdocuments/Bryce_Start_Up_Space_2022.pdf
17. Van der Poll H.M., Mthiyane Z.Z.F. The Interdependence of Risk Management, Corporate Governance and Management Accounting. *Southern African Business Review*. 2018. №22(1). 30 с. DOI: <https://doi.org/10.25159/1998-8125/4344>.
18. Македон В.В., Михайленко О.Г. Управління внутрішніми інвестиційними проектами в регіональному промисловому кластері підприємств. Підприємництво та інновації. 2022. (25). С. 56–63. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-3583/25.9>
19. Ertz M., Boily É. The Rise of the Digital Economy: Thoughts on Blockchain Technology and Cryptocurrencies for the Collaborative Economy. *International Journal of Innovation Studies*. 2019. 3(4). P. 84–93. DOI:10.1016/j.ijis.2019.12.002

References

1. Brem A., Viardot E. (2017). Revolution of Innovation Management: The Digital Breakthrough. In Revolution of Innovation Management. Palgrave Macmillan: London, UK.
2. Novak N.G., Orazmuradov A., Shavrieva G.I. (2018). Organizational changes in corporate risk management and its effect on competitiveness of innovative and active enterprises. *Economics. Finances. Law*, 1(2), 24-26.
3. Ross P., & Maynard K. (2021). Towards a 4th industrial revolution. *Intelligent Buildings International*, 13(3), 159-161. doi:10.1080/17508975.2021.1873625.
4. Kim S., Min S. (2015). Business Model Innovation Performance: When Does Adding a New Business Model Benefit an Incumbent? *Strategic Entrepreneurship Journal*, 9(4), 34-57.
5. Ternai K., Török M., Varga K. (2017). Combining Knowledge Management and Business Process Management – A Solution for Information Extraction from Business Process Models Focusing on BPM Challenges; Springer.
6. Avanesova N., Tahajuddin S., Hetman O., Serhiienko Y., Makedon V. (2021). Strategic management in the system model of the corporate enterprise organizational development. *Economics and Finance*, № 1, Vol. 9. 18–30.
7. Wirtz B. W., Göttel V., & Daiser P. (2016). Business Model Innovation: Development, Concept and Future Research Directions. *Journal of Business Models*, 4(1), 1-28.
8. Porter M. (2001). Competition and Antitrust: A Productivity-Based Approach to Evaluating Mergers and Joint Ventures. *Antitrust Bulletin*, no. 4(46), 919-958.
9. Souto J.E. (2015). Business model innovation and business concept innovation as the context of incremental innovation and radical innovation. *Tourism Management*, no 51, 142-155.
10. Makedon V., Chabanenko A. (2022) Faktorni skladovi tsyfrovizatsiyi hlobal'noyi ekonomiky ta makroekonomichnykh system krayin svitu [Factor components of digitalization of the global economy and macroeconomic systems of countries]. *Efektivna ekonomika*, [Online], vol. 1, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=9875> DOI: 10.32702/2307-2105-2022.1.11
11. The space report 2022 Q2. Space foundation releases, 2022. URL: <https://www.spacefoundation.org/2022/07/27/the-space-report-2022-q2/>

12. Makedon V.V., Valikov V.P., Ryabyk G.E. (2019). Rozvytok svitovoho rynku dilovykh intelektual'nykh posluh pid vplyvom ekonomiky 4.0 [Development of the world market of business intellectual services under the influence of economy 4.0]. *Nobel Herald*, no. 1, 59-72. DOI: 10.32342/2616-3853-2019-2-12-7

13. Makedon V. V., Mykhaylenko O. H. (2022). Upravlinnya vnutrishnimy investytsiynymy proektamy v rehional'nomu promyslovomu klasteri pidpryyemstv. Pidpryyemnytstvo ta innovatsiyi. [Management of internal investment projects in the regional industrial cluster of enterprises]. *Entrepreneurship and innovation*, No. (25), 56-63. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-3583/25.9>

14. Chukhray N.I., Prosovykh O.P. (2015). Stratehichne upravlinnya innovatsiynym rozvytkom pidpryyemstva [Strategic management of innovative development of the enterprise.]. *L'viv : Vyd-vo L'vivs'ka politekhniky*, 500 p.

15. Terek E., Nikolić M., Čočkaló D., Božić S., & Nastasić A. (2017). Enterprise potential, entrepreneurial intentions and envy. *Central european business review*, Vol. 6, 30-41.

16. Start-Up Space. Update on Investment in Commercial Space Ventures. Bryce Space and Technology, 2022. URL: https://brycetek.com/reports/reportdocuments/Bryce_Start-Up_Space_2022.pdf

17. Van der Poll H.M., & Mthiyane Z. Z. F. (2018). The Interdependence of Risk Management, Corporate Governance and Management Accounting. *Southern African Business Review*, 22(1), 30 pages. doi: <https://doi.org/10.25159/1998-8125/4344>.

18. Makedon V., Mykhailenko O., Vazov R. (2021). Dominants and Features of Growth of the World Market of Robotics. *European Journal of Management Issues*, 29(3), 133-141. doi:10.15421/192113.

19. Ertz M., & Boily É. (2019). The Rise of the Digital Economy: Thoughts on Blockchain Technology and Cryptocurrencies for the Collaborative Economy. *International Journal of Innovation Studies*, 3(4), 84-93. doi:10.1016/j.ijis.2019.12.002

THE MODEL FOR ASSESSING THE COMPETITIVENESS OF HIGH-TECH ENTERPRISES ON THE BASIS OF THE FORMATION OF KEY COMPETENCES

Viacheslav Makedon, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro (Ukraine).

E-mail: v_makedon@ukr.net

Olena Kholod, Alfred Nobel University, Dnipro (Ukraine).

E-mail: mediana@duan.edu.ua

Liudmyla Yarmolenko, Alfred Nobel University, Dnipro (Ukraine).

E-mail: yarmolenko.l@duan.edu.ua

DOI: 10.32342/2074-5354-2023-2-59-5

Keywords: *high-tech enterprise, innovation potential, aerospace sector, decomposition approach, organizational competencies, product competitiveness*

JEL classification: *C13, D29, F23*

The article proposes a model for assessing the competitiveness of high-tech, innovative and active enterprises in the space industry, taking into account competitive advantages based on the formation of key production competencies. The specifics of the application of dynamic models for the analysis of the competitiveness of innovatively active enterprises were specified: the parameters of the necessary dynamic models that take into account the diffusion of competitiveness indicators based a linear differential system. The article proposes a model for evaluating the dependence of competitive advantages on competencies: the dynamic model is based on equations with a lagging element that reflect the non-linear and time-lag nature of the impact of competencies on innovative technologies that directly affect competitiveness, and allows taking into account different variants of dependence with

a time lag. An algorithm for multi-criteria rating evaluation of the effectiveness of using the innovative potential of a high-tech enterprise as a source of organizational and production competencies was developed. The article developed a multi-level hierarchical structure of competitiveness indicators: the application of the method of forming criteria weights based on the production rules of aggregating object evaluations and the method of approximation of the matrix of pairwise comparisons of objects of the multiplicative matrix for estimating the error of the decision obtained by the analytical hierarchy method is substantiated.

The formation of innovative potential indicates the presence of appropriate organizational competencies for its management. The multifactorial nature of the proposed model for evaluating innovation potential allows to assess the contribution of influencing factors to the overall results, while a comparison of factors for different enterprises allows to identify the leader. Thus, the model allows to solve several tasks in the field of competence management: to assess the overall level of development of innovation potential as an integral criterion of competence in the field of innovation and knowledge management; to identify the strengths of the enterprise and the risks associated with the management of innovative potential. The factors included in the model can be used as resources to ensure the achievement of high results, which corresponds to the «resource theory» of enterprise activity. In addition, the proposed model allows to compare objective quantitative indicators of competitors and identify key competencies and their carriers, whose impact on competitiveness is the most critical and important. The result of this stage is the local and global coefficients of the importance of the criteria at each level of the hierarchy. It was proposed to evaluate objects in the original (qualitative, quantitative) scales according to private indicators, their normalization and aggregation of evaluations according to the global criterion is performed by several aggregation mechanisms depending on the initial data, and an integrated approach to the aggregation of evaluations of innovative competencies of high-tech enterprises.

Одержано 16.12.2023.