eISSN 2522-1566
ISSUE 3 (37), 2026

МЕНЕДЖМЕНТ

ОТРИМАНО:
20 Серпня 2026
ПРИЙНЯТО:
29 Вересня 2026
ВИПУСК:
20 Жовтня 2026

CC BY 4.0

УДК 005.8:519.8:519.83

DOI 10.26661/2522-1566/2026-3/37-30

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ МІЖ ПРОЄКТАМИ У ПРОЄКТНО-ОРІЄНТОВАНІЙ ОРГАНІЗАЦІЇ

Скачкова І. А.*
к.т.н, доцент, доцент кафедри менеджменту та бізнес адміністрування
Національний аерокосмічний університет "Харківський авіаційний інститут"
м. Харків, Україна
ORCID 0000-0003-3822-538X

** Email автора для листування: i.skachkova@khai.edu*

Анотація. У статті досліджено проблему ефективного розподілу обмежених ресурсів між проєктами в умовах багатопроєктності та обґрунтовано доцільність застосування механізму трансфертного ціноутворення в проєктно-орієнтованих організаціях. Метою дослідження є розроблення економіко-математичної моделі оптимального розподілу ресурсів з урахуванням витрат на їх формування, потреб окремих проєктів, обмеженості ресурсного потенціалу та економічних інтересів учасників. Методологічну основу дослідження становлять системний підхід, економіко-математичне моделювання, трансфертне ціноутворення та інструментарій теорії ігор. Проєктні команди та центри ресурсного забезпечення розглянуто як самостійні центри відповідальності, між якими виникають економічні взаємодії щодо формування, передачі та використання ресурсів. Розроблено модель, у якій обсяги формування та споживання ресурсів пов'язуються з виробничими й організаційними витратами відповідних центрів. Для визначення рівноважних обсягів використання ресурсів та оптимальної трансфертної ціни застосовано модель Курно і концепцію рівноваги Неша. Запропонований підхід забезпечує узгодження економічних інтересів учасників, підвищує прозорість внутрішніх ресурсних потоків та створює економічну основу для обґрунтування управлінських рішень. Практичне значення моделі полягає у можливості її використання для оптимізації проєктного портфеля, оцінювання ефективності використання ресурсів і підтримки стратегічного та тактичного управління в умовах ресурсних обмежень, ризику та невизначеності.

Ключові слова: проєктно-орієнтована організація, розподіл ресурсів, трансфертне ціноутворення, центри відповідальності, модель Курно, рівновага Неша, оптимізація проєктного портфеля.

JEL класифікація: O22, M11, M12, C72.

Skachkova, I. (2026). Economic and mathematical modeling of resource allocation among projects in a project-oriented organization. Management and Entrepreneurship: Trends of Development, 3(37), 430-440. https://doi.org/10.26661/2522-1566/2026-3/37-30

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Ефективність функціонування проєктно-орієнтованої організації значною мірою визначається її здатністю забезпечувати раціональний розподіл та використання обмежених ресурсів між проєктами. На відміну від організацій, діяльність яких переважно орієнтована на стабільне виконання повторюваних операцій, проєктно-орієнтовані організації одночасно реалізують декілька проєктів, кожен із яких має власні цілі, строки виконання, ресурсні потреби, рівень ризику та очікувані результати. У таких умовах виникає проблема забезпечення збалансованого розподілу трудових, матеріальних, фінансових, інформаційних і технічних ресурсів між конкуруючими проєктами.

Особливої актуальності ця проблема набуває в умовах обмеженості ресурсного потенціалу організації. Збільшення обсягів ресурсів, необхідних для одного проєкту, може призводити до зменшення можливостей реалізації інших проєктів, порушення встановлених строків, зростання витрат або зниження загальної ефективності проєктного портфеля. Тому управлінські рішення щодо розподілу ресурсів повинні враховувати не лише поточні потреби окремих проєктів, а й альтернативну вартість використання ресурсів та їхній внесок у досягнення загальних цілей організації.

Традиційний адміністративний підхід до розподілу ресурсів, за якого рішення приймаються централізовано на основі встановлених пріоритетів, не завжди забезпечує об'єктивне оцінювання економічної доцільності використання ресурсів. Крім того, застосування єдиної середньої вартості ресурсу для всіх проєктів може призводити до викривлення оцінки їх результативності, оскільки проєкти відрізняються за ресурсомісткістю, тривалістю, ризиковістю, стратегічною значущістю та очікуваним економічним результатом.

Одним із можливих інструментів удосконалення внутрішнього розподілу ресурсів є трансфертне ціноутворення. У проєктно-орієнтованій організації трансфертна ціна може розглядатися як внутрішня ціна використання ресурсу, який передається від центру його формування або ресурсного забезпечення до проєкту чи іншого центру відповідальності. Її визначення дає можливість сформувати економічну основу для оцінювання витрат окремих проєктів та результативності використання ними обмежених ресурсів.

Використання трансфертного ціноутворення передбачає наявність економічних інтересів різних учасників процесу розподілу ресурсів. Проєктна команда, яка отримує ресурс, зацікавлена у зменшенні його внутрішньої вартості, оскільки це сприяє зниженню витрат проєкту. Водночас ресурсний центр, який формує та передає ресурс, зацікавлений у такій ціні, яка забезпечує компенсацію витрат на його формування, утримання та передачу. Таким чином, між окремими центрами відповідальності виникає ситуація економічної взаємодії та потенційної конкуренції.

Трансфертна ціна при цьому може виконувати не лише облікову функцію, а й виступати інструментом регулювання ресурсних потоків усередині організації. Її величина повинна забезпечувати узгодження інтересів проєктів і ресурсних центрів, стимулювати раціональне використання ресурсів та одночасно сприяти досягненню загальних цілей організації. Це зумовлює необхідність розроблення економіко-математичного механізму визначення такої ціни та відповідних обсягів розподілу ресурсів.

Важливим аспектом вирішення зазначеної проблеми є врахування взаємозалежності рішень окремих проєктів. Обсяг ресурсу, використаний одним проєктом, безпосередньо впливає на можливості його використання іншими проєктами. За таких умов оптимальне рішення окремої проєктної команди не обов'язково відповідає оптимальному рішенню для організації в цілому. Тому механізм розподілу ресурсів повинен враховувати не лише індивідуальні цілі учасників, а й їхню взаємодію в умовах обмеженого ресурсного забезпечення.

Для формалізації такої взаємодії доцільним є використання положень теорії ігор. Зокрема, модель Курно дає можливість розглядати окремі проєкти як учасників конкурентної

взаємодії, які самостійно визначають обсяги споживання обмеженого ресурсу з урахуванням рішень інших учасників. Застосування концепції рівноваги Неша дозволяє визначити такий стан системи, за якого жоден із учасників не має економічної зацікавленості односторонньо змінювати прийняте рішення за незмінності рішень інших учасників.

Отже, виникає науково-практична проблема побудови економіко-математичної моделі оптимального розподілу обмежених ресурсів між проєктами, яка б одночасно враховувала витрати на формування ресурсів, потреби окремих проєктів, їхні економічні результати, обмеженість ресурсного потенціалу та взаємодію центрів відповідальності. Вирішення цієї проблеми потребує поєднання інструментів трансфертного ціноутворення, економіко-математичного моделювання та теорії ігор.

Таким чином, актуальність дослідження визначається необхідністю формування обґрунтованого механізму внутрішнього розподілу обмежених ресурсів, який дозволить узгодити інтереси окремих проєктів із загальними стратегічними цілями проєктно-орієнтованої організації та підвищити ефективність використання її ресурсного потенціалу.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Методологічною основою сучасного управління проєктами є підходи, представлені у Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Seventh Edition and The Standard for Project Management [1]. У стандарті Project Management Institute управління проєктами розглядається як комплексна система створення цінності, у межах якої важливе місце посідає ефективне використання ресурсів та узгодження проєктної діяльності із стратегічними цілями організації.

Проблема розподілу обмежених ресурсів набуває особливої актуальності в умовах одночасної реалізації декількох проєктів. M. Engwall та A. Jerbrant розглядають конкуренцію між проєктами за спільні ресурси як одну з ключових проблем багатопроєктного управління [2]. T. R. Browning та A. A. Yassine досліджують ресурсно-обмежене планування декількох проєктів та показують залежність ефективності розподілу ресурсів від обраних правил пріоритетності [3].

Окремий напрям досліджень становить трансфертне ціноутворення як інструмент регулювання внутрішніх економічних відносин між центрами відповідальності. J. A. Brickley, C. W. Smith та J. L. Zimmerman розглядають різні підходи до формування трансфертних цін, зокрема на основі витрат, ринкової вартості та переговорних механізмів [4]. Теоретичні основи внутрішнього ціноутворення та децентралізованого прийняття рішень розвинуто також у працях J. Hirshleifer та R. G. Eccles [5; 6].

Водночас застосування трансфертного ціноутворення саме для розподілу обмежених ресурсів між проєктами досліджено недостатньо. Специфіка проєктно-орієнтованих організацій полягає у відмінностях проєктів за ресурсними потребами, строками реалізації, ризиками, стратегічною значущістю та очікуваними результатами. Це обумовлює необхідність визначення такої внутрішньої ціни ресурсу, яка враховуватиме взаємозалежність проєктів та їхні економічні інтереси.

Для врахування стратегічної взаємодії учасників можуть застосовуватися методи теорії ігор. D. Fudenberg та J. Tirole, M. J. Osborne досліджують моделі некооперативної взаємодії та рівноваги Неша [7; 8]. Застосування моделі Курно дозволяє розглядати проєкти як учасників конкурентної взаємодії, які визначають обсяги використання обмежених ресурсів з урахуванням рішень інших учасників.

Таким чином, наявні дослідження формують значну теоретичну основу у сферах управління проєктами, багатопроєктного планування, трансфертного ціноутворення та теорії ігор. Водночас недостатньо розробленим залишається питання комплексного поєднання цих підходів для визначення оптимального розподілу обмежених ресурсів між проєктами та

відповідної трансфертної ціни. Це зумовлює необхідність подальшого розвитку економіко-математичного інструментарію управління ресурсами проєктно-орієнтованої організації.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Метою статті є розроблення економіко-математичної моделі оптимального розподілу обмежених ресурсів між проєктами у проєктно-орієнтованій організації з урахуванням витрат на формування ресурсів, потреб окремих проєктів та економічних інтересів центрів відповідальності.

МЕТОДОЛОГІЯ

Запропонована методологія поєднує системний підхід, економіко-математичне моделювання, трансфертне ціноутворення та теорію ігор, що створює основу для визначення оптимального розподілу обмежених ресурсів між проєктами у проєктно-орієнтованій організації.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Основою ефективного управління проєктно-орієнтованою організацією є оцінювання результативності реалізації окремих проєктів та визначення ефективності використання обмежених ресурсів. Особливого значення ця проблема набуває в умовах одночасної реалізації декількох проєктів, які конкурують за трудові, матеріальні, фінансові, інформаційні та технічні ресурси. У таких умовах виникає необхідність формування ефективного механізму внутрішнього розподілу ресурсів між проєктами. Одним із інструментів такого механізму може бути трансфертне ціноутворення, під яким у проєктно-орієнтованій організації доцільно розуміти встановлення внутрішньої ціни використання ресурсів одним проєктом або проєктною командою, які надаються іншим підрозділом, проєктом або центром управління ресурсами. Трансфертна ціна внутрішньої передачі ресурсів від одного центру відповідальності до іншого повинна забезпечувати можливість прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо оптимальних обсягів та напрямів використання обмежених ресурсів. При цьому необхідно враховувати як витрати організації на формування відповідного ресурсу, так і економічний результат його використання в конкретному проєкті.

Існує декілька можливих підходів до визначення трансфертної ціни ресурсів у проєктно-орієнтованій організації. Один із них ґрунтується на використанні альтернативної вартості ресурсу. У цьому випадку внутрішня ціна ресурсу визначається з урахуванням вартості його альтернативного використання в іншому проєкті або на зовнішньому ринку.

Перевагою такого підходу є орієнтація на реальну економічну цінність ресурсу. Проєктна команда отримує можливість оцінювати ресурс не лише за величиною фактичних витрат на його формування, а й з урахуванням потенційної вигоди від його альтернативного використання. Водночас такий підхід може недостатньо враховувати внутрішню структуру витрат організації та особливості формування ресурсів.

Інший підхід передбачає визначення трансфертної ціни на основі витрат організації. У цьому випадку внутрішня ціна ресурсу формується на основі його собівартості, додаткової маржі та, за необхідності, мінімального рівня прибутковості центру відповідальності, який забезпечує формування відповідного ресурсу.

Водночас використання єдиної середньої вартості ресурсів для всіх проєктів може призвести до викривлення оцінки ефективності окремих проєктів. Проєкти мають різну тривалість, рівень ризику, ресурсомісткість, стратегічну значущість та очікуваний економічний результат. Тому виникає необхідність побудови такої моделі взаємодії між центрами формування ресурсів та проєктними командами, яка дозволяє оцінювати

ефективність кожного проєкту окремо. Для цього доцільно використати принцип відкритого управління, відповідно до якого кожному центру відповідальності надається певна самостійність у прийнятті рішень щодо використання ресурсів з урахуванням загальних цілей організації. У межах запропонованого підходу проєкти розглядаються як центри відповідальності, які мають власні обсяги ресурсів, витрати та результати діяльності. При цьому інтереси окремих проєктних команд можуть не збігатися. Проєкт, який отримує ресурс, зацікавлений у мінімізації його внутрішньої ціни, оскільки це безпосередньо впливає на витрати та прибутковість проєкту. Центр, який формує або передає ресурс, навпаки, зацікавлений у встановленні більш високої трансфертної ціни, оскільки вона визначає його внутрішній економічний результат.

Таким чином, виникає внутрішній економічний механізм взаємодії між центрами відповідальності, у межах якого трансфертна ціна виступає регулюючим інструментом розподілу обмежених ресурсів.

У загальному вигляді обсяг ресурсів, що використовуються j-м проєктом, можна представити як функцію його виробничих та організаційних витрат:

Структура фінансових потоків в проєктно-орієнтованій організації представлена на рис. 1,

де Q_j - обсяг розміщуваних (використовуваних) ресурсів j-го виду в j-му проєкті;

q_j - ціна (дохідність) розміщення/використання одиниці j -го виду ресурсів у проєкті;

w_j - умовно-постійні витрати j-го проєкту (центру розміщення ресурсів);

x_j - загальні виробничі витрати j-го проєкту;

M - трансфертна ціна внутрішньосистемної передачі зведеної одиниці ресурсу;

u_i - умовно-постійні витрати і-го центру залучення/формування ресурсів;

y_i - загальні виробничі витрати і-го центру залучення ресурсів;

p_i - ціна залучення/придбання одиниці і-го виду ресурсів із зовнішніх джерел;

V_i - обсяг залучених ресурсів і-го виду і-м ресурсним центром.

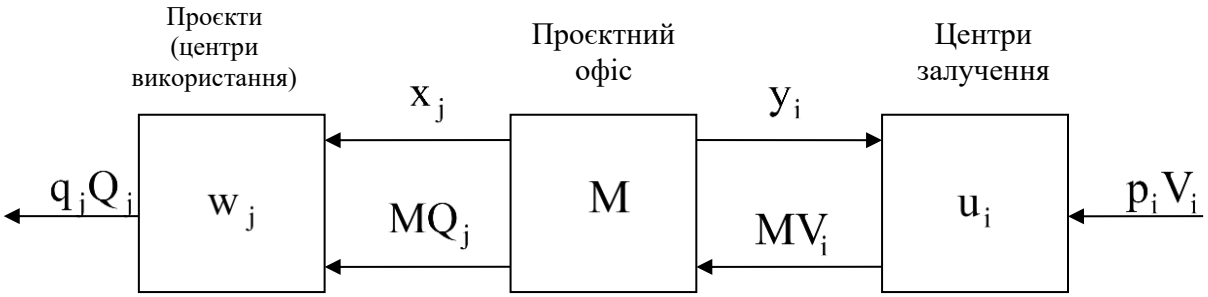


Рис. 1. Схема потоків фінансових ресурсів в проєктно-орієнтованій організації

Джерело: побудовано автором

Якщо виробничі витрати центрів діяльності розглядати як суму прямих і непрямих витрат функціонування:

$$x_j = MQ_j + w_j; \quad y_i = p_i V_i + u_i,$$

то обсяги використовуваних проєктами ресурсів $Q_j, j=\overline{1,m}$ а залучених підрозділами ресурсів $V_i, i=\overline{1,n}$ можна представити як функції відповідних виробничих витрат

$$Q_j(x_j)=\frac{x_j-w_j}{M};\quad V_i(y_i)=\frac{y_i-u_i}{p_i}.$$

Задача керівного центру організації як регулюючого механізму полягає в забезпеченні виконання умови збалансованості процесів формування та споживання ресурсів шляхом призначення величини трансфертної ціни внутрішньосистемних передач M:

$$M\sum_{i=1}^{n}\frac{y_i-u_i}{p_i}=\sum_{j=1}^{m}(x_j-w_j).$$

Тоді трансфертна ціна як функція виробничих витрат центрів діяльності запишеться як:

$$M(\bar{x},\bar{y})=\sum_{j=1}^{m}(x_j-w_j)\Big(\sum_{i=1}^{n}\frac{y_i-u_i}{p_i}\Big)^{-1},$$

де $\bar{x}=x_1,...,x_m;\ \bar{y}=y_1,...,y_n.$

Якщо під рентабельністю розуміти відношення отриманого прибутку до витрачених коштів, то цільові функції центрів діяльності та ресурсних центрів можуть бути представлені як функції відповідних виробничих витрат:

$$r_j(\bar{x},\bar{y})=\frac{q_j(x_j-w_j)\sum_{i=1}^{n}\frac{y_i-u_i}{p_i}}{x_j\sum_{j=1}^{m}(x_j-w_j)}-1,\qquad \forall j\in\{\overline{1,m}\}$$

$$l_i(\bar{x},\bar{y})=\frac{(y_i-u_i)\sum_{j=1}^{m}(x_j-w_j)}{p_i y_i\sum_{i=1}^{n}\frac{y_i-u_i}{p_i}}-1,\qquad \forall i\in\{\overline{1,n}\}$$

Ринковий механізм трансфертного ціноутворення будується шляхом використання моделі Курно. Її суть полягає в тому, що кожна з конкуруючих проєктних команд та ресурсних центрів визначає множину оптимальних для себе обсягів діяльності при можливих обсягах інших учасників. Перетин отриманих множин виявляє внутрішню ринкову ціну ресурсу.

Задача моделюється бескоаліційною грою рівноправних осіб із забороненими ситуаціями, рішення якої:

$$\bar{x}^*=x_1^*,...,x_m^*;\ \bar{y}^*=y_1^*,...,y_n^*$$

виходячи з принципу здійсненності мети, має задовольняти наступним умовам рівноваги Неша (Nash):

$$\max r_j(x_j,\bar{x}^{(j)*},\bar{y}^*),\quad j=\overline{1,m};\qquad x_j\in A_j$$

$$\max l_i(\bar{x}^*,\bar{y}^{(i)*},y_i),\quad i=\overline{1,n};\qquad x_i\in B_i$$

де $A_j=\left\{x_j\,\middle|\, r_j(x_j,\bar{x}^{(j)*},\bar{y}^*)\ge 0,\ \ x_j\ge w_j>0\right\},\ \forall j\in\{\overline{1,m}\};$

$B_i=\left\{y_i\,\middle|\, l_i(\bar{x}^*,\bar{y}^{(i)*},y_i)\ge 0,\ \ y_i\ge u_i>0\right\},\ \forall i\in\{\overline{1,n}\}.$

eISSN 2522-1566
ISSUE 3 (37), 2026

З умови $r_j(x_j, \bar{x}^{(j)*}, \bar{y}^*) \geq 0,\ j=\overline{1,m},\quad l_i(\bar{x}^*, \bar{y}^{(i)*}, y_i) \geq 0,\ i=\overline{1,n}$ після перетворень випливає

$$x_j^2 - \left[w_j + q_j \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^* - u_i}{p_i} - \sum_{\substack{k=1 \\ k\neq j}}^{m} (x_k^* - w_k) \right] x_j + q_j\, w_j \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^* - u_i}{p_i} \leq 0,\ \forall\, j \in \{\overline{1,m}\};$$

$$y_i^2 - \left[u_i + \sum_{j=1}^{m} (x_j^* - w_j) - p_i \sum_{\substack{k=1 \\ k\neq i}}^{n} \frac{y_k^* - u_k}{p_k} \right] y_i + u_i \sum_{j=1}^{m} (x_j^* - w_j) \leq 0,\ \forall\, i \in \{\overline{1,n}\}$$

звідки $x_j \in \left\lfloor x_j^{\min}, x_j^{\max} \right\rfloor,\quad y_i \in \left\lfloor y_i^{\min}, y_i^{\max} \right\rfloor,$

де $$x_j^{\min} = \frac{a - \sqrt{a^2 - 4b}}{2};\qquad x_j^{\max} = \frac{a + \sqrt{a^2 - 4b}}{2};$$

$$y_i^{\min} = \frac{d - \sqrt{d^2 - 4c}}{2};\qquad y_i^{\max} = \frac{d + \sqrt{d^2 - 4c}}{2};$$

$$a = w_j + q_j \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^* - u_i}{p_i} - \sum_{\substack{k=1 \\ k\neq j}}^{m} (x_k^* - w_k);\qquad b = q_j\, w_j \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^* - u_i}{p_i};$$

$$d = u_i + \sum_{j=1}^{m} (x_j^* - w_j) - p_i \sum_{\substack{k=1 \\ k\neq i}}^{n} \frac{y_k^* - u_k}{p_k};\qquad c = u_i \sum_{j=1}^{m} (x_j^* - w_j).$$

При цьому допустимий інтервал $\left\lfloor x_j^{\min}, x_j^{\max} \right\rfloor$ не порожній, якщо виконується умова:

$$\left(w_j + q_j \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^* - u_i}{p_i} - \sum_{\substack{k=1 \\ k\neq j}}^{m} (x_k^* - w_k) \right)^2 \geq 4 q_j\, w_j \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^* - u_i}{p_i};$$

а виконання умови

$$\left(u_i + \sum_{j=1}^{m} (x_j^* - w_j) - p_i \sum_{\substack{k=1 \\ k\neq i}}^{n} \frac{y_k^* - u_k}{p_k} \right)^2 \geq 4 u_i \sum_{j=1}^{m} (x_j^* - w_j)$$

гарантує непорожність допустимого інтервалу для центрів залучення ресурсів. $\left\lfloor y_i^{\min}, y_i^{\max} \right\rfloor$.

Цільові функції

$r_j(x_j) = r_j(x_j, \bar{x}^{(j)*}, \bar{y}^*),\quad \bar{x}^{(j)*} = \text{const},\ \bar{y}^* = \text{const},\ j=\overline{1,m};$

$l_i(y_i) = l_i(\bar{x}^*, \bar{y}^{(i)*}, y_i),\quad \bar{x}^* = \text{const},\ \bar{y}^{(i)*} = \text{const},\ i=\overline{1,n},$

є увігнутими на відповідних множинах визначення $A_j,\ j=\overline{1,m}$, $B_i,\ i=\overline{1,n}$ та належать до ширшого класу функцій, для яких із умови:

$$(z_2 - z_1)\frac{dF}{dz}(z_1) \le 0,\ \forall z_1,\ z_2 \in \{z \mid z > 0\}$$

випливає:

$$F(z_1) \ge F(z_2).$$

Такі функції називаються псевдоувігнутими і мають наступну властивість: будь-яка послідовність точок на множині визначення, що перетворює градієнт функції на нуль, приводить у стан її глобального максимуму.

Отже, необхідні умови безумовного екстремуму цільових функцій:

$$r_j(x_j),\ j=\overline{1,m};\quad l_i(y_i),\ i=\overline{1,n};$$

$$\frac{dr_j(x_j)}{dx_j}=0,\ j=\overline{1,m};\quad \frac{dl_i(y_i)}{dy_i}=0,\ i=\overline{1,n}$$

є одночасно і достатніми для досягнення ними глобального максимуму на відповідних непорожніх множинах визначення $A_j,\ j=\overline{1,m}$, $B_i,\ i=\overline{1,n}$.

З наведених умов максимізації цільових функцій випливає:

$$x_j^2 - 2w_j x_j + w_j^2 - w_j \sum_{\substack{k=1\\k\ne j}}^{m}(x_k^* - w_k) = 0,\ \forall j \in \{\overline{1,m}\};$$

$$y_i^2 - 2u_i y_i + u_i^2 - u_i p_i \sum_{\substack{k=1\\k\ne i}}^{n}\frac{y_k^* - u_k}{p_k} = 0,\ \forall i \in \{\overline{1,n}\}.$$

Звідки, з урахуванням економічної природи досліджуваних функцій, отримуємо оптимальні значення витрат

$$x_j^{opt} = w_j + \sqrt{w_j \sum_{\substack{k=1\\k\ne j}}^{m}(x_k^* - w_k)},\ \forall j \in \{\overline{1,m}\};$$

$$y_i^{opt} = u_i + \sqrt{u_i p_i \sum_{\substack{k=1\\k\ne i}}^{n}\frac{y_k^* - u_k}{p_k}},\ \forall i \in \{\overline{1,n}\}.$$

З усього вищевикладеного випливає, що рівноважна ситуація Неша:

$$\bar{x}^* = x_1^*,\ldots,x_m^*;\ \bar{y}^* = y_1^*,\ldots,y_n^*,$$

в односторонньому порушенні якої не зацікавлений жоден із учасників (ані проєктні команди, ані ресурсні центри), визначається:

$$x_j^* = \begin{cases} x_j^{opt} & \text{якщо } \left(w_j + q_j\sum_{i=1}^{n}\frac{y_i^* - u_i}{p_i} - \sum_{\substack{k=1\\k\ne j}}^{m}(x_k^* - w_k)\right)^2 > 4q_j w_j \sum_{i=1}^{n}\frac{y_i^* - u_i}{p_i}; \\ w_j & \text{якщо } \left(w_j + q_j\sum_{i=1}^{n}\frac{y_i^* - u_i}{p_i} - \sum_{\substack{k=1\\k\ne j}}^{m}(x_k^* - w_k)\right)^2 \le 4q_j w_j \sum_{i=1}^{n}\frac{y_i^* - u_i}{p_i}; \end{cases} \quad \forall_j \in \{\overline{1;m}\}$$

$$y_i^* = \begin{cases} y_i^{op} \quad \text{якщо} \quad \left(u_i + \sum_{j=1}^{m} (x_j^* - w_j) - p_i \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^{n} \frac{y_k^* - u_k}{p_k} \right)^2 > 4 u_i \sum_{j=1}^{m} (x_j^* - w_j); \\ u_i \quad \text{якщо} \quad \left(u_i + \sum_{j=1}^{m} (x_j^* - w_j) - p_i \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^{n} \frac{y_k^* - u_k}{p_k} \right)^2 \leq 4 u_i \sum_{j=1}^{m} (x_j^* - w_j); \end{cases} \quad \forall_i \in \overline{\{1;n\}}$$

Тоді оптимальна трансфертна ціна внутрішньосистемних передач ресурсів, що відповідає принципу здійсненності мети, визначиться як:

$$M = \sum_{j=1}^{m} (x_j^* - w_j) \left(\sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^* - u_i}{p_i} \right)^{-1}.$$

ВИСНОВКИ

Таким чином, у результаті проведеного дослідження обґрунтовано доцільність застосування механізму трансфертного ціноутворення для управління ресурсами в проєктно-орієнтованих організаціях. Запропоновано розглядати проєктні команди та центри ресурсного забезпечення як самостійні центри відповідальності, економічні інтереси яких можуть відрізнятися. Проєктні команди зацікавлені у залученні необхідних ресурсів за мінімально можливою внутрішньою ціною, оскільки це безпосередньо впливає на витрати та результативність проєкту. Центри ресурсного забезпечення, навпаки, мають бути зацікавлені у встановленні такої трансфертної ціни, яка компенсує витрати на формування, утримання та передачу ресурсів. За таких умов трансфертна ціна стає важливим інструментом узгодження інтересів окремих центрів відповідальності та організації в цілому.

Розроблено економіко-математичну модель, у якій обсяги формування та використання ресурсів пов’язуються з витратами відповідних центрів відповідальності та проєктів. Модель передбачає врахування умовно-постійних і змінних витрат, обмеженості ресурсного потенціалу, потреб окремих проєктів та економічних результатів їх реалізації. Такий підхід дозволяє перейти від адміністративного розподілу ресурсів до економічно обґрунтованого механізму їх внутрішнього розподілу.

Для визначення оптимальної трансфертної ціни запропоновано використання положень теорії ігор, зокрема моделі Курно та концепції рівноваги Неша. У межах запропонованого підходу кожна проєктна команда визначає оптимальний для себе обсяг використання обмеженого ресурсу з урахуванням можливих рішень інших учасників. Рівноважним вважається такий стан, за якого жодна проєктна команда не має економічної зацікавленості односторонньо змінювати обсяг споживання ресурсу за незмінності стратегій інших учасників. Це створює основу для визначення рівноважного розподілу ресурсів та відповідної трансфертної ціни.

Наукова цінність запропонованого підходу полягає у поєднанні принципів трансфертного ціноутворення, управління центрами відповідальності та теорії ігор у межах єдиного механізму управління ресурсами проєктно-орієнтованої організації. На відміну від підходів, що передбачають розподіл ресурсів виключно на основі фактичних витрат або адміністративних рішень, запропонована модель враховує взаємозалежність проєктів та можливу конкуренцію за обмежені ресурси.

Skachkova, I. (2026). Economic and mathematical modeling of resource allocation among projects in a project-oriented organization. Management and Entrepreneurship: Trends of Development, 3(37), 430-440. https://doi.org/10.26661/2522-1566/2026-3/37-30

Практичне значення моделі полягає у можливості її використання для обґрунтування управлінських рішень під час формування та реалізації портфеля проєктів. Зокрема, модель може застосовуватися для визначення пріоритетності проєктів, оцінювання доцільності виділення їм додаткових ресурсів, аналізу впливу зміни вартості ресурсів на економічні результати проєктів, а також визначення внутрішньої вартості спільних ресурсів організації.

Застосування запропонованого механізму дає можливість підвищити прозорість внутрішніх ресурсних потоків, посилити відповідальність проєктних команд за результати діяльності та створити об'єктивніші умови для порівняння ефективності окремих проєктів. Запропонована модель може бути використана як інструмент підтримки стратегічного і тактичного управління в умовах багатопроєктності, ресурсних обмежень, ризику та невизначеності. Її застосування спрямоване на підвищення ефективності використання ресурсного потенціалу, покращення фінансово-економічних результатів організації, забезпечення збалансованості між окремими проєктами та досягнення стратегічних цілей організації.

Перспективним напрямом подальших досліджень є розширення запропонованої моделі шляхом урахування ризику реалізації проєктів, часової вартості ресурсів, різної стратегічної значущості проєктів, обмежень за термінами їх виконання та багатокритеріальної оцінки ефективності. Додаткового дослідження потребує питання адаптації трансфертного ціноутворення до різних типів проєктно-орієнтованих організацій та формування комп'ютерного інструментарію для підтримки прийняття рішень щодо розподілу ресурсів.

Отже, запропонований економіко-математичний підхід формує методичну основу для вдосконалення управління ресурсами в проєктно-орієнтованих організаціях. Поєднання трансфертного ціноутворення з ігровою концепцією взаємодії проєктів дозволяє врахувати не лише витратні характеристики ресурсів, а й економічні інтереси учасників проєктної діяльності. Це створює передумови для більш обґрунтованого розподілу обмежених ресурсів, підвищення ефективності портфеля проєктів та забезпечення стійкого розвитку проєктно-орієнтованої організації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Seventh Edition and The Standard for Project Management. Newtown Square, PA : Project Management Institute, 2021. 250 p.
2. Engwall M., Jerbrant A. The resource allocation syndrome: The prime challenge of multi-project management? International Journal of Project Management. 2003. Vol. 21, No. 6. P. 403–409. DOI: https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00113-8.
3. Browning T. R., Yassine A. A. Resource-constrained multi-project scheduling: Priority rule performance revisited. International Journal of Production Economics. 2010. Vol. 126, No. 2. P. 212–228. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.03.009.
4. Brickley J. A., Smith C. W., Zimmerman J. L. Transfer Pricing and the Control of Internal Corporate Transactions. Journal of Applied Corporate Finance. 2020. Vol. 32, No. 1. P. 120–127. DOI: https://doi.org/10.1111/jacf.12393.
5. Hirshleifer J. Internal Pricing and Decentralized Decisions. Management Controls: New Directions in Basic Research / ed. by C. P. Bonini, R. K. Jaedicke, H. M. Wagner. New York : McGraw-Hill, 1964. P. 27–67.
6. Eccles R. G. The Transfer Pricing Problem: A Theory for Practice. Lexington, MA : Lexington Books, 1985. 375 p.
7. Fudenberg D., Tirole J. Game Theory. Cambridge, MA : MIT Press, 1991. 604 p.
8. Osborne M. J. An Introduction to Game Theory. New York : Oxford University Press, 2004. 533 p.

REFERENCES

Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Seventh Edition and The Standard for Project Management. Newtown Square, PA : Project Management Institute, 2021. 250 p.

Engwall M., Jerbrant A. The resource allocation syndrome: The prime challenge of multi-project management? International Journal of Project Management. 2003. Vol. 21, No. 6. P. 403–409. DOI: https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00113-8.

Browning T. R., Yassine A. A. Resource-constrained multi-project scheduling: Priority rule performance revisited. International Journal of Production Economics. 2010. Vol. 126, No. 2. P. 212–228. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.03.009.

Brickley J. A., Smith C. W., Zimmerman J. L. Transfer Pricing and the Control of Internal Corporate Transactions. Journal of Applied Corporate Finance. 2020. Vol. 32, No. 1. P. 120–127. DOI: https://doi.org/10.1111/jacf.12393.

Hirshleifer J. Internal Pricing and Decentralized Decisions. Management Controls: New Directions in Basic Research / ed. by C. P. Bonini, R. K. Jaedicke, H. M. Wagner. New York : McGraw-Hill, 1964. P. 27–37.

Eccles R. G. The Transfer Pricing Problem: A Theory for Practice. Lexington, MA : Lexington Books, 1985. 341 p.

Fudenberg D., Tirole J. Game Theory. Cambridge, MA : MIT Press, 1991. 604 p.

Osborne M. J. An Introduction to Game Theory. New York : Oxford University Press, 2004. 533 p.

ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING OF RESOURCE ALLOCATION AMONG PROJECTS IN A PROJECT-ORIENTED ORGANIZATION

Iryna Skachkova
National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute"
Kharkiv, Ukraine

The article examines the problem of efficient allocation of limited resources among projects under multi-project conditions and substantiates the expediency of applying a transfer pricing mechanism in project-oriented organizations. The purpose of the study is to develop an economic and mathematical model for the optimal allocation of resources, taking into account the costs of resource formation, the needs of individual projects, limited resource capacity, and the economic interests of the participants. The methodological framework combines a systems approach, economic and mathematical modeling, transfer pricing, and game theory. Project teams and resource supply centers are considered independent responsibility centers involved in economic interactions concerning the formation, transfer, and use of resources. A model has been developed that relates the volumes of resource formation and consumption to the production and organizational costs of the respective responsibility centers. The Cournot model and the Nash equilibrium concept are applied to determine equilibrium resource consumption levels and the optimal internal transfer price. The proposed approach provides a mechanism for coordinating the economic interests of individual projects and resource centers while accounting for the interdependence of decisions under resource constraints. The practical significance of the model lies in its potential application to project portfolio optimization, assessment of resource utilization efficiency, and substantiation of strategic and tactical management decisions under conditions of resource scarcity, risk, and uncertainty. The proposed approach also contributes to greater transparency of internal resource flows and improved accountability of project teams.

Keywords: project-oriented organization, resource allocation, transfer pricing, responsibility centers, Cournot model, Nash equilibrium, project portfolio optimization.