

УДК 65.012

І.В. ЧУМАЧЕНКО

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "ХАІ"

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ В УМОВАХ РИНКОВОЇ КОНКУРЕНЦІЇ

У роботі запропоновані економіко-математичні моделі організаційного управління ресурсами розподіленої техніко-економічної системи: жорстка централізація управління, узгоджене управління, відкрите управління. Моделі дозволяють здійснити кількісний аналіз ефективності диверсифікованості фінансування інноваційних розробок. Конкурентоспроможність розглядається як здатність окремого суб'єкта випереджати свого суперника в досягненні цілей в умовах ринкової боротьби. Результати моделювання спрямовані на підвищення конкурентоспроможності об'єктів виробництва в умовах невизначеності витрат на проведення досліджень.

Ключові слова: *інноваційна діяльність, підприємство, централізація, управління, конкурентоспроможність.*

Вступ

Конкурентоспроможність розглядається як здатність окремого суб'єкта випереджати свого суперника в досягненні цілей в умовах ринкової боротьби. При цьому конкуренція стає стимулом до інновацій, які, у свою чергу, вимагають певного науково-технічного забезпечення. У цей час однією з основних стратегічних цілей виробників є досягнення домінуючої позиції на конкретних сегментах ринку шляхом підвищення конкурентоспроможності продукції. Потрібно, щоб серед однотипної продукції об'єкти виробництва розглянутої техніко-економічної системи найбільшою мірою відповідали вимогам потенційних виробників.

Постановка задачі. Виникає задача ефективності фінансування інноваційної діяльності, яка спрямована на підвищення конкурентоспроможності продукції, в умовах невизначеності витрат на проведення досліджень. Необхідність кількісного аналізу сформульованого дослідження робить актуальною формалізацію задачі організаційного управління іннова-

ційними ресурсами в умовах ринкової конкуренції. Економіко-математична модель управління інноваційною діяльністю розглядається як розподілена система, у якій управляючий центр верхнього рівня фінансує виконавців нижнього рівня, що безпосередньо виконують дослідження з поліпшення окремих характеристик продукції, яка випускається [1].

Викладення основного матеріалу

Управляючий центр здійснює розподіл фінансових засобів W_0 , що йдуть на утворення основних r_i і оборотних l_i фондів, необхідних для функціонування "Виконавців" інноваційних розробок. Результатом діяльності є досягнення певного відносного рівня u_i досліджуваного i -го показника характеристики продукції. Характеристиками об'єкта виробництва є вектор кількісних показників $\bar{P} = P_1, \dots, P_{m+n}$, абсолютна величина яких залежить від обсягів фінансування інноваційних розробок:

$$P_i = P_i(r_i, l_i), \quad i = \overline{1, (m+n)}.$$

Якщо компонентами $P_i, i = \overline{1, m}$, є показники характеристик, зменшення яких призводить до збільшення конкурентоспроможності об'єкта виробництва, а величини $P_i, i = \overline{(m+1), (m+n)}$, відповідно є значеннями показників, збільшення яких приводить до зростання конкурентоспроможності, то відносні значення $0 \leq u_i \leq 1, i = \overline{1, (m+n)}$, споживчих характеристик продукції визначають як

$$u_i = \frac{c_i}{p_i}, \quad \forall i \in \{\overline{1, m}\}; \quad \frac{P_i}{c_i}, \quad \forall i \in \{\overline{(m+1), (m+n)}\},$$

де $c_i, i = \overline{1, (m+n)}$, є абсолютними значеннями показників характеристик ідеального зразка продукції.

Як кількісну оцінку споживчих властивостей об'єкта виробництва використовують інтегральний показник конкурентоспроможності, який формалізує переваги потенційних споживачів на основі експертних оцінок пріоритетів різних показників характеристик:

$$K = \sum_{i=1}^{m+n} \gamma_i \cdot u_i,$$

де $\gamma_i = \frac{\bar{a}_i}{\sum_{i=1}^{m+n} \bar{a}_i}$; $\bar{a}_i = \frac{\sum_{j=1}^N a_{ij}}{N}$; $\forall i \in \{1, (m+n)\}$; a_{ij} – оцінка в балах j -м експертом пріоритету i -го показника характеристики; N – кількість експертів.

Функціонування виконавця i -ої інноваційної розробки формалізується за допомогою двохфакторної моделі, що зв'язує показник результату проведених досліджень u_i із величиною використовуваних ресурсів r_i , l_i , у вигляді виробничої функції типу Кобба-Дугласа, яка будується на основі статистичних даних методами кореляційного й регресійного аналізу:

$$u_i = \sigma_i (F_i + r_i)^{\alpha_i} l_i^{\beta_i}; \alpha_i + \beta_i \leq 1, \forall i \in \{1, (m+n)\},$$

де σ_i – параметр (коефіцієнт пропорційності), який впливає на показник факторів, що не враховуються у моделі; α_i , β_i – параметри моделі (коефіцієнти регресії), що визначають ступінь впливу факторів $(F_i + r_i)$ і l_i на показник u_i ; r_i – капіталовкладення в основні виробничі фонди виконавця i -ої інноваційної розробки; F_i – вихідна вартість основних виробничих фондів виконавця i -ої інноваційної розробки.

Кожний виконавець i -ої інноваційної розробки прагне максимізувати результат своєї діяльності $u_i = u_i(r_i, l_i)$, а задачею центру є максимізація ефективності фінансування усіх інноваційних розробок, що виконуються:

$$E(\bar{r}, \bar{l}) = \frac{\sum_{i=1}^{m+n} \gamma_i \sigma_i (F_i + r_i)^{\alpha_i} \cdot l_i^{\beta_i}}{\sum_{i=1}^{m+n} (r_i + l_i)}.$$

Розглядаються такі принципи організаційного управління:

I. Принцип жорсткої централізації управління, при якому є одна сторона – центр, що планує розподіл фінансових засобів, необхідних для діяльності функціональних підрозділів, виходячи із загальної мети системи $E(\bar{r}, \bar{l})$ при повному ігноруванні інтересів $u_i(r_i, l_i)$ окремих виконавців

$i \in \{\overline{1, (m+n)}\}$. Проблема зводиться до вирішення задачі математичного програмування, у якій необхідно знайти оптимальні значення змінних $\bar{r}^* = r_1^*, \dots, r_{m+n}^*$; $\bar{l}^* = l_1^*, \dots, l_{m+n}^*$, які забезпечують максимум цільової функції

$$\max_{r, l} \frac{g_k(\bar{r}, \bar{l})}{g_w(\bar{r}, \bar{l})}$$

при обмеженнях $g_k(\bar{r}, \bar{l}) \geq K_0$; $g_w(\bar{r}, \bar{l}) \leq W_0$; $\bar{r} \geq 0$; $\bar{l} > 0$,

де $g_k(\bar{r}, \bar{l}) = \sum_{i=1}^{m+n} \gamma_i \sigma_i (F_i + r_i)^{\alpha_i} \cdot l_i^{\beta_i}$; $g_w(\bar{r}, \bar{l}) = \sum_{i=1}^{m+n} (r_i + l_i)$; K_0 – інтегральний

показник конкурентоспроможності продукції лідируючого на даному сегменті ринку виробника. Реалізація принципу жорсткої централізації управління є ефективною тільки в умовах факторів виробництва, що слабо змінюються.

II. Принцип узгодженого управління, який використовують для підвищення ефективності функціонування розподілених техніко-економічних систем в умовах нестабільності економічних процесів, що викликають перевитрату планованих затрат [2]. При цьому центр делегує частину своїх повноважень при плануванні розподілу фінансових засобів виконавчим підрозділам, тому що конкретні виконавці завжди більше інформовані у своїх потребах і можливостях, ніж їх керівники. Така децентралізація управління висуває на перший план проблему узгодження загальної мети фінансування системи $E(\bar{r}, \bar{l})$ з інтересами її окремих виконавців $u_i(r_i, l_i)$, $\forall i \in \{\overline{1, (m+n)}\}$.

Задача моделюється ієрархічною грою з протилежними інтересами, у якій є декілька учасників операції з різними пріоритетами в діях [3]. Дослідження операції здійснюється з точки зору локальних інтересів виконавчих елементів системи на основі підходу до рішення ігор з фіксованою послідовністю ходів [4, 5].

Застосовують такі гіпотези інформованості, поведінки й порядку ходів учасників операції:

1) розглядають випадок повної інформованості: ієрархічна структура та всі цільові функції системи відомі учасникам операції;

2) гіпотеза виконавців про поведінку центру полягає в тому, що управляюча ланка верхнього рівня, маючи деякі засоби, які не перевищують певний рівень W_0 , вибирає вектор своїх управлінь $\bar{l} = l_1, \dots, l_{m+n}$ із розрахунку максимізації глобального критерію оптимальності $\max_{\bar{l}} E(\bar{r}, \bar{l})$ за умови, що інтегральний показник конкурентоспроможності буде не менше заданого рівня $K \geq K_0$;

3) "перший хід" полягає в одночасному виборі виконавцями $i \in \{1, (m+n)\}$ своїх стратегій $r_i \geq 0$, які повідомляються управляючому центру. Відповідно до прийнятої гіпотези поведінки, центр будує свою стратегію у вигляді вектор-функції $\bar{l} = \bar{l}(\bar{r})$, яка визначається вирішенням задачі параметричної оптимізації

$$\max_{l \in L} E(\bar{r}, \bar{l}),$$

де $L = \{ \bar{l} \in E^{m+n} \mid g_k(\bar{r}, \bar{l}) \geq K_0; g_w(\bar{r}, \bar{l}) \leq W_0; l_i > 0; i = \overline{1, (m+n)}; \bar{r} = \text{const} \geq 0 \}$.

Отриманий закон управління $\bar{l} = \bar{l}(\bar{r})$ може бути наведений у розгорнутій формі у вигляді скалярних функцій векторного аргументу $l_i = l_i(\bar{r})$; $i = \overline{1, (m+n)}$, які передбачаються однозначними на множині існування

$$R = R_1 \times \dots \times R_{m+n},$$

де $R_i = \{ r_i \mid r_i \geq 0, l_j(\bar{r}) > 0, j = \overline{1, (m+n)} \}$, $\forall i \in \{1, (m+n)\}$.

Виникає ситуація, у якій є $(m+n)$ рівноправних учасників. Їх інтереси характеризуються цільовими функціями

$$f_i(\bar{r}) = u_i(r_i, l_i(\bar{r})), \quad \forall i \in \{1, (m+n)\},$$

що залежать від активних дій всіх сторін і задовольняють умові

$$\sum_{i=1}^{m+n} \gamma_i f_i(\bar{r}) \geq K_0.$$

Кожний учасник операції $i \in \{1, (m+n)\}$, маючи у своєму розпорядженні власні управління з множини $S_i = \{ r_i \mid r_i \geq 0 \}$ та вибираючи тим чи

іншим способом свою стратегію $r_i \geq 0$, може впливати на сукупність всіх припустимих стратегій як інших сторін $A_j(\bar{r}) = S_j \cap R_j$, $\forall j \in \{\overline{1, (m+n)}\}$, $j \neq i \in \{\overline{1, (m+n)}\}$, так і самого себе: $A_i(\bar{r}) = S_i \cap R_i$, $i \in \{\overline{1, (m+n)}\}$.

Передбачається, що стратегію учасники операції вибирають без узгодження своїх дій між собою. Таким чином, виходить некоаліційна гра $(m+n)$ осіб із забороненими ситуаціями. Рішення гри $\bar{r}^{**} = r_1^{**}, \dots, r_{(m+n)}^{**}$ згідно з принципом здійсненності мети має відповідати таким умовам:

$$\max_{r_i} f_i(\bar{r}^{(i)**}, r_i),$$

де $r_i \in A_i(\bar{r}^{(i)**}, r_i)$; $i \in \{\overline{1, (m+n)}\}$ $\bar{r}^{(i)} = r_1, \dots, r_{i-1}, r_{i+1}, \dots, r_{m+n}$.

Отриманий розподіл фінансових засобів

$$\bar{r}^{**} = r_1^{**}, \dots, r_{(m+n)}^{**}; l_i^{**} = l_i(\bar{r}^{**}), i = \overline{1, (m+n)}$$

у першу чергу враховує інтереси виконавців і доставляє на множині ситуацій, що можна реалізувати, максимум ефективності функціонування всієї системи в цілому.

III. Принцип відкритого управління. При відкритому управлінні кожному виконавчому підрозділу надається повна самостійність у плануванні обсягів своїх основних та оборотних фондів виходячи із власних інтересів. При цьому кожний виконавець об'єктивно сприяє виконанню загального завдання системи, а з іншого боку – з метою підвищення результату свого функціонування прагне збільшити власні фінансові ресурси, необхідні для розширення обсягу проведених досліджень. Взаємодія виконавчих елементів системи моделюється некоаліційною грою $(m+n)$ рівноправних осіб, у якій кожний гравець $i \in \{\overline{1, (m+n)}\}$ має у своєму розпорядженні стратегії на множині $Z_i = \{(r_i, l_i) \in E^2 \mid r_i \geq 0, l_i > 0\}$.

$$\text{Функції виграшу гравців } e_i(r_i, l_i) = \frac{\sigma_i(F_i + r_i)^{\alpha_i} l_i^{\beta_i}}{r_i + l_i}; i = \overline{1, (m+n)},$$

визначені на множині ситуацій

$$T = \{(\bar{r}, \bar{l}) \in E^{2(m+n)} \mid g_k(\bar{r}, \bar{l}) \geq K_0; g_w(\bar{r}, \bar{l}) \leq W_0; \bar{r}, \bar{l} \geq 0\}.$$

Гра розглядається на множині ситуацій $B = \prod_{i=1}^{m+n} Z_i \cap T = \prod_{i=1}^{m+n} B_i$. Рішення гри $\bar{r}^{***} = r_1^{***}, \dots, r_{m+n}^{***}$; $\bar{l}^{***} = l_1^{***}, \dots, l_{m+n}^{***}$ має задовольняти умовам рівноваги Nash: $\max_{(r_i, l_i) \in B_i} e_i(r_i, l_i) = e_i(r_i^{***}, l_i^{***})$, $i = \overline{1, (m+n)}$.

Знайдене рішення r_i^{***}, l_i^{***} визначає собою план фінансування інноваційних розробок, в однобічному порушенні якого не зацікавлений жоден з виконавців.

Висновок

Запропоновані економіко-математичні моделі різних механізмів диверсифікованості ресурсів у розподіленій техніко-економічній системі дозволяють провести кількісний аналіз ефективності різних принципів організаційного управління інноваційною діяльністю, спрямованих на підвищення конкурентоспроможності об'єктів виробництва в умовах невизначеності витрат на проведення досліджень.

Література

1. Чумаченко И.В. Выбор степени децентрализации управления по элементам производственных затрат в условиях неустойчивости параметров функционирования / И.В. Чумаченко, А.И. Лысенко, И.А. Сорокина // *Економіка та управління підприємствами машинобудівної галузі: проблеми теорії та практики: Зб. наук. пр.* – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «ХАІ», 2008. – Вип. 1. – С. 140-149.
2. Чумаченко И.В. Модель согласованного финансирования научно – исследовательских и опытно-конструкторских разработок по совершенствованию потребительских свойств продукции в условиях неполной информированности / И.В. Чумаченко, В.А. Витюк, А.А. Лысенко // *Системы обработки інформації.* – Х.: ХУПС, 2008. – Вип. 5 (72). – С. 173-176.
3. Гермейер Ю.Б. Игры с противоположными интересами / Ю.Б. Гермейер. – М.: МГУ, 1972. – 184 с.
4. Моделирование организационного управления в многоуровневых структурах / В.Г. Кучмиев, А.И. Лысенко, В.М. Момот, И.В. Чумаченко. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «ХАІ», 2004. – 231 с.
5. Чумаченко И.В. Позиционная игра преследования как модель конкуренции / И.В. Чумаченко, А.А. Лысенко // *Открытые информационные*

и компьютерные интегрированные технологии: Сб. научн. тр. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2007. – Вып. 36. – С. 129-134.

Рецензент: д-р екон. наук, проф. Н.І. Чухрай, Національний університет «Львівська політехніка», Львів.

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ КОНКУРЕНЦИИ

И.В. Чумаченко

В работе предложены экономико-математические модели организационного управления ресурсами распределенной технико-экономической системы: жесткая централизация управления, согласованное управление, открытое управление. Модели позволяют осуществить количественный анализ эффективности диверсификации финансирования инновационных разработок. Конкурентоспособность рассматривается как способность отдельного субъекта опережать своего соперника в достижении целей в условиях рыночной борьбы. Результаты моделирования направлены на повышение конкурентоспособности объектов производства в условиях неопределенности затрат на проведение исследований.

Ключевые слова: инновационная деятельность, предприятие, централизация, управление, конкурентоспособность.

ECONOMICS - MATHEMATICAL DESIGN OF INNOVATIVE ACTIVITY MANAGEMENT IN CONDITIONS OF MARKET COMPETITION

I.V. Chumachenko

Economics-mathematical models of up-diffused techniques-economic system resources organizational management, as hard centralization of management, concerted management, opened management were offered in work. Models allow to carry out the quantitative analysis of innovative developments financing diversification efficiency. Competitiveness is considered as ability of the separate subject to advance the contender in aims achievement in the conditions of market struggle. Design results are directed on the increasing of competitiveness of production in the conditions of expenses on the leadthrough of researches vagueness objects.

Keywords: innovative activity, enterprise, centralization, management, competitiveness.

Чумаченко Ігор Володимирович – д-р техн. наук, проф., зав. кафедри менеджменту, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Харків, e-mail: ivchum@mail.ru.