

УДК 658.566:655.21.1

АЛГОРИТМ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ МІЖ АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ПРОЕКТАМИ

Б.В. Никифорок

Розглядаються підходи до вибору оптимального проекту за суттєвої обмеженості фінансових ресурсів, а також невизначеностей в сучасних умовах функціонування економіки.

Рассматриваются подходы к выбору оптимального проекта при существенной ограниченности финансовых ресурсов, а также неопределенностей в современных условиях функционирования экономики.

Сьогодні пакування (так званий одяг товарів) стали стратегічним видом продукції, від якої залежить конкурентоспроможність домінуючої маси товарів, виготовлюваних підприємствами харчової, фармацевтичної, хімічної, приладобудівної та інших галузей народного господарства. У свою чергу, якість пакувань невід'ємно пов'язана з якістю їх поліграфічного оформлення.

Пакувальна індустрія базується на науково-технічних досягненнях спеціальних видів друку, техніка і технологія яких дозволяє випускати друковану продукцію на різноманітних паперових, картонних, плівкових, жерстяних, багатошарових та інших матеріалах, заготовках пакувань, об'ємних виробках складної геометричної форми тощо.

Спеціальні види друку (флексграфічний, трафаретний, непрямий офсетний, тампонний та інші нетрадиційні) дозволяють виготовляти високоліквідні та високорентабельні товари, а інвестування в пакувальну галузь стало надзвичайно вигідною справою.

Принципи стратегічного управління діяльністю окремої поліграфічної фірми, розробка стратегії і тактики її виробничо-господарської діяльності, що базується на використанні новітніх поліграфічних технологій спеціальних видів друку, ґрунтовно розглянуті в [3, 4].

Оскільки загальна стратегія інноваційної та інвестиційної діяльності передбачає застосування лише сучасного, найбільш прогресивного та продуктивного обладнання, а ринок пропонує надзвичайно широку гаму його типів і видів з практично однаковими завданнями та способами отримання якісної продукції, то, відповідно, актуальною є задача вибору того чи іншого проекту, особливо за умови обмеженості наявних фінансів.

Задачу вибору проекту для фінансування в умовах обмеженості фінансів будемо розглядати як задачу багатокритеріального прийняття рішень (БКПР). Умовами рівноваги (розподілу) у цьому випадку є вимоги до обмежень на наявні ресурси (умови обмеженості фінансів), а також задоволення пріоритетів, які надаються окремим проектам. При поставленні та розв'язанні задачі вводяться фінансове обмеження (EC_0) та чотири додаткових обмеження – відносно пріоритетності проекту (EC_1), типів проектів (EC_2), розмірів проектів (EC_3) та високонавців поректів (EC_4). Кожна з умов досягнення рівноваги між розподілом фінансових засобів $\{EC_0, EC_1, EC_2, EC_3, EC_4\}$ призначена для врахування (збалансування) конкретних вимог і використовується для розподілу множини можливих проектів на кілька підмножин (підгруп). При цьому передбачається, що з кожної підгрупи буде відібрана для реалізації деяка фіксована кількість проектів.

Процес вибору проектів ускладнюється й тим, що він має деякі нечіткі характеристики. Оскільки рішення щодо фінансування проектів, як правило, приймається членами експертних груп, то для кожного з них характерними є суб'єктивність, неточність і невизначеність суджень, невизначеність та необґрунтованість у присвоєнні відносних вагових коефіцієнтів критеріям вибору. Дуже часто особа, що приймає рішення (ОПР), присвоює вагові коефіцієнти критеріям у вигляді лінгвістичних змінних, таких, як „хороший”, „дуже низький”, „слабкий” і тому подібне. А тому проблема вибору проектів для фінансування складна і характеризується наявністю невизначеностей уже за своєю природою. Існують детерміновані підходи до вибору проектів на основі точних характеристик, але вони мають занадто загальний характер і не враховують особливостей ситуації та вибору в умовах суттєвої обмеженості фінансових ресурсів, а також тих невизначеностей, які зустрічаються при розв'язанні реальних задач.

Багатокритеріальне нечітке оцінювання якості проектів. Для того, щоб оцінити якість кожного проекту за допомогою певних критеріїв, розглянемо аспекти, пов'язані з їх вибором. Це – взаємозв'язки між різними критеріями: ранжирування проектів за різними критеріями вибору; вагові коефіцієнти для кожної альтернативи; агрегування ранжирування кожного проекту з ваговими коефіцієнтами критерію. Використовуючи отриманий таким чином агрегований показник, можна обчислити індекс значимості проекту (ІЗП), який вказує, наскільки корисною є його реалізація.

Взаємозв'язки між різними критеріями вибору можна найкраще показати на прикладі ієрархічної структури. На першому рівні визначається нечітка оцінка важливості різних суб'єктивних критеріїв (наприклад, необхідність і терміновість виконання проекту, принципова можливість його реалізації, корисність проекту та можливості отримання достатнього і реального фінансування). На другому рівні проекту присвоюється рейтинг відповідно до кожного суб'єктивного критерію. Цей рейтинг проектів може присвоюватися за семизначною шкалою лінгвістичних змінних, таких, як (*надзвичайно хороший, дуже хороший, середній, нижче середнього, поганий, дуже поганий*).

Для визначення ступеня нечіткості індивідуальних суджень кожної ОПР щодо відносної важливості критеріїв скористаємось п'ятизначною шкалою лінгвістичної змінної „**Важливість**”: **важливість** = { *дуже важливий, важливий, середньої важливості, неважливий, дуже низької важливості* }. Використовуючи таку модель, можна взяти до уваги нечіткість ОПР при визначенні рейтингу, а також знайти альтернативу між різними критеріями оцінки у процесі агрегування. Усе це сприяє структуризації процесу прийняття рішень і покращенню їх якості.

Введемо деякі визначення та поняття, які будуть використані при побудові алгоритму розподілу ресурсів між проектами.

Визначення 1. Нехай X – область визначення деякої змінної. Нечітка підмножина \tilde{A} , що належить X , визначається функцією приналежності (ФП) $f_{\tilde{A}} : X \rightarrow [0,1]$. Значення функції $f_{\tilde{A}}(x)$ являє собою значення приналежності величини x множині \tilde{A} .

Визначення 2. Нечітке число \tilde{A} є нечіткою підмножиною дійсної осі R , функція приналежності якої $f_{\tilde{A}}(x)$ має такі характеристики:

$$f_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} f_{\tilde{A}}^L(x), & \alpha \leq x \leq \beta, \\ 1, & \beta \leq x \leq \gamma, \\ f_{\tilde{A}}^R(x), & \gamma \leq x \leq \delta, \\ 0, & \text{інакше,} \end{cases} \quad (1)$$

$$-\infty \leq \alpha \leq \beta \leq \gamma \leq \delta \leq \infty,$$

де $f_{\tilde{A}}^L(x) : [\alpha, \beta] \rightarrow [0,1]$ – неперервна та строго зростаюча функція на $[\alpha, \beta]$; $f_{\tilde{A}}^R(x) : [\gamma, \delta] \rightarrow [0,1]$ – неперервна та строго зростаюча функція на $[\gamma, \delta]$.

Позначимо через $\mathfrak{F}(R)$ множину всіх нечітких чисел. Тепер можна визначити (побудувати) багато різних функцій приналежності для нечітких чисел, які мають вищенаведені характеристики. Окремим випадком є трикутна ФП.

Визначення 3. Нечітке число \tilde{a} з трикутною функцією приналежності є нечітким числом на осі R з ФП вигляду $f_{\tilde{a}} : R \rightarrow [0,1]$. Воно параметризується трійкою чисел: $\tilde{a} = (a_l, a, a_r)$, тобто

$$f_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} (x - a_l)/(a - a_l), & a_l \leq x \leq a, \\ (x - a_r)/(a - a_r), & a \leq x \leq a_r, \\ 0, & \text{інакше,} \end{cases}$$

де $a_l \leq a \leq a_r$, – дійсні числа.

Призначення параметрів трійки $\tilde{a} = (a_l, a, a_r)$ наступні: параметр a визначає максимально можливий ступінь приналежності $f_{\tilde{a}}(x)$, тобто $f_{\tilde{a}}(a) = 1$; це найбільш можливе значення даних, що оцінюються. Параметри a_l, a_r являють собою ліву і праву границю діапазону, в який може попасти величина, значення котрої оцінюється. Так, для точного значення числа a можна записати $\tilde{a} = (a, a, a)$. Надалі будемо використовувати нечіткі числа з трикутною функцією приналежності для описування суб'єктивних оцінок, які дають ОПР. Причиною використання нечітких чисел з трикутною ФП є те, що ОПР їх інтуїтивно використовують на практиці [1, 2].

Арифметичні операції над нечіткими числами. Користуючись принципом розширення, можна записати, що арифметична операція $\tilde{C} = \tilde{A} * \tilde{B}$ над двома нечіткими числами \tilde{A} і \tilde{B} являє собою нечітке число, функція приналежності якого

$$f_{\tilde{C}}(z) = f_{\tilde{A} * \tilde{B}}(z) = \sup_{z=x*y} \min\{f_{\tilde{A}}(x), f_{\tilde{B}}(y)\},$$

де символ „*” визначає арифметичну операцію +, −, × або ÷.

Нехай $\tilde{a} = (a_l, a, a_r)$ і $\tilde{b} = (b_l, b, b_r)$ – два нечітких числа. Відомо, що результатом нечіткого додавання є $\tilde{a} \oplus \tilde{b} = (a_l + b_l, a + b, a_r + b_r)$, нечіткого віднімання – $\tilde{a} - \tilde{b} = (a_l - b_l, a - b, a_r - b_r)$, а множення коефіцієнта k на нечітке число \tilde{a} – $k \otimes \tilde{a} = (ka_l, ka, ka_r)$ для $\forall k \in R^+$. Усі отримані результати арифметичних операцій також будуть нечіткими числами з трикутним ФП. Однак у випадку, коли $a_l > 0$ і $b_l > 0$, маємо: $\tilde{a} \oplus \tilde{b} \approx (a_l, b_l, ab, a, b_r)$ і $\tilde{a} \div \tilde{b} \approx (a_l / b_l, a / b, a_r / b_r)$, тобто результатами множення і ділення двох нечітких чисел з трикутною функцією приналежності є наближені нечіткі числа з трикутною функцією приналежності.

Лінгвістичні змінні. Нечіткими лінгвістичними змінними називають такі, значеннями яких є слова або фрази повсякденної або синтезованої мови. Наприклад, характеристику (якість) проекту можна визначити за допомогою змінних „якість” і „важливість”, які є лінгвістичними, а не числовими. Лінгвістичні змінні досить часто характеризують саме трикутними функціями приналежності. Якщо ввести позначення *якість* = S , то відповідно до вищенаведеного переліку значень змінної „якість” можна записати як $S = \{EG, VG, G, M, P, VP, EP\}$, де EG = *надзвичайно хороший*; VG = *дуже хороший*; G = *хороший*; M = *середній*; P = *нижче середнього*; VP = *поганий*; EP = *дуже поганий*. Коли взяти за основу десятибальну шкалу, то лінгвістичну змінну S можна характеризувати у діапазоні [0, 10] нечіткими числами з трикутною функцією приналежності наступним чином: $EG = (9,5; 10; 10)$; $VG = (7; 8,5; 10)$; $G = (5,5; 7; 8,5)$; $M = (3,5; 5; 6,5)$; $P = (1,5; 3; 4,5)$; $VP = (0; 1,5; 3)$; $EP = (0; 0; 0,5)$. Функції приналежності можна записати у вигляді

$$EG = (9,5; 10; 10):$$

$$f_{EG}(x) = \begin{cases} 2x - 19, & 9,5 \leq x \leq 10, \\ 0, & 0 \leq x \leq 9,5 \end{cases}$$

$$VG = (7; 8,5; 10):$$

$$f_{VG}(x) = \begin{cases} \frac{1}{3}(2x-14), & 7 \leq x \leq 8,5, \\ \frac{2}{3}(10-x), & 8,5 \leq x \leq 10, \\ 0, & \text{інакше,} \end{cases}$$

$$G = (5,5; 7; 8,5):$$

$$f_G(x) = \begin{cases} \frac{1}{3}(2x-11), & 5,5 \leq x \leq 7, \\ \frac{1}{3}(17-2x), & 7 < x \leq 8,5, \\ 0, & \text{інакше,} \end{cases}$$

$$M = (3,5; 5; 6,5):$$

$$f_M(x) = \begin{cases} \frac{1}{3}(2x-7), & 3,5 \leq x \leq 5, \\ \frac{1}{3}(13-2x), & 5 < x \leq 6,5, \\ 0, & \text{інакше,} \end{cases}$$

$$P = (1,5; 3; 4,5):$$

$$f_P(x) = \begin{cases} \frac{1}{3}(2x-6), & 1,5 \leq x \leq 3, \\ \frac{1}{3}(9-2x), & 3 < x \leq 4,5, \\ 0, & \text{інакше,} \end{cases}$$

$$VP = (0; 1,5; 3):$$

$$f_{VP}(x) = \begin{cases} \frac{2}{3}x, & 0 \leq x \leq 1,5, \\ \frac{1}{3}(6-2x), & 1,5 < x \leq 3, \\ 0, & \text{інакше,} \end{cases}$$

$$EP = (0; 0; 0,5):$$

$$f_{EP}(x) = \begin{cases} 1 - 20x, & 0 \leq x \leq 0,5, \\ 0, & 0 < x \leq 10 \end{cases}$$

Шкалу лінгвістичної змінної „важливість проекту” розділимо на п’ять значень $W = \{VI, I, F, UI, VUI\}$, де $VI =$ (дуже важливий); $I =$ (важливий); $F =$ (середньої важливості); $UI =$ (неважливий); $VUI =$ (дуже низької важливості). Значення лінгвістичної змінної W також будемо характеризувати функціями приналежності трикутного виду на інтервалі $[0, 10]$, тобто: $VI = (8; 10; 10)$; $I = (5; 7; 9)$; $F = (3; 5; 7)$; $UI = (1; 3; 5)$; $VUI = (0; 0; 2)$. Значення цієї змінної будуть використані для знаходження вагових коефіцієнтів суб’єктивних критеріїв вибору, які використовуються особами, що приймають рішення. Самі функції приналежності визначаються як

$$VI = (8; 10; 10):$$

$$f_{VI}(x) = \begin{cases} \frac{1}{2}(x - 8), & 8 \leq x \leq 10, \\ 0, & 0 < x < 8, \end{cases}$$

$$I = (5; 7; 9):$$

$$f_I(x) = \begin{cases} \frac{1}{2}(x - 5), & 5 \leq x \leq 7, \\ \frac{1}{2}(9 - x), & 7 < x \leq 9, \\ 0, & \text{інакше,} \end{cases}$$

$$F = (3; 5; 7):$$

$$f_F(x) = \begin{cases} \frac{1}{2}(x - 3), & 3 \leq x \leq 5, \\ \frac{1}{2}(7 - x), & 5 < x \leq 7, \\ 0, & \text{інакше,} \end{cases}$$

$$UI = (1; 3; 5):$$

$$f_{UI}(x) = \begin{cases} \frac{1}{2}(x - 1), & 1 \leq x \leq 3, \\ \frac{1}{2}(5 - x), & 3 < x \leq 5, \\ 0, & \text{інакше,} \end{cases}$$

$$VUI = (0; 0; 2):$$

$$f_{VUI}(x) = \begin{cases} \frac{1}{2}(2 - x), & 0 \leq x \leq 2, \\ 0, & 2 < x \leq 10. \end{cases}$$

Лінгвістичне значення вагового коефіцієнта можна отримати шляхом опитування ОНР з використанням шкали ранжирування. Оцінку якості кожного проекту за допомогою ОНР відносно різних критеріїв можна отримати шляхом простого ранжирування.

Агрегування рішень (оцінок) осіб, що приймають рішення. Припустимо, що вже є нечіткі оцінки від ОНР щодо якості та важливості проектів відносно вибраних критеріїв, і ці оцінки потрібно об'єднати у загальний агрегатований нечіткий індекс значимості проекту, який буде служити узагальненою мірою необхідності виконання та важливості кожного альтернативного проекту. Одним із простих (але оправданих) підходів до агрегування є усереднення набору оцінок. Для реалізації цього методу потрібно скористатися нечітким оператором знаходження середнього.

Розглянемо задачу вибору проекту із n альтернативних варіантів, у розв'язанні якої беруть участь k ОНР за допомогою m критеріїв. Нехай $S_{ijt} = (s_{ijt}^{(l)}, s_{ijt}^-, s_{ijt}^{(r)}) \in S$, $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$; $t = 1, 2, \dots, k$ – лінгвістичний рейтинг, присвоєний особою, що приймає рішення, D_i проекту P_i за критерієм C_j . Також вважатимемо, що $W_{jt} = (w_{jt}^{(l)}, w_{jt}^-, w_{jt}^{(r)})$, $j = 1, 2, \dots, m$; $t = 1, 2, \dots, k$ є лінгвістичним ваговим коефіцієнтом, присвоєним ОНР D_i за критерієм C_j . Введемо також агрегатовані змінні:

$$\bar{S}_{ij} = \frac{1}{k} \otimes (S_{ijt} \oplus S_{ijt} \oplus \dots \oplus S_{ijt}); \quad \bar{W}_j = \frac{1}{k} \otimes (W_{jt} \oplus W_{jt} \oplus \dots \oplus W_{jt}),$$

де \otimes і \oplus – операції нечіткого множення на коефіцієнт шкалювання та додавання, відповідно. При вибраних позначеннях змінна \bar{S}_{ij} являє собою усереднений нечіткий рейтинг (оцінку) проекту (P_i – за суб'єктивним критерієм C_j , а \bar{W}_j – усереднене значення нечіткого вагового коефіцієнта важливості суб'єктивного критерію C_j). Змінні \bar{S}_{ij} і \bar{W}_j також є нечіткими числами з трикутною функцією приналежності такого вигляду [2]:

$$\bar{S}_{ij} = \left(\begin{matrix} \bar{s}_{ij}^{(l)} & \bar{s}_{ij}^- & \bar{s}_{ij}^{(r)} \end{matrix} \right), \quad \bar{W}_j = \left(\begin{matrix} \bar{w}_j^{(l)} & \bar{w}_j^- & \bar{w}_j^{(r)} \end{matrix} \right),$$

де

$$\begin{aligned} \bar{s}_{ij}^{(l)} &= \frac{1}{k} \sum_{t=1}^k s_{ijt}^{(l)}, & \bar{s}_{ij}^- &= \frac{1}{k} \sum_{t=1}^k s_{ijt}^-, & \bar{s}_{ij}^{(r)} &= \frac{1}{k} \sum_{t=1}^k s_{ijt}^{(r)}, \\ \bar{w}_j^{(l)} &= \frac{1}{k} \sum_{t=1}^k w_{jt}^{(l)}, & \bar{w}_j^- &= \frac{1}{k} \sum_{t=1}^k w_{jt}^-, & \bar{w}_j^{(r)} &= \frac{1}{k} \sum_{t=1}^k w_{jt}^{(r)}. \end{aligned}$$

У загальному випадку вагові коефіцієнти критеріїв повинні бути нормованими з використанням операцій нечіткого додавання та нечіткого ділення. Нормовані значення знайдемо як

$$\bar{W}_{jN} = \bar{W}_j \otimes \left(\sum_{k=1}^m \bar{W}_k \right) \approx \left(\left(\begin{matrix} \bar{w}_j^{(l)} \\ \bar{w}_j^- \\ \bar{w}_j^{(r)} \end{matrix} \right) \left(\begin{matrix} \bar{w}_j^- \\ \sum_{k=1}^m \bar{w}_k^- \\ \bar{w}_j^{(r)} \end{matrix} \right) \left(\begin{matrix} \bar{w}_j^{(r)} \\ \sum_{k=1}^m \bar{w}_k^{(r)} \\ \bar{w}_j^{(l)} \end{matrix} \right) \right) = \left(\begin{matrix} \bar{w}_j^{(l)} & \bar{w}_j^- & \bar{w}_j^{(r)} \end{matrix} \right). \quad (2)$$

Нечіткий індекс значимості проекту $IЗП_i$ для проекту P_i можна отримати шляхом усереднення добутків рангів критеріїв і відповідних вагових коефіцієнтів, тобто:

$$IЗП_i = \frac{1}{m} \otimes \left[(\bar{W}_1 \otimes \bar{S}_{i1}) \oplus (\bar{W}_2 \otimes \bar{S}_{i2}) \oplus \dots \oplus (\bar{W}_m \otimes \bar{S}_{im}) \right].$$

У відповідності з принципом розширення $IЗП_i$ не буде нечітким числом з трикутною функцією приналежності. Але для простоти на практиці $IЗП_i$ приблизно розглядають як нечітке число з трикутною функцією приналежності вигляду

$$IЗП_i \approx (c_j^l, c_j, c_j^r) = \left(\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m w_j s_{ij}^{-(l)-(l)}, \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m w_j s_{ij}, \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m w_j s_{ij}^{-(r)-(r)} \right).$$

Про застосування даного апарату для вибору проектів з фінансування буде описано в другій частині роботи.

1. Аверкин А.Н., Батыршин И.З., Блишун А.Ф., Силов В.Б., Тарасов В.Б. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта. М., 1986.
2. Kaufmann A. Introduction to theory of fuzzy subsets. New York, 1975.
3. Никифорок Б.В. Принципы стратегического управления деятельностью полиграфической фирмы: Сб. научн. трудов. М.: Академия экономики, финансов и права. 2000.
4. Никифорок Б.В. Нові поліграфічні технології в інформаційному просторі України: Зб. доповідей VII міжнародної науково-практичної конференції „Інформаційні ресурси науково-технічної інформації: проблеми створення та використання”. К., 2000.

УДК 657

КОНЦЕПЦІЯ КОНТРОЛІНГУ В УПРАВЛІННІ ВИДАВНИЧИМИ ВИТРАТАМИ

Л.А. Швайка, Р.В. Ворона

Розглядається система поглядів на контролінг як сучасний інструмент управління витратами в умовах видавничих структур.

Рассматривается система взглядов на контроллинг как современный инструмент управления затратами в условиях издательских структур.

Серед багатьох проблем сучасного видавничого підприємництва в країні гостро виділяється одна, пов'язана з управлінням витратами. Актуальність цієї проблеми зумовлена багатьма чинниками, як от: забезпечення конкурентоспроможності вітчизняної видавничої продукції, фінансової стійкості і стабільності видавничих структур, удосконалення взаємозв'язків між учасниками книговидавничого процесу тощо.

Досвід господарювання у видавничій справі свідчить, що, незважаючи на різке зростання ділової активності, зміцнення ринкових позицій багатьма суб'єктами й комерціалізацію їхньої діяльності, рівень конкурентоспроможності вітчизняної видавничої продукції невисокий. Причини цього, на нашу думку, полягають у значних витратах на її виготовлення та відсутності дієвих механізмів управління ними.

Управління витратами передбачає комплекс управлінських функцій і рішень щодо їх оптимізації. Як засвідчила практика господарювання, у видавництвах відсутня цілісна система управління витратами на виготовлення та реалізацію продукції. Одних функцій управління не виконують зовсім, інших дотримуються частково. Така ситуація пояснюється відсутністю у фахівців видавничих структур практичних навиків управління витратами, достовірної інформації про їх рівень за центрами відповідальності та регульованістю, недостатньою визначеністю категорії „витрати” у зв'язку з переходом на міжнародні стандарти обліку [3, 4, 5].

Успішне функціонування видавничих структур в умовах ринку пов'язане з пошуком нових методів управління, адекватних динамічним змінам у внутрішньому і зовнішньому середовищах цих складних систем. Новим явищем в теорії і практиці сучасного управління витратами, яке виникло внаслідок поєднання функцій аналізу, планування й обліку, став контролінг. У зарубіжній економічній літературі він розглядається як специфічний напрямок економічної роботи, спрямований на досягнення поставленої мети (отримання прибутку, розширення ринку, усунення конкурентів і т. д.), як механізм, що забезпечує зворотний зв'язок в управлінні реалізаціями цілей і завдань [2, с.7].