УДК 658.15(075.32)

О.В. ДЗЮБЕНКО, В.П. БОЖКО

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського „ХАІ“, Україна

ПРО ОПТИМІЗАЦІЮ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА АЕРОКОСМІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Визначено особливості та проблеми управління фінансовим станом підприємства наукомісткого виробництва, яким є підприємство з виробництва авіаційно-космічної техніки. Обґрунтовано доцільність застосування багатокритеріальної оптимізації фінансового стану підприємства в процесі прогнозування і планування його майбутньої діяльності, направленої на досягнення головної стратегічної мети. Запропоновано застосування рівномірно розподілених послідовностей для вирішення задачі оптимізації фінансового стану підприємства. Побудовано алгоритм розв’язку задачі та намічено шляхи його вдосконалення.

підприємство, авіаційно-космічна техніка, фінансовий стан, головна стратегічна мета, моделювання, багатокритеріальна оптимізація, пробна точка, рівномірно розподілена послідовність

Вступ

Підприємство, що виробляє авіаційно-космічну техніку, є підприємством наукомісткого виробництва і на сьогодні має такі особливості, спричинені переходом до ринкових відносин та загальним станом економіки України:

– тривалий цикл виробництва;

– велику кількість підприємств-постачальників, які знаходяться як в Україні, так і за рубежем;

– дрібносерійний характер виробництва;

– нерівномірність випуску та реалізації продукції в часі;

– експортна орієнтація виробництва, спричинена високою вартістю одиниці продукції і зниженим попитом на продукцію на внутрішньому ринку;

– необхідність постійно вдосконалювати як саму авіаційно-космічну техніку, так і технологію її виготовлення.

Все це породжує проблеми управління фінансовим станом підприємства, найсуттєвіші з них такі:

– тривалий цикл і дрібносерійний характер виробництва, нерівномірність в часі випуску продукції та труднощі з її збутом приводить до збільшення частки оборотних активів (товарно-матеріальних запасів і дебіторської заборгованості) у структурі активів підприємства та зниження їх оборотності, що породжує труднощі їх фінансування, знижує показники рентабельності, і тим самим зменшує інвестиційну привабливість підприємства;

– потреба у великій кількості матеріалів і напівфабрикатів веде до зростання кредиторської заборгованості, що приводить до необхідності збалансування грошових потоків у часі;

– висока наукова місткість виробництва, необхідність вдосконалення техніки і технології її виготовлення приводить до необхідності значних вкладень капіталу.

Для вирішення цих проблем актуальною є потреба фінансового прогнозування і планування всього циклу виробництва, що обов’язково повинно закінчуватися бюджетуванням, починаючи з постачання матеріалів і комплектувальних виробів і закінчуючи реалізацією продукції. А це, в свою чергу, вимагає вдосконалення управління фінансовим станом, його оптимізації.

Оптимізація фінансового стану підприємства наукомісткого виробництва дає можливість здійснювати ефективне управління його прибутковістю, оборотними активами, фінансовими ресурсами, грошовими потоками. На сьогодні відомі вирішення частинних задач таких, як задачі оптимізації портфеля цінних паперів в умовах ризику, інвестиційних проектів, параметрів внутрішньофірмового планування, фінансової стійкості і ряд інших [1 – 4]. Особливої актуальності на сьогодні набуває розв'язання задачі оптимізації фінансового стану підприємства, що відображає досягнення ним головної стратегічної мети. В даній роботі розглянуто застосування багатокритеріальної оптимізації фінансового стану підприємства наукомісткого виробництва, зокрема методу ЛП -пошуку.

Головна мета діяльності підприємства і задача оптимізації. Ефективність діяльності підприємства в майбутньому, забезпечення високих темпів його розвитку та підвищення конкурентоспроможності в ринкових умовах визначаються рівнем стратегічного управління його фінансовою діяльністю, яке передбачає постановку і досягнення певних стратегічних цілей.

Стратегічна ціль (мета) фінансової діяльності підприємства визначається сукупністю формально описаних параметрів його кінцевої стратегічної фінансової позиції, що дозволяють спрямовувати цю діяльність у майбутньому та оцінювати її результати. Стратегічні фінансові цілі слугують базисом довгострокового фінансового прогнозування, планування та бюджетування на підприємстві. Підприємство може формувати декілька стратегічних цілей, але серед них повинна бути визначена одна головна, на виконання якої має спрямовуватися вся його діяльність. Успішність роботи підприємства визначається тим, наскільки воно досягає головної мети в поточному та майбутньому періодах. На сьогодні найчастіше застосовуються підходи до визначення головної мети діяльності підприємства, що базуються на моделях максимізації ринкової вартості підприємства та максимізації прибутку [5].

Фінансове положення підприємства визначається його фінансовим станом. Фінансовий стан підприємства, в свою чергу, визначається n фінансовими параметрами, як абсолютними, так і відносними, які можуть братися як із зовнішніх, так і з внутрішніх джерел інформації, або обчислюватися з застосуванням математичних методів.

Критерієм досягнення головної мети діяльності підприємства є досягнення максимальних, мінімальних або заданих значень певних фінансових параметрів. Так для досягнення головної мети діяльності підприємства, що базується на моделі максимізації його ринкової вартості, необхідно максимізувати грошові потоки та мінімізувати ризик їх ненадходження за умови заданого темпу зростання грошових потоків. Для досягнення головної мети діяльності підприємства, що базується на моделі максимізації прибутку, необхідно максимізувати абсолютні і відносні показники прибутковості, такі як валовий прибуток, чистий прибуток, економічна рентабельність, рентабельність власного капіталу, а також одночасно мінімізувати або утримати на певному рівні операційний, фінансовий та сукупний ризики. Крім того, для досягнення стійкого фінансового стану підприємства потрібно утримувати в певних визначених межах ряд фінансових коефіцієнтів, що характеризують основні властивості його діяльності, такі як ліквідність і платоспроможність, ефективність менеджменту, прибутковість.

Отже, кінцеве стратегічне фінансове положення підприємства, що відповідає головній меті його діяльності, визначаються оптимальними значеннями ряду параметрів, що характеризують якість фінансового стану підприємства. Назвемо їх критеріями якості.

Фінансовий стан підприємства може описуватися математичними моделями. Вихідними параметрами цих моделей можуть бути критерії якості, що відповідають вибраному варіанту головної мети діяльності підприємства, а вхідними параметрами – незалежні величини, що можуть змінюватися (варіюватися) в заданих межах.

Для визначення фінансового стану підприємства можна вирішувати задачі двох типів:

1. Пряма задача: задаючи певні значення вхідних параметрів, необхідно розрахувати вихідні параметри.

2. Зворотна задача: задаючи величини або границі зміни вихідних, необхідно знайти значення вхідних параметрів, що їм відповідають.

Зворотна задача є задачею оптимізації, її розв'язком будуть такі значення вхідних параметрів моделі, що описує фінансовий стан підприємства, які забезпечать оптимізацію критеріїв якості і тим самим досягнення кінцевого фінансового стану, що відповідає головній стратегічній меті його діяльності. Саме задача оптимізації становить найбільший інтерес для прогнозних розрахунків, а також довгострокового фінансового планування та бюджетування.

Задача оптимізації розв'язується, як правило, для однієї цільової функції. Більшість математичних методів оптимізації спрямовані на відшукання однієї функції – одного критерію. Але для складної системи, якою є підприємство, такий підхід не завжди виправданий. Як було вже зазначено, не можна звести фінансовий результат роботи підприємства до однієї цільової функції. Як правило, це декілька функцій, які входять в протиріччя поміж собою і досягають максимуму в різних точках множини альтернатив. Отже, задача оптимізації фінансового стану підприємства є багатокритеріальною.

Часто багатокритеріальну задачу оптимізації не виправданими спрощеннями намагаються звести до однокритеріальної, пояснюючи це вдалим вибором головного критерію. Але заміна декількох критеріїв одним – це складна задача, яка не завжди має розв'язок. Для більшості реальних задач такий підхід не завжди обґрунтований, оскільки знайдений оптимальний розв'язок буде незадовільним.

Ідеальним розв'язком багатокритеріальної задачі оптимізації може бути повний перегляд всіх можливих варіантів розв'язку і вибір найкращого з них. Але такий перегляд неможливий, тому що кількість точок перегляду нескінчена. Для того, щоб зменшити кількість точок перегляду, потрібно яким-небудь способом організувати процедуру перегляду. На цій ідеї засновано метод розв'язку багатокритеріальних задач оптимізації з суперечливими критеріями, запропонований І.М. Соболем і Р.Б. Статниковим [6], відомий як метод $\Lambda\Pi$-пошуку (зондування), в основу якого покладено систематичний перегляд багатовимірних областей. Як пробні точки в просторі параметрів при цьому використовуються точки рівномірно розподілених $\Lambda\Pi_{\tau}$-послідовностей. Цей метод належить до апріорних детермінованих методів з використанням векторної постановки задачі про прийняття рішення. Саме метод $\Lambda\Pi$-пошуку пропонується застосувати для розв'язку задачі оптимізації фінансового стану підприємства, що відповідає головній стратегічній меті його діяльності. Переваги методу полягають у можливостях врахування всіх необхідних вимог до цільових функцій, використання необмеженої кількості параметрів, що варіюються, зміни обсягу обчислень залежно від потрібної точності результату. Остаточний вибір найкращого варіанту за результатами розв'язку задачі здійснює особа, що приймає рішення (ОПР).

Постановка задачі. Нехай фінансовий стан підприємства характеризується параметрами $\alpha_1,\dots,\alpha_n$, що варіюються. Такими параметрами можуть бути як деякі задані величини (ціна, затрати, виторг і т.д.), так і коефіцієнти або початкові параметри рівнянь, що описують фінансовий стан підприємства.

Простором параметрів називається *n*-вимірний простір, що складається з точок A з декартовими координатами $\alpha_1,\dots,\alpha_n$. Говорячи про точку з простору параметрів, матимемо на увазі конкретний вектор набору параметрів $\alpha_1,\dots,\alpha_n$.

Параметричні обмеження:

$$\alpha_i^{*} \le \alpha_i \le \alpha_i^{**}, \qquad (1)$$

де $i = 1,\dots,n$ – визначені межі зміни кожного параметра.

Нерівність (1) виділяє в n-вимірному просторі параметрів паралелепіпед

$$\Pi = \{A = (\alpha_1,...,\alpha_n)/\alpha_i^* \le \alpha_i \le \alpha_i^{**}\}.$$

Надалі, говорячи про точки простору параметрів, будемо мати на увазі точки з П. При завданні параметричних обмежень для виділення паралелепіпеда П потрібно мати на увазі, що невиправдане розширення границь у нерівностях (1) збільшує обсяг обчислень, а звуження границь може спричинити порожнечу в області допустимих значень.

Функцію $\Phi_\nu(A)$, що є однією з характеристик системи і пов'язана з її якістю монотонною залежністю, назвемо критерієм якості. Отже, чим більший (менший) критерій $\Phi_\nu(A)$, тим вища якість системи за рівних інших умов $\nu = 1,...,k$. Критеріями якості фінансового стану підприємства можуть бути: валовий прибуток, чистий прибуток, економічна рентабельність, чистий грошовий потік і т. ін.

Задача полягає в тому, щоб, варіюючи параметри $\alpha_1,...,\alpha_n$ в межах визначених границь (1), знайти оптимальні значення функцій $\Phi_i(A)$.

Критеріальні обмеження $\Phi_\nu(A)^{**}$:

$$\Phi_\nu(A) \le \Phi_\nu(A)^{**} \quad (2)$$

де $\nu = 1,...,k$ – це найгірше значення кожного критерію $\Phi_\nu(A)$, яке вважається прийнятним. Область допустимих значень параметрів: $D = \{A/(1)(2)\}$ $D \subseteq \Pi$. Якщо $D \ne 0$, то розв'язок задачі завжди існує, тому що всі значення задовольняють нерівностям (2).

Головна трудність при постановці математичної задачі – вибір $\Phi(A)^{**}$ і забезпечення не пустоти D.

Обґрунтування вибору способу зондування *n*-вимірного простору

Вважається, що рівномірний перегляд багатомірних областей найкраще забезпечує кубічна ґратка, що складається з $N = M^n$ точок з координатами $\left(\frac{i_1+1/2}{M}, \frac{i_2+1/2}{M}, ..., \frac{i_n+1/2}{M}\right)$, де $i_1, i_2, ..., i_n$ незалежно набувають значень $0,1,...,M-1$. Але така ґратка оптимальна тільки для одновимірного випадку ($n=1$). Для $n=2$ рівномірність її зменшується, а при збільшенні n – швидко погіршується.

Іншим способом зондування багатовимірних областей є вибір незалежних випадкових точок $\Gamma_1, \Gamma_2, ..., \Gamma_n$. Припустимо, що необхідно знайти мінімум функції $F(\Gamma)$. Нехай функція $F(\Gamma)$ кусково неперервна в багатовимірному одиничному кубі K^n. Потрібно знайти точку $\tilde{\Gamma}$ таку, що

$$F(\tilde{\Gamma}) = \min_{\Gamma \in K^n} F(\Gamma). \quad (3)$$

Випадковим пошуком вибираємо $\Gamma_1, \Gamma_2, ..., \Gamma_n$ на K^n, серед значень $F(\Gamma_1), ..., F(\Gamma_n)$ знаходимо найменше, якщо їх декілька, то вибираємо будь-яке з них

$$F(\Gamma_{i0}) = \min_{1 \le i \le N} F(\Gamma_i) \quad (4)$$

і вважаємо, що $F(\Gamma_{i0}) \approx F(\Gamma), \Gamma_{i0} \approx \Gamma$.

В запропонованому методі оптимізації в якості пробних точок використовуються точки рівномірно розподілених $\Lambda\Pi_\tau$-послідовностей. Математична теорія $\Lambda\Pi_\tau$-послідовностей викладена в роботах [6 – 10].

Послідовність точок $P_1,...,P_i,...$ називається рівномірно розподіленою в одиничному n-вимірному кубі K^n, якщо для будь-якого n-вимірного паралелепіпеда П об'ємом V_n з цього куба

$$\lim_{N \to \infty} \frac{S_N(\Pi)}{N} = V_n, \quad (5)$$

де $S_N(\Pi)$ – кількість точок P_i з номерами $1 \le i \le N$, що належать П.

Якщо G – довільна область в K^n з об'ємом V_G, то можна довести, що

$$\lim_{N \to \infty} \frac{S_N(G)}{N} = V_G, \quad (6)$$

і якщо серед точок $P_1,...,P_i,...$, що утворюють рівномірно розподілену послідовність в деякій області $\Pi \subset R^n$, відбирати всі точки, що належать будь-якій підобласті $G \subseteq \Pi$, то отримаємо послідовність точок, рівномірно розподілених в G.

Існують дві кількісні характеристики рівномірності заповнення точками послідовності багатовимірної області:

а) $D(P_1,...,P_N)$ – відхилення вибіркової функції розподілу послідовності точок $P_1,...,P_N$ $\frac{S_N(\Pi_P)}{N}$ від теоретичної функції розподілу $V(\Pi_P)$. Чим менше $D(P_1,...,P_N)$, тим більш рівномірним потрібно вважати розташування точок $P_1,...,P_N$ в K^n. Найкращий (мабуть, найменший) можливий порядок відхилень при $N \to \infty$ дорівнює $o(\ln^n N)$;

б) нерівномірність точок послідовності $\varphi_\infty(P_1,...,P_N)$. Найкращий можливий порядок нерівномірностей при $N \to \infty$ дорівнює $o(1)$.

В табл. 1 наведено числові значення двох характеристик рівномірності для трьох способів зондування *n*-вимірного простору, описаних раніше. Очевидно, що для $\Lambda\Pi_\tau$-послідовності характеристики $D(P_1,...,P_N)$ і $\varphi_\infty(P_1,...,P_N)$ найближчі до оптимальних.

Таблиця 1

Характеристики рівномірності для різних способів вибору точок

Спосіб вибору точок	$D(P_1,...,P_N)$	$\varphi_\infty(P_1,...,P_N)$
кубічна ґратка	$o(N)$	$o(N)$
випадковий вибір	$o(\sqrt{N})$	$o(\sqrt{N})$
$\Lambda\Pi_\tau$-послідовність	$o(\ln^n N)$	$o(1)$

Алгоритм розв'язку задачі

Спочатку задаються незалежні параметри $\alpha_1,...,\alpha_n$ з встановленими параметричними обмеженнями (1), а також критеріальні обмеження (2). Подальше дослідження простору параметрів виконується в такій послідовності:

1. Послідовно вибираються N пробних точок $A_1,...,A_N$, рівномірно розподілених в Π. В кожній точці розраховуються значення всіх критеріїв $\Phi_1(A_i),...,\Phi_k(A_i)$. Далі складаються таблиці випробувань, до яких заносяться значення $\Phi_\nu(A_1),...,\Phi_\nu(A_N)$, розташовані у порядку зростання:

$$\Phi_\nu(A_{i1}) \le \Phi_\nu(A_{i2} \le ... \le \Phi_\nu(A_{iN})). \qquad (7)$$

Номери пробних точок $i_1,...,i_N$ запам'ятовуються разом з кожним чисельним значенням критерію якості. Виходячи з властивостей рівномірно розподіленої послідовності, можна стверджувати, що зі зростанням N – кількості точок зондування *n*-вимірного паралелепіпеда Π з простору параметрів – найменше значення статистичного варіаційного ряду (7) прямує до $\min\limits_{A\in\Pi} \Phi_\nu(A)$, а найбільше – до $\max\limits_{A\in\Pi} \Phi_\nu(A)$.

2. За даними таблиць випробувань коригуються критеріальні обмеження.

3. Перебором усіх критеріїв знаходяться номери точок, у яких виконуються всі нерівності критеріальних обмежень (2) одночасно. Саме ці точки будуть створювати область допустимих значень D.

Якщо існує хоча б одна така точка, то задача має розв'язок. Якщо жодної такої точки не існує (область D виявиться порожньою), то здійснюється повернення до попереднього етапу і змінюються критеріальні обмеження Φ_ν^{**}. Якщо така зміна неможлива, тоді збільшується кількість пробних точок і повторюється виконання першого – третього етапів з більшими за обсягом таблицями випробувань. Якщо після неодноразового збільшення кількості пробних точок область D залишається порожньою, то слід вважати обрані критеріальні обмеження несумісними.

Для побудови D допускається розширювати границі параметричних обмежень (1), але це призводить до зростання об’єму паралелепіпеда, внаслідок чого для перегляду області може знадобитися значно більше точок, що суттєво збільшить час розрахунків.

4. З множини D вибирається точка, що відповідає найвищій якості системи, яка і вважається оптимальною.

Розрахунок пробних точок

Існує алгоритм обчислення точок рівномірно розподіленої послідовності для одиничного куба K^n [8]. Враховуючи, що паралелепіпед Π майже напевне не одиничний куб K^n, декартові координати точок рівномірно розподіленої послідовності в Π: $A((i) = (\alpha_1^{(i)},...,\alpha_n^{(i)})$ визначаємо за формулами

$$\alpha_j^{(i)} = \alpha_j^* + (\alpha_j^{**} - \alpha_j^*) q_{i,j}, \tag{8}$$

де $j = 1,...,n$,

$Q_i = (q_{i,1},...,q_{i,n})$ при $i = 1,...,N$ – координати рівномірно розподілених точок в K^n.

Можна довести, що послідовність $A_1,...,A_i,...$, де координати точок обчислені за формулами (4), буде рівномірно розподіленою в Π, якщо $Q_1,...,Q_i,...$ рівномірно розподілена в K^n.

Перспективи розвитку

Зупинимось на деяких можливостях розвитку запропонованого методу оптимізації параметрів фінансового стану підприємства.

1. Крім параметричних (1) і критеріальних (2) обмежень можна застосувати функціональні обмеження

$$C_e^* \le F_e(A) \le C_e^{**}, \tag{9}$$

де $F_e(A)$ – деяка функція параметрів $A = \alpha_1,...,\alpha_n$, $e = 1,...,t$.

Кількість функціональних обмежень та критеріїв якості не обмежена, тоді як кількість параметрів, що варіюються, не повинна перевищувати 50. Невиправдано велика кількість функціональних обмежень, серед яких можуть бути й несумісні, може спричинити порожнечу множини D.

2. Один з варіантів автоматизації другого етапу алгоритму розв’язку задачі них може бути таким.

Перший етап алгоритму залишається без змін. На другому етапі задається ціле число $M > 1$. За критеріальне обмеження береться $\Phi_\nu^{**} = \Phi_\nu(A_{i1}) + h_\nu$, де крок h_ν розраховується за формулою:

$$h_\nu = \frac{1}{M}\left[\Phi_\nu(A_{iN}) - \Phi_\nu(A_{i1})\right], \tag{10}$$

де $\Phi_\nu(A_{iN})$ і $\Phi_\nu(A_{i1})$ – найбільше та найменше значення критерію Φ_ν для N рівномірно розподілених точок, що розглядаються.

Якщо множина D після виконання третього етапу алгоритму виявиться порожньою, тоді потрібно повернутися до другого етапу і збільшити (зменшити) всі критеріальні обмеження на крок h_ν. Враховуючи, що критерії можуть бути більш чи менш суттєвими, можна ввести пріоритети критеріїв, різні кроки для різних критеріїв і т.д. Варто відмітити, що збільшення ступеню автоматизації алгоритму може привести до невиправданого звуження множини допустимих наборів параметрів, оскільки всі можливі випадки передбачити важко. В такому разі критеріальні обмеження повинна вибирати ОПР, базуючись на вивченні таблиць випробувань.

3. Припустимо, що на третьому етапі обчислень в результаті зондування простору параметрів пробними точками отримано множину D, що складається з великої кількості (декількох сотень) допустимих наборів параметрів. Можна полегшити остаточний вибір оптимального набору параметрів, якщо буде вибрано один або декілька вирішальних критеріїв. Після вибору одного вирішального критерію Φ, що

може співпадати з будь-яким з критеріїв якості $\Phi_1, ...\Phi_k$ або бути функцією декількох чи всіх критеріїв якості, розв'язується задача про пошук точки $\tilde{A}$ такої, що $\Phi(\tilde{A}) = \min_{A \in D} \Phi(A)$. Знайдену точку $\tilde{A}$ можна вважати оптимальною.

Для випадку декількох вирішальних критеріїв і досить великої множини D існують способи вибору ефективних (паретівських) і майже ефективних точок на D. Доведено , що інші точки не можуть бути оптимальними.

4. Як було сказано, можна вибрати будь-яку кількість критеріїв якості, не турбуючись про їх незалежність. За необхідності можна виділити найважливіші критерії і побудувати для них матрицю коефіцієнтів кореляції. Елементами матриці будуть числа $r_{\mu\nu}$ – коефіцієнти кореляції між $\Phi_\mu(A)$ і $\Phi_\nu(A)$. Якщо величина $r_{\mu\nu}$ близька до одиниці, то можна вважати, що між функціями $\Phi_\mu(A)$ і $\Phi_\nu(A)$ в області П існує залежність, близька до лінійної. Тоді один з цих критеріїв можна не розглядати.

Висновки

Запропоновано застосування методу ЛП-пошуку та побудовано алгоритм розв'язку багатокритеріальної задачі оптимізації фінансового стану підприємства наукомісткого виробництва, що відображає виконання його головної стратегічної мети.

Література

1. Кігель В.Р. Методи і моделі підтримки прийняття рішень у ринковій економіці. – К.: ЦУЛ, 2003. – 202 с.

2. Шапкин А.С., Шапкин В.А. Управление портфелем инвестиций ценных бумаг. – М.: ИТК Дашков и К, 2006. – 512 с.

3. Тен В.В. Моделирование финансовой устойчивости банка. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 250 с.

4. Крянев А.В., Чёрный А.И. Численные решения оптимизационных задач для математических моделей теории инвестиций // Математическое моделирование. – 1996. – № 8. – С. 97-103.

5. Бланк И.А. Концептуальные основы финансового менеджмента. – К.: Ника-Центр, Эльга, 2003. – 448 с. – (Серия ,,Библиотека финансового менеджера"; вып. 1).

6. Соболь И.М., Статников Р.Б. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями. – М.: Наука, 1981. – 110 с.

7. Соболь И.М. Многомерные квадратурные формулы и функции Хаара. – М.: Наука, 1969. – 288 с.

8. Соболь И.М., Левитан Ю.Л. Получение точек, равномерно расположенных в многомерном кубе. Препринт № 40. – М.: Ин-т прикладной математики, 1976. – 36 с.

9. Соболь И.М. О наилучших равномерно распределенных последовательностях // Успехи математических наук. – 1977. – 32, №2. – С. 231-232.

10. Подиновский В.В. Методы многокритериальной оптимизации. – М.: ВИА им. Ф.Э. Дзержинского. – 1971. – Вып. 1. – 122 с.

Надійшла до редакції 6.11.2006

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.Я. Мовшович, НВП «Техоснастка», Харків.