

changes. Management Sci. 46(5) 644–657.

6. Feng, Y., B. Xiao. 2000b. Optimal policies of yield management with multiple predetermined prices. Oper. Res. 48(2) 332–343.

7. Feng, Y., G. Gallego. 2000. Perishable asset revenue management with Markovian time dependent demand intensities. Management Science, 46(7):941–956.

8. Zhao, W., Y. Zheng. 2000. Optimal dynamic pricing for perishable assets with non homogeneous demand. Management Sci., 46(3): 375–388.

9. Gallego, G., G. van Ryzin. 1997. A multiproduct dynamic pricing problem and its applications to network yield management. Oper. Res. 45(1) 24–41.

10. Kleywegt, A. J. 2001. An optimal control problem of dynamic pricing. Working paper. Management Sci. 41(1) 221–236.

11. Levin, Y., McGill, J., M. Nediak. 2008. Risk in revenue management and dynamic pricing, Operations Research 56 (2008) 326–343.

12. X. Su. Intertemporal pricing with strategic customer behavior. Management Science, 53(5):726–741, 2007.

13. Aviv, Y., & Pazgal, A. (2008). Optimal Pricing of Seasonal Products in the Presence of Forward-Looking Consumers. Manufacturing and Service Operations Management, 10 (3), 339-359.

14. Levin, Y., J. McGill, M. Nediak. 2009. Dynamic pricing in the presence of strategic consumers and oligopolistic competition. Management Sci. 55(1) 32–46.

УДК 330.46

Щурова З.С.

Жиров О.Л.

канд. техн. наук, доцент

Національний технічний університет України «КПІ»

АВТОМАТИЗАЦІЯ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ВИБОРУ ПОТЕНЦІЙНОГО ПОСТАЧАЛЬНИКА

АВТОМАТИЗАЦИЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ПОСТАВЩИКА

AUTOMATION OF MULTICRITERION CHOICE OF POTENTIAL SUPPLIER

У статті розглядається проблема обґрунтованого відбору (вибору) людиною прийнятних (раціональних, оптимальних) альтернатив серед набору наявних (допустимих). Пропонується програмна реалізація методу підтримки прийняття рішень на основі встановлення пріоритетності (рейтингу) альтернатив. В основі алгоритму покладено метод аналізу ієрархій (МАІ). Застосування даного методу дозволяє особі, що приймає рішення, вибрати найкраще рішення поставленої задачі з урахуванням його вподобань. Надано рекомендації щодо застосування методу. В якості основного інструмента пропонується спеціально розроблена програма, що допомагає виявити пріоритети особи, яка приймає рішення, і здійснити згідно з цими пріоритетами оптимальний вибір із запропонованих альтернатив. Автором розглядається багатокритеріальна оцінка потенційних постачальників як невід’ємний чинник ефективної діяльності підприємства та формування стійкого джерела постачання підприємства. В роботі розглянуто приклад здійснення вибору між двома альтернативами за чотирма критеріями оцінювання.

Ключові слова: підтримка прийняття рішень, багатокритеріальний вибір, метод аналізу ієрархій.

В статье рассматривается проблема обоснованного отбора (выбора) человеком приемлемых (рациональных, оптимальных) альтернатив среди набора имеющихся (допустимых). Предлагает-

ся програмная реалізація методу підтримки прийняття рішень на основі встановлення пріоритетності (рейтинга) альтернатив. В основу алгоритма покладено метод аналізу ієрархій (МАІ). Застосування даного методу дозволяє людині, приймаючому рішення, вибрати найкраще рішення поставленої задачі з урахуванням його переваг. Дані рекомендації по застосуванню методу. В якості основного інструменту пропонується спеціально розроблена програма, яка допомагає виявити пріоритети людини, приймаючої рішення, і виконати в відповідності з цими пріоритетами оптимальний вибір з запропонованих альтернатив. Автор розглядає багатокритеріальну оцінку потенційних постачальників як невід'ємний фактор ефективної діяльності підприємства і формування стабільного джерела постачання підприємства. В роботі розглянуто приклад здійснення вибору між двома альтернативами по чотирьох критеріях оцінювання.

Ключевые слова: підтримка прийняття рішень, багатокритеріальний вибір, метод аналізу ієрархій.

Article considers the problem of grounded selection (choice) by human of acceptable (rational, optimal) alternatives among the set of available (permissible) alternatives. Program realization of the method of decision support is based on setting priorities (rating) of alternatives is offered. Algorithm is based on hierarchies analysis method (HAM). Application of this method allows to the decision maker to choose the best solution of assigned task based on his preferences. Recommendations on the use of the method are given. As the main tool offers a specially designed program that helps to identify the priorities of the decision maker, and carried out in accordance with these priorities an optimal choice of the proposed alternatives. Author considers the multi-criteria evaluation of the potential suppliers as an essential factor in the efficiency of enterprises and the formation of a stable source of supply of the enterprise. Article considers an example of making a choice between the two alternatives for the four evaluation criteria.

Keywords: decision-making support, multicriterial choice, hierarchies analysis method.

Вступ. В управлінні закупками матеріальних ресурсів виникає проблема вибору привабливого й ефективного постачальника, який був би надійним партнером підприємства. При цьому, під привабливістю постачальника слід розуміти його здатність своєчасно і в повному обсязі задовольняти потреби в матеріальних ресурсах організацію-покупця. В умовах постійного загострення конкуренції можливі відмінності між постачальниками стають менш помітними, постійно удосконалюються і розширюються умови придбання товарів і сервіс. Підприємство-покупець, перебуваючи в тих же ринкових умовах, змушено формувати конкурентні вимоги до постачальників матеріальних та інших ресурсів з мінімальними витратами. Це ускладнює процес оцінки і вибору постачальника [1].

Різноманітні підходи до вибору постачальників розглядаються в роботах вітчизняних і закордонних авторів: Баканова М., Войнаренко М., Кіні Р., Котлера Ф., Ліндерс М., Неруша Ю., Рясних Є., Терещенко О., Фішберна П. та інших.

Існуючі методи та моделі оцінки постачальника ґрунтуються на експертних методах або методі середньозваженої оцінки. Зарубіжні фахівці наводять моделі, що поєднують експертну оцінку, методи формування обмежень деяких показників та економічні розрахунки з використанням закупівельних цін постачальників [2,3]. Деякі автори під час пошуку резервів скорочення загальних витрат підприємств, що пов'язані з процесом закупівлі, пропонують одночасне використання методу оцінювання витрат і методу домінуючих характеристик, вказуючи їх переваги і недоліки [4]. Котлер Ф. розглядає поетапність та критерії вибору постачальників без конкретизації методів [5]. У той же час немає чіткої формалізованої моделі, яка орієнтована на кількісну оцінку. Тому актуальним є питання розробки моделі багатокритеріальної оцінки вибору постачальника матеріальних ресурсів для вибору найбільш привабливого, а саме пропонується використовувати метод аналізу ієрархій, який останнім часом набуває широкого використання.

Актуальності набуває створення програмної реалізації підтримки прийняття рішень. Така система повинна бути простою та зручною у використанні, надавати можливість оперативного генерування альтернативних варіантів рішень.

Постановка завдання. Необхідно автоматизувати процедуру вибору постачальника на основі встановлення пріоритетності альтернатив із використанням алгоритму методу аналізу ієрархій (МАІ).

Методологія. В переважній більшості випадків, будь-який об'єкт володіє не однією, а декількома характеристиками, які враховуються людиною в процесі відбору "якнайкращих об'єктів". В цьому випадку звичайно говорять, що вибір "якнайкращих об'єктів", серед тих, що є,

проводиться одночасно по багатьох критеріях [6].

Одним з найбільш ефективних методів багатокритеріального вибору є метод аналізу ієрархій (надалі МАІ). Метод аналізу ієрархій (МАІ) полягає в декомпозиції проблеми на все більш прості складові частини і подальшій обробці послідовності суджень особи, яка приймає рішення, парними порівняннями [7].

Особа (чи група осіб), яка приймає рішення (надалі ОПР) має декілька варіантів рішень (альтернатив), але не впевнена у правильності вибору. Завдання полягає в тому, щоб допомогти їй у цьому виборі, а саме, надати зручний інструмент, який допоможе зробити обґрунтований багатокритеріальний вибір на кінцевій множині альтернатив. В якості основного інструмента пропонується спеціально розроблена програма.

Основні етапи методу аналізу ієрархій:

1. *Структуризація проблеми у вигляді ієрархії.* На цьому етапі відбувається структуризація проблеми у вигляді ієрархії. Ієрархія будується від вершини (цілі) через проміжні рівні (критерії) до найнижчого рівня (рівень альтернатив). Мета побудови такої ієрархії - визначення пріоритетних елементів на останньому рівні (альтернатив) при якнайкращому відображенні дії на вершині ієрархії [8].

2. *Реалізація принципу порівняльних суджень.* На цьому етапі експерт заповнює анкети з вказівкою переваги одного критерію над іншим (числа від 1/9 до 9), оцінюючи їх за шкалою відносної важливості. У результаті виходить симетрична квадратна матриця - матриця по парних порівнянь (матриця узгодження), що відображає вплив критеріїв на поставлену мету.

3. *Синтез пріоритетів.* На цьому етапі з групи матриць попарних порівнянь формується набір локальних пріоритетів які виражають відносний вплив безлічі елементів на елемент вищого рівня.

Оцінка компонентів власного вектору по рядках визначається за формулами:

$$\sqrt{\omega_{11} * \omega_{12} * \dots * \omega_{1n}} = a_1$$

$$\sqrt{\omega_{n1} * \omega_{n2} * \dots * \omega_{nn}} = a_n$$

Після цього необхідно скласти елементи стовпців і нормалізувати їх:

Таким чином, отримуємо вектор пріоритетів $X(X_1, \dots, X_n)$.

Результати дослідження. Завдання полягає у виборі ОПР потенційного постачальника з двох запропонованих варіантів А і Б (при наявності більшої кількості варіантів завдання легко зводиться до їх попарного порівняння). На верхньому рівні ієрархії знаходиться мета - покупка металообробних верстатів. На другому рівні знаходяться уточнюючі мету критерії, за якими можна порівнювати системи (запропоновані нижче критерії розглядаються як приклад):

1. Репутація.
2. Якість обслуговування.
3. Терміни виконання замовлень.
4. Вартість товару.

На третьому рівні ієрархії знаходяться постачальники-кандидати А і Б.

Для реалізації методу введений закон ієрархічної безперервності, який вимагає, щоб елементи верхнього рівня ієрархії були порівнянні попарно по відношенню до елементів наступного рівня і т. д. аж до вершини ієрархії [9]. Наприклад, треба отримати відповіді на питання типу: «Наскільки постачальник А краще постачальника Б за критерієм вартості товару?» або «Наскільки по відношенню до основної мети якість обслуговування постачальником важливіша, ніж терміни виконання замовлень?». Для проведення суб'єктивних парних порівнянь використовується шкала відносної важливості елементів по відношенню до загальної мети (табл. 1).

Необхідно побудувати обернено симетричну (тобто $a_{ij} = 1/a_{ji}$) матрицю попарних порівнянь.

Матриця попарних порівнянь для другого рівня завдання вибору потенційного постачальника (табл.2) має розмірність 4 (за кількістю критеріїв). Припустимо, постачальник А - потенційний підприємець з високими цінами, хорошою репутацією, середнім рівнем обслуговування і тривалими термінами виконання замовлень, а постачальник Б має середню репутацію, гарний рівень обслуговування, низькі ціни і середні терміни виконання замовлень. Матриці попарних порівнянь для третього рівня завдання вибору потенційного постачальника (табл. 3) мають розмірність 2 (за кількістю об'єктів, з яких ОПР треба зробити вибір).

Для групи матриць парних порівнянь формуються набори локальних пріоритетів, які виражають їх відносний вплив на елементи більш високого рівня (табл. 3).

Шкала відносної важливості

Відн. важливість	Визначення
1	Рівна важливість
3	Помірна перевага одного над іншим
5	Значна або сильна перевага
7	Значна перевага
9	Дуже сильна перевага
2, 4, 6, 8	Проміжні рішення між двома сусідніми судженнями
Обернені величини	Якщо при порівнянні А і Б отримано одне з вищевказаних чисел х, то при порівнянні Б і А отримана обернена величина 1/х

Таблиця 2

Матриця попарних порівнянь для другого рівня завдання вибору потенційного постачальника

	Репутація	Обслуговування	Строки виконання замовлень	Вартість товару
Репутація	1	2	4	1/6
Обслуговування	1/2	1	3	1/7
Строки виконання замовлень	1/4	1/3	1	1/8
Вартість товару	6	7	8	1

Таблиця 3

Матриці попарних порівнянь для третього рівня завдання вибору потенційного постачальника

Репутація	А	Б	Обслуговування	А	Б
А	1	1/5	А	1	5
Б	5	1	Б	1/5	1
Строки виконання замовлень	А	Б	Вартість товару	А	Б
А	1	7	А	1	8
Б	1/7	1	Б	1/8	1

Локальні пріоритети критеріїв L_i визначаються як $L_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n x_{ij}}$. Так, локальний пріоритет вартості

$\sqrt[5]{1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot \frac{1}{6}} = 1,07$. Аналогічно, $L_2=0,68$, $L_3=0,32$, $L_4=4,28$. Після того як компоненти власного вектора отримані для всіх чотирьох рядків, стає можливим їх використання для подальших обчислень. Нормалізуємо їх для оцінки вектора пріоритетів за формулою:

$$\|L_i\| = \frac{L_i}{\sum_{j=1}^n L_j},$$

$$\sum_{i=1}^n L_i = 6,35.$$

Знаходимо оцінки для всіх чотирьох параметрів оцінки постачальників: $||L_1||=0,17$, $||L_2||=0,11$, $||L_3||=0,05$, $||L_4||=0,67$.

Потім аналогічні дії виконуємо для чотирьох матриць парних порівнянь третього рівня, кожна з яких відповідає одному з параметрів (табл. 4).

Таблиця 4

Нормовані оцінки магазинів А і Б

	Оцінка А	Оцінка Б
Репутація	$ L_{1A} =0,17$	$ L_{1B} =0,83$
Обслуговування	$ L_{2A} =0,83$	$ L_{2B} =0,17$
Строки виконання замовлень	$ L_{3A} =0,88$	$ L_{3B} =0,12$
Вартість товару	$ L_{4A} =0,89$	$ L_{4B} =0,11$

Тепер можна побудувати глобальні пріоритети для розв'язуваної задачі згідно такої формули:

$$G_A = \sum_{i=1}^n ||L_i|| * ||L_{iA}|| \quad (5)$$

$$G_B = \sum_{i=1}^n ||L_i|| * ||L_{iB}|| \quad (6)$$

де $n=4$.

Таблиця 5

Глобальні пріоритети магазинів А і Б

Параметр оцінки магазину	$ L_i $	$ L_{iA} $	$ L_{iB} $
Репутація	0,17	0,17	0,83
Обслуговування	0,11	0,83	0,17
Строки виконання замовлень	0,05	0,88	0,12
Вартість товару	0,67	0,89	0,11
Узагальнений пріоритет G		0,76	0,24

Таким чином, отримуємо, що співпраця з потенційним постачальником А дещо краще співпраці з потенційним постачальником Б, а найбільш важливим критерієм для прийняття такого рішення є вартість товару.

Аналогічні розрахунки можна легко здійснити для будь-якого іншого набору критеріїв порівняння потенційних постачальників і для довільної безлічі порівнюваних об'єктів.

Пропонується програмна реалізація прийняття рішень на основі встановлення пріоритетності (рейтингу) альтернатив (Рис.1 – Рис.9). В програму як початкові дані вводяться: мета, кількість і перелік критеріїв, кількість і перелік альтернатив.

Програмно виконується послідовна (для кожного рівня ієрархії) оцінка важливості критеріїв і послідовна оцінка локальних пріоритетів порівнюваних альтернатив за допомогою матриці парних порівнянь (МПП). Результати попарних порівнянь представляються в матричній формі. Як результат програма повертає вектор нормованих пріоритетів, сформований на основі МПП.

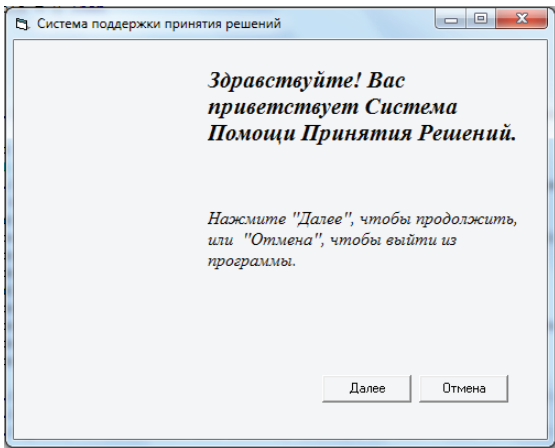


Рис. 1. Интерфейс програми після запуску

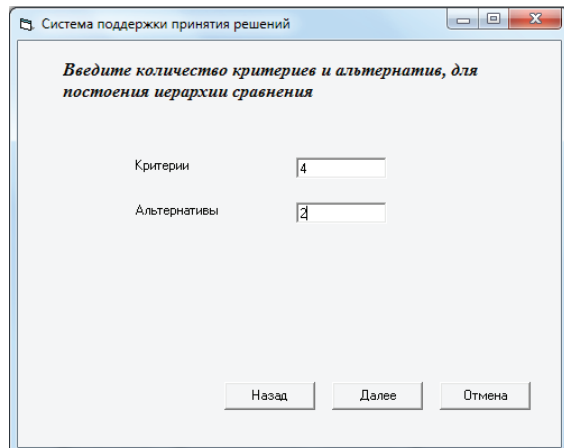


Рис. 2. Введення початкових параметрів задачі

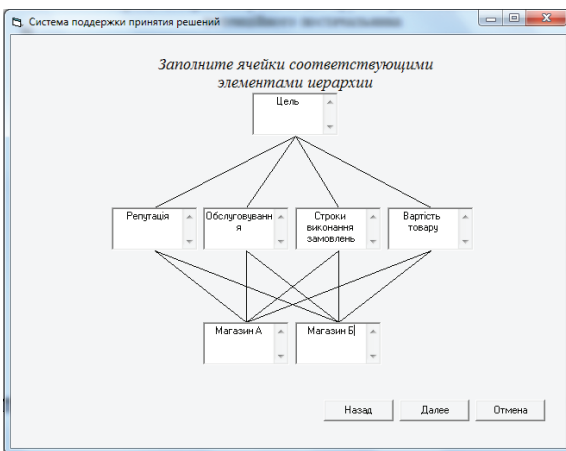


Рис. 3. Блок-схема для вводу умов вибору

	Вартість	Обслуживание	Строки выполнения	Вартість товару
Вартість	1	2	4	0.17
Обслуживание	0.5	1	3	0.14
Строки выполнения	0.25	0.33	1	0.13
Вартість товару	6	7	8	1

Рис. 4. Матриця попарних порівнянь 2-го рівня

Вартість	Постачальник А	Постачальник Б
Постачальник А	1	0.2
Постачальник Б	5	1

Рис. 5. Матриця попарних порівнянь 3-го рівня для критерію «Вартість»

Обслуживание	Постачальник А	Постачальник Б
Постачальник А	1	5
Постачальник Б	0.2	1

Рис. 6. Матриця попарних порівнянь 3-го рівня для критерію «Рівень обслуговування»

Строки выполнения	Постачальник А	Постачальник Б
Постачальник А	1	7
Постачальник Б	0,14	1

Рис. 7. Матрица попарных порівнянь 3-го рівня для критерию «Строки виконання»

Вартість товару	Постачальник А	Постачальник Б
Постачальник А	1	8
Постачальник Б	0,13	1

Рис. 8. Матрица попарных порівнянь 3-го рівня для критерию «Вартість товару»

Параметр оценки альтернатив	Параметр оценки	Параметр оценки	Параметр оценки
Параметр оценки альтернатив	0,1697947	0,1666667	0,8333333
Параметр оценки альтернатив	0,1064374	0,8333333	0,1666667
Параметр оценки альтернатив	5,059863E-02	0,8761007	0,1238993
Параметр оценки альтернатив	0,6731633	0,8869373	0,1130628
Параметр оценки альтернатив		0,7583854	0,2416147

Рис. 9. Глобальні пріоритети постачальників А і Б

Висновки. Використовуючи наведену методику і відповідний програмний продукт, на основі отриманих результатів особа, що приймає рішення, має змогу остаточно визначити найбільш привабливого постачальника для співпраці та ефективної діяльності підприємства. Даний метод прийняття рішень може бути використано підприємствами будь-якої форми власності і організаційної структури управління. Впровадження розробленої методики у практичну роботу підприємств буде сприяти підвищенню ефективності їх діяльності та дасть можливість скоротити час на прийняття управлінських рішень.

Надалі планується дослідження інших методів багатокритеріального вибору для формування універсальної моделі оцінки альтернатив та вдосконалення вибору оптимального постачальника.

Література:

1. Степанова О. В. Модель багатокритеріальної оцінки і вибору постачальника / О. В. Степанова, О. І. Горбач, В. А. Горбач // Вісник Нац. техн. ун-ту «ХПІ» : зб. наук. пр. Темат. вип. : Технічний прогрес і ефективність виробництва. – Харків : НТУ «ХПІ». – 2012. – № 5. – С. 23-28.
2. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений / П. Фишберн. – Москва: Наука, 1998. – 352 с.
3. Кини Р. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения: Пер. с англ / Р. Кини, Х. Райфа. – Москва: Радио и связь, 1991. – 560 с.
4. Линдерс М. Управление снабжением и запасами. Логистика / Пер. с англ / М. Линдерс, Р. Харольд, Е. Фирон. – Санкт-Петербург: Виктория плюс, 2002. – 768 с.
5. Котлер Ф. Основы маркетинга: Пер. с англ / Ф. Котлер. – Москва: Прогресс, 2003. – 736 с.
6. Абакаров А.Ш., Сушков Ю.А. Принятие решений в диалоге с ЭВМ [Электронный ресурс] // Рождественская Конференция Санкт-Петербургского Клуба консультантов и тренеров. – 2005. – Режим доступа до ресурсу: http://msk.treko.ru/show_article_800.
7. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. / Т. Саати. – Москва: Радио и связь, 1993. – 320 с.
8. Похабов В. И. Экономико-математические методы и модели (практикум): Учеб. пособие для студ. Экономических спец. / В. И. Похабов, Д. Г. Антипенко, М. Н. Гриневиц. – Минск: БНТУ, 2003. – 130 с.

9. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем. / Т. Саати, К. Керне. – Москва: Радио и связь, 1993. – 224 с.
10. Янкевич В. Ф. Метод анализа иерархий: модификация системы экспертных оценок и их математической обработки. / В. Ф. Янкевич, Г. Ф. Коцюбинская. // Управляющие системы и машины. – 1996. – №1. – С. 85–91.
11. Самохвалов О. Я. Совершенствование метода анализа иерархий как методологической основы систем поддержки принятия решений / О. Я. Самохвалов. // Управляющие системы и машины. – 1996. – №1. – С. 91–96.