

**ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО
ВИБОРУ ПОТЕНЦІЙНОГО ПОСТАЧАЛЬНИКА****ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА
ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ПОСТАВЩИКА****PROGRAM REALIZATION OF TASK OF MULTICRITERION CHOICE OF POTENTIAL
SUPPLIER**

У статті розглядається проблема обґрунтованого відбору (вибору) людиною прийнятних (раціональних, оптимальних) альтернатив серед набору наявних (допустимих) альтернатив. Пропонується програмна реалізація прийняття рішень на основі встановлення пріоритетності (рейтингу) альтернатив. Як алгоритм використаний 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. Наочний приклад ілюструє процедуру здійснення вибору між двома альтернативами за чотирма критеріями оцінювання, результат роботи програми обґрунтовано з математичної сторони.

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) альтернатив. Предлагается программная реализация принятия решений на основе установления приоритетности (рейтинга) альтернатив. Как алгоритм использован метод анализа иерархий (МАИ). Применение данного метода позволяет лицу, принимающему решение, выбрать лучшее решение поставленной задачи с учетом его предпочтений. Даны рекомендации по применению метода. В качестве основного инструмента предлагается специально разработанная программа, которая помогает выявить приоритеты лица, принимающего решение, и осуществить в соответствии с этими приоритетами оптимальный выбор из предложенных альтернатив. Автором рассматривается многокритериальная оценка потенциальных поставщиков как неотъемлемый фактор эффективной деятельности предприятия и формирования устойчивого источника снабжения предприятия. Наглядный пример иллюстрирует процедуру осуществления выбора между двумя альтернативами по четырем критериям оценки, результат работы программы обоснованно с математической стороны.

Ключевые слова: поддержка принятия решений, многокритериальный выбор, метод

анализа иерархий.

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 decision making based on setting priorities (rating) of alternatives is offered. As algorithm is used 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. An illustrative example shows a procedure of making a choice between two alternatives for the four evaluation criteria, the results of the program are proved with the mathematical side.

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

Вступ. В управлінні закупівлями матеріальних ресурсів виникає проблема вибору привабливого й ефективного постачальника, який би був надійним партнером підприємства. 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.

Різноманітні підходи до вибору постачальників розглядаються в роботах вітчизняних і закордонних авторів: Котлера Ф., Неруша Ю.М., Войнаренко М.П., Баканова М.І., Рясних Є.Г., Терещенко О.О. та інших. Разом з цим залишається ряд невирішених проблем.

Існуючі методи та моделі оцінки постачальника основані 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. 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.

Актуальним також залишається створення програмної реалізації підтримки прийняття рішень. Така система повинна бути простою та зручною у використанні, надавати можливість оперативного генерування альтернативних

варіантів рішень.

Постановка завдання. Мета цього дослідження - встановлення пріоритетності альтернатив із використанням алгоритму метода аналізу ієрархій (МАІ) для оцінки параметрів, за якими порівнюються потенційні постачальники.

Методологія. В переважній більшості випадків, будь-який об'єкт володіє не одним, 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.

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.

Особа (чи група осіб), яка приймає рішення (надалі ОПР) має декілька варіантів рішень (альтернатив), але не впевнена у правильності вибора. 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 даному 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 - здобуття пріоритетних елементів на останньому рівні (альтернатив) при якнайкращому відображенні дії на вершині ієрархії

2. Реалізація принципу порівняльних думок.

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 даному етапі з групи матриць по парних порівнянь формується набір локальних пріоритетів які виражають відносний вплив безлічі елементів на елемент рівня, що примикає зверху.

Оцінка компонентів власного вектора по рядках визначається по формулах:

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

(2.1)

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

Після цього необхідно скласти елементи стовпців і нормалізувати їх:

$$X_i = a_i / \sum_{j=1}^n a_j.$$

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

Результати дослідження. Завдання полягає у виборі ЛПР 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 мета критерії, за якими можна порівнювати системи (запропоновані нижче критерії розглядаються як приклад):

1. Репутація.
2. Обслуговування.
3. Терміни виконання замовлень.
4. Вартість товару.

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

Закон ієрархічної безперервності вимагає, щоб елементи верхнього рівня ієрархії були порівнянні попарно по відношенню до елементів наступного рівня і т. Д. Аж до вершини ієрархії. Наприклад, треба отримати відповіді на питання типу: «Наскільки магазин А краще магазину Б за критерієм вартості товару?» або «Наскільки по відношенню до основної мети обслуговування магазину важливіше, терміни виконання замовлень?». Для проведення суб'єктивних парних порівнянь використовується шкала відносної важливості елементів по відношенню до загальної мети (табл.1).

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 x , то при порівнянні Б і А отримана обернена величина $1/x$

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).

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

Припустимо, магазин А - потенційний підприємець з високими цінами, хорошою репутацією, середнім обслуговуванням і тривалими термінами виконання замовлень, а підприємець Б має середню репутацію, гарне обслуговування, низькі ціни і середні терміни виконання замовлень. Матриці попарних порівнянь для третього рівня завдання купівлі електронного магазину (таб.3) мають розмірність 2 (за кількістю об'єктів, з яких ЛПР треба зробити вибір).

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

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

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

локальний пріоритет вартості $L_4 = \sqrt[5]{1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 1} = 1,07$. Аналогічно, $L_2=0,68$, $L_3=0,32$, $L_1=4,28$. Після того як компоненти власного вектора отримані для всіх чотирьох рядків, стає можливим їх використання для подальших обчислень. Нормалізуємо

$$\|L_i\| = \frac{L_i}{\sum_{j=1}^n L_j} = \frac{L_i}{\sum_{i=1}^n L_i} = 6,35$$

їх для оцінки вектора пріоритетів за формулою. Відповідно знаходимо оцінки для всіх чотирьох параметрів оцінки магазинів: $\|L_1\|=0,17$, $\|L_2\|=0,11$, $\|L_3\|=0,05$, $\|L_4\|=0,67$.

Потім аналогічні дії виконуємо для чотирьох матриць парних порівнянь третього рівня, кожна з яких відповідає одному з параметрів (таб.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 такою формулою:

$$G_A = \sum_{i=1}^n \|L_i\| \cdot \|L_{iA}\|, \quad G_B = \sum_{i=1}^n \|L_i\| \cdot \|L_{iB}\|, \quad \text{де } n=4.$$

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
		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 довільного безлічі порівнюваних об'єктів.

Пропонується програмна реалізація прийняття рішень на основі встановлення пріоритетності (рейтингу) альтернатив. 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 (МММ). Результати попарних порівнянь представляються в матричній формі. Як результат програма повертає вектор нормованих пріоритетів, сформований на основі МММ.

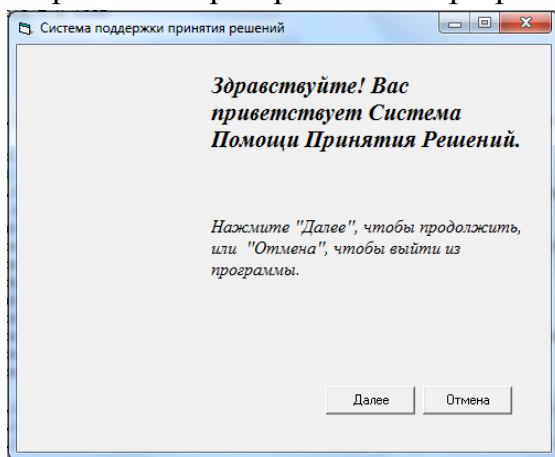


Рис.1. Інтерфейс програми після запуску

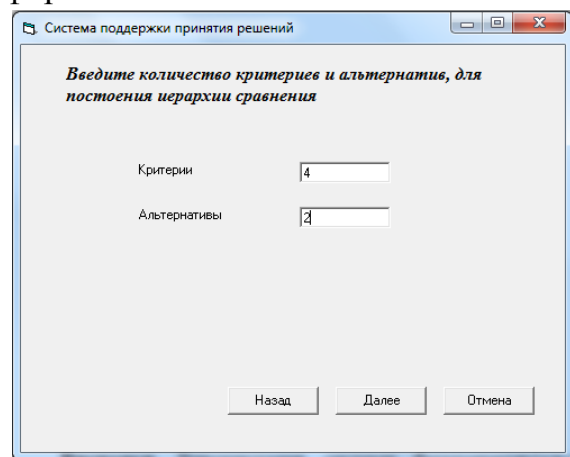


Рис.2. Введення початкових параметрів задачі

Система поддержки принятия решений

Заполните все ячейки, кликнув по ним левой кнопкой мыши.
Нажмите 'Далее', чтобы продолжить

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

Назад Отменить

Рис.3. Блок-схема для вводу умов вибору

Рис.4. Матриця попарних порівнянь 2-го рівня

Система поддержки принятия ...

Заполните все ячейки, кликнув по ним левой кнопкой мыши.
Нажмите 'Далее', чтобы продолжить

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

Отмена

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

Система поддержки принятия ...

Заполните все ячейки, кликнув по ним левой кнопкой мыши.
Нажмите 'Далее', чтобы продолжить

Обслуговування	Постачальник А	Постачальник Б
Постачальник А	1	5
Постачальник Б	0.2	1

Отмена

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

Система поддержки принятия ...

Заполните все ячейки, кликнув по ним левой кнопкой мыши.
Нажмите 'Далее', чтобы продолжить

Строки виконання	Постачальник А	Постачальник Б
Постачальник А	1	7
Постачальник Б	0.14	1

Отмена

Рис.7. Матриця попарних порівнянь 3-го рівня для критерію «Строки виконання»

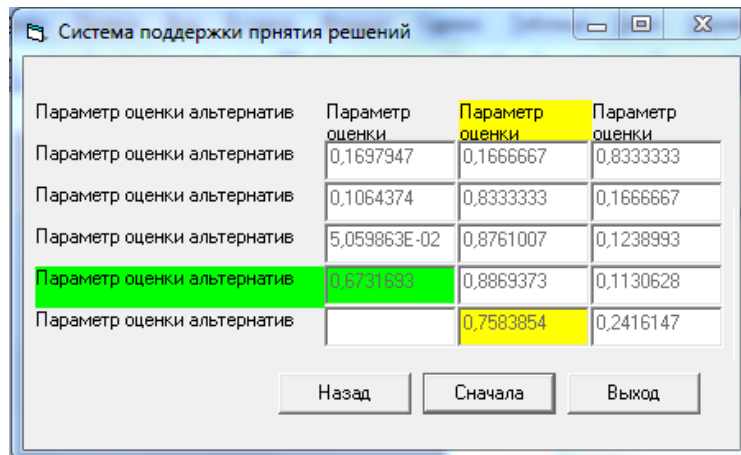
Система поддержки принятия ...

Заполните все ячейки, кликнув по ним левой кнопкой мыши.
Нажмите 'Далее', чтобы продолжить

Вартість товару	Постачальник А	Постачальник Б
Постачальник А	1	8
Постачальник Б	0.13	1

Отмена

Рис.8. Матриця попарних порівнянь 3-го рівня для критерію «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	0,8771039	0,8869373	0,1130628
Параметр оценки альтернатив		0,7583854	0,2416147

Рис.9. Глобальні пріоритети постачальників А і Б

Висновком з використання цих результатів є можливість привнести в рішення програмної остаточно визначити найбільш привабливого постачальника для співпраці та ефективної діяльності підприємства. Даний підхід 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. Саати Т., Керне К. Аналитическое планирование. Организация систем. - Москва : Радио и связь, 1991. - 224с.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. -Москва : Радио и связь, 1993. - 320с.
3. В.Ф. Янкевич, Г.Ф. Коцюбинская. Метод анализа иерархий: модификация системы экспертных оценок и их математической обработки. - УСиМ , № 1/2 , 1996, с. 85 - 91.
4. О.Я. Самохвалов. Совершенствование метода анализа иерархий как методологической основы систем поддержки принятия решений. - УСиМ , № 1/2 , 1996, с. 91 - 96.
5. Вороний А.Н. Многокритериальный синтез динамических систем. - Киев : Наук, думка, 1992. - 160с.