

УДК 65.012.123:655

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ ПРИ ВИБОРІ ПРОЕКТУ В ПОЛІГРАФІЇ

Х. Б. Кульчицька, Л. С. Предко

*Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

Розглянуто методiku вибору проекту поліграфічного підприємства за визначеними замовником критеріями із застосуванням методу Сааті. Побудовано багатокритеріальну ієрархічну модель, встановлено взаємозв'язок між критеріями та проведено оцінювання узгодженості результатів на усіх рівнях моделі. Метод аналізу ієрархій зменшив обсяг передпроектних робіт та дозволив чисельно підтвердити вибір проекту.

Ключові слова: *метод прийняття рішення, ієрархічна модель, матриці, вибір, проект.*

Постановка проблеми. При проектуванні технологічних процесів, підприємств та їхніх підрозділів, у поліграфії виникає безліч проблемних ситуацій, які потребують ухвалення та вибору раціональних рішень. Перед розробкою проекту та його експертизою проводять передпроектний аналіз, де попередньо вибирають оптимальний варіант з альтернативних. Це дозволяє з'ясувати, які проекти потрібно залишити для подальшого детального розгляду (технічного, екологічного, комерційного, економічного, фінансового, соціального, інституційного тощо), і навести переконливі причини відхилення інших проектів. У такий спосіб уникнути детальної підготовчої роботи над варіантами, які відкидають.

Переважно завдання, які підлягають вирішенню, є багатокритеріальними та можуть містити чинники різної розмірності: кошти, попит на продукцію, термін окупності, прибуток, ймовірний ризик, або бути безрозмірними: суб'єктивні якості або процеси, що мають соціальний, естетичний або духовний характер. Для їх вирішення недостатньо інтуїції чи практичного досвіду людини, тому необхідно застосовувати математичні методи. Це реальні умови невизначеності, де виникають слабоструктуровані та неструктуровані проблеми, які вирішують за допомогою стохастичного програмування, кореляційно-регресивного аналізу, теорії ігор, метод аналізу ієрархій (МАІ).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Метод аналізу ієрархій, який запропонував американський вчений Т. Сааті, знайшов застосування в Україні для вирішення найрізноманітніших проблем, наприклад, у будівництві [1, 2], в економіці та промисловості для вибору інвестиційного проекту [5, 6]; торгівлі [3, 4]; при стратегічному плануванні [4, 6]; проектуванні цін; як інструмент для вимірювання якості тощо. У роботі [2] розроблена методика реалізації методу Сааті у середовищі Excel за допомогою матричних функцій. Доступність математичного апарату та

основної ідеї Сааті, а саме — використання власного вектора, як вектора пріоритетів, дозволила застосувати цей метод для вирішення проблематичних завдань з вибору процесів, технічного забезпечення та проектів у поліграфії.

Метою статті є застосування методу аналізу ієрархій у передпроектному аналізі та вибору проекту в поліграфії за важливими для замовника критеріями.

Виклад основного матеріалу дослідження. Суть МАІ полягає у побудові ієрархічної моделі, визначенні власних векторів та власних чисел квадратних обернено симетричних матриць, перевірці узгодженості результатів.

Перевагою МАІ є безрозмірність та отримання «жорстких» оцінок. У МАІ елементи порівнюють попарно щодо їх впливу на загальну характеристику. Послідовність проведення аналізу моделі ієрархій: дослідження впливу критеріїв на спільну мету, дослідження впливу альтернатив на критерії, оцінка впливу альтернатив на спільну мету.

Аналіз завдання дослідження. Інвестору запропоновано три проекти підприємства з випуску поліграфічної продукції. Разом з проектувальниками вибрано найважливіші критерії (п'ять) оцінювання проектів та визначено їх кількісні та якісні характеристики.

Проект 1. Підприємство з випуску книжкових видань. Необхідні кошти для реалізації проекту — 400 тис. у. о., попит на продукцію — середній, термін окупності проекту — 4 роки, прибуток від реалізації на рік — 80 тис. у. о., ризик — середній.

Проект 2. Підприємство з випуску реклами. Необхідні кошти — 350 тис. у. о., попит на продукцію — високий, термін окупності проекту — 2 роки, прибуток від реалізації на рік — 100 тис. у. о., ризик — немає.

Проект 3. Пакувально-етикеткове підприємство. Необхідні кошти для реалізації проекту — 450 тис. у. о., попит на продукцію — високий, термін окупності проекту — 3 роки, прибуток від реалізації на рік — 120 тис. у. о., ризик — високий.

Необхідно зробити оптимальний вибір серед трьох проектів, за такими критеріями:

- необхідні кошти (сума капіталу, яку необхідно вкласти у проект);
- попит на продукцію (представлена на ринку потреба у поліграфічній продукції певного виду);
- термін окупності (час, впродовж якого окупляться вкладені кошти);
- прибуток (очікувана прибутковість проекту на рік);
- ризик (стохастичний критерій, що базується на математичному розподілі ймовірностей).

Етап 1. Побудова ієрархічної моделі. Аналіз проблеми з вибору оптимального проекту за методом МАІ починали з побудови ієрархічної структури, яка містить мету, критерії та альтернативи (рис. 1).

Вершиною домінантної ієрархічної моделі є мета — «Вибір проекту» (перший рівень). Другий рівень отриманої ієрархії формують п'ять критеріїв: «Необхідні кошти», «Попит на продукцію», «Термін окупності», «Прибуток», «Ризик», які уточнюють мету. На останньому рівні є три альтернативи: «Проект 1», «Проект 2», «Проект 3», які оцінюють за критеріями другого рівня.

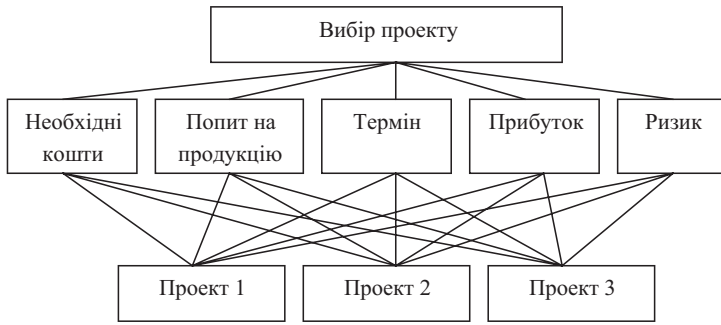


Рис. 1. Ієрархічна модель вибору проекту поліграфічного підприємства

Етап 2. Визначення вектора пріоритетів та оцінювання узгодженості результатів. Визначають пріоритети, які представляють відносну важливість або перевагу елементів на кожному рівні ієрархічної моделі. Що більша величина пріоритету, то більш значущим є відповідний елемент.

Психофізіологічна межа здатності людини одночасно розрізняти різні властивості елементів дорівнює 7 ± 2 , тому для створення психометричної шкали порівнянь Т. Сааті обрав 9 точок (табл. 1).

Таблиця 1

Шкала парних порівнянь Т. Сааті

Відносна важливість (бали)	Визначення	Пояснення
1	однакова важливість	обидва елементи вносять однаковий вклад
3	один елемент трохи важливіший за другий	досвід дозволяє поставити один елемент трохи вище за другий
5	суттєва перевага	безумовна перевага одного над другим
7	значна перевага	один елемент настільки важливіший за другий, що є практично значимим
9	абсолютна перевага одного над другим	очевидність переваги підтверджується більшістю
2,4,6,8	проміжні оцінки між сусідніми твердженнями	компромісне рішення
обернені величини чисел, наведених вище	якщо при порівнянні одного елемента з другим, отримане одне з вищевказаних чисел (1–9), то при порівнянні другого з першим, матимемо обернену величину	

Закон ієрархічної безперервності вимагає, щоб елементи нижчого рівня були попарно порівняні щодо елементів наступного рівня і так до вершини ієрархії. Результати порівнянь формують матрицю, де попарно порівнюють відносну важливість

лівих елементів таблиці (критеріїв) з елементами (критеріями) вгорі. Якщо елемент зліва важливіший за елемент вгорі, тоді в комірку таблиці 2 заносили позитивне ціле число, якщо навпаки — дробове. Якщо обидва критерії рівнозначно впливають на досягнення головної мети — 1.

Кількість порівнянь, які здійснював експерт на рівні 2 становить:

$$K_{\text{порівн.}} = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{5(5-1)}{2} = 10,$$

де n — кількість критеріїв на одному рівні.

Таблиця 2

Матриця та результати парних порівнянь для критеріїв рівня 2

Номер рядка (i)	Критерії	Номер стовпця матриці (j)					Вектор пріоритетів (W_i)	Інтенсивність відносної важливості (IB)	Частка
		1	2	3	4	5			
1	Необхідні кошти, тис. у. о.	1	1/3	1/2	1/5	1/2	0,08917	0,4692	5,2619
2	Попит на продукцію	3	1	3	1/4	1/3	0,1231	0,6945	5,6418
3	Термін окупності, роки	2	1/3	1	1/3	1/3	0,09647	0,5474	5,6747
4	Прибуток, тис. у. о./рік	5	4	3	1	3	0,45883	2,3874	5,2033
5	Ризик	2	3	3	1/3	1	0,23276	1,2238	5,2578
Власне значення матриці (λ_{\max})						5,4079			
Індекс узгодженості (IU)						0,1019			
Усереднене значення індексу узгодженості (UIU)						1,12			
Відносна узгодженість (BU)						0,0911 (9,11%)			

Таблицю парних порівнянь можна записати у вигляді оберненої симетричної квадратної матриці. Матриця формується зі значень парних порівнянь критеріїв на другому рівні щодо загальної мети, розташованої на першому рівні. Такі ж матриці будують для парних порівнянь кожної альтернативи на нижчому рівні щодо критеріїв вищого рівня (див. нижче — третій етап досліджень).

За результатами експертних оцінювань критеріїв склали матрицю парних порівнянь (номери рядка і стовпчика відповідають певному критерію):

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1/2 & 1/5 & 1/2 \\ 1 & 1 & 3 & 1/4 & 1/3 \\ 2 & 1/3 & 1 & 1/3 & 1/3 \\ 5 & 4 & 3 & 1 & 3 \\ 2 & 3 & 3 & 1/3 & 1 \end{pmatrix}$$

Після формування матриці парних порівнянь за п'ятьма критеріями визначили власний вектор матриці, перевіряли узгодженість матриці за допомогою її власного числа, оскільки власний вектор забезпечує впорядкування пріоритетів, а власне значення є мірою узгодженості оцінок.

Нормалізація головного власного вектора матриці дає вектор пріоритетів. Т. Саагі запропонував чотири алгоритми наближених методів визначення нормованих власних векторів квадратної оберненої симетричної матриці:

1. Підсумувати елементи кожного рядка і їх нормалізувати у спосіб ділення кожної суми на суму усіх елементів. Сума нормалізованих елементів дорівнює одиниці. Перший елемент результуючого вектора буде пріоритетом першого критерію, другий — другого і т. д.

2. Підсумувати елементи кожного стовпця і отримати зворотні величини цих сум. Нормалізувати їх так, щоб їхня сума дорівнювала одиниці, розділити кожну зворотну величину на суму всіх зворотних величин.

3. Розділити елементи кожного стовпця на суму елементів цього стовпчика (нормалізувати стовпчики), додати елементи кожного отриманого рядка і розділити цю суму на число елементів рядка. Це процес усереднення по нормалізованих стовпчиках.

4. Помножити n елементів кожного рядка і отримати корінь n -го ступеня. Нормалізувати отримані числа.

Усі алгоритми дають один і той же власний вектор матриці. Четвертий метод, як найточніший, застосували для знаходження компонентів власного вектора локальних пріоритетів матриці за формулами:

$$u_i = \frac{1}{n} \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}; i = 1 \dots n,$$

де a_{ij} — елемент i рядка j стовпця матриці парних порівнянь критеріїв, n — кількість критеріїв.

Відповідні обчислення для нашого завдання:

$$u_1 = \frac{1}{5} \sqrt[5]{\prod_{j=1}^5 a_{1j}} = \sqrt[5]{1 \times 1 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{2}} = \sqrt[5]{0,05} = 0,549$$

$$u_2 = \sqrt[5]{\prod_{j=1}^n a_{ij}} = \sqrt[5]{1 \times 1 \times 3 \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{3}} = \sqrt[5]{0,25} = 0,758$$

$$u_3 = \sqrt[5]{\prod_{j=1}^n a_{ij}} = \sqrt[5]{2 \times \frac{1}{3} \times 1 \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{3}} = \sqrt[5]{0,07407} = 0,594$$

$$u_4 = \sqrt[5]{\prod_{j=1}^n a_{ij}} = \sqrt[5]{5 \times 4 \times 3 \times 1 \times 3} = \sqrt[5]{180} = 2,825$$

$$u_5 = \sqrt[5]{\prod_{j=1}^n a_{ij}} = \sqrt[5]{2 \times 3 \times 3 \times 1 / 3 \times 1} = \sqrt[5]{6} = 1,431$$

Вектор пріоритетів отримали нормалізацією власного вектора матриці:

$$u_i = \frac{u_i}{\sum_{i=1}^n u_i}; i = \overline{1, n}$$

$$w_1 = \frac{\sqrt[5]{1 \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{2}}}{\sqrt[5]{1 \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{2}} + \sqrt[5]{3 \times 1 \times 3 \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{3}} + \sqrt[5]{\frac{1}{5} \times \frac{1}{3} \times 1 \times \frac{1}{5} \times 3} + \sqrt[5]{5 \times 5 \times 5 \times 1 \times 3} + \sqrt[5]{3 \times 3 \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times 1}} = 0,549/6,157 = 0,08917$$

$$w_2 = 0,758/6,157 = 0,1231$$

$$w_3 = 0,594/6,157 = 0,09647$$

$$w_4 = 2,825/6,157 = 0,45883$$

$$w_5 = 1,431/6,157 = 0,23276$$

Перевірка: сума нормалізованих компонентів вектора становить 1,00007.

Помножили матрицю порівнянь справа на отриману оцінку вектора і отримали новий вектор інтенсивності відносної важливості. Поділили кожну компоненту цього вектора на відповідну компоненту оцінки вектора рішення та визначили ще один вектор для знаходження власного значення матриці

$$A \times w = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1/2 & 1/5 & 1/2 \\ 1 & 1 & 3 & 1/4 & 1/3 \\ 2 & 1/3 & 1 & 1/3 & 1/3 \\ 5 & 4 & 3 & 1 & 3 \\ 2 & 3 & 3 & 1/3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0,08971 \\ 0,1231 \\ 0,09647 \\ 0,4588 \\ 0,23276 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,4692 \\ 0,6945 \\ 0,54744 \\ 2,38744 \\ 1,2238 \end{pmatrix}$$

За максимальне наближене власне значення матриці λ_{max} прийняли середнє арифметичне значення компонентів цього вектора, яке застосовують для оцінки узгодженості. Що ближче λ_{max} до n (числа критеріїв), то більш узгоджений результат.

$$0,4692: 0,08917 = 5,2619$$

$$0,6945: 0,1231 = 5,6418$$

$$0,54744: 0,09647 = 5,6747$$

$$2,38744: 0,45883 = 5,2033$$

$$1,2238: 0,23276 = 5,2578$$

Максимальне власне значення матриці $\lambda_{max} = 27,0394/5 = 5,4079$. Відомо, що узгодженість квадратної обернено симетричної матриці еквівалентна вимозі рівності її максимального власного значення λ_{max} з n . Визначили індекс узгодженості (IU)

$$IU = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{5,4079 - 5}{5 - 1} = 0,1019.$$

Індекс узгодженості порівнювали з випадково вибраним усередненим значенням індексу узгодженості (VIU) матриці того ж розміру. У табл. 3 подані значення VIU матриць різного порядку за даними Т. Сааті.

Таблиця 3

Усереднені значення індексу узгодженості для матриць різного порядку

Порядок матриці	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
VIU	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

Відношення індексу узгодженості до усередненого значення (VIU) для матриці того ж порядку називається відносною узгодженістю (BV).

Для $n=5$, $VIU=1,12$ $BV = IU/VIU = 0,1019/1,12 = 0,0911$ (9,11 %).

МАІ допускає певний рівень неузгодженості. Відносна неузгодженість не має бути більшою за 10 % (в деяких випадках, коли немає потреби у високій точності, дозволяється не більше за 20 %). Якщо BV виходить за ці межі, тоді експертам необхідно дослідити задачу і перевірити свої судження.

Етап 3. Оцінювання альтернативних проектів. На цьому етапі визначили вектори пріоритетів альтернатив щодо критеріїв, а також вектор глобальних пріоритетів, на основі якого ухвалювали рішення щодо вибору проекту. Кращою вважається альтернатива з максимальним значенням пріоритету.

Наприклад, порівнюючи альтернативи «Проект 1» та «Проект 2» щодо характеристики «Необхідні кошти», визначали необхідні кошти якого із цих проектів є меншими, тоді критерій є кращим.

Оскільки в ієрархії є три альтернативних проекти та п'ять критеріїв оцінювання, то експерт проводив таку кількість пар порівнянь:

$$K_{\text{порівн.}} = \frac{n(n-1)}{2} = 5 \frac{3(3-1)}{2} = 15 \text{ для рівня 3 ієрархічної моделі.}$$

Таблиця 4

Матриця парних порівнянь та їх узгодженість для елементів рівня 3 за критерієм «Необхідні кошти»

№	Альтернативні проекти	Матриця парних порівнянь для проектів			Вектор пріоритетів (W_i)	Інтенсивність відносної важливості (IB)	Частка
		1	2	3			
1	Проект 1	1	1/4	3	0,2255	0,6961	3,0869
2	Проект 2	4	1	5	0,6738	2,0793	3,0859
3	Проект 3	1/3	1/5	1	0,1007	0,3106	3,0844
Власне значення матриці (λ_{\max})					3,0857		
Індекс узгодженості (IU)					0,0429		
Усереднене значення індексу узгодженості (UIU)					0,58		
Відносна узгодженість (BV)					0,0740		

$$A \times w = \begin{pmatrix} 1 & 1/4 & 3 \\ 4 & 1 & 5 \\ 1/3 & 1/5 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0,2255 \\ 0,6738 \\ 0,1007 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,6961 \\ 2,0793 \\ 0,3106 \end{pmatrix}$$

Вектори пріоритетів альтернатив за іншими критеріями («Попит на продукцію», «Термін окупності», «Прибуток», «Ризик») та оцінювання узгодженості визначали за аналогічною методикою. Отримані дані представлені у табл. 5.

Таблиця 5

Визначення вектора глобальних пріоритетів

Проекти	Вектори пріоритетів альтернатив відносно критеріїв					
	Кошти	Попит	Термін окупності	Прибуток	Ризик	Глобальний вектор
1	0,2255	0,0909	0,1047	0,1047	0,2583	0,1758
2	0,6738	0,4545	0,6370	0,2583	0,6370	0,5577
3	0,1007	0,4545	0,2583	0,6370	0,1047	0,2665

Методом аналізу ієрархій отримано найбільше значення компоненти вектора глобальних пріоритетів — 0,5577 для проекту 2, який передбачає випуск рекламної продукції. Отже, він є оптимальним під час вибору. Для цього проекту найвищі

пріоритети вектора альтернатив мають критерії «Термін окупності» та «Ризик». Проект 1 з випуску книжкових видань не рекомендується до впровадження.

Метод аналізу ієрархій — це ефективний метод порівняння як різних проектних пропозицій, що відповідають меті, так і оцінювання та порівняння різних за розмірністю кількісних та якісних критеріїв оцінювання проектів. МАІ дає змогу визначити ієрархію компонентів системи в цілому, детально розкласти та проаналізувати критерії, їх функціональну взаємодію і вплив на систему загалом.

Висновки. Застосовуючи метод аналізу ієрархій Т. Сааті, вибрано оптимальний проект поліграфічного підприємства серед проектів, які передбачають випуск різної продукції в умовах багатокритеріальної невизначеності з врахуванням вимог замовника.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бадюл М. Г., Крамаренко В. А. Застосування методу аналізу ієрархій у проектуванні та будівництві. *Будівництво, матеріалознавство, машинобудування*. Дніпропетровськ, 2013. Вип. 70. С. 27–35.
2. Ершова Н. М. Принятие решений на основе метода анализа иерархий. *Вісник Придніпровської держ. акад. буд-ва і архітектури*. Дніпропетровськ, 2015. № 9 (210). С. 39–45.
3. Євстрат Д. І., Кушнерук Ю. І. Застосування методу аналізу ієрархій для оцінки маркетингової активності торговельних підприємств. *Проблеми економіки*. 2012, № 2. С. 66–71.
4. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. Москва : Радио и связь, 1993. 278 с.
5. Трунова О. В. Застосування методу Сааті при прийнятті управлінських рішень. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Педагогічні науки*. 2013. Вип. 108.1. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VchdpuP_2013_1_108_34.
6. Хомяков В. І. Менеджмент підприємства. 2-ге вид., перероб. і доп. Київ : Кондор, 2005. 434 с.

REFERENCES

1. Badiul, M. H., & Kramarenko, V. A. (2013). Zastosuvannia metodu analizu iierarkhii u proektuvanni ta budivnytstvi: Budivnytstvo, materialoznavstvo, mashynobuduvannia. 70, 27–35 (in Ukrainian).
2. Ershova, N. M. (2015). Priniatie reshenii na osnove metoda analiza ierarkhii: Visnik Pridniprovskoi derzh. akad. bud-va i arkhitekturi. 9 (210), 39–45 (in Russian).
3. Yevstrat, D. I., & Kushneruk, Yu. I. (2012). Zastosuvannia metodu analizu iierarkhii dlia otsinky marketynhovoї aktyvnosti torhovelnnykh pidpriemstv: Problemy ekonomiky, 2, 66–71 (in Ukrainian).
4. Saati, T. (1993). Priniatie reshenii. Metod analiza ierarkhii. Moskva : Radio i sviaz (in Russian).
5. Trunova, O. V. (2013). Zastosuvannia metodu Saati pry pryiniatti upravlinskykh rishen: Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Pedahohichni nauky, 108.1. Retrived from http://nbuv.gov.ua/UJRN/VchdpuP_2013_1_108_34 (in Ukrainian).
6. Khomiakov V. I. (2005). Menedzhment pidpriemstva. Kyiv : Kondor, (in Ukrainian).

**ANALYTIC HIERARCHY PROCESS APPLICATION
TO PROJECT SELECTION IN PRINTING INDUSTRY**

Kh. B. Kulchytska, L. S. Predko

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, Ukraine
lesyapredko@gmail.com*

Printing enterprise project selection methodology (according to the criteria given by a client) using Saaty's method has been reviewed. When choosing a project for investment, the customers do not have enough designing experience. They want to compare the projects quantitatively, which allows to confirm the choice and reduce the cost and time for detailed pre-project analysis of other projects (technical, environmental, commercial, economic, financial, social and institutional). The hierarchy analysis method meets this requirement and gives exact results.

Projects of three companies have been compared: book printing, advertising and packaging label printing companies. The criteria for comparison were the necessary funds for project implementation, the products demand, the project payback period, profit and risk. The research has been conducted in three stages: determining the impact of the criteria on the common goal and the impact of alternatives on the criteria, and evaluating the impact of alternatives on a common goal. According to the results of pair comparisons, square reverse symmetric matrices have been formed, for which the normalized eigenvectors and eigenvalues have been determined by the Saaty's fourth algorithm, and then the consistency of the results have been checked.

The largest component of the global priorities vector has been obtained (0.558) for the project, which involves the production of advertising products. For this project, the highest priorities of the alternatives vector are the criteria for the payback period and risk. The book publishing project is not recommended for the implementation (the component of the global priorities vector is 0.176 per unit).

The hierarchy analysis method allows you to compare various quantitative and qualitative criteria of evaluating the projects. Using the hierarchy analysis method, the optimal project of printing production has been chosen among the project proposals which involve the release of various products in the conditions of multi-criteria uncertainty, taking into account the requirements of the customer.

Keywords: *method of decision making, analytic hierarchy process, hierarchical model, matrix, choice, project.*

Стаття надійшла до редакції 15.02.2018.

Received 15.02.2018.