

## ПОРІВНЯННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ ДВОМА МЕТОДАМИ – ЕКСПЕРТНИМ І ВЕКТОРНИМ

© Олесь Чабан, 2009

Національний університет “Львівська політехніка”,  
вул. С. Бандери, 12, Львів, Україна

*Наведено порівняльну оцінку якості за двома методами – попарного порівняння та векторного.*

*Приведено сравнительную оценку качества по двум методам – попарного сравнения и векторным.*

*Comparative quality estimation by both pair-comparison and vector methods is notified.*

**Вступ.** Споживач, що бажає купити автомобіль на сьогоднішньому ринку, завжди стоїть перед проблемою, який купити, на основі яких показників якості зробити вибір автомобіля. Об'єктивно поррахувати всі плюси і мінуси неможливо, все вирішується на суб'єктивному рівні.

Більшість споживачів, що мають можливість вибору і рахують свої гроші, консультуються зі знайомими експертами, що мають значний досвід в експлуатації автомобілів, виконують детальний аналіз, перш ніж вибрати потрібний автомобіль. Якщо такий аналіз замінюється особистими зв'язками чи системою знижок, то це все відобразиться на експлуатаційних показниках, передовсім на витратах на ремонт.

**Постановка задачі і її вирішення.** Для детального аналізу насамперед необхідно визначити алгоритм вибору автомобіля.

Кожний автомобіль характеризується певними значеннями характеристик якості і відповідним коефіцієнтом вагомості. Наприклад, нашу увагу привернули чотири автомобілі, які будемо оцінювати за такими показниками – надійність тривалої експлуатації, дизайн автомобіля, ціна автомобіля, витрати на обслуговування. Дані наших експертів занесемо в табл. 1.

Рейтинг автомобіля одержали так, наприклад, для першого автомобіля

$$8,4 = 10 \cdot 0,3 + 8 \cdot 0,2 + 7 \cdot 0,4 + 10 \cdot 0,1.$$

Тобто за такою оцінкою найкращим автомобілем буде третій, що має рейтинг 9,2.

Очевидно, що опрацювати дані табл. 1 можна по-іншому, наприклад, попарним порівнянням. Знайдемо середнє значення за кожним показником якості: за надійністю тривалої експлуатації середнє значення буде 9,25 балів; дизайн автомобіля – 7,75; ціна автомобіля – 7,75; витрати на обслуговування – 8. Поділимо певне

значення характеристики якості для кожного автомобіля на середнє значення і дані занесемо в табл. 2.

Оскільки елементи табл. 1 пронормовані відносно середніх значень в рядку, то в останньому стовпці всі середні дорівнюють одиниці.

Подальші наші обчислення будуть стосуватися тільки табл. 2.

Опрацьовуючи дані табл. 2, зробимо обчислення для кожного автомобіля відносно його середньої оцінки, тобто знайдемо середнє значення стовпця й обчислимо всі показники якості відносно середнього значення. Дані обчислень наведено в табл. 3.

Дані табл. 3 опрацюємо відносно середнього значення рядка і занесемо в табл. 4. З кожним кроком середнє значення за рядками та стовпцями все менше відрізняються від одиниці. При наступних подібних ситуаціях одержимо таблицю, в якій всі стовпці і всі рядки будуть мало відрізнятися від одиниці. Подальші перетворення стають непотрібними (табл. 5).

У табл. 5 ми фактично отримали коефіцієнти вагомості кожного виставленого бала.

Табл. 5 перепишемо у вигляді табл. 6.

Якість першого і наступних автомобілів запишеться так

$$Y_1 = a_{11} \cdot 10 + a_{21} \cdot 8 + a_{31} \cdot 7 + a_{41} \cdot 10 = 4,32483;$$

$$Y_2 = a_{21} \cdot 9 + a_{22} \cdot 6 + a_{23} \cdot 6 + a_{24} \cdot 6 = 3,30867;$$

$$Y_3 = a_{31} \cdot 10 + a_{32} \cdot 7 + a_{33} \cdot 10 + a_{34} \cdot 8 = 4,35091;$$

$$Y_4 = a_{14} \cdot 8 + a_{24} \cdot 10 + a_{34} \cdot 8 + a_{44} \cdot 8 = 4,27984.$$

Тобто найкращий за якістю, як визначили експерти, є автомобіль 3.

Подібні перетворення можна продовжити, коли не розглядати автомобіль 2, що має найнижчий рейтинг, а розглядати тільки автомобіль 1, автомобіль 3 і автомобіль 4. Після цього виключаємо знову автомобіль з найнижчим рейтингом. Ним буде автомобіль 4. Залишається для подальшого опрацювання автомобіль 1 та автомобіль 3 (табл. 7).

Таблиця 1

**Перший алгоритм оцінювання якості автомобілів**

№ з/п	Характеристики якості	Коефіцієнт вагомості	Оцінка експертів автомобілів, бали			
			автомоб. 1	автомоб. 2	автомоб. 3	автомоб. 4
1	Надійність тривалої експлуатації	0,3	10	9	10	8
2	Дизайн автомобіля	0,2	8	6	7	10
3	Ціна автомобіля	0,4	7	6	10	8
4	Витрати на обслуговування	0,1	10	6	8	8
5	Рейтинг автомобіля, бали		8,4	6,9	9,2	8,4

Таблиця 2

**Другий алгоритм оцінювання якості автомобілів**

авт. № з/п	авт.1	авт.2	авт.3	авт.4	Середнє знач.
1	1,081081	0,97297	1,08108	0,86486	1
2	1,03226	0,77419	0,90323	1,29032	1
3	0,90323	0,77419	1,29032	1,03226	1
4	1,25	0,75	1	1	1
Рейтинг 5	1,06664	0,81784	1,06866	1,0486	

Таблиця 3

**Третій алгоритм оцінювання якості автомобілів**

авт. № з/п	авт.1	авт.2	авт.3	авт.4	Середнє знач.
1	1,01354	1,18969	1,01163	0,82615	1,01025
2	0,96777	0,94663	0,8452	1,2356	0,99804
3	0,84679	0,94663	1,20742	0,98605	0,99673
4	1,1719	0,91705	0,93575	0,95524	0,99499
5	1	1	1	1	

Таблиця 4

**Четвертий алгоритм оцінювання якості автомобілів**

авт. № з/п	авт.1	авт.2	авт.3	авт.4	Середнє знач.
1	1,00325	1,17762	1,00136	0,81777	1
2	0,96967	0,94849	0,84686	1,23498	1
3	0,84958	0,94974	1,21139	0,98929	1
4	1,17781	0,92167	0,94047	0,96005	1
5	1,00008	0,99938	1,00002	1,00052	

Таблиця 5

**П'ятий алгоритм оцінювання якості автомобілів**

авт. № з/п	авт.1	авт.2	авт.3	авт.4	Середнє знач.
1	1,00313	1,17829	1,00129	0,8173	1
2	0,96963	0,94912	0,84687	1,23438	1
3	0,84952	0,95034	1,21137	0,98878	1
4	1,17773	0,92225	0,94046	0,95956	1
5	1	1	1	1	

Таблиця 6

## Коефіцієнти вагомості кожного показника якості автомобілів

авт. № з/п	авт.1	авт.2	авт.3	авт.4	Середнє знач.
1	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$	1
2	$a_{21}$	$a_{22}$	$a_{23}$	$a_{24}$	1
3	$a_{31}$	$a_{32}$	$a_{33}$	$a_{34}$	1
4	$a_{41}$	$a_{42}$	$a_{43}$	$a_{44}$	1
5	1	1	1	1	

Таблиця 7

## Коефіцієнти вагомості для автомобілів 1 і 4, помножені на кількість балів (табл. 1)

авт. № з/п	Позначення коефіцієнта та його значення для авт. 1	Позначення коефіцієнта та його значення для авт. 2
1	$10 \cdot a_{11} = 1,06138$	$a_{13} \cdot 10 = 0,93862$
2	$8 \cdot a_{12} = 0,94256$	$a_{23} \cdot 7 = 1,04193$
3	$7 \cdot a_{13} = 0,72771$	$a_{33} \cdot 10 = 1,31335$
4	$10 \cdot a_{14} = 1,30147$	$a_{43} \cdot 8 = 0,7366$

Таблиця 8

## Відносна вага кожної експертної оцінки

авт. № з/п	авт.1	авт.2	авт.3	авт.4
1	1,25	1,17829	1,00129	0,8173
2	0,2	0,94912	0,84687	1,23438
3	0,175	0,95034	1,21137	0,98878
4	1,25	0,92225	0,94046	0,95956
$\Sigma$	0,875	0,675	0,875	0,85

Тепер оцінюємо рейтинги першого та третього автомобілів

$$Y_1 = 4,03312;$$

$$Y_3 = 4,0305.$$

Тобто попарне порівняння показує, що найкращим за рейтингом є перший автомобіль.

Отже, ми показали, що можна обчислити рейтинг (відносну якість серед чотирьох автомобілів), не вдаючись до експертного визначення коефіцієнтів вагомості кожного показника якості.

Наведені вище дані можна опрацювати за методикою, поданою в [2], а саме – векторним методом.

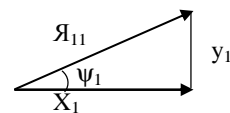
Визначимо відносну вагу кожної експертної оцінки показника якості автомобіля відносно можливої найвищої оцінки. Кожний автомобіль, якщо б він мав максимальну суму 40 балів (тобто всі показники дорівнювали б 10), то мав би найвищий рейтинг. Тобто всі одержані в таблиці бальні оцінки поділимо на 40 і далі занесемо в табл. 8.

Сформуємо табл. 9, де наведемо вагу кожної експертної оцінки показника якості до сумарної кількості балів всіх показників (тобто  $4 \cdot 4 \cdot 10 = 160$ ).

Рейтинг автомобілів подано у вигляді суми векторів прямокутного трикутника. Відповідна клітина табл. 8 буде вектором X, а табл. 9 – вектором Y (рисунок).

Наприклад, модуль якості для першого автомобіля буде мати значення за першим показником якості:

$$Y_{11} = \sqrt{x^2 + U^2} = \sqrt{0,25^2 + 0,0625^2} = 0,25769$$



Фази якості

$$\operatorname{tg} \psi_1 = \frac{Y_1}{X_1}$$

Трикутник якості за одиничним показником

Виконавши таким способом обчислення, сформуємо табл. 10.

За модулем якості рейтинги автомобілів 1 і 3 є рівними. Майже такий самий результат був одержаний і при опрацюванні результатів, що подані в табл. 7. Різниця в рейтингу становить 0,00307 або 0,006 %, що могло трапитися через нехтування шостим і рештою розрядами після коми.

Таблиця 9

**Частка кожної оцінки в сумарній оцінці всіх автомобілів**

авт. № з/п	авт.1	авт.2	авт.3	авт.4
1	0,0625	0,05625	0,0625	0,05
2	0,05	0,0375	0,04375	0,0625
3	0,04375	0,0375	0,0625	0,05
4	0,0625	0,0375	0,05	0,05
$\Sigma$	0,21875	0,16875	0,21875	0,2125

Таблиця 10

авт. № з/п	авт.1	авт.2	авт.3	авт.4
1	0,25769	0,05625	0,25769	0,20616
2	0,20616	0,0375	0,18039	0,25769
3	0,18039	0,0375	0,25769	0,20616
4	0,25679	0,0375	0,20616	0,20616
$\Sigma \overset{\downarrow}{\underset{\uparrow}{Y_3}}$	0,901929= $\overset{\downarrow}{\underset{\uparrow}{Y_1}}$	0,69577= $\overset{\downarrow}{\underset{\uparrow}{Y_2}}$	0,901929= $\overset{\downarrow}{\underset{\uparrow}{Y_3}}$	0,876159= $\overset{\downarrow}{\underset{\uparrow}{Y_4}}$

**Висновки.** За умови правильного вибору одиниць вимірювання показників якості та їх числових значень обидва методи обчислення рейтингу є рівними за точністю оцінки. Векторний метод є значно простішим і наочнішим.

Порівнюючи рейтинги табл. 1, табл. 7 та результати опрацювання даних векторним методом, бачимо, що в першому випадку, коли експерти поставили значення коефіцієнтів вагомості, рейтинг першого автомобіля дорівнював рейтингу автомобіля 4. В іншому випадку після попарного порівняння рейтинги першого та третього майже не відрізняються. Такий самий результат одержали і при опрацюванні векторним методом.

Результати аналізу векторним методом можна значно покращити, правильно вибравши показники якості. Що мається на увазі? Наприклад, витрати на обслуговування потребують зміни, це стосується і

інших вибраних показників, бо збільшення кількості балів за цією характеристикою не означає, що рейтинг автомобілів зростає. Цю характеристику якості потрібно було замінити на таку, щоб збільшення кількості балів відповідало зменшенню витрат на обслуговування. З наведених прикладів випливає, що при правильному виборі показників якості та їх числових значень запропонована методика дає змогу однозначно визначити рейтинг продукції серед багатьох однотипних видів.

1. Засименко В.М., Столярчук П.Г., Бичківський Р.В. Концепція сертифікації виробів на етапах її становлення // Вимірювальна техніка та метрологія. – Львів, 1999. – № 55. – С. 141–145. 2. Чабан О. Векторний метод оцінювання якості // Вимірювальна техніка та метрологія. – Львів, 2008. – № 69. – С.126–129.