

УДК 629.017

МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ОЦІННОЇ ФУНКЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ АВТОМОБІЛІВ

Т.О. Бажинова, аспірант, ХНАДУ

***Анотація.** Визначено переваги та недоліки до обробки експертних оцінок та технічних показників якості автомобілів при рейтингуванні на основі експертного підходу. В методиці використовується досвід експертів з подальшою математичною обробкою їх оцінок.*

***Ключові слова:** автомобіль, експерт, оцінка, якість, методика.*

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ОЦЕНОЧНОЙ ФУНКЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЕЙ

Т.А. Бажинова, аспирант, ХНАДУ

***Аннотация.** Определены преимущества и недостатки обработки экспертных оценок и технических показателей качества автомобилей при рейтинговании на основе экспертного подхода. В методике используется опыт экспертов с дальнейшей математической обработкой их оценок.*

***Ключевые слова:** автомобиль, эксперт, оценка, качество, методика.*

METHOD OF FORMATION THE EVALUATION FUNCTION FOR DETERMINING THE VEHICLE QUALITY ASSESSMENT

T. Bazhinova, postgraduate student, KhNAHU

***Abstract.** The advantages and disadvantages of processing expertise assessment and technical quality indicators of vehicles at rating based on the expert approach are specified. The experience of experts with further mathematical processing of their assessment is used in the given procedure.*

***Key words:** vehicle, expert, evaluation, quality, method*

Вступ

Для оцінки якості автомобілів на основі експертних підходів, окремим важливим етапом є етап математичної обробки показників технічних характеристик у сукупності із експертними оцінками.

Аналіз публікацій

В роботах [1-3] пропонуються різні підходи по обробці вказаних показників, але в цілому відсутній ретельний порівняльний аналіз різних математичних моделей, що використовуються при обробці детермінованої статистичної інформації, та не має відповіді на головне питання – як різні підходи на вказаному етапі впливають на

оцінку якості автомобілів.

Важливим також є питання урахування компетентностей експертів в процесі математичного моделювання при проведенні оцінки якості за рахунок використання експертних підходів.

Мета і постановка задачі

Метою дослідження є удосконалення методики оцінки якості автомобілів за рахунок модернізації математичних моделей щодо обробки експертних оцінок та технічної характеристики автомобілів; здійснення порівняльного аналізу автомобілів на базі відомих і запропонованих підходів щодо обробки детермінованої статистичної інформації їх вплив на адекватність якісних показників автомобіля.

Класична задача по визначенню якості автомобілів (в загальному випадку деякої системи) при використанні експертного підходу ставиться та вирішується на підставі двох головних таблиць-матриць – матриці p показників відповідно до b автомобілів (1) та матриці експертних оцінок важливості n показників якості автомобілів (2), що надані j експертами:

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & \dots & p_{1i} & \dots & p_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{s1} & \dots & p_{si} & \dots & p_{sn} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{b1} & \dots & p_{bi} & \dots & p_{bn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$E = \begin{pmatrix} e_{11} & \dots & e_{1i} & \dots & e_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ e_{j1} & \dots & e_{ji} & \dots & e_{jn} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ e_{m1} & \dots & e_{mi} & \dots & e_{mn} \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Для матриці показників P (1) i -тий вектор-стовпець елементів – список значень однорідного i -го показника (число показників n) для кожного з b автомобілів, а s -тий вектор-рядок елементів – список різномірних значень показників для s -того автомобіля ($i = \overline{1, n}$; $s = \overline{1, b}$).

Для матриці експертних оцінок E (2) j -тий вектор-рядок елементів – список оцінок j -го

експерта щодо важливості i -тих показників, а i -тий вектор-стовпець елементів – список важливості оцінок i -го показника, що надані кожним з m експертів. ($i = \overline{1, n}$; $j = \overline{1, m}$).

Математична обробка експертних оцінок

В основі переважної більшості методів використовується досвід експертів з подальшою математичною обробкою їх оцінок.

Мінімальна кількість експертів, що виставляють бали по вазі показників, може визначатися виразом, запропонованим у роботі. У роботі рекомендується участь 4-6 експертів з обов'язковим урахуванням рівня їх компетентності.

В даній роботі досліджуються 6 можливих математичних підходів до обробки експертних оцінок та технічних показників якості при рейтингуванні автомобілів на основі експертного підходу.

1. Перший підхід. У зв'язку із тим, що значення досліджуваних показників автомобілів можуть бути у самих різних одиницях виміру та чисельних порядках, їх необхідно привести до нормованих значень. Перший підхід до такого нормування описується виразом:

$$P'_{s,i} = \frac{p_{s,i}}{\sum_{s=1}^b p_{s,i}}, \quad (3)$$

де $p'_{s,i}$ – чисельне значення i -го показника ($i = \overline{1, n}$) по s -му автомобілю ($s = \overline{1, b}$); n – кількість показників, що розглядаються; b – кількість автомобілів, що досліджуються.

Зміст такого нормування (3) полягає у тому, що норма $P'_{s,i}$ показника $p_{s,i}$ – це його вага відносно суми значень однорідних показників для b досліджуваних автомобілів.

Нормовані значення балів по вазі показників згідно із поглядом експертів визначаються залежністю (4):

$$E_{ji}^r = \frac{e_{ji}}{\sum_{i=1}^n e_{ji}}, \quad (4)$$

де e_{ji} – значення балів по вазі і-го показника, що проставлені j-м експертом.

Зміст нормування (4) полягає у тому, що норма E_{ji}^r експертної оцінки e_{ji} – це її вага відносно суми значень експертних оцінок, що надані j-м експертом для різних і-тих показників.

Обробку експертних оцінок пропонується здійснювати з урахуванням показників компетентності експертів.

Компетентність j-го експерта K_j визначається структурою аргументів, що стали йому підставою для відповіді, а також ступенем знайомства із питанням, що розглядається, та розраховується по формулі

$$K_j = 0,5 \cdot (a_j + z_j), \quad (5)$$

де a_j – коефіцієнт аргументованості j-го експерта, який визначається шляхом підсумовування відповідних чисельних значень табл. 1; z_j – коефіцієнт ступеню знайомства j-го експерта із питанням, що розглядається, який визначається нормованим значенням оцінки, що проставлена j-му експерту керівником (помноженням її значення на 0,1).

Таблиця 1 Ступінь впливу джерела аргументації

Джерело аргументації	Ступінь впливу джерела аргументації на думку експерта		
	Висока	Середня	Низька
Проведені теоретичні та практичні дослідження у даному напрямку	0,4	0,3	0,2
Безпосередня участь у звіті	0,3	0,2	0,1
Практичний досвід як фахівця по даному питанню	0,2	0,1	0
Інтуїція	0,1	0	0

Усереднені нормовані значення балів $\bar{E}_i$ по вазі показників відповідно до думки експертів з урахуванням компетентності експертів K_j розраховуються по формулі:

$$\bar{E}_i = \frac{\sum_{j=1}^m e_{ji}^r \cdot K_j}{m}. \quad (6)$$

Зміст співвідношення (6) полягає у тому, що $\bar{E}_i$ – це середнє значення експертних оцінок і-го показника, що надані всіма m експертами з урахуванням їх компетентностей.

Сумарне рейтингове число (оцінювальний показник) R_s автомобіля визначається залежністю:

$$R_s = \sum_{i=1}^n \bar{e}_i \cdot p'_{si}. \quad (7)$$

Чим вище значення R_s , тим вище якість автомобіля.

2. Другий підхід. Нормовані значення балів по вазі показників згідно із поглядом експертів визначаються залежністю (8):

$$E_{ji}^c = \frac{e_{ji}}{\sum_{j=1}^m e_{ji}}, \quad (8)$$

де m – кількість експертів.

Зміст нормування (8) полягає у тому, що норма E_{ji}^c експертної оцінки e_{ji} – осереднена оцінка усіх m експертів по і-му досліджуваному показнику. Якість автомобіля визначається як і у попередньому першому підході згідно із співвідношенням (7), використовуючи вирази (3), (5), (6), (8). При цьому в співвідношенні (6) у чисельнику замість норми E_{ji}^r повинна бути використана норма E_{ji}^c по формулі (8).

3. Третій підхід. Нормування експертних оцінок щодо важливості показників у відповідності із співвідношенням (4) – перший підхід – відбиває виключно

суб'єктивну оцінку одного j -го експерта щодо i -тих показників – підсумовування у знаменнику в (4) відбувається по рядку оцінок j -го експерта та нормується дана їм оцінка i -го показника, що дорівнює e_{ji} балів.

Нажаль, на норму E_{ji}^r по співвідношенню (4) вплив решти експертів відсутній. Нормування експертних оцінок щодо важливості показників у відповідності із співвідношенням (8) – другий підхід – в свою чергу відбиває виключно колективну оцінку усіх m експертів по конкретному i -му показнику. В цьому випадку на норму E_{ji}^c по співвідношенню (8) відсутній вплив оцінок окремого j -го експерта по іншим показникам, тобто його суб'єктивна складова. Тому пропонується використовувати суперпозицію норм E_{ji}^r та E_{ji}^c у вигляді середнього арифметичного (9) або середнього геометричного (10), які враховують і суб'єктивну оцінку окремого j -го експерта і осереднену колективну об'єктивну оцінку усіх m експертів.

$$E'_{ji} = 0,5 \cdot (E_{ji}^r + E_{ji}^c); \quad (9)$$

$$E'_{ji} = \sqrt{E_{ji}^r \cdot E_{ji}^c}. \quad (10)$$

Норма E'_{ji} , що розрахована згідно (9) або (10), більш адекватно відображає результати обробки експертних оцінок.

Якість автомобіля визначається як і в попередньому підході згідно із співвідношенням (7), використовуючи вирази (3-6), (8), (9). При цьому в співвідношенні (6) у чисельнику замість норми E_{ji}^r повинна бути використана норма E'_{ji} по формулі (9) або (10).

4. Четвертий підхід. Нормування значень показників якості автомобіля (3) доцільно проводити через використання норм векторів-стовпців матриці показників P , а нормування значень експертних оцінок (4) і (8) – через використання норм векторів-рядків та векторів-стовпців матриці експертних оцінок E та їх подальшої суперпозиції (9) або (10). Таким чином, вирази (3), (4), (8) пропонується записати у

вигляді

$$P'_{si} = \frac{P_{si}}{\sqrt{\sum_{s=1}^b P_{si}^2}}; \quad (11)$$

$$E_{ji}^r = \frac{e_{ji}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n e_{ji}^2}}; \quad (12)$$

$$E_{ji}^c = \frac{e_{ji}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m e_{ji}^2}}. \quad (13)$$

В цьому підході якість автомобіля визначається як і в попередніх випадках згідно із співвідношенням (7), використовуючи вирази (5), (6), (9), (11-13). При цьому в співвідношенні (6) у чисельнику замість норми E_{ji}^r повинна бути використана норма E'_{ji} по формулі (9).

5. П'ятий підхід. Його сутність полягає в наступному.

Нормалізація значень обраних показників відбувається згідно з блоком співвідношень:

$$P'_{si} = \frac{P_{si} - \bar{p}_i}{\sigma_i}; \quad (14)$$

$$\bar{p}_i = \frac{1}{n} \sum_{s=1}^b p_{si}; \quad (15)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{b} \sum_{s=1}^b (p_{si} - \bar{p}_i)^2}, \quad (16)$$

де p'_{si} – значення нормалізованих технічних показників ($s = \overline{1, b}; i = \overline{1, n}$); $\bar{p}_i$ – середнє значення i -го критерію для всієї сукупності автомобілів; σ_i – середнє квадратичне відхилення i -го технічного показника.

У п'ятому підході якість автомобіля визначається згідно із співвідношенням (7), використовуючи вирази (4-6), (14-16).

6. Шостий підхід. Пропонується нормувати показники якості автомобілів по співвідношенню (11), а нормування

експертних оцінок провести по максимальному балу по шкалі балів експертів. Наприклад, λ -бальна шкала (може бути використана будь-яка, що обумовлена зручністю застосування в конкретній ситуації). В прикладі, що буде наведений нижче, використовується 20-ти бальна шкала оцінок. В цьому випадку

$$E_{ji}^{\lambda} = \frac{e_{ji}}{\lambda}. \quad (17)$$

Вираз (6) набирає вигляд:

$$\bar{E}_i = \frac{\sum_{j=1}^m e_{ji}^{\lambda} \cdot K_j}{m}. \quad (18)$$

В решті алгоритм зберігається у відповідності до співвідношень (7) з урахуванням (5), (11), (17), (18). У зв'язку із метою ілюстрації реалізації шести запропонованих підходів щодо обробки експертних оцінок та показників якості автомобілів при визначенні їх рейтингів пропонується показники автомобілів подати в умовних відносних одиницях (табл.2 – матриця Р), а значення експертних оцінок щодо важливості показників по 20-ти бальній шкалі (табл.3 – матриця Е).

Таблиця 2 Значення показників якості порівнюваних автомобілів

№ автомобіля	Значення показника, ум.од.			
	1	2	3	4
1	3	2	1	2
2	5	4	2	2
3	2	1	3	4

В табл.3 наведені показники компетенції експертів.

Таблиця 3 Показники компетенції експертів

Експерт	a	z	K
1	0,8	0,9	0,85
2	0,7	0,5	0,6
3	0,4	0,8	0,6
4	0,8	0,7	0,75
5	0,7	0,4	0,55

Аналіз результатів розрахунків по співвідношенням (9) та (10) обґрунтовують близькість нормованих значень по середньому арифметичному та середньому

геометричному. При цьому для всіх елементів матриць (рис.1) проілюстровано відому нерівність Коши про те, що середнє арифметичне не менш ніж середнє геометричне. Згідно із проведеним аналізом для розрахунків можна рекомендувати як співвідношення (9), так і (10). На якість автомобілів застосування формул (9) чи (10) не впливає. Використання співвідношення (10) дуже незначно кількісно впливає на зміну якості у менший бік. В даній роботі досліджується питання щодо використання співвідношень (9) або (10), тобто середнього арифметичного значення або середнього геометричного значення при нормуванні матриці експертних оцінок. На рис.3.1 наведений фрагмент програми у пакеті Mathcad із результатами розрахунків по формулам (9) та (10).

$$K_{I-j,i} := \frac{K_{n,j,i} + K_{m,j,i}}{2} \quad K_{II-j,i} := \sqrt{K_{n,j,i} \cdot K_{m,j,i}}$$

$$K_{I-} = \begin{pmatrix} 0.233 & 0.225 & 0.235 & 0.178 \\ 0.251 & 0.244 & 0.221 & 0.144 \\ 0.231 & 0.222 & 0.213 & 0.169 \\ 0.248 & 0.23 & 0.226 & 0.256 \\ 0.258 & 0.24 & 0.207 & 0.269 \end{pmatrix} \quad K_{II-} = \begin{pmatrix} 0.228 & 0.222 & 0.233 & 0.177 \\ 0.245 & 0.24 & 0.219 & 0.143 \\ 0.223 & 0.217 & 0.21 & 0.168 \\ 0.247 & 0.229 & 0.226 & 0.256 \\ 0.256 & 0.24 & 0.207 & 0.268 \end{pmatrix}$$

Рис.1. Фрагмент програми у пакеті Mathcad із розрахунком результатів за формулами (9) та (10)

Підхід номер 4 не дає адекватних результатів (табл.4) щодо рейтингів (кількісні значення) за рахунок використання у підході способу нормування по похибкам, використовуючи співвідношення (14 - 16). Можливо такий математичний підхід до нормування значень показників автомобілів ефективний як окремий етап таксонометричного методу при рейтингуванні автомобілів.

Таблиця 4 Результати розрахунку сумарних оцінювальних показників R_s для автомобілів

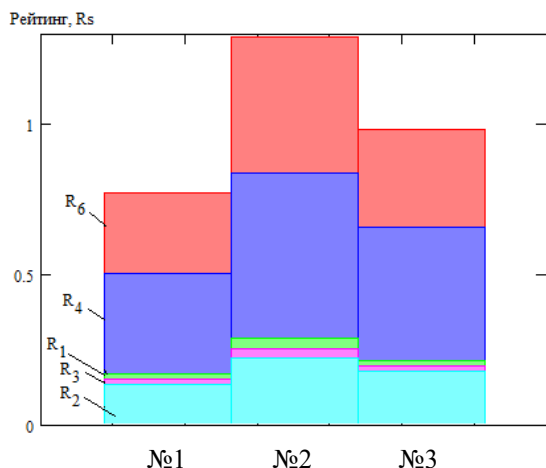
№	Значення R_s згідно із різними підходами, од. / Відхилення від максимального значення R_s , %					
	1	2	3	4	5	6
1	$\frac{0.17}{41}$	$\frac{0.134}{39}$	$\frac{0.152}{40}$	$\frac{0.503}{40}$	$\frac{-0.395}{-}$	$\frac{0.771}{40}$
2	$\frac{0.286}{0}$	$\frac{0.221}{0}$	$\frac{0.254}{0}$	$\frac{0.837}{0}$	$\frac{0.396}{-}$	$\frac{1.289}{0}$
3	$\frac{0.214}{25}$	$\frac{0.18}{19}$	$\frac{0.197}{22}$	$\frac{0.658}{22}$	$\frac{0.001137}{-}$	$\frac{0.981}{24}$

Застосування запропонованих підходів до обробки експертних оцінок та фінансових показників якості автомобілів в процесі рейтингування дозволяє рекомендувати

підходи з номерами 1-4, 6, які зберігають якість (рис.2, діаграми №2), що підтверджується даними табл. 4, де вказані у відсотках відносно відхилення рейтингів від їх максимальних значень при кожному підході.

На рис.2 проілюстрована суперпозиція отриманих рейтингів за підходами з номерами 1-4, 6. Тут мають місце наступні позначки: R1, R2, R3, R4 та R6 – це діаграми векторів, що отримані на основі розрахунку сумарних рейтингових чисел – показників (7) згідно із п'яти розглянутими підходами з номерами 1, 2, 3, 4 та 6 відповідно.

Суттєвий науковий інтерес представляє дослідження впливу компетентностей експертів на кількісну та якісну картину щодо рейтингів автомобілів.



№1 – Toyota; №2 – Wolkswagen; №3 – Honda
Рис. 2. Суперпозиція рейтингів автомобілів по п'яти підходам

Так, умовна 100-відсоткова компетентність експертів, як це продемонстровано на рис. 2 (діаграми з позначкою «1»), підвищує кількісні показники рейтингів автомобілів, якісні ж результати залишаються незмінними. Цей факт зазначає, що в розрізі кількісної оцінки показників рейтингу автомобілів обов'язково необхідно враховувати надані експертами оцінки з урахуванням показників їх компетентності.

Висновки

Проведене дослідження особливостей моделей при визначенні рейтингів автомобілів з точки зору обробки експертних

оцінок та технічних показників якості автомобілів, а також здійснений порівняльний аналіз рейтингів автомобілів на базі відомих і запропонованих підходів по обробці детермінованої статистичної інформації та їх вплив на адекватність якісних показників рейтингів дає змогу зробити наступні науково-обґрунтовані висновки:

- різні запропоновані підходи (6 моделей) до обробки детермінованої статистичної інформації зберігають якість рейтингів, при різних кількісних показниках (рис. 2, 3, табл. 4), та можуть бути рекомендовані до використання;
- урахування показників компетентності експертів при рейтингуванні автомобілів на основі експертного підходу є важливим процесом з точки зору отримання адекватних кількісних показників рейтингів автомобілів, при цьому слід зауважити, що якісні результати залишаються незмінними.

Література

1. Бажинова Т.О. Оценка качества технических решений в конструкции легковых автомобилей / Т.О. Бажинова // Вестник ХНАДУ. – 2012– №55. – С.49-51.
2. Бажинова Т.А. Концепция оценки технических решений создания синергетического автомобиля / Т.А. Бажинова // Сборник докладов международной научно – практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и научно – технический прогресс». – Губкин: ООО «Айкью», 2013.– №61. – С. 15-17.
3. Иванов А.М. Оценка эффективности и качества автомобилей при рыночной экономике. / Сборник научных трудов МАДИ (ГТУ) - М: МАДИ (ГТУ), 2002. с. 4-11.
4. Крахмалева А.В., Фасхиев Х.А. Методика оценки качества автомобилей [Электронный ресурс] // «Маркетинг в России и за рубежом», 2005, № 4. – Режим доступа: <http://www.mavriz.ru/articles/2005/4/3852.htm>

Рецензент: Подригало М.А., профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття поступила в редколегію 25.05.2015.