

Хаврук В.О., асистент кафедри
технічної експлуатації автомобілів та автосервісу
Національний транспортний університет

МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ДИЛЕРСЬКОГО СЕРВІСНОГО ЦЕНТРУ

Сучасна парадигма наукового дослідження полягає в тому, що реальні об'єкти замінюються їх спрощеними представленнями, абстракціями, вибраними так, щоб в них була відображена суть явища, ті властивості початкових об'єктів, які істотні для вирішення поставленої проблеми. Модель дилерського центру може бути описана у вигляді структури функціональних зв'язків між варійованим складом значимих факторів і вихідними параметрами [1]. У такій моделі необхідно забезпечувати подібність реакції «виходу» на «вхід», які повинні знаходитися як в статичній, так і в математичній рівновазі, тобто модель представляється у вигляді так званого «чорного ящика» (рис. 1).

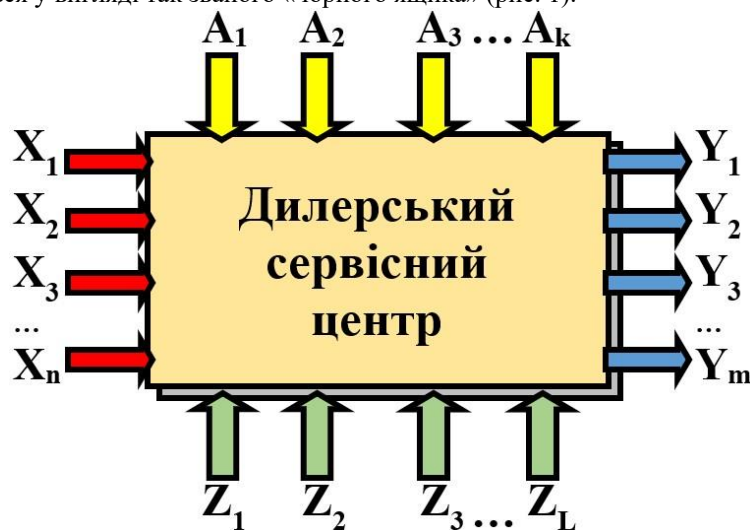


Рисунок 1 – Модель функціонування дилерського сервісного центру у вигляді «чорного ящика»

До першої групи факторів ($A_1...A_k$), які задані і не можуть бути змінені в ході виконання операцій, можна віднести кліматичні умови району розташування дилерського центру; економічну ситуацію в країні, в якій знаходиться дилерський центр; політичну обстановку, тобто ті фактори, на які неможливо вплинути.

До другої групи факторів ($X_1...X_n$) можна віднести ті з них, які утворюють систему елементів рішення, тобто ті, на які можна впливати, змінюючи цільову функцію. Ці керовані фактори вибираються з дерева систем.

Третя група факторів – заздалегідь невідомі умови ($Z_1...Z_L$) вплив яких на ефективність системи невідомий або вивчений недостатньо, наприклад, можливість виходу з ладу обладнання для технічного обслуговування (ТО) і ремонту; психо-фізіологічний стан робітника на посту і т.д.

Оскільки перша і третя група факторів відносяться до факторів зовнішнього середовища і ймовірність їх появи невідома, в моделі встановлюються фіксовані значення цих факторів і надалі вони не враховуються. Таким чином, цільова функція визначається як залежність від факторів другої групи:

$$y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (1)$$

Показник ефективності організації сервісного обслуговування Y визначається на основі підцилі «Мінімізація витрат часу і засобів клієнтів» дерева цілей. В якості цільової функції була вибрана величина середнього часу знаходження клієнта в системі, тобто часовий інтервал від його звернення до завершення ремонту.

До факторів, що впливають на цей показник ефективності, за результатами аналізу наукових і технічних джерел, віднесені наступні сім факторів (згідно з числом Мюллера):

- X_1 – кількість постів обслуговування в дилерському центрі;
- X_2 – забезпеченість сервісної зони запасними частинами;
- X_3 – кількість робітників на одному посту;

X_4 – кваліфікація робітників сервісної зони;
 X_5 – спеціалізація постів обслуговування в дилерському центрі;
 X_6 – вид обслуговування (ТО, ремонт, обслуговування по гарантії);
 X_7 – вид документообігу, прийнятий в дилерському центрі (паперовий, електронний).

Для розташування факторів по очікуваній мірі впливу на показник ефективності був використаний метод ранжирування факторів. Для цього була розроблена анкета, що включає параметр оптимізації, фактори і рівні їх варіювання. В результаті обробки даних анкет була отримана таблиця 1.

Таблиця 1 – Матриця результатів експертного опитування

Експерти ($m = 8$)	Фактори ($k = 7$)						
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
1	1	3	2	7	6	5	4
2	2	4	3	5	6	7	1
3	1	4	3	5	7	6	2
4	2	5	1	4	6	7	3
5	3	2	1	6	5	4	2
6	1	4	2	7	6	5	3
7	1	2	3	7	5	6	4
8	1	5	2	6	7	4	3
$\sum_{i=1}^m a_{ij}$	12	29	17	47	48	44	22
Δ_i	-19,3	-2,3	-14,3	15,7	16,7	12,7	-9,3
Δ_i^2	371,9	5,2	204,1	246,9	279,4	161,7	86,2

Сума квадратів різниць дорівнює:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m a_{ij}}{k} = \frac{12 + 29 + \dots + 22}{7} = 31,3 \quad (2)$$

Математична обробка результатів ранжирування дала наступні результати:

Середня сума рангів дорівнює:

$$S = \sum_{i=1}^k (\Delta_i)^2 = 371,9 + 5,2 + \dots + 86,2 = 1355,4 \quad (3)$$

Коефіцієнт конкордації дорівнює:

$$W = \frac{12 \times S}{m^2 \times (k^3 - k)} = \frac{12 \times 1355,4}{8^2 \times (343 - 7)} = 0,756 \quad (4)$$

Таким чином, коефіцієнт конкордації показує високу міру збігу думок експертів. Оцінка значущості коефіцієнта конкордації виконується за допомогою розподілу χ^2 .

Розрахункове значення $\chi^2_{розр}$ визначимо таким чином:

$$\chi^2_{розр} = \frac{12 \times S}{mk \times (k + 1)} = \frac{12 \times 1355,4}{8 \times 7 \times 8} = 36,3 \quad (5)$$

Прийнявши $\alpha = 0,05, f = 7 - 1 = 6$, визначаємо: $\chi^2_{0,05;6} = 12,5$.

Таким чином, $\chi^2_{розр} > \chi^2_{0,05;6}$. Співвідношення критичного і розрахункового значень χ^2 показує, що з довірчою ймовірністю 95% думки експертів про вплив факторів на параметр оптимізації узгоджуються з коефіцієнтом конкордації $W = 0,756$. Гістограма рангів наведена на рис. 2, з якої видно, що трьома найбільш значимими факторами є фактори X_1 (кількість постів обслуговування дилерського центру), X_3 (чисельність робітників на одному посту), X_7 (вид документообігу, прийнятий в дилерському центрі).

Завдання визначення оптимального управління полягає в знаходженні таких оптимальних значень X^*_1, X^*_3, X^*_7 , при яких значення функції Y (середній час знаходження заявки в системі) буде мінімальним:

$$Y(X^*_1, X^*_3, X^*_7) \rightarrow \min \quad (6)$$

При цьому, в якості обмежень повинні встановлюватися діапазони значень факторів, а також те, що тривалість простою усіх постів обслуговування і робітників має бути зведено до 0: $U(X_1) \rightarrow 0; V(X_2) \rightarrow 0$.

Позначимо умовно фактори X_1, X_3 і X_7 відповідно як X_1, X_2 і X_3 . Функція $f(X_1, X_2, X_3)$, тобто часовий інтервал від моменту звернення клієнта в дилерський центр аж до моменту закінчення його обслуговування, складається з наступних підфункцій:

$$f(X_1, X_2, X_3) = f_1(X_1) + f_2(X_2) + f_3(X_3) + c, \quad (7)$$

де f_1 – середній час очікування клієнта в черзі на обслуговування, год.;
 f_2 – середній час обслуговування клієнта, год.;
 f_3 – час розгляду рекламаций (у разі гарантійного обслуговування, год.);
 c – постійні тимчасові витрати (час на миття, проходження постів приймання, видачі, технічний контроль та ін.).

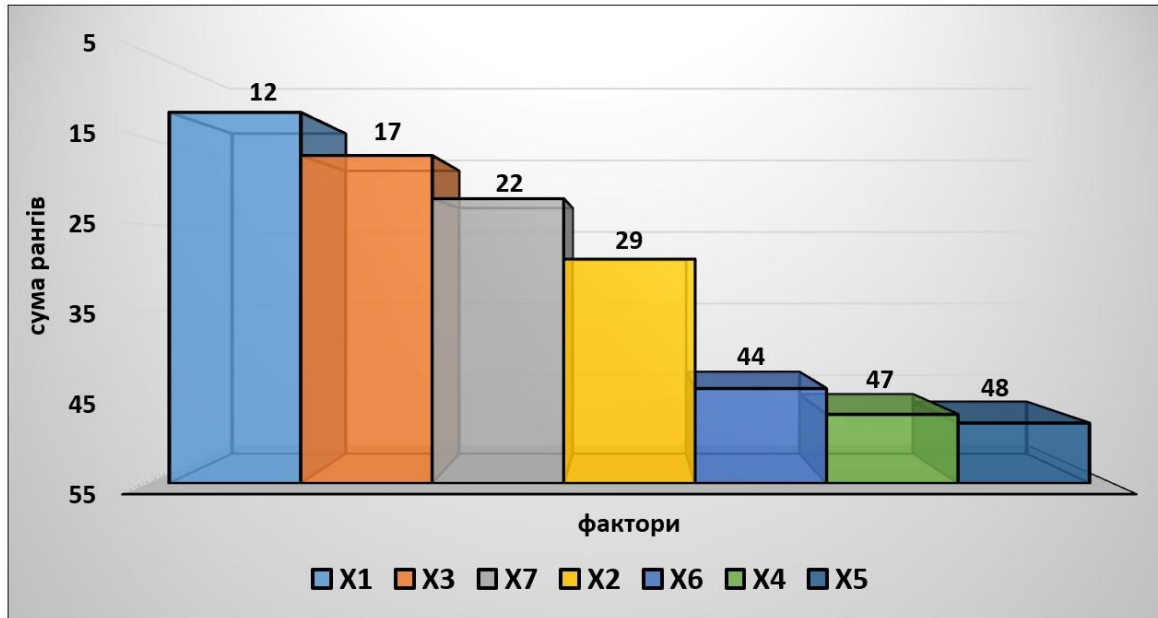


Рисунок 2 – Гістограма рангів

На основі теорії масового обслуговування значення функції $f_1(X_1)$ можна представити як величину середньої тривалості перебування клієнта в черзі W_q для багатоканальної системи масового обслуговування з очікуванням [2; 3]:

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (8)$$

де λ – інтенсивність вхідного потоку звернень.

Середня чисельність клієнтів в черзі на обслуговування [2; 3]:

$$L_q = \left[\frac{S \times \psi}{(S - \psi)^2} \right] \times P_S \quad (9)$$

де S – число каналів обслуговування (фактор X_1);

P_S – ймовірність того, що зайняті усі S каналів обслуговування.

Оскільки обмеження моделі виключають прості пости обслуговування, приймаємо P_S рівною 1:

$$\psi = \frac{\lambda}{\mu}, \mu = \frac{1}{\bar{t}_{обсл}} \quad (10)$$

де μ – інтенсивність обслуговування.

де $\bar{t}_{обсл}$ – середній час обслуговування клієнтів в системі.

Оскільки час обслуговування є випадковою величиною і описується законом розподілу Вейбулла, математичне очікування цієї величини розраховується таким чином [2; 3]:

$$M(\xi) = \beta \times \Gamma \left(1 + \frac{1}{\alpha} \right) \quad (11)$$

де $\Gamma(x)$ – гамма-функція Ейлера.

Тоді:

$$\mu = \frac{1}{\beta \times \Gamma \left(1 + \frac{1}{\alpha} \right)} = \frac{1}{28,76 \times \Gamma(1,775)} = \frac{1}{28,76 \times 0,964} = 0,036; \psi = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{1,035}{0,036} = 28,75.$$

Таким чином, функція f_1 має вигляд:

$$f_1(X_1) = \frac{\left[\frac{28,75 \times X_1}{(X_1 - 28,75)^2} \right]}{1,035} = 0,97 \times \left[\frac{28,75 \times X_1}{(X_1 - 28,75)^2} \right] \quad (12)$$

Функція $f_2(X_2)$ (середня тривалість обслуговування клієнта) визначається таким чином:

$$f_2(X_2) = \frac{\bar{t}_{обсл}}{X_2} = 27,72 \times X_2^{-1} \quad (13)$$

Функція $f_3(X_3)$ (середня тривалість розгляду рекламації) визначається таким чином:

$$f_3(X_3) = P_R \times (2 \times X_3 + T_R), \quad (14)$$

де P_R – ймовірність звернення клієнта по гарантії (0,25);

T_R – середній час розгляду рекламації на заводі-виробнику (середнє значення даного показника дорівнює 12 годин).

Тоді: $f_3(X_3) = 0,25 \times (2 \times X_3 + 12)$.

Постійні тимчасові витрати із складаються з середнього часу на миття автомобіля (0,2 год.), проходження поста приймання (0,6 год) і поста видачі (0,5 год). Таким чином, математична модель завдання має наступний вигляд:

$$f(X_1, X_2, X_3) = 0,97 \times \frac{28,75 \times X_1}{(X_1 - 28,75)^2} + 27,72 \times X_2^{-1} + 0,25 \times (2 \times X_3 + 12) + 2,3 \rightarrow \min \quad (15)$$

Обмеження:

$$10 \leq X_1 \leq 14; 1 \leq X_2 \leq 3; X_3 = 1 \text{ або } X_3 = 10; U(X_1) \rightarrow 0; V(X_2) \rightarrow 0 \quad (16)$$

Висновки. Таким чином отримана модель функціонування автомобільного дилерського центру, яка враховує три фактори: кількість постів обслуговування в дилерському центрі; кількість робітників на одному посту; вид документообігу.

Література

1. Yang Yuanze, Wang Xiuli. Research on Business Model Innovation of Automobile Dealers from the Perspective of Value Creation. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*. 2018. Vol. P. 462–466.
2. Литвинов А.Л. Теорія систем масового обслуговування : навчальний посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 141 с.
3. Голоскоков О.Є., Голоскокова А.О., Мошко Є.О. Основи теорії експоненціальних систем масового обслуговування : навчальний посібник. Харків : НТУ «ХПІ», 2017. 312 с.