

ВЕБ-ОРІЄНТОВАНА МОДЕЛЬ ДИНАМІКИ ВАРТОСТІ АВТОМОБІЛІВ

В статті запропонована система збору статистичних даних для первинного та вторинного автомобільних ринків та заходи для подальшої їх обробки з метою визначення оптимального періоду використання автомобіля, на прикладі українського ринку.

Ключові слова: математична модель, вартість володіння автомобілем, аналіз автомобільного ринку, статистична оцінка, знецінення автомобіля.

A.S. HOROKHIVSKYI, M.V. STRILETSKYI, R.M. PASICHNYK

Ternopil National Economic University

WEB-BASED DYNAMIC MODEL CAR PRICE

In this article we propose a system for collecting statistics for primary and secondary car markets and measures for further processing in order to determine the optimal period of use of the car, on the example of the Ukrainian market.

Keywords: mathematical model, the cost of owning a car, car market analysis, statistical evaluation, the depreciation of the vehicle.

Вступ

На сучасному етапі розвитку суспільства автомобіль стає необхідним атрибутом забезпечення достатнього рівня мобільності населення. Рівень такої мобільності серед країн світу сильно диференційований. Зокрема в США частка автомобілевласників складає 802 на 1000 мешканців, в той час як в Україні лише 158 автомобілевласників. Із врахуванням процесів глобалізації можна очікувати значного зростання автомобілізації українського суспільства, що в значній мірі забезпечуватиметься за рахунок вторинного ринку. Загальні тенденції динаміки якого досліджені в роботі [1]. Однак в умовах обмеженості грошових коштів важливим критерієм раціонального вибору автомобіля служить вартість його володіння. В роботі [2] досліджено абстрактні статичні фактори впливу, що обумовлюють таке знецінення. Структурна модель вартості володіння, на основі реальних факторів, досліджена в праці [3] В.А. Зобніна. Недоліком цих досліджень є відсутність прив'язки до реальних статистичних даних. Це унеможливило їх пряме використання для побудови практичних рекомендацій автовласникам. Окрім вартості володіння для окремих категорій споживачів важливим критерієм вибору марки автомобіля є його надійність. Згаданий показник ще не отримав достатнього висвітлення в науковій літературі. Тому актуальними задачами є побудова моделей вартості володіння та періоду безвідмовності автомобіля, які спираються на статистичні дані автомобільного ринку та служать для побудови практичних рекомендацій автовласникам. Дослідженням цих задач присвячена дана робота.

Постановка задачі

В [3] наводиться структурна модель вартості володіння:

$$W = E + O + P - R, \quad (1)$$

де W – вартість володіння,

E – вступні витрати в експлуатацію,

O – експлуатаційні витрати,

P – витрати виходу з експлуатації,

R – відшкодування витрат володіння.

Дана модель подає основні компоненти, які формують вартість володіння. Частина із них формується на основі ринкової кон'юнктури, а частина залежить від особливостей експлуатації транспортного засобу. Зокрема обсяг знецінення автомобіля ($E - R$) обумовлений ринковими факторами, а обсяги експлуатаційних витрат ($O + P$) індивідуальні для кожного власника. При плануванні доцільності придбання транспортного засобу експлуатаційні витрати можуть бути оцінені автомобілевласником на основі досвіду попередньої експлуатації та технічних характеристик автомобіля. В той же час обсяг знецінення автомобіля значно важче піддається емпіричній оцінці, оскільки вимагає узагальнення підготовлених статистичних ринкових даних. Це обумовлює необхідність побудови веб-орієнтованої моделі знецінення вартості автомобіля.

Модель динаміки вартості володіння

Перетворимо структурну модель (1) до вигляду придатного для параметричного моделювання. З цією метою згрупуємо вступні витрати та відшкодування витрат володіння, які можуть бути оцінені на основі статистичних даних автомобільного ринку. Різниця між ними означає величину D знецінення автомобіля за період його експлуатації автовласником. Ця величина залежить від віку A автомобіля та

періоду T його експлуатації. Доцільно також аналізувати вплив виробника M на величину цього знецінення. В результаті отримуємо представлення

$$D(M, A, T) = E(M, A) - R(M, A + T) = V(M, A) - V(M, A + T) \quad (2)$$

де $V(M, A)$ – ринкова вартість автомобіля, який має вік A та випущений виробником M .

Вказане співвідношення свідчить про значну роль функції вартості автомобіля в оцінці вартості його володіння. Аналіз статистичних даних дозволяє встановити інтервал адекватності $[0, A_a]$ аналітичного представлення функції вартості. На цьому інтервалі згадана функція повинна бути монотонно спадною

$$\frac{\partial V(M, A)}{\partial A} < 0, A \in [0, A_a] \quad (3)$$

Також важливе значення мають темпи знецінювання згаданої вартості, які представляються першою похідною функції $V(M, A)$. Аналіз статистичних даних засвідчує монотонність першої похідної майже на всьому інтервалі адекватності. При цьому на початку цього інтервалу спостерігається стрімке зниження вартості, яке згодом сповільнюється. Особливості поведінки таких функцій для різних виробників можна охарактеризувати межовими точками темпів знецінювання відносно його початкового значення. Важливими в цьому плані виявляються 50% та 20% рівні знецінювання відносно початкового темпу. Їм відповідають інтервали

$$[0, A_{50}] \subset [0, A_{20}] \subset [0, A_a] \quad (4)$$

Таким чином особливості володіння автомобілем від конкретного виробника можна охарактеризувати кортежем наступних часових характеристик

$$\langle A_{50}, A_{20}, A_a \rangle \quad (5)$$

Побудований кортеж розбиває період аналізу $[0, A_a]$ на півперіоди швидкого знецінювання $[0, A_{50}]$ та повільного знецінювання $[A_{50}, A_{20}]$, які можна охарактеризувати за допомогою кортежу вартостей автомобіля:

$$\langle V_0, V_{50}, V_{20} \rangle \quad (6)$$

Кортеж фіксує початкову вартість автомобіля, його вартість на кінець періодів швидкого та повільного знецінювання. Згадана сукупність кортежів подає якісну характеристику темпів знецінювання вартості автомобіля конкретного виробника, а функція знецінювання дає його кількісну оцінку. Це дозволяє спрогнозувати затрати пов'язані із володінням автомобіля від конкретного виробника.

Згадані оцінки доцільно будувати на основі об'єктивних статистичних даних. Така можливість з'являється при використанні інформації поданої спеціалізованими веб-сайтами, де розміщені оголошення про умови продажу конкретних автомобілів. Операція отримання цієї інформації вручну є надзвичайно трудомісткою. Однак вона може бути отримана автоматизовано за допомогою наступного алгоритму:

1. Вибір експертного веб-ресурсу.
2. Налаштування шаблону вибору інформації.
3. Сканування html кодів сторінок ресурсу.
4. Вибір цільової інформації зі сторінок.
5. Запис вибраної інформації в базу даних.

В якості експертного веб-ресурсу вибирають веб-сайт, де представлені масиви оголошень щодо продажу автомобілів. Ці оголошення представлені в стандартному форматі в якому можна виділити інформаційні елементи що нас цікавлять. За допомогою спеціальних запитів формуємо масив посилань на сторінки сайту, де розташовані оголошення по продажах автомобілів, які заносимо в таблицю бази даних. На наступному етапі скануємо збережені посилання та вибираємо із відповідних сторінок необхідну інформацію, яку зберігаємо у відповідну таблицю бази даних.

Збережену інформацію про обсяги реалізації можна експортувати у відповідні текстові файли, які можна передати в пакет прикладних програм Matlab. Засобами Matlab будемо аналітичне представлення функції $V(M, A)$ ринкової вартості автомобіля на основі середньоквадратичної апроксимації експериментальних даних многочленом четвертого порядку. Засобами MATLAB також не важко встановити першу похідну побудованої функції $\frac{\partial V(M, A)}{\partial A}$.

Програмна реалізація алгоритму вибору інформації про умови продажу автомобілів реалізовано в системі програмування C#. Схема взаємодії класів представлена на рис.1.

На першому кроці відбувається зчитування посилань на інформаційні оголошення за допомогою класу ReadLink() та зберігання їх в базі даних. Далі, використовуючи посилання з бази даних, під'єднуємось до веб-сайту та зчитуємо за допомогою класу ReadData() характеристики автомобіля. Отриману інформацію записуємо в базу даних та формуємо у текстовий файл за допомогою функції WritetoFile().

В подальшому здійснюється побудова аналітичних залежностей обчислених за допомогою продукту Matlab на основі наступного алгоритму.

1. Пошук середньорічної вартості автомобіля для кожного виробника.
2. Побудова моделі вартості автомобіля в залежності від терміну його експлуатації.
3. Обчислення похідної функції вартості автомобіля.

4. Визначення періодів престижної, задовільної та залишкової споживчих вартостей.

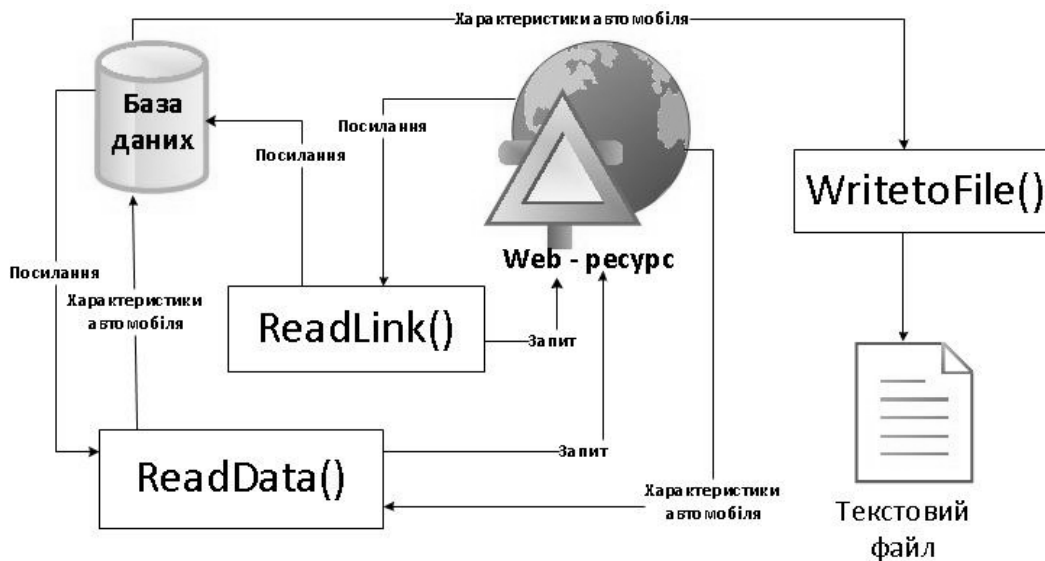


Рис. 1. Схема взаємодії класів

Моделювання вартості автомобіля здійснювалось за допомогою многочлена четвертого порядку за середньоквадратичним критерієм із використанням функції `fit('poly4')`. Похідна функції вартості будувалась за допомогою процедури `differentiate` пакету Matlab.

Чисельні експерименти

На основі поданих алгоритмів сформовано прикладну програму збору статистичної інформації в системі програмування C#, а також програмний комплекс обробки цієї інформації за допомогою пакету Matlab. Для збору статистичних даних використано дошку оголошень веб-сайту «Автобазар» (<http://avtobazar.ua>), що володіє однією з найбільших баз оголошень для продажу автомобілів. В результаті проведених експериментів, опрацьовано порядком 97 000 оголошень, з яких отримано інформацію про ціну, рік випуску та марку автомобіля.

На основі обробки статистичної інформації побудовані функції вартості автомобілів для основних виробників. На рис. 2 представлено графік такої функції для виробника Audi.

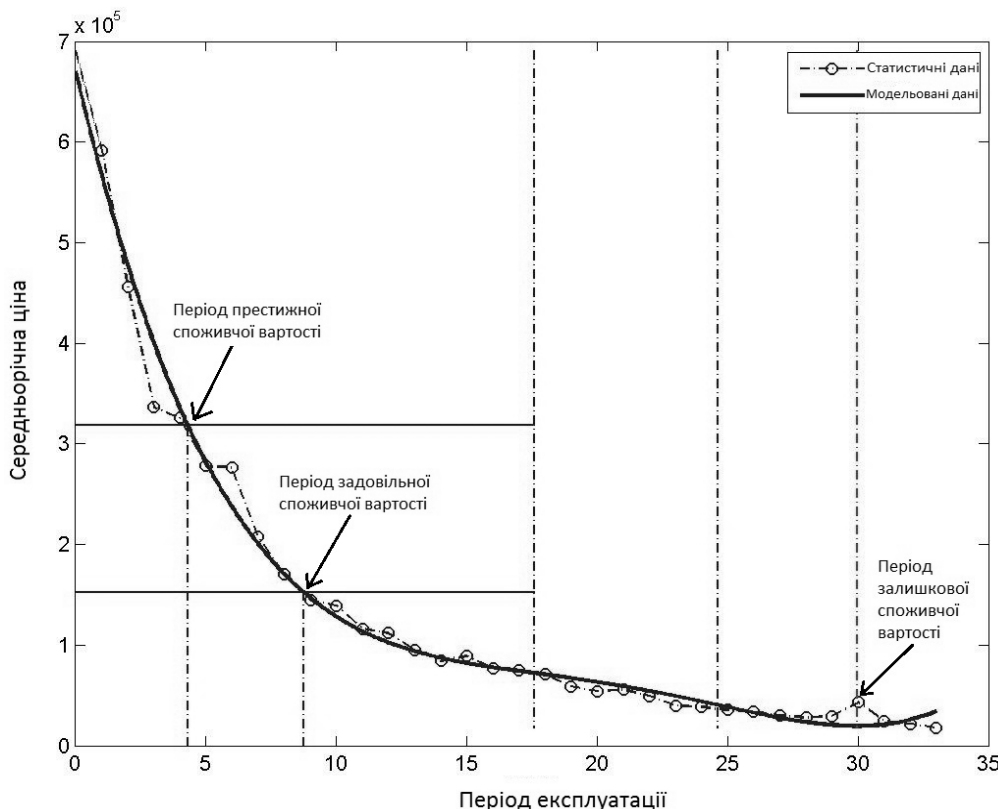


Рис. 2. Функція вартості автомобіля Audi

На графіку подані середні значення вартостей для автомобілів даного виробника, а також модель цієї вартості у вигляді многочлена четвертого порядку від часу експлуатації автомобіля. Наочно показано межі інтервалів престижної, задовільної та залишкової споживчих вартостей. На основі побудованих моделей для восьми основних виробників побудовано оцінку динаміки вартості автомобілів, подану в таблиці 1.

Таблиця 1

Динаміка знецінення автомобілів по виробниках

Виробник автомобіля	Початкова вартість автомобіля	Період престижної споживчої вартості		Період задовільної споживчої вартості		Період залишкової споживчої вартості	
		Тривалість (роки)	Залишкова вартість,%	Тривалість (роки)	Залишкова вартість,%	Тривалість (роки)	Залишкова вартість,%
Audi	100%	4,3	47,54	8,75	22,73	29,96	2,91
BMW	100%	4,6	47,02	9,44	21,53	29,78	2,86
Mercedes	100%	3,8	44,46	7,53	19,38	29,6	1,58
Ford	100%	3,8	52,75	7,71	30,49	29,15	5,46
Renault	100%	3,73	56,39	7,65	35,48	28,62	8,07
Volkswagen	100%	4,15	53,29	8,53	30,79	30,35	5,92
ВАЗ	100%	4,39	59,91	9,15	40,08	31,47	16,13
ЗАЗ	100%	3,61	52,29	7,24	30,3	29,63	2,57

Таблиця 2

Розподіл знецінення автомобілів по виробниках

Виробник автомобіля	Середньорічне знецінювання, %		
	Період престижної споживчої вартості,	Період задовільної споживчої вартості,	Період залишкової споживчої вартості,
Audi	12,2	8,83	3,24
BMW	11,51	8,31	3,26
Mercedes	14,62	10,71	3,33
Ford	12,43	9,02	3,24
Renault	11,69	8,43	3,21
Volkswagen	11,26	8,11	3,12
ВАЗ	9,13	6,55	2,67
ЗАЗ	13,22	9,63	3,29

Аналіз таблиці дозволяє прорангувати виробників по престижності за критерієм максимального середньорічного знецінювання та надійності за критерієм тривалості для інтервалу престижної споживчої вартості. Аналогічний аналіз можна провести для періодів задовільної та залишкової споживчих вартостей. Результати аналізу подані в таблиці 2.

Висновки

Розглянуто проблему обґрунтованого вибору автомобіля на первинному та вторинному ринках. В результаті проведених досліджень вперше запропоновано метод аналізу динаміки вартості автомобілів по виробниках на основі ринкової інформації. Розроблено прикладну програму збору статистичної інформації із веб-ресурсів в середовищі .NET а також програмний комплекс обробки статистичної інформації в середовищі Matlab. Результати чисельних експериментів підтверджують ефективність запропонованого методу.

Література

1. Gavazza A., Lizzeri A., Roketskiy N. A Quantitative Analysis of the Used Car Market / Alessandro Gavazza, Alessandro Lizzeri, Nikita Roketskiy. — New York, 2012. — 40 с.
2. Кучерова А.Ю. Расчет влияния цены новых машин на срок службы старых / А.Ю. Кучерова // БИЗНЕСИНФОРМ. — 2009. — №10. — С. 92-95.
3. Зобнин В.А. Расчет и оптимизация стоимости и владения легковым автомобилем в некоммерческой эксплуатации / В.А. Зобнин. — М., 2012. — 74 с.

References

1. Gavazza A., Lizzeri A., Roketskiy N. A Quantitative Analysis of the Used Car Market / Alessandro Gavazza, Alessandro Lizzeri, Nikita Roketskiy. — New York, 2012. — 40 с.
2. Кучерова А.Ю. Расчет влияния цены новых машин на срок службы старых / А.Ю. Кучерова // БИЗНЕСИНФОРМ. — 2009. — №10. — С. 92-95.
3. Зобнин В.А. Расчет и оптимизация стоимости и владения легковым автомобилем в некоммерческой эксплуатации / В.А. Зобнин. — М., 2012. — 74 с.