

Моделювання процесів утворення ціни на вторинному ринку автомобілів

Куліковська Аліна Станіславівна, магістрант

ORCID ID: 0009-0007-0943-3653

Науковий керівник: Стець Олена Вікторівна, к.ф.-м.н., доцент

КПІ ім. Ігоря Сікорського

Автомобільна мобільність сьогодні важлива для багатьох людей, проте вартість нових автомобілів висока, тому багато звертають увагу на вторинний ринок. Автори розробили модель для розрахунку оптимальної ціни вживаних автомобілів, забезпечуючи економічні переваги. Цінова динаміка вторинного ринку важлива для компаній та фізичних осіб. Вартість вживаних автомобілів зазвичай нижча, а широкий вибір моделей створює конкуренцію. Вторинний ринок також сприяє економіці та галузям, пов'язаним із збутом та обслуговуванням автомобілів.

Вторинний ринок автомобілів є важливим сегментом автомобільної індустрії, який охоплює продаж вживаних автомобілів, що мають попередніх власників. Світовий ринок легкових авто можна представити такою схемою: Автовиробник → Імпортер → Дилер → Субдилер → Експортер → Споживач [1].

Дослідження зосереджене на вивченні впливу факторів на ціноутворення в Україні. Застосування економіко-математичних моделей для прогнозування цін та аналіз процесу ціноутворення становлять основні завдання. Результати можуть бути використані підприємствами для обрання оптимальних варіантів автомобілів з урахуванням вартості та якості. Дані для дослідження взято у ТОВ «СІЕРАНС ГЛОБАЛ МЕРЧАНТС УКРАЇНА».

Рівень автомобілізації в Україні найнижчий в Європі - лише 232 автомобілі на кожні 1000 осіб. Для досягнення середньоєвропейського рівня в 610 автомобілів на тисячу осіб, потрібно привезти ще 15 мільйонів автомобілів, що, за поточної динаміки імпорту, займе близько 40 років [2]. У 2022 році середня ціна вживаного легкового автомобіля склала \$5700, знижуючись від \$6000 у січні до мінімуму у грудні (\$5200). Ціни в Україні формуються у доларах США, і з урахуванням зміни валютного курсу, за ті самі гроші у гривневому еквіваленті можна придбати менш якісне авто. Незважаючи на події минулого року, на українському автомобільному ринку не відбулося значного цінового спаду. Для дослідження поставленої задачі обрано ТОВ «СІЕРАНС ГЛОБАЛ МЕРЧАНТС УКРАЇНА», оскільки в компанії наявний від'ємний чистий прибуток.

Україна використовує позашляховики в аграрному секторі, де кросвери та позашляховики займають лідерські позиції серед нових моделей. Компанія, котра віддає перевагу цим типам авто, враховує моделі з періоду 2017-2021 років на вторинному ринку, що дозволяє порівнювати їхні ціни з ринковими.

За основу для аналізу взята багатокритеріальна регресійна модель. *Багатофакторна регресійна модель* (multiple regression model) є статистичною моделлю, яка використовується для аналізу залежності між однією залежною змінною і кількома незалежними змінними:

$$\hat{Y} = b_0 X_0 + b_1 X_1 + \dots + b_m X_m, \quad (1)$$

де \hat{Y} – залежна (пояснювальна) змінна; x_1, x_2, \dots, x_m – незалежні (пояснюючі) змінні; b_0, b_1, \dots, b_m – невідомі коефіцієнти.

При аналізі вторинного ринку важливо враховувати коефіцієнт на поломку/ремонт, оскільки автомобілі вже мають пробіг і вік. Поза показниками, що враховані в моделі, додаємо два коефіцієнти до вартості авто: один, залежний від річного пробігу та відхилення від норми, інший - від віку автомобіля. Ці коефіцієнти базуються на постанові «Про внесення змін до Методики визначення середньої ринкової вартості легкових автомобілів» [3] та експертних оцінок, що враховують ймовірність поломок та потребу в обслуговуванні.

Регресійна модель з урахуванням доданих вартостей виглядатиме наступним чином:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 + a_6x_6 + 100\left(1 - \frac{t(x_1)}{100}\right) + 25t(x_2), \quad (2)$$

де y є залежною змінною, яку намагаємося передбачити, тобто ціна на авто; a_0, a_1, \dots, a_6 – оцінки параметрів, x_1 – вік авто; x_2 – пробіг авто; x_3 – бренд авто; x_4 – модель авто; x_5 – тип палива; x_6 – чи була пригнана машина або купувалася в салоні в Україні; $t(x_1)$ – коефіцієнт коригування ціни, засновані на віці машини; $\left(1 - \frac{t(x_1)}{100}\right) 100$ – додана вартість до ціни на ремонт, що базується на віку машини; $t(x_2)$ – коефіцієнт коригування ціни, оснований на пробігу машини; $25t(x_2)$ – додана вартість до ціни на ремонт, базована на відхиленні від норми пробігу на рік машини.

Перевіряємо кореляцію показників між собою та до залежної змінної (ціни) за допомогою значення Пірсона. Для залежної змінної бачимо:

- найбільшу кореляцію з роком виготовлення (0,63),
- від’ємну високу кореляцію з пробігом (-0,54), брендом (-0,49) та маркою автівки (-0,51).

Аналізуємо результати:

Корінь середньоквадратичної помилки : 1676.80

Середня абсолютна помилка : 1463.41

Коефіцієнт детермінації : 0.95

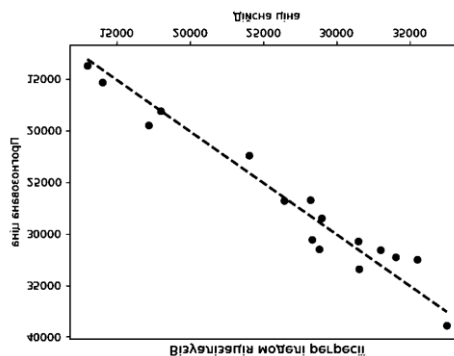


Рисунок 1 – візуалізація регресійної моделі (одиниці вимірювання \$).

Джерело: складено на основі власних розрахунків

З рисунку 1 та статистичних даних бачимо, що:

- точки з даними доволі близько знаходяться до нашої прямої, тобто прогнозована ціна приблизно ідеально відповідає ціні даних в умові;
- високий показник детермінації;
- середня абсолютна помилка на рівні 1463\$.

$$y = -7503725 + 3736x_1 - 71x_2 - 5563x_3 - 144x_4 + 928x_5 - 1851x_6\left(1 - \frac{t(x_1)}{100}\right) + 25t(x_2) \quad (3)$$

Скориставшись побудованою моделлю розрахуємо скільки за нашою коштувало б кожне авто на вторинному ринку та чи є сенс компанії замислюватися про пошук авто на авторинку для економії коштів.

Таблиця 6 – дані про автомобілі, зібрані на підприємстві та прогнозовані дані на автомобілі на вторинному ринку.

Brand	Car_brand	Price, \$	Year	Car_mileage	Fuel	Abroad_local	Prediction,\$	Price-prediction,\$
Skoda	Skoda kodiaq	35000	2019	0	petrol	local	32785.34	2214.663
Hyundai	Hyundai tuxon	28000	2018	0	petrol	local	25032.66	2967.338

Hyundai	Hyundai santafe	40000	2020	0	petrol	local	34312.37	5687.629
Volkswagen	Volkswagen artoon	45000	2020	0	petrol	local	38820.48	6179.516
Nissan	Nissan xtrail	35000	2018	0	petrol	local	22738.15	12261.85
Toyota	Toyota RAV4	32000	2017	0	petrol	local	24334.15	7665.847
Renault	Renault Duster	22000	2018	0	petrol	local	15446.39	6553.612
Hyundai	Hyundai i30	25000	2018	0	petrol	local	14864.06	10135.94

Джерело: складено на основі власних розрахунків

Розроблена багатокритеріальна регресійна модель на основі економіко-математичного аналізу підприємства та його автомобільного парку дозволила оптимально обирати автомобільні пропозиції на вторинному ринку та раціонально використовувати бюджет. Аналіз результатів показав, що потрібно приділити особливу увагу моделям автомобілів, таким як Hyundai i30 та Nissan X-Trail, оскільки ці авто можуть зекономити компанії близько 10 000 доларів за одиницю. Моделі Skoda Kodiaq та Hyundai Tucson вимагають менше уваги при виборі, оскільки економія на них буде невеликою. Ці моделі рекомендується розглядати для придбання в автосалоні.

Hyundai Santa Fe, Volkswagen Arteon, Toyota RAV4 та Renault Duster заощаджують приблизно в одному ціновому сегменті, здатні економити від 5,5 до 7,5 тисяч доларів за кожним автомобілем.

Проведена апробація результатів на практиці підтвердила, що Nissan X-Trail та Hyundai i30 є найвигіднішими моделями для економії коштів підприємства, призначені для покупки на вторинному ринку та можуть забезпечити економію від 10 до 12 тисяч доларів.

Література:

1. Антонюк О. Автотранспорт: суть та структура. Ділова Швейцарія. 2019. № 3. С. 57–58.
2. Аналітичне дослідження вторинного авторинку України.
URL: <https://eauto.org.ua/news/13-analitichne-doslidzhennya-vtorinnogo-avtorinku-ukrajini>
3. КМ України Постанова КМ «Про внесення змін до Методики визначення середньоринкової вартості легкових автомобілів» від 21.06.2017 N 428