

«Економіко-математичне моделювання ціноутворення на вторинному ринку  
автомобілів»

**Ясіновський Володимир Михайлович**

## Зміст

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1.....	6
ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ЦІНОУТВОРЕННЯ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ РИНКУ.....	6
1.1. Особливості та принципи ціноутворення .....	6
1.2. Аналіз та характеристика вторинного ринку автомобілів .....	10
1.3. Генезис математичних методів та моделей формування ціни .....	13
РОЗДІЛ 2.....	18
МОДЕЛЮВАННЯ ЦІНОУТВОРЕННЯ АВТОМОБІЛІВ НА ВТОРИННОМУ РИНКУ.....	18
2.1. Економічний аналіз чинників ціноутворення на вторинному ринку автомобілів .....	18
2.2. Побудова економіко-математичної моделі формування ціни на вторинному ринку автомобілів .....	34
2.3. Програмна реалізація моделі формування ціни автомобілі.....	40
Висновки до розділу 2 .....	45
РОЗДІЛ 3.....	47
РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЦІНОУТВОРЕННЯ АВТОМОБІЛІВ НА ВТОРИННОМУ РИНКУ.....	47
3.1. Математичне та комп'ютерне моделювання встановлення ціни на вторинному ринку автомобілів .....	47
3.2 Розробка рекомендацій для прийняття управлінських рішень щодо купівлі автомобілів на вторинному ринку .....	50
Висновки до розділу 3 .....	54
ВИСНОВКИ.....	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	<b>Помилка! Закладку не визначено.</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми роботи.** Сьогодні, особливо після початку повномасштабного вторгнення, питання мобільності стало надзвичайно важливим. Через значні втрати автомобільного транспорту під час війни багато українців прагнуть мати власний транспорт для забезпечення незалежного пересування. Тимчасове скасування мита на ввезення автомобілів з-за кордону сприяло імпорту великої кількості транспортних засобів з Європи та Америки. Завдяки цьому автомобілі можна придбати за нижчою ціною, оскільки вони не обтяжені митом, акцизами та податком на додану вартість.

**Мета та завдання роботи.** Метою роботи є побудова та аналіз економіко-математичної моделі для визначення основних чинників ціноутворення автомобілів. Завдання включають створення багатофакторної регресійної моделі з урахуванням додаткових витрат на ремонт та порівняння отриманих результатів з реальними даними, наданими підприємством.

### **Завдання дослідження.**

У межах дослідження були поставлені та виконані такі завдання:

- проаналізовано ціноутворення автомобілів в Україні;
- вивчено ситуацію на ринку під час воєнного періоду;
- проаналізовано фінансові дані підприємства;
- визначено найкращі моделі для прогнозування цін на автомобілі;
- побудовано багатофакторну регресійну модель із додатковими параметрами ремонту авто з пробігом;
- створено дерево прийняття рішень;
- виконано аналіз і порівняння результатів;
- здійснено прогнозування цін на автомобілі підприємства та порівняння їх з ринковими показниками;
- надано рекомендації щодо оптимізації закупівлі автомобілів.

**Об'єктом дослідження** є вплив різних чинників на ціноутворення

автомобілів на вторинному ринку України.

**Предметом дослідження** є механізм ціноутворення на вторинному ринку автомобілів.

**Інформаційна база.** Дослідження ґрунтується на даних з сайтів оголошень та інформації, отриманій під час проходження переддипломної практики на підприємстві.

**Методи дослідження.** У роботі застосовано метод багатofакторної лінійної регресії з урахуванням витрат на ремонт для автомобілів вторинного ринку. На основі отриманих моделей підприємству рекомендовано, які автомобілі вигідніше купувати на вторинному ринку для економії коштів, а які — з салону, враховуючи їх новизну.

**Наукова новизна дослідження:** Розроблено економіко-математичну модель прогнозування цін на автомобілі, що дозволяє включати додаткові параметри ціноутворення, такі як вік та технічний стан автомобілів, попит і пропозицію, а також економічні й соціальні умови. Це забезпечує можливість виявляти потенційні ризики та негативні чинники, що впливають на ринок автомобілів. Це дозволяє заздалегідь підготуватися до змін, мінімізувати ризики та забезпечити стабільність бізнесу.

**Практична значущість роботи.** Практична цінність дослідження є високою, адже прогнозування ціноутворення автомобілів особливо актуальне в сучасних умовах. Результати роботи допоможуть підприємству порівнювати вторинний ринок із ринком нових авто та ефективно планувати витрати для оптимізації бюджету. Розроблена економіко-математична модель дозволяє аналізувати ключові чинники ціноутворення, такі як вік та технічний стан автомобілів, попит і пропозицію, а також економічні й соціальні умови. Це забезпечує можливість прогнозування майбутніх змін цін на транспортні засоби. Моделювання ціноутворення допомагає виявляти потенційні ризики та негативні чинники, що впливають на ринок автомобілів. Це дозволяє заздалегідь підготуватися до змін, мінімізувати ризики та забезпечити стабільність бізнесу.



# РОЗДІЛ 1

## ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ЦІНОУТВОРЕННЯ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ РИНКУ

### 1.1. Особливості та принципи ціноутворення

Ціна - це вартісний вираз товару, що показує суму грошей, яку сплачують або отримують за одиницю товару чи послуги. Вона відображає споживчі властивості товару, купівельну спроможність валюти, рівень конкуренції, рідкісність товару, державне регулювання та поведінку ринкових суб'єктів [38].

Функції ціни демонструють її властивості в системі економічних відносин та включають:

- Обліково-вимірну, показує вартість товарів і послуг через витрати на їх виробництво.
- Регулюючу, балансує попит і пропозицію, пов'язуючи виробництво зі споживанням.
- Стимулюючу, сприяє або обмежує виробництво та споживання різних товарів.
- Розподільчу, розподіляє національний дохід між галузями, власниками, регіонами та соціальними групами.

Ці функції взаємодіють і часто перетинаються, що ускладнює процес ціноутворення на практиці.

Існує кілька підходів до визначення цінності товару, серед яких:

- теорія трудової вартості;
- теорія граничної корисності;
- теорія попиту і пропозиції;
- теорія факторів виробництва;
- інформативна теорія.

Теорія трудової вартості пояснює цінність товару кількістю праці, витраченої на його виробництво. Цю концепцію розвинули У. Петті, А. Сміт, Д.

Рікардо, а найповніше — К. Маркс, який показав, що вартість проявляється через обмін товарів.

Теорія граничної корисності визначає цінність товару його корисністю для споживача. Представники цього підходу — У. Джеванс, А. Маршалл, К. Менгер та інші — вважали, що цінність не можна зводити до виробничих витрат. Згідно з цією теорією, цінність визначається граничною корисністю останньої одиниці товару.

Теорія попиту і пропозиції стверджує, що цінність товару визначається ринковою ціною, яка формується залежно від співвідношення попиту та пропозиції. Ринкові ціни досягають рівноваги між інтересами покупців і продавців.

Окрім цих теорій, існують і інші підходи, зокрема теорія факторів виробництва та інформативна теорія, яка набуває значення в умовах постіндустріального суспільства, де домінує інтелектуальна праця.

Ціноутворення — це процес встановлення цін на товари та послуги й реалізація цінкових стратегій. Методологія ціноутворення охоплює принципи та правила формування цін, пов'язані з особливостями економічної системи. Єдина методологія забезпечує створення узгодженої системи цін на всіх рівнях економіки.

Методика ціноутворення є складовою методології та містить конкретні правила формування цін, які враховують галузеві, виробничі та товарні особливості. Вона надає рекомендації та інструменти для реалізації стратегій ціноутворення у практиці.

Принципи ціноутворення — це базові правила, які формують систему цін. До ключових принципів ринкового ціноутворення належать:

- наукове обґрунтування;
- цільове спрямування;
- безперервність процесу;
- єдність ціноутворення та контролю;

– зв'язок із загальною політикою підприємства та ринковою кон'юнктурою.

Стратегія ціноутворення визначає заходи та методи для досягнення цілей цінової політики в певній ринковій ситуації. Вона складається з таких елементів: Стратегія ціноутворення = мета підприємства + метод визначення ціни + динаміка ціни [38].

Етапи розробки цінової стратегії:

1. Збір вихідної інформації, що охоплює:

- оцінку витрат;
- уточнення фінансових цілей;
- визначення потенційних покупців;
- уточнення маркетингової стратегії;
- аналіз конкурентів.

2. Стратегічний аналіз.

3. Формування стратегії.

Другий етап — стратегічний аналіз — спирається на зібрану інформацію і охоплює такі напрями:

1. Фінансовий аналіз: досліджує можливі варіанти цін, продуктів, витрат на виробництво та визначає ринкові сегменти з конкурентними перевагами.

2. Аналіз ринкових сегментів: визначає оптимальну диференціацію цін, враховуючи різну чутливість покупців до цін і витрати підприємства для задоволення їхніх потреб.

3. Аналіз конкуренції: прогнозує реалізацію та прибуток підприємства з урахуванням реакції конкурентів.

4. Оцінка державного регулювання: аналізує вплив державної політики на доходи цільових сегментів та прогнозує наслідки регулювання цін.

Третій етап — формування стратегії — передбачає підготовку цінової стратегії шляхом координації підрозділів підприємства та використання даних попередніх етапів.

Метод ціноутворення — це конкретний спосіб визначення та обґрунтування ціни. Методи класифікують за домінуючим чинником ціноутворення. Основні методи витратного ціноутворення включають:

1. Метод повних витрат (повна собівартість).
2. Метод виробничих витрат (виробнича собівартість).
3. Метод змінних витрат.
4. Метод змінних виробничих витрат.
5. Ціноутворення на основі кривої досвіду.

Методи ціноутворення на основі попиту:

1. Метод економічної цінності товару для покупця.
2. Метод максимально прийнятної ціни.
3. Метод PSM (ціна/споживач/місце).
4. Метод трьох рівнів ціни.
5. Метод вивчення намірів щодо купівлі.
6. Метод опитування експертів для визначення самооцінок.

Методи ціноутворення з орієнтацією на конкуренцію:

1. Метод орієнтації на поточні ціни.
2. Метод слідування за ціновим лідером.
3. Тендерне ціноутворення (метод "запечатаного конверта").
4. Метод аналізу цінового позиціонування.
5. Метод встановлення ціни на основі коефіцієнта ринкової сили.
6. Метод ціноутворення на основі цінових класів.

Ціноутворення з орієнтацією на максимальний прибуток:

1. Метод встановлення ціни для максимізації валового прибутку.
2. Метод встановлення ціни для максимізації маржинального прибутку.

Параметричні методи ціноутворення:

1. Агрегатний метод.
2. Метод структурної аналогії.
3. Метод кореляційно-регресійного аналізу.
4. Метод питомої ваги.

5. Простий бальний метод.
6. Бальний метод з урахуванням вагових індексів.
7. Метод розподілу 100 балів.
8. Метод рангового оцінювання параметрів товару.
9. Комплексний бальний метод з використанням товару-еталону.
10. Ціноутворення в умовах ризику та невизначеності.

Отримана ціна, визначена за допомогою одного з методів, може бути коригована. Іноді кілька методів застосовуються одночасно, щоб вибрати остаточну ціну.

## ***1.2. Аналіз та характеристика вторинного ринку автомобілів***

Автомобіль забезпечує високу мобільність, підвищує ефективність праці та відображає сучасний стиль життя. Він є індикатором матеріального добробуту як окремої особи (власника), так і суспільства чи держави в цілому, коли йдеться про автозабезпеченість національного населення.

Світовий ринок легкових автомобілів можна представити у вигляді такої схеми:

Автовиробник → Імпортер → Дилер → Субдилер → Експортер → Споживач.

Це багаторівнева система розподілу, в якій беруть участь різні учасники: імпортер (покупець автомобілів), дилер (оптовий продавець, що реалізує товар роздрібно), субдилер (посередник між дилером і покупцем) та експортер (постачальник готових автомобілів на ринок).

Авторинок у світі має подібні структури і, завдяки глобалізації, зазнає схожих змін. Він поділяється на два основні типи [15]:

- Ринок нових автомобілів (первинний авторинок).
- Ринок уживаних автомобілів (вторинний авторинок).

Учасники первинного авторинку:

– Дилери — співпрацюють з виробниками, ввозять і продають нові автомобілі через мережу офіційних салонів.

– Виробники — продають свої автомобілі безпосередньо (зазвичай обмеженому колу покупців).

Учасники вторинного авторинку:

– Дилери — можуть бути офіційними дилерами, що продають б/в автомобілі за програмою trade-in, або організаціями, що спеціалізуються на продажу вживаних авто.

– Фізичні особи — власники, що самостійно продають свої автомобілі.

– Перекупники — фізичні особи, які купують б/в автомобілі для подальшого перепродажу.

Цілком очевидно, що вартість уживаного автомобіля буде нижчою, ніж нового. Однак важливо об'єктивно оцінювати вживані автомобілі, оскільки власник часто не може точно визначити рівень зношування транспортного засобу. Особливо це стосується випадків, коли продавець сам придбав автомобіль на вторинному ринку, таких ситуацій чимало [15].

Зазвичай автовласники використовують обмежений набір суб'єктивних критеріїв для встановлення вартості вживаних автомобілів [15]:

– ціни на схожі автомобілі на різних платформах та ринках у регіоні,  
– кількість пропозицій аналогічних машин у даному та прилеглих районах,  
– відгуки попередніх власників про експлуатацію автомобіля,  
– актуальна ціна нового автомобіля цієї марки (якщо модель не знята з виробництва),

– сума, за яку авто було придбано власником, та витрати на модернізацію,  
– технічний стан та пробіг, а також наявність додаткових аксесуарів (змінні колеса, якісна аудіосистема тощо).

Вторинний ринок автомобілів є важливим сегментом автоіндустрії, що охоплює продаж вживаних автомобілів з попередніми власниками. Цей ринок має свої особливості та фактори, що впливають на ціноутворення, що дає вигоду як покупцям, так і продавцям.

Основною перевагою вторинного ринку є його фінансова вигода. Вартість вживаного автомобіля значно нижча за новий, що дозволяє покупцям за ту ж суму отримати більш якісну машину або заощадити гроші. Крім того, покупець на вторинному ринку уникає швидкої втрати вартості, яка зазвичай відбувається після покупки нового автомобіля з автосалону.

Другим важливим аспектом вторинного ринку є великий вибір автомобілів. Покупці можуть обирати з численних моделей, марок, років випуску та характеристик, що дозволяє задовольнити різноманітні потреби та бюджети. Це сприяє конкуренції на ринку, що може призвести до зниження цін і підвищення якості обслуговування.

Окрім фінансових переваг і різноманіття, вторинний ринок також стимулює економіку і підтримує різні сектори галузі. Продаж вживаних автомобілів створює можливості для автовиробників, дилерів, сервісних центрів та інших підприємств, пов'язаних з автомобільною індустрією. Наприклад, сервісні центри, що займаються обслуговуванням автомобілів, отримують замовлення на ремонти та технічне обслуговування вживаних авто.

Зважаючи на зростання автопарку і швидкий розвиток технологій, вторинний ринок стає важливим інструментом зменшення екологічного навантаження. Використання вживаних автомобілів допомагає продовжити їхній термін служби, уникнути зайвого виробництва нових машин і знизити викиди, пов'язані з виробництвом нових транспортних засобів.

Проте вторинний ринок не позбавлений ризиків. Основним є ймовірність придбати автомобіль з прихованими дефектами або історією аварій. Тому важливо ретельно перевіряти стан авто перед покупкою, проводити тест-драйв, звертатися до надійних продавців і користуватися сервісами для перевірки історії автомобіля.

Крім того, вторинний ринок може бути чутливим до змін в законодавстві, економічних коливань та інших факторів. Наприклад, зміна податкових ставок або введення обмежень на імпорт вживаних автомобілів може вплинути на ціни та доступність транспортних засобів на ринку.

Загалом, вторинний ринок автомобілів є важливим елементом автомобільної індустрії, який пропонує фінансові переваги покупцям, сприяє сталому розвитку галузі, зменшенню екологічного впливу і стимулює економіку. При обережному підході і правильному управлінні, цей ринок може бути вигідним для всіх учасників — як покупців, так і продавців.

### **1.3. Генезис математичних методів та моделей формування ціни**

Розглянемо два види моделей та порівняємо їх ефективність і точність: багатокритеріальну регресійну модель та дерево прийняття рішень [4].

Дерево прийняття рішень (Decision Tree) є графічною моделлю або алгоритмом машинного навчання, який застосовується для прийняття рішень. Це деревоподібна структура, де кожен вузол відповідає за прийняття рішення, а ребра вказують на можливі варіанти результатів чи наступних кроків.

У методі дерева прийняття рішень навчання базується на даних, що включають вхідні змінні та відповідні результати. Алгоритм створює дерево, розділяючи дані на різні вузли за допомогою критеріїв, таких як ентропія або коефіцієнт Джині. Під час кожного розбиття вибирається критерій, який оптимально розділяє дані і покращує точність прогнозу.

Деревоподібні структури застосовуються як для класифікації (прогнозування категорій), так і для регресії (прогнозування числових значень). Після навчання модель використовує отримані правила для прогнозування на нових даних.

Серед переваг дерев прийняття рішень — їхня простота та інтерпретованість, здатність працювати як з числовими, так і з категоріальними змінними, а також можливість ефективно обробляти великі набори даних. Однак, вони мають й обмеження, зокрема, схильність до перенавчання та складних взаємозв'язків у даних.

Для покращення точності моделі застосовуються методи ансамблю, зокрема випадковий ліс (Random Forest) та градієнтний бустинг (Gradient Boosting), які комбінують кілька дерев у єдину модель.

Суть методу «дерева рішень» полягає в тому, щоб рухатися гілками дерева з права на ліво [14], при цьому на кожному розгалуженні дерева визначати очікувані прибутки (чисту приведену вартість — NPV).

$$NPV = \rho * R;$$

де  $\rho$  — ймовірність настання події;

$R$  — величина виграшу або втрат.

На основі порівняння цих очікуваних прибутків здійснюється остаточний вибір оптимальної альтернативи.

Етап 1. Формулювання завдання:

- Відкидання неважливих факторів та виділення суттєвих.
- Визначення можливостей збору інформації.
- Складання переліку подій з ймовірністю їхнього настання.

Етап 2. Побудова "дерева рішень":

Створення структури дерева, що відображає послідовність рішень і їх можливі наслідки.

Етап 3. Оцінка ймовірностей станів середовища: Визначення ймовірностей виникнення кожної події на основі статистичних даних або експертних оцінок.

Етап 4. Установлення виграшів (чи програшів): Оцінка корисних або негативних наслідків для кожної альтернативи рішень і стану середовища.

Етап 5. Вирішення завдання: Аналіз оптимальних рішень на основі виграшів та ймовірностей і вибір найкращої стратегії.

Цей процес дозволяє систематизувати і аналізувати варіанти рішень, враховуючи ймовірнісні фактори та їхні наслідки, допомагаючи управлінцям приймати обґрунтовані рішення в умовах невизначеності.

Багатофакторна регресійна модель (multiple regression model) — це статистична модель, що використовується для аналізу залежності між однією

залежною змінною і кількома незалежними змінними. Вона є розширенням простої лінійної регресії, де залежна змінна прогнозується на основі однієї незалежної змінної, з додаванням інших незалежних змінних для точнішого прогнозування.

У багатофакторній регресійній моделі кожна незалежна змінна (фактор) вважається потенційним пояснювальним чинником для залежної змінної. Багатофакторна регресійна модель використовується для оцінки впливу кожного фактору на залежну змінну при контролюванні впливу інших факторів. Вона надає коефіцієнти регресії, які показують зміну залежної змінної при зміні одиниці кожного фактора, з урахуванням інших факторів у моделі.

Для побудови багатофакторної регресійної моделі застосовуються різні методи, такі як метод найменших квадратів, метод максимальної правдоподібності або інші методи оцінки параметрів моделі. Після побудови моделі проводиться статистичний аналіз, перевірка значущості факторів, оцінка точності прогнозів та інші дослідження.

Багатофакторна регресійна модель є потужним інструментом для аналізу залежностей між змінними та прогнозування впливу факторів на залежну змінну. Дані залежності є стохастичними, і в класичних регресійних моделях встановлюють зв'язок між випадковою результативною змінною  $Y$  та незалежними змінними в умовах спостережень.

Остання залежність є лінійною регресією для  $m$  змінних.

$$Y = \beta_0 X_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_m X_m + U$$

де  $X_0 = 1$  - фіктивна змінна;

- залежна (пояснювальна) змінна;  $X_1, \dots, X_m$  - незалежні (пояснюючі) змінні;

$U$  - помилки;

$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_m$  параметри, які потрібно оцінити.

Якщо позначити оцінки параметрів через відповідні значення, отримаємо рівняння для лінійної багатофакторної регресії.

$$\hat{Y} = b_0 X_0 + b_1 X_1 + \dots + b_m X_m$$

Для обох моделей необхідно розділити дані на незалежні змінні (вік, пробіг, марка та модель, тип палива, чи була машина пригнана або куплена в салоні в Україні) та залежну змінну (ціна автомобіля).

## **Висновки до розділу 1**

Аналіз принципів ціноутворення дає підприємствам змогу застосовувати ефективні стратегії ціноутворення для досягнення своїх цілей і підтримки конкурентоспроможності. Стратегія ціноутворення є комплексним процесом, що включає визначення цілей підприємства, встановлення стартової ціни та контроль за її зміною. Правильно розроблена цінова стратегія є основою комерційного успіху та сприяє забезпеченню конкурентоспроможності на ринку. Процес розробки цієї стратегії охоплює збирання вихідних даних, стратегічний аналіз і створення стратегії. Збір вихідної інформації включає оцінку витрат, уточнення фінансових цілей, визначення цільової аудиторії, коригування маркетингової стратегії та вивчення конкурентів. Стратегічний аналіз охоплює фінансовий аналіз, сегментацію ринку, оцінку конкурентів і врахування впливу державного регулювання. Формування стратегії вимагає об'єднання зусиль усіх підрозділів підприємства та раціонального використання зібраної інформації. Вибір оптимальної стратегії ціноутворення залежить від ринкових умов, цілей підприємства, конкурентних факторів і вимог споживачів. Точний аналіз конкурентних сил, потреб споживачів і регуляторних аспектів допомагає підприємствам обрати найефективнішу стратегію. Гнучкість і здатність адаптуватися до змін є важливими характеристиками в контексті ціноутворення, оскільки ринкові умови можуть змінюватися. Постійний моніторинг і коригування

цінкової стратегії дозволяють підприємствам адаптуватися до змін і зберігати свою конкурентоспроможність.

## РОЗДІЛ 2

# МОДЕЛЮВАННЯ ЦІНОУТВОРЕННЯ АВТОМОБІЛІВ НА ВТОРИННОМУ РИНКУ

### **2.1. Економічний аналіз чинників ціноутворення на вторинному ринку автомобілів**

Економічний аналіз ціноутворення на вторинному ринку автомобілів є ключовим інструментом для розуміння тенденцій цін і факторів, що на них впливають. Знання цих показників допомагає приймати обґрунтовані рішення під час купівлі або продажу автомобіля, що забезпечує успішну торгівлю на ринку вживаних автомобілів.

Одним із основних факторів, які слід враховувати при аналізі цін на вторинному ринку, є вік автомобіля. Зазвичай з часом вартість автомобіля зменшується через старіння, яке супроводжується зносом деталей і можливими технічними проблемами. Однак це правило не завжди є однозначним, оскільки деякі автомобілі, особливо ті, що мають репутацію надійних моделей, можуть зберігати значну частину своєї вартості протягом тривалого часу.

Вік автомобіля може впливати на його технічний стан та надійність, оскільки з часом компоненти можуть зношуватися, а механічні та електричні системи потребувати ремонту або обслуговування. Проте, сам по собі вік не є єдиним показником якості, оскільки на технічний стан також впливають умови експлуатації та догляд за автомобілем.

Іншим важливим показником є пробіг автомобіля. Зазвичай автомобілі з меншим пробігом оцінюються вище, оскільки вони зношуються менше і мають більший потенціал для тривалої експлуатації. Окрім пробігу, на вартість автомобіля може впливати його історія обслуговування та наявність документації, що підтверджує регулярне технічне обслуговування. Пробіг вимірюється у кілометрах або милях.

Пробіг автомобіля є ключовим показником його стану, ефективності та можливих витрат на обслуговування. Вищий пробіг може свідчити про більший знос деталей, можливі технічні проблеми та необхідність проведення регулярного обслуговування.

Пробіг автомобіля залежить від кількох факторів. По-перше, інтенсивність використання: часте використання, далекі поїздки та подорожі на великі відстані призводять до значного збільшення пробігу. По-друге, умови експлуатації: погані дорожні умови, такі як нерівні дороги, бездоріжжя чи засмічені ділянки, можуть значно прискорити зношування автомобіля і збільшити пробіг. Також важливим фактором є режим їзди: агресивний стиль водіння, часті різкі прискорення і гальмування можуть прискорити знос транспортного засобу. Нарешті, регулярне технічне обслуговування, зокрема періодична заміна масла, фільтрів та інших зношених деталей, допомагає підтримувати автомобіль у хорошому стані і зменшує його зношування.

Технічний стан автомобіля також має великий вплив на його ціну на вторинному ринку. Автомобілі, які перебувають у гарному стані, мають мінімальні пошкодження або потребують мінімальних ремонтів, можуть коштувати більше. Наявність сервісних записів та документів, що підтверджують виконані ремонти, також підвищує довіру з боку покупців.

Бренд і модель автомобіля також впливають на його ціну. Відомі бренди та моделі, як правило, зберігають високу вартість на ринку завдяки сприйняттю їх якості, надійності та престижу. Наприклад, автомобілі від преміальних марок часто коштують дорожче, навіть якщо їхній вік і пробіг такі ж, як у менш відомих брендів.

Бренд і модель автомобіля мають значний вплив на вибір покупців, оскільки вони часто асоціюються з якістю, репутацією та характеристиками автомобіля. Відомі бренди, такі як Toyota, BMW, Mercedes-Benz, Ford, Honda, Volkswagen, Audi та інші, мають свою унікальну ідентичність та асоціації, що відображаються на їхніх моделях.

Кожна модель автомобіля в межах бренду визначає конкретні характеристики, такі як конфігурація, тип кузова, розміри, потужність двигуна, особливості обладнання та технології. Наприклад, у бренду Toyota можна знайти різні моделі, такі як Camry, Corolla, RAV4, Prius тощо, кожна з яких має свої специфічні характеристики.

Вибір бренду та моделі автомобіля залежить від індивідуальних потреб покупця, його бюджету, мети використання транспортного засобу та інших факторів, що визначають важливість певних характеристик.

Економічна ситуація також впливає на ціни на автомобілі на вторинному ринку. В умовах економічного спаду ціни можуть знижуватися через зменшення попиту, оскільки продавці прагнуть привернути покупців, знижуючи ціни. У свою чергу, в періоди економічного зростання спостерігається підвищення цін через зростання попиту.

На локальному рівні ціни також можуть залежати від особливостей ринку. Популярність певних типів автомобілів у конкретному регіоні, наявність сервісних центрів, а також податкові ставки чи обмеження на деякі типи транспортних засобів можуть суттєво впливати на їх вартість.

Переваги привезених та місцевих автомобілів на вторинному ринку можуть різнитися залежно від конкретних умов і потреб покупця. Ось кілька основних переваг кожного типу:

Привезені автомобілі мають кілька переваг. По-перше, вони надають широкий вибір, оскільки дозволяють отримати доступ до різноманітних брендів, моделей та конфігурацій, які можуть бути відсутні на місцевому ринку. По-друге, ціни на привезені автомобілі часто нижчі, ніж на нові або місцеві моделі, що робить їх привабливими для тих, хто шукає вигідніші варіанти або хоче отримати більше за ту ж суму. Крім того, привезені авто часто мають новітні технології та функції, оскільки вони можуть бути випущені пізніше за місцеві моделі, що дозволяє власникам користуватися більш сучасними рішеннями.

Місцеві автомобілі мають кілька важливих переваг. По-перше, вони дозволяють перевірити історію обслуговування, зокрема сервісний журнал, ремонтні роботи та інформацію про попередніх власників, що допомагає оцінити стан автомобіля і виявити можливі проблеми. По-друге, місцеві авто зазвичай відповідають вимогам безпеки та екологічним стандартам, що є важливим при реєстрації та експлуатації. Крім того, купівля місцевого автомобіля є зручнішою, оскільки не потрібно турбуватися про оформлення імпортової документації чи вирішення питань, пов'язаних з перевезенням та митними процедурами.

Вибір між привезеними та місцевими автомобілями на вторинному ринку залежить від індивідуальних вимог покупця, його бюджету, наявності обслуговування та інших факторів, які мають бути враховані під час прийняття рішення.

Тип палива, яким користується автомобіль, також може впливати на його ціну. Основні типи палива, що використовуються в авто, включають бензин, дизель, електрику та гібридні системи.

Тип палива може суттєво впливати на ціну автомобіля через кілька факторів. По-перше, вартість палива: різні види палива мають різну ціну, наприклад, дизель може бути дорожчим за бензин, а використання електрики може бути більш економічним. Тому автомобілі, що використовують більш дороге паливо, можуть коштувати дорожче при покупці. По-друге, витрати на обслуговування: різні типи палива потребують різного технічного обслуговування. Наприклад, дизельні автомобілі можуть вимагати додаткових витрат на обслуговування, що впливає на загальні витрати на утримання. Це може також позначитися на вартості автомобіля в довгостроковій перспективі. Третім фактором є податкові стимули: уряди деяких країн пропонують податкові пільги для екологічно чистих автомобілів, що може знизити ціну таких транспортних засобів і зробити їх більш доступними. І, нарешті, ринковий попит: попит на автомобілі з різними типами палива може змінюватися в залежності від регіону. Наприклад, в країнах з високим попитом на електромобілі ціни на них можуть зрости.

ДИНАМІКА АВТОМОБІЛЬНОГО РИНКУ УКРАЇНИ

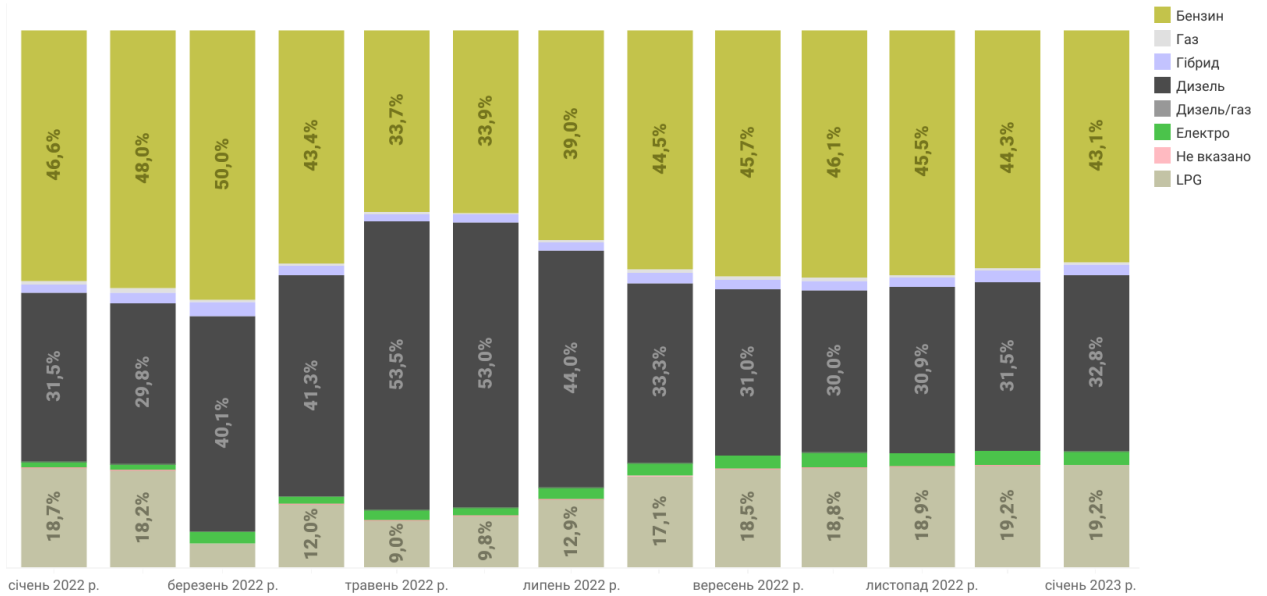


Рисунок 2.1. Динаміка автомобільного ринку за січень 2022-2023 за типом палива. Джерело [32]

Протягом січня 2023 року бензинові автомобілі залишалися найбільш популярним вибором серед українських споживачів. Їхня частка склала 43,1% від загальної кількості продажів нових та вживаних легкових автомобілів, що дорівнює 34,9 тисячі одиниць. Якщо врахувати також автомобілі з газовими установками (ГБО), то загальна частка легкових автомобілів з бензиновими двигунами досягала 64,3% (включаючи 26,5 тисячі автомобілів з ГБО та 1,6 тисячі гібридних автомобілів).

Дизельні автомобілі становили 32,8% від загальної кількості (26,5 тисячі одиниць), а автомобілі, що працюють виключно на газі, лише 0,4% (335 одиниць). Електричні автомобілі мали частку 2,5% (2 тисячі одиниць) серед загального обсягу продажів.

Порівняно з груднем 2022 року, частка дизельних автомобілів дещо зросла (з 31,5% до 32,8%), а частка бензинових автомобілів знизилася з 44,3% до 43,1%. Частка гібридних автомобілів знизилася мінімально, з 2,1% до 2%. Частка

автомобілів з ГБО залишилася стабільною на рівні 19,2%, тоді як частка автомобілів, що працюють на газі, становила лише 0,4%.

Аналіз цих даних дозволяє сформулювати уявлення про ринкову вартість автомобілів на вторинному ринку та зрозуміти тенденції ціноутворення. Це дає змогу робити обґрунтовані рішення при купівлі або продажу автомобіля, а також уникнути фінансових втрат чи переplat у торгівлі автомобілями. Незважаючи на економічні та політичні труднощі, український автомобільний ринок продовжує функціонувати, оскільки мобільність залишається однією з основних потреб сучасної людини, що стимулює попит на автомобілі.

Купівельна спроможність українців залишилась майже незмінною. Основну частину продажів автомобілів в Україні, як і до початку війни, складають автомобілі вартістю до 10 тисяч доларів США.

Вторинний ринок автомобілів в Україні продовжує активно розвиватися і здобуває значний обсяг навіть в умовах сьогодення. В 2020 році обсяг цього ринку оцінювався в близько 4–5 мільярдів доларів. Зараз в Україні обговорюється можливість скасування акцизного податку на всі види транспортних засобів, що активно обговорюється в Верховній Раді та серед експертів. Для цього була створена робоча група на базі Комітету з питань фінансової, податкової та митної політики, а також народні депутати зареєстрували кілька законопроектів з цієї ініціативи.

Рівень автомобілізації в Україні залишається одним з найнижчих у Європі — на кожні 1000 осіб припадає лише 232 автомобілі (див. Графік 1). Для того, щоб наблизитись до середньоєвропейського рівня, який складає 610 автомобілів на 1000 осіб, Україні потрібно імпортувати ще 15 мільйонів автомобілів. За наявної динаміки імпорту (близько 350 тисяч вживаних та 100 тисяч нових автомобілів щороку), цей процес може зайняти приблизно 40 років, якщо не враховувати виведення транспортних засобів з експлуатації.

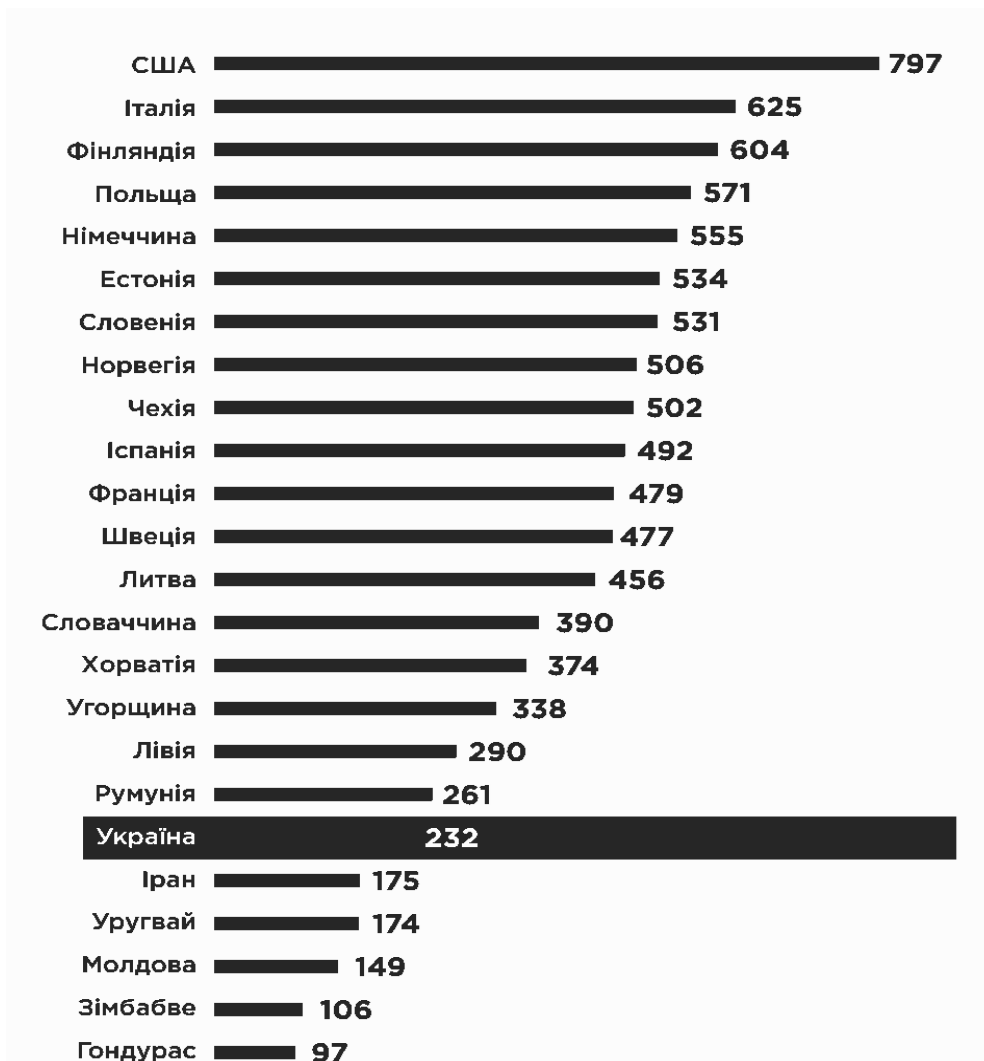


Рисунок 2.2. Кількість авто на 1000 жителів у різних країнах світу

Легкові автомобілі на даний момент складають основну частину автомобільного ринку України, а також є сегментом, що зазнав найбільших змін і реформ за останні 4 роки. Крім того, чіткий поділ легкових автомобілів на дві категорії — ті, що мають вік до 5 років, і ті, що старші за 5 років, згідно з класифікацією УКТ ЗЕД, дозволяє здійснювати глибокий аналіз статистики імпорту. Це дає змогу більш ефективно вивчити вплив державних рішень на динаміку та структуру ринку.

Протягом тривалого часу спроби стимулювати українців до покупки нових автомобілів і підтримки місцевих виробників, які не були конкурентоспроможними, призвели до зростання ринку "євроблях". Ці

"євробляхи" — це автомобілі, зареєстровані в інших країнах і ввезені в Україну в режимі тимчасового ввезення без сплати податків. Подібна політика держави мала негативний вплив на ринок, але з цієї ситуації можна зробити висновки для уникнення подібних помилок у майбутньому.

З 1997 по 2015 рік, протягом 18 років, в Україну було офіційно розмитнено лише 75 тисяч вживаних легкових автомобілів. Це обмеження імпорту було введено з метою захисту вітчизняного автомобільного виробництва та стимулювання внутрішнього ринку. Однак, у 2015 році, після змін у законодавстві та скасування обмежень, до України було ввезено велику кількість автомобілів іноземної реєстрації без сплати податків. Це призвело до різкого зростання імпорту автомобілів і збільшення числа транспортних засобів, що перебувають в Україні, але не мають офіційної реєстрації.

Значний приріст імпорту автомобілів був зумовлений високим попитом на доступні за ціною автомобілі, оскільки українські виробники не забезпечували достатній випуск дешевих машин, які б відповідали вимогам більшості покупців. В результаті громадяни України шукали альтернативні способи отримання автомобілів, включаючи їх придбання за кордоном та ввезення без сплати податків.

Багато власників вживаних автомобілів були готові сплачувати розумні податки, такі як ПДВ та мито, якщо це давало їм можливість отримати повне право власності на транспортний засіб і уникнути подальших правових проблем. Більшість людей розуміли необхідність сплати податків як спосіб фінансування державних програм і послуг. Однак держава вимагала додатково сплачувати акциз, який часто перевищував вартість автомобіля. Це викликало обурення серед громадян, які організувалися та почали захищати свої інтереси.

У 2016 році в Україні було суттєво змінено оподаткування вживаних автомобілів. Акцизи на вживані автомобілі, вироблені після 2010 року, були прирівняні до акцизів на нові автомобілі. Ця зміна мала на меті зменшити податкове навантаження на власників вживаних машин і створити рівні умови для

всіх учасників ринку. Це стало першим кроком до зниження податків на імпорт вживаних автомобілів за багато років. Проте зміни в законодавстві обмежили вибір громадян і унеможливили діяльність деяких учасників автобізнесу, не розв'язавши проблему "євроблях". Тим не менш, цей крок став важливим у процесі формування цивілізованого автомобільного ринку в Україні, і протягом 2017 року було імпортовано понад 70 тисяч вживаних легкових автомобілів. Зниження податків також призвело до збільшення надходжень до державного бюджету, однак кількість імпортованих автомобілів іноземної реєстрації продовжувала зростати.

З початком воєнного стану імпорт практично припинився.

Конфлікт в Україні, зокрема в зонах активних бойових дій, спричинив серйозні наслідки для автомобільного парку країни. За оцінками експертів, безповоротно було втрачено близько 500 тисяч автомобілів, а ще 300 тисяч транспортних засобів було вивезено з країни. Загалом з активного автопарку вийшло близько мільйона автомобілів. Це суттєво знизило купівельну спроможність українців, а також призвело до зупинки роботи вітчизняних автовиробників. Фінансові установи припинили надання кредитних та лізингових послуг на період війни.

Згідно з пояснювальною запискою до законопроекту 7190, таке рішення було прийняте з метою забезпечення стабільної роботи економіки країни в умовах війни і сприяло вдосконаленню податкового законодавства. Важливо відзначити, що нові умови не містили жодних обмежень чи винятків для громадян України. Зокрема, тимчасове звільнення від митних платежів при імпорті автомобілів з-за кордону в період воєнного стану дозволило вирішити кілька проблем на автомобільному ринку України.

– Економія для сімейного бюджету. Зниження вартості автомобілів за рахунок скасування митних платежів дозволило українцям купувати більш доступні автомобілі за кордоном, що стало важливим у період, коли багато людей втратили роботу або переживали нестабільність доходів.

– Підтримка суміжних секторів економіки. Це звільнення від митних платежів стимулювало роботу галузей, пов'язаних з автомобільною сферою. Зокрема, підвищилась активність в митно-брокерських послугах, страхуванні, сервісних центрах, продажу палива та інших суміжних секторах. Це допомогло зберегти робочі місця та зменшити вимушене переселення українців за кордон.

– Покращення мобільності громадян. В умовах війни та вимушеного переселення автомобілі стали важливим засобом транспорту для евакуації і переміщення людей. Це підвищило мобільність та забезпечило більшу безпеку для тих, хто мав можливість використовувати власний транспорт.

Підтримка економічної активності. Автомобілі забезпечили громадян мобільністю та можливістю займатися різними видами економічної діяльності. Вони стали основою для розвитку таких сфер, як таксі, доставка товарів, перевезення та інші послуги. Окрім того, транспорт був необхідний для перевезення гуманітарної допомоги, роботи волонтерів і для інших потреб, пов'язаних із воєнним конфліктом.

Тимчасове звільнення від митних платежів стало важливим кроком, що допомогло покращити ситуацію на автомобільному ринку України в умовах війни та економічної нестабільності.

Аналіз 2022 року показав, що більшість вживаних легкових автомобілів, проданих через Інтернет, коштувала менше 10 тисяч доларів, становлячи 73,4% від загальної кількості. Найбільше оголошень було в цінових діапазонах 4-5 тисяч доларів (9,5%) і 1-2 тисячі доларів (9%). Після позначки ціни 20 тисяч доларів кількість пропозицій різко зменшується. Вживані автомобілі в ціновому діапазоні від 20 до 50 тисяч доларів складають лише 7,2%, а автомобілі вартістю понад 50 тисяч доларів – лише 1,2% (рисунок 1.2). Така ситуація на ринку автомобілів є результатом низької купівельної спроможності громадян України. Через обмежені доходи та відсутність доступних фінансових програм, таких як кредити чи лізинг, більшість українців купують вживані автомобілі, здебільшого за готівку. Навіть до

початку повномасштабної війни, українці вже віддавали перевагу автомобілям у ціновому сегменті нижче 10 тисяч доларів.

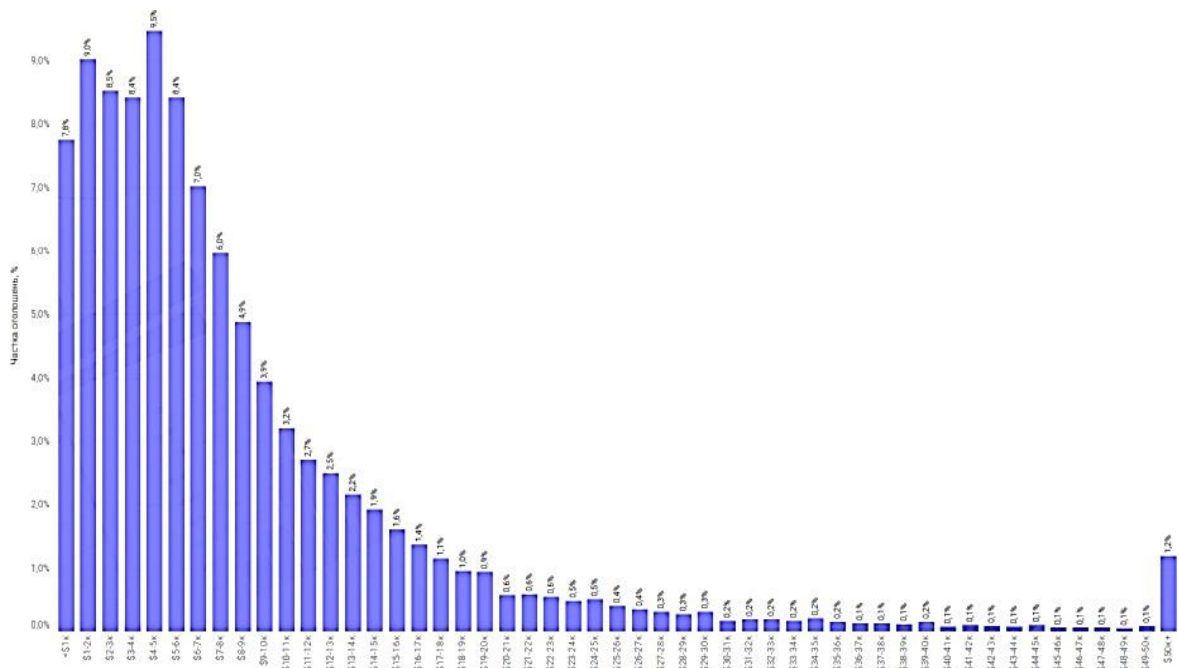


Рисунок 2.3. Динаміка ціни вживаних авто на ринку України у 2022 році. [8]

У 2022 році середня ціна вживаного легкового автомобіля на ринку склала 5700 доларів США. За рік вартість автомобілів знизилась, починаючи з січня, коли середня ціна становила 6000 доларів, і досягла мінімального рівня в грудні — 5200 доларів. Це була найнижча ціна за останні 12 місяців. Оскільки ціни на автомобілі в Україні формуються в доларах США, зміни валютного курсу також впливають на вартість у гривневому еквіваленті. Таким чином, за ті самі гроші можна придбати автомобіль нижчої якості. Однак варто зазначити, що незважаючи на зміни курсу та події, які відбулися протягом року, на українському автомобільному ринку не було значного цінового падіння.

У 2022 році найвищі середні ціни на легкові автомобілі спостерігалися в Києві та Київській області, де вони склали 7500 доларів. На другому місці за середньою вартістю знаходиться Львівська область — 6350 доларів, а на третьому — Закарпатська область з показником 6200 доларів. Найнижчі середні ціни на автомобілі були зафіксовані в Донецькій області (3950 доларів), Миколаївській

області (4000 доларів) та Чернігівській області (4300 доларів) у минулому році.

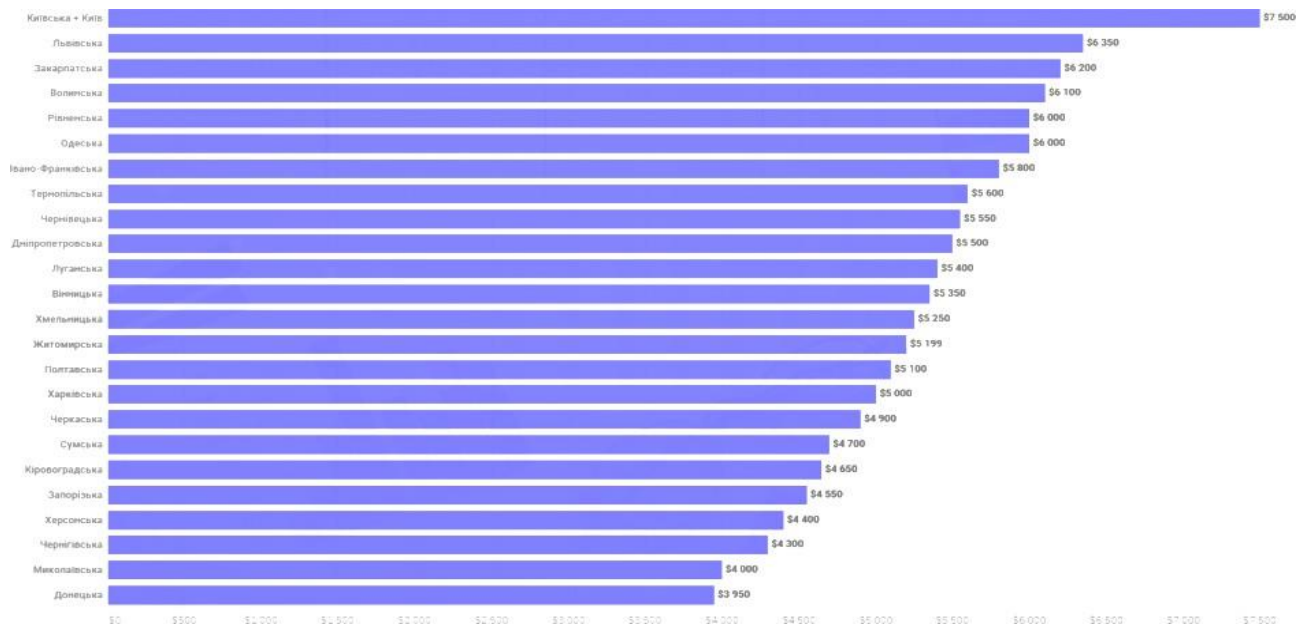


Рисунок 2.4 Середня ціна на легкові автомобілі на ринку України у 2022 році.  
Джерело: [9]

Середня ціна за областями на легкові авто на ринку України у 2022 році (від найвищої до найменшої):

- Київська + Київ — \$7 510
- Львівська — \$6 350
- Закарпатська — \$6 250
- Волинська — \$6 130
- Одеська — \$6 000
- Рівненська — \$6 040
- Івано-Франківська — \$5 815
- Тернопільська — \$5 625
- Чернівецька — \$5 565
- Дніпропетровська — \$5 530
- Вінницька — \$5 375
- Хмельницька — \$5 255
- Житомирська — \$5 205
- Полтавська — \$5 145

- Харківська — \$5 080
- Черкаська — \$4 940
- Сумська — \$4 710
- Кіровоградська — \$4 680
- Запорізька — \$4 590
- Херсонська — \$4 480
- Чернігівська — \$4 330
- Миколаївська — \$4 090

Порівнюючи середні ціни на легкові автомобілі в різних регіонах на початку та в кінці року (у січні та грудні), було виявлено найбільше зниження цін у регіонах, що постраждали від війни або де тривають активні бойові дії: Херсонська область (-42,6%), Миколаївська область (-40,7%) та Донецька область (-34%). Найменші зміни цін спостерігалися в Волинській області (-7%), Закарпатській області (-7,1%) та Львівській області (-7,7%).

У квітні 2023 року українці придбали 93,5 тисячі вживаних автомобілів, що на 47,2% більше порівняно з квітнем 2022 року, і лише на 2,9% менше, ніж у березні 2023 року. Попит на ринку вживаних авто залишався високим, незважаючи на зниження у порівнянні з піковими показниками березня (96,3 тисячі). Більшість угод з купівлі-продажу вживаних автомобілів (83,9%, або 78,5 тисячі) відбувалося через внутрішні перепродажі. Імпорт вживаних автомобілів складав 16,1% від загальної кількості придбаних автомобілів (15 тисяч).

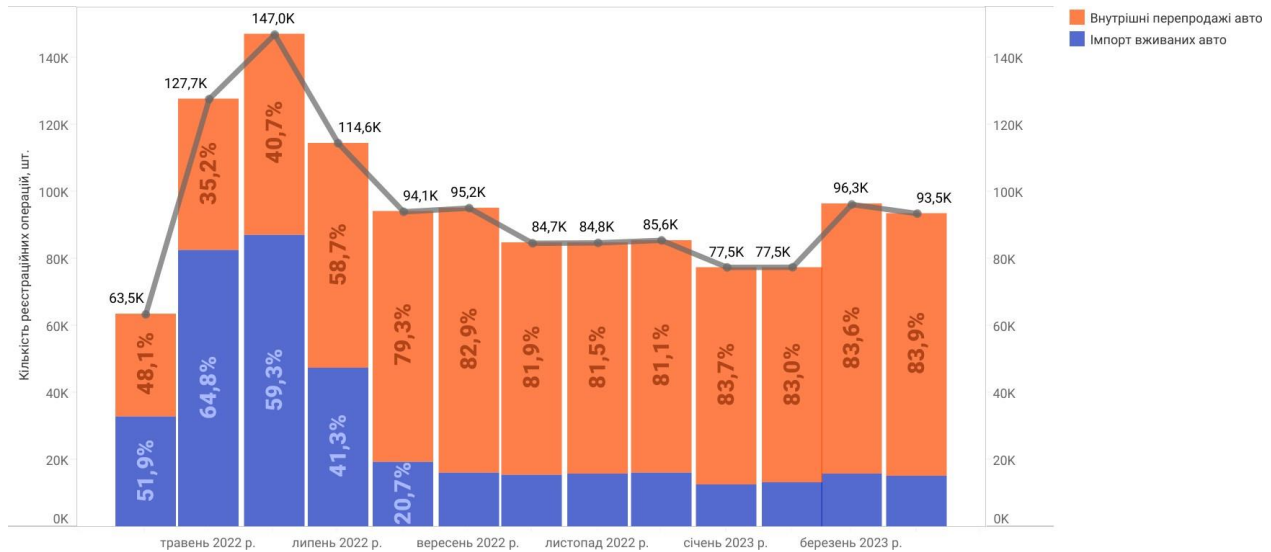


Рисунок 2.5 – Обсяги імпорту легкових автомобілів станом на квітень 2022 року.

Джерело [9]

У квітні українці уклали 78,5 тисяч угод купівлі-продажу вживаних легкових автомобілів на внутрішньому ринку, що на 157,3% більше порівняно з квітнем 2022 року. Однак у порівнянні з березнем 2023 року кількість угод знизилася на 2,5%.

Найбільшу кількість реєстраційних операцій було зафіксовано в місті Київ, де було укладено 12,4 тисячі угод. Разом з Київською областю, яка зайняла третє місце з показником 8,2 тисячі реєстрацій, вони складають 22% від загальної кількості проданих вживаних автомобілів в Україні протягом квітня.

До п'ятірки найактивніших регіонів за внутрішніми перепродажами вживаних авто також входять Дніпропетровська область (2 місце, 8,8 тисяч), Львівська область (4 місце, 6,9 тисяч) та Одеська область (5 місце, 6,4 тисяч). Цей рейтинг стабільний і залишається незмінним протягом кількох останніх місяців.

У квітні 2023 року було зафіксовано найменшу кількість угод купівлі-продажу вживаних автомобілів в регіонах, де відбуваються бойові дії або є тимчасово окуповані території. Так, найменше угод було в Херсонській області

(269 угод), Луганській області (430 угод) та Донецькій області (1 019 угод). Також до п'ятірки областей з найменшою кількістю угод входять Миколаївська область (1,9 тисяч угод) та Чернігівська область (2 тисячі угод).

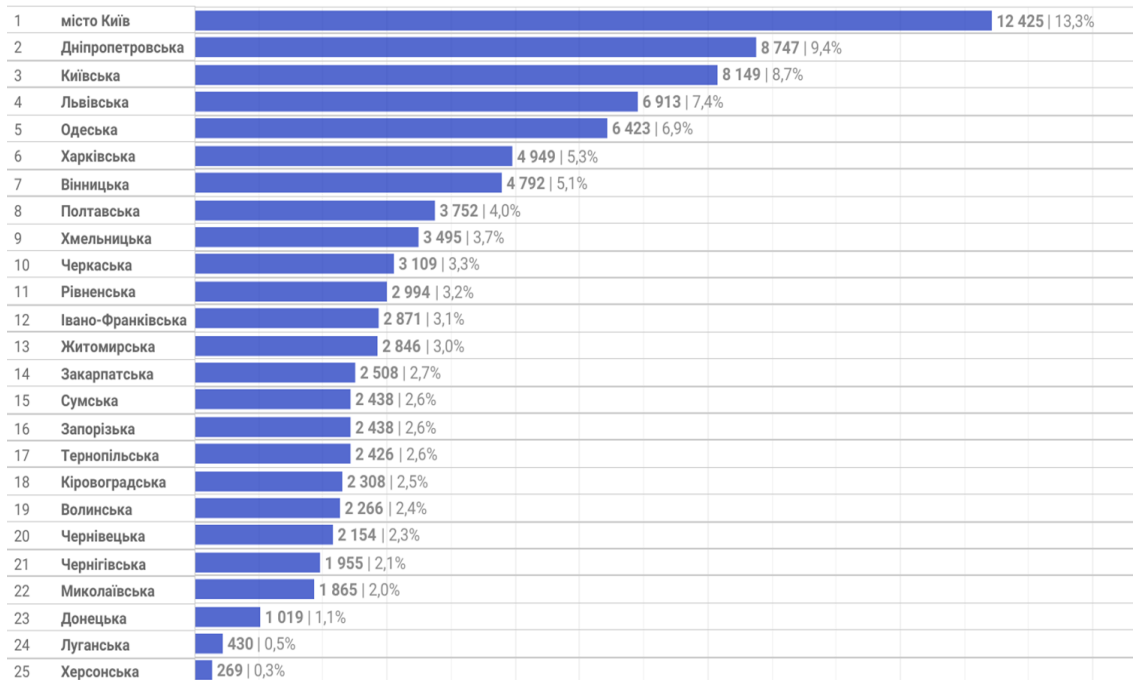


Рисунок 2.6. Кількісна характеристика укладених угод про купівлю-продаж легкових автомобілів на внутрішньому ринку за регіонами.

Джерело [11]

Щодо імпорту, в квітні 2023 року було ввезено 15 тисяч вживаних автомобілів з-за кордону, що є на 54,4% меншим порівняно з квітнем 2022 року, коли діяло "нульове" розмитнення, і на 5,1% меншим порівняно з березнем 2023 року. Найбільш активними регіонами за реєстрацією імпортованих автомобілів стали Львівська область (1,9 тисячі авто), Київ (1,3 тисячі авто) і Вінницька область (1,2 тисячі авто).

Київ та Київська область складають більшість на ринку імпортованих автомобілів — 15,7% від загальної кількості. Найменшу кількість автомобілів, що

були імпортовані, зареєстровано у Херсонській (17 авто), Донецькій (59 авто), Миколаївській (184 авто) та Запорізькій (221 авто) областях.

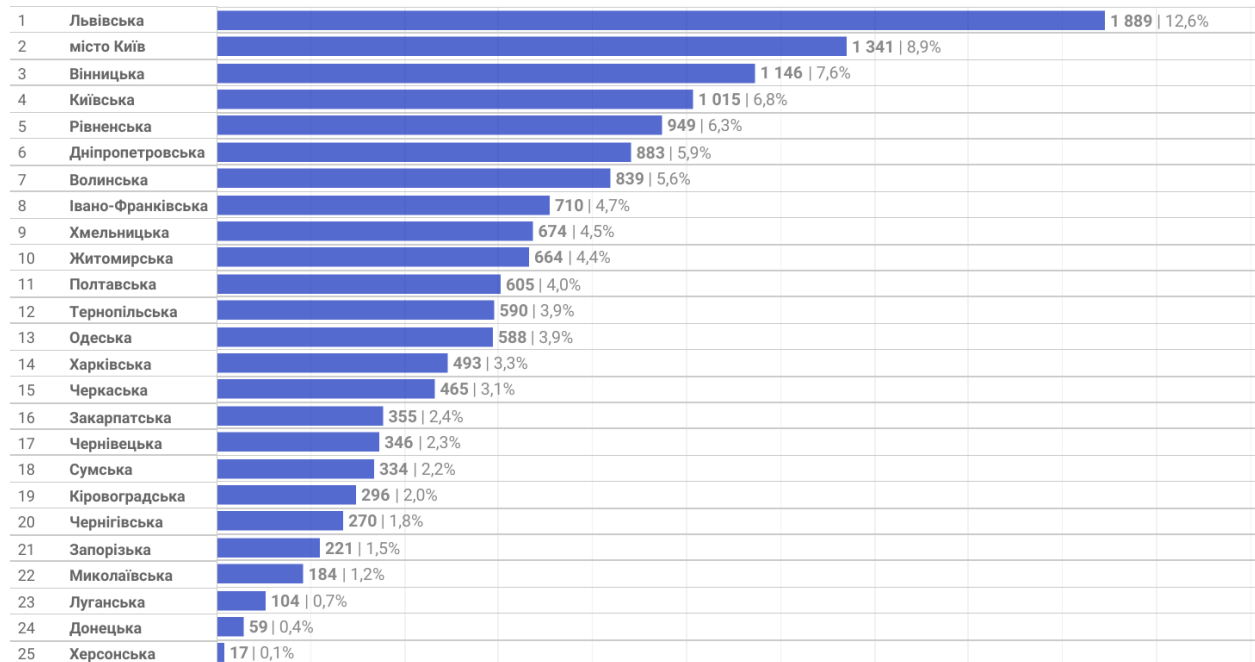


Рисунок 2.7. Кількісна характеристика реєстрацій легкових авто на внутрішньому ринку за регіонами.

Джерело [11]

Порівнюючи початок та кінець 2023 року, серед 10 найпопулярніших моделей автомобілів, які українці найчастіше продавали через Інтернет, всі вони подешевшали. Найбільший спад середньої ціни спостерігався у Daewoo Lanos, який подешевшав на 16,6% (з \$2 500 до \$2 000). Цей автомобіль, який колись був популярним в Україні, поступово втрачає свою позицію як за обсягами продажів, так і за ціною, оскільки з'являється велика кількість альтернатив, зокрема завдяки активному імпорту вживаних автомобілів.

Таблиця 2.1

Коефіцієнт коригування ринкової ціни легкових авто з часу експлуатації [13]

<i>час експлуатації</i>	<i>коефіцієнт</i>
до 1	74
від 1 до 2	62
від 2 до 3	50
від 3 до 4	45
від 4 до 5	42
від 5 до 6	39
від 6 до 7	36
від 7 до 8	33
від 8 до 9	31
від 9 до 10	29
від 10 до 11	27
від 11 до 12	25
понад 12	25-(час-12)

Зниження ціни на Daewoo Lanos і інші популярні моделі, як-от Volkswagen Passat, який подешевшав на 16% (з \$7 800 до \$6 550), можна пояснити активним імпортом автомобілів з-за кордону, особливо під час "нульового" розмитнення у квітні-червні. Імпортовані авто часто мали нижчу ціну, що створювало конкуренцію для внутрішніх продавців, змушуючи їх знижувати ціни на вживані моделі. Це також дає українським споживачам більше можливостей для вибору, що впливає на загальну ситуацію на ринку автомобілів.

## **2.2. Побудова економіко-математичної моделі формування ціни на вторинному ринку автомобілів**

Після аналізу фінансово-економічних показників компанії ТОВ «АРНІКА», було виявлено від'ємний чистий прибуток.

Таблиця 2.2

Абсолютні величини фінансово-економічних показників компанії  
«АРНІКА», у тис.грн.

Показники	Абсолютні величини, тис.грн.		
	2022	2021	2020
Дохід	1538737000	4131238000	4350027000
Чистий прибуток	-124865000	19344000	69713000
Активи	529363000	498895000	510734000
Зобов'язання	481365000	327306000	361442000

Зробимо обрахунки для розрахунку абсолютних та відносних відхилень по кожному з показників та візуалізуємо абсолютні величини для порівняння.

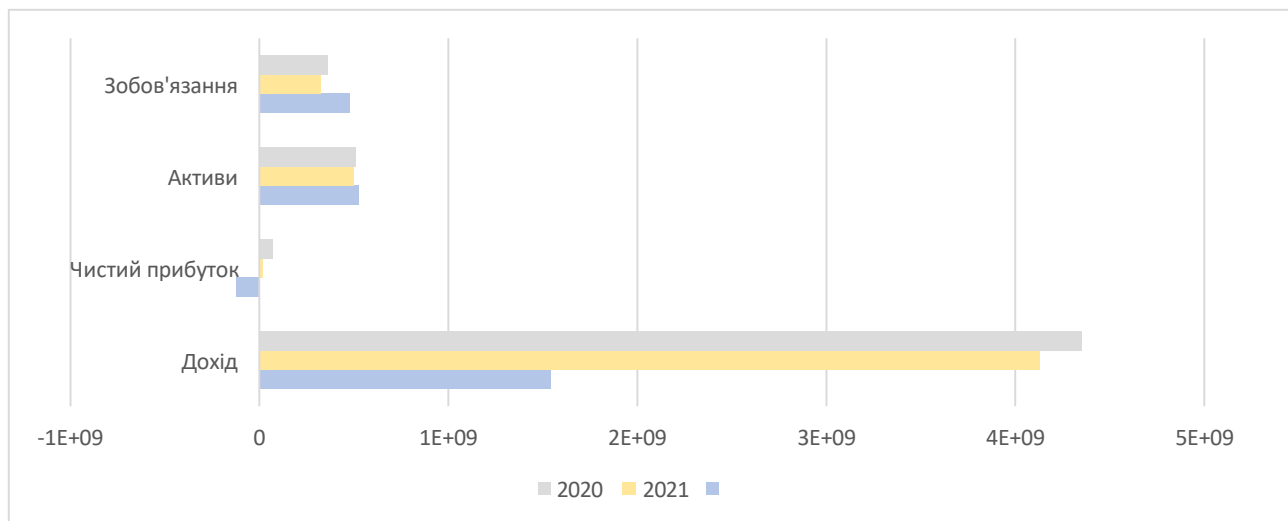


Рисунок 2.8. Абсолютні величини фінансово-економічних показників компанії «АРНІКА», у тис.грн.

Аналіз фінансово-економічних показників показав наступне:

– У 2022 році доходи компанії знизились більш ніж на 60% порівняно з попередніми роками. Це можна пояснити початком повномасштабної війни, закриттям портів і обмеженнями на вивезення зерна з України; – Чистий прибуток

був від'ємним як у 2022, так і в 2021 роках, що знову пов'язано з військовими подіями; – Активи компанії залишаються на тому ж рівні. У 2021 році показник трохи знизився, але вже в 2022 повернувся до рівня 2020 року та навіть трохи зріс; – Зобов'язання зросли майже на 50% у 2022 році через труднощі у фінансових розрахунках, пов'язані з війною.

Тепер порівняємо ціни на автомобілі, придбані компанією, з цінами на вторинному ринку і визначимо, на скільки відсотків вони відрізняються. Це дозволить оцінити, чи є сенс для компанії шукати автомобілі на вторинному ринку з метою економії коштів.

Україна, маючи розвинуте сільське господарство, активно використовує позашляховики в аграрному секторі. До популярних моделей, що можуть використовуватись аграріями, відносяться: – Toyota Land Cruiser, яка відома високою прохідністю та надійністю, що дозволяє ефективно працювати в складних дорожніх умовах; – Mitsubishi Pajero, яка також має хорошу прохідність і підходить для перевезення сільськогосподарської техніки та роботи в важкодоступних місцях; – Nissan Patrol, що вирізняється великими розмірами, потужними характеристиками і здатністю працювати з великими вантажами; – Ford Ranger, який має високу вантажопідйомність і добре підходить для транспортування матеріалів та інструментів в аграрному секторі.

Станом на квітень 2023 року позашляховики та кросовери займають лідируючі позиції на вторинному ринку України. Зі списку 15 найпопулярніших моделей, 13 — це позашляховики та кросовери **【33】** .

1	Renault Duster*	187
2	Toyota Land Cruiser Prado	157
3	Suzuki Vitara	153
4	Volkswagen ID.4	132
5	KIA Sportage	126
6	Toyota RAV-4	109
7	Mercedes-Benz GLE-Classe	109
8	Hyundai Tucson*	97
9	BMW X5	88
10	Skoda Kodiaq	77
11	Mazda CX-5	76
12	Renault Express	69
13	Toyota Land Cruiser	66
14	Toyota Corolla	61
15	Mercedes-Benz GLS-Classe	58
81	Opel Mokka	8
83	Dongfeng EX1	8
98	Honda e:NS1	6
106	Chevrolet Menlo EV	5
107	BYD Yuan	5
108	BYD Han	5
138	RISING AUTO MARVEL R & ROEWE MARVEL R	2

Рисунок 2.9. Сучасні моделі легкових автомобілів

Ось список популярних автомобілів на вторинному ринку:

- Рено Дастер — 187 шт.
- Тойота Ленд Крузер Прадо — 157 шт.
- Сузукі Вітара — 153 шт.
- Фольксваген ID.4 — 132 шт.
- КІА Спортейдж — 126 шт.
- Тойота РАВ-4 — 109 шт.
- Мерседес-Бенц GLE-Клас — 105 шт.
- Хюндай Туксон — 97 шт.
- БМВ Х5 — 88 шт.
- Шкода Кодіак — 77 шт.
- Мазда СХ-5 — 76 шт.
- Рено Експрес — 69 шт.
- Тойота Ленд Крузер — 66 шт.
- Тойота Королла — 61 шт.
- Мерседес-Бенц GLS-Клас — 58 шт.

Автомобільна техніка є важливою для аграріїв, оскільки забезпечує ефективність у сільськогосподарських роботах. Вона використовується для транспортування матеріалів, таких як насіння, добрива, пестициди та обладнання, що потрібні для обробки ґрунту і сівозміни, зменшуючи час та зусилля, пов'язані з ручною працею.

Також автомобілі важливі для перевезення врожаю до зернохосвищ, ринків або переробних підприємств, що дозволяє зберегти якість продукції та забезпечує прибутковість. Вони використовуються і на полях для засівання, поливу, збору врожаю та обробки ґрунту, допомагаючи збільшити продуктивність і знизити витрати часу на ручну працю.

Автомобілі також необхідні для управління фермерським господарством, оскільки дозволяють фермерам відвідувати ділянки землі, перевіряти стан врожаю, проводити інспекції та наглядати за тваринами. Вони також допомагають у виконанні адміністративних завдань, таких як доставка документів і спілкування з постачальниками та клієнтами.

Задача економіко-математичного моделювання полягає в наступному:

1. Побудувати модель ціноутворення автомобілів на вторинному ринку, яка враховуватиме такі основні фактори: вік автомобіля, пробіг, бренд і модель, тип палива, а також, чи була машина привезена з-за кордону чи куплена в Україні.

2. Провести підбір параметрів цієї моделі для покращення її точності, що дозволить врахувати більш детальні аспекти та змінні, які можуть впливати на ціну автомобіля.

3. Здійснити економічний аналіз результатів прогностичного моделювання та оцінити точність побудованої моделі, перевібивши, наскільки добре вона відображає реальні ринкові ціни на автомобілі.

Згідно з таблицею 2.1 (коефіцієнт коригування ринкової ціни транспортних засобів з часу експлуатації), ми будемо використовувати коефіцієнт, що враховує додаткові витрати на автомобіль, який вже був у використанні. Це означає, що він має більшу ймовірність потребувати ремонту чи проходити технічне

обслуговування (СТО). Тому в модель буде закладено вартість на ремонт, що відобразатиме додаткові витрати на утримання автомобіля після його експлуатації.

$$\left(1 - \frac{t(x_1)}{100}\right) * 100,$$

де  $t(x_1)$  – коефіцієнт коригування ціни, базований на віку машини,

$x_1$  – вік автомобіля

Згідно з таблицею 2.2 (коефіцієнт коригування ринкової ціни транспортних засобів з урахуванням пробігу автомобіля), ми застосовуємо коефіцієнт, який додатково враховує пробіг автомобіля. Оскільки авто має певний пробіг, це призводить до зношення елементів двигуна та інших частин, що підвищує ймовірність поломок і потреби в технічному обслуговуванні (СТО), заміні деталей або ремонті. Таким чином, в модель ціноутворення буде закладена вартість на ремонт, що відобразатиме витрати на відновлення або заміну зношених елементів і дорівнюватиме:

$$t(x_2) * 25,$$

де:

$t(x_1)$  – коефіцієнт коригування ціни, базований на пробігу машини, відмінний від нормативного пробігу за рік,

$x_1$  – на скільки пробіг автомобіля відрізняється від нормативного пробігу за рік

Регресійна модель виглядатиме наступним чином[5]:

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

де:

- $y$  є залежною змінною, яку ми намагаємося передбачити, тобто ціна на
- $a_0, a_1, \dots, a_6$  – 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, оснований на віку машини;
- $(1 - \frac{t(x_1)}{100}) * 100$  – додана вартість до ціни на ремонт, базована на віку
- $t(x_2)$  – коефіцієнт коригування ціни, оснований на пробігу машини;
- $t(x_2) * 25$  – додана вартість до ціни на ремонт, базована на відхиленні від норми пробігу на рік машини;

У нашій багатофакторній регресійній моделі використовуються різні типи змінних, що дозволяє детально аналізувати фактори, які впливають на ціну автомобіля.

До категоріальних незалежних змінних відносяться такі параметри, як тип палива, бренд або модель автомобіля, а також походження транспортного засобу — чи був він привезений з-за кордону або придбаний в Україні.

Числові незалежні змінні включають вік автомобіля та його пробіг, які суттєво впливають на його вартість.

Окрім цього, до моделі додається показник доданої вартості на ремонт. Ця змінна відображає витрати, пов'язані з усуненням поломок та заміною зношених деталей автомобіля, що залежать від віку транспортного засобу та його пробігу. Ці змінні дозволяють побудувати більш точну модель ціноутворення на вторинному ринку автомобілів, враховуючи як об'єктивні, так і суб'єктивні фактори, що впливають на вартість транспортних засобів.

### **2.3. Програмна реалізація моделі формування ціни автомобілі**

Статистичні дані щодо авто, побудовані автором на основі оголошень на сайті [autoria](http://autoria.com). [1]

brand	car_brand	price	year	car_mileage	fuel	abroad_local
шкода	Шкода kodiaq	33777	2019	82	дизпаливо	abroad
шкода	Шкода kodiaq	32000	2019	53	дизпаливо	local
шкода	Шкода kodiaq	34900	2019	37	бензин	local
шкода	Шкода kodiaq	35000	2019	27	бензин	local
шкода	Шкода kodiaq	29000	2019	176	бензин	local
шкода	Шкода kodiaq	32000	2019	168	дизпаливо	abroad
шкода	Шкода kodiaq	31450	2019	165	дизпаливо	abroad
шкода	Шкода kodiaq	31200	2019	80	дизпаливо	local
шкода	Шкода kodiaq	34000	2019	148	дизпаливо	abroad
шкода	Шкода kodiaq	25400	2019	132	бензин	local
шкода	Шкода kodiaq	35500	2019	53	дизпаливо	local
хюндай	Хюндай tuxon	25000	2018	62	бензин	local
хюндай	Хюндай tuxon	21555	2018	57	дизпаливо	abroad
хюндай	Хюндай tuxon	18999	2018	81	бензин	abroad
хюндай	Хюндай tuxon	22999	2018	84	бензин	local
хюндай	Хюндай tuxon	24000	2018	24	бензин	local
хюндай	Хюндай tuxon	17500	2018	93	бензин	abroad
хюндай	Хюндай tuxon	28500	2018	79	бензин	abroad
хюндай	Хюндай tuxon	19300	2018	111	бензин	abroad
хюндай	Хюндай tuxon	23800	2018	59	бензин	local
хюндай	Хюндай tuxon	20000	2018	84	бензин	abroad
хюндай	Хюндай tuxon	19500	2018	75	бензин	abroad
хюндай	Хюндай tuxon	17200	2018	115	бензин	abroad
хюндай	Хюндай santafe	31500	2020	35	бензин	abroad
хюндай	Хюндай santafe	29500	2020	14	бензин	abroad
хюндай	Хюндай santafe	28800	2020	25	бензин	abroad
хюндай	Хюндай santafe	32999	2020	22	бензин	abroad
хюндай	Хюндай santafe	33200	2020	13	бензин	abroad
хюндай	Хюндай santafe	37500	2020	17	дизпаливо	local
хюндай	Хюндай santafe	46999	2020	19	дизпаливо	abroad
хюндай	Хюндай santafe	24700	2020	18	бензин	abroad
хюндай	Хюндай santafe	28300	2020	56	бензин	abroad
хюндай	Хюндай santafe	29990	2020	24	бензин	abroad
хюндай	Хюндай santafe	29999	2020	44	бензин	abroad
фольксваген	Фольксваген arteon	36000	2020	32	бензин	abroad
фольксваген	Фольксваген arteon	29900	2019	2	бензин	abroad

фольксваген	Фольксваген arteon	31500	2019	9	бензин	abroad
фольксваген	Фольксваген arteon	29750	2019	15	бензин	abroad
фольксваген	Фольксваген arteon	53500	2021	18	дизпаливо	local
фольксваген	Фольксваген arteon	33990	2021	14	бензин	abroad
фольксваген	Фольксваген arteon	46500	2021	56	дизпаливо	local
фольксваген	Фольксваген arteon	43500	2019	52	дизпаливо	abroad
фольксваген	Фольксваген arteon	34000	2019	88	дизпаливо	abroad
фольксваген	Фольксваген arteon	33999	2019	46	бензин	abroad
фольксваген	Фольксваген arteon	35500	2019	40	бензин	abroad
ніссан	Ніссан xtrail	19990	2018	122	дизпаливо	local
ніссан	Ніссан xtrail	19990	2018	146	бензин	local
ніссан	Ніссан xtrail	25000	2018	93	дизпаливо	local
ніссан	Ніссан xtrail	21000	2018	34	бензин	local
ніссан	Ніссан xtrail	24000	2018	10	бензин	local
ніссан	Ніссан xtrail	26000	2018	70	дизпаливо	local
ніссан	Ніссан xtrail	24000	2018	53	бензин	local
ніссан	Ніссан xtrail	21500	2018	128	бензин	abroad
ніссан	Ніссан xtrail	18900	2018	185	дизпаливо	local
ніссан	Ніссан xtrail	22700	2018	107	дизпаливо	local
тойота	Тойота RAV4	25000	2017	124	дизпаливо	local
тойота	Тойота RAV4	17900	2017	120	бензин	abroad
тойота	Тойота RAV4	18490	2017	53	бензин	abroad
тойота	Тойота RAV4	26000	2017	89	бензин	abroad
тойота	Тойота RAV4	28200	2017	89	дизпаливо	local
тойота	Тойота RAV4	28990	2017	30	дизпаливо	local
тойота	Тойота RAV4	18900	2017	74	бензин	local
тойота	Тойота RAV4	28000	2017	64	дизпаливо	local
тойота	Тойота RAV4	26400	2017	85	дизпаливо	local
тойота	Тойота RAV4	30000	2017	29	дизпаливо	local
тойота	Тойота RAV4	17770	2017	86	бензин	abroad
рено	Рено Duster	16000	2018	124	бензин	local
рено	Рено Duster	16200	2018	174	дизпаливо	local
рено	Рено Duster	13900	2018	165	дизпаливо	local
рено	Рено Duster	11750	2018	165	бензин	local
рено	Рено Duster	18000	2018	80	дизпаливо	local
рено	Рено Duster	12000	2018	172	дизпаливо	local
рено	Рено Duster	19000	2018	75	дизпаливо	local
рено	Рено Duster	14750	2018	171	дизпаливо	local
рено	Рено Duster	13000	2018	156	дизпаливо	abroad

рено	Рено Duster	14900	2018	147	дизпаливо	local
рено	Рено Duster	18000	2018	42	дизпаливо	local
хюндай	Хюндай i30	15900	2018	61	бензин	local
хюндай	Хюндай i30	14000	2019	184	дизпаливо	abroad
хюндай	Хюндай i30	16300	2020	58	бензин	local

При зборі даних було обрано автомобілі, які компанія раніше купувала або планує придбати, щоб забезпечити більшу точність у майбутніх моделях та можливість порівняння цін на ринку та вартості автомобілів на момент придбання. Компанія надає перевагу позашляховикам та кросоверам, тому при відборі моделей обиралися авто цього типу, зокрема: – Шкода Kodiaq; – Хьондай Tucson; – Хьондай Santa Fe; – Фольксваген Arteon; – Ніссан X-Trail; – Тойота RAV4; – Рено Duster; – Хьондай i30.

Також при відборі оголошень вибиралися автомобілі 2017–2021 років випуску, усіх видів палива, з поділом на імпортні та місцеві автомобілі. Програмне забезпечення, створене на Python, завдяки бібліотеці pandas дозволяє завантажувати та обробляти дані, включаючи кодування категоріальних змінних. Після цього дані розподіляються на тренувальну та тестову вибірки, на яких навчається модель лінійної регресії. За допомогою цієї моделі здійснюється прогнозування цін на тестових даних, і потім оцінюється її точність.

В Python існують кілька метрик для оцінки якості регресійних моделей. Однією з найпоширеніших є середньоквадратична помилка (Mean Squared Error, MSE), яка вимірює середнє квадратне відхилення між прогнозованими та фактичними значеннями. Чим менше значення MSE, тим точніше модель прогнозує дані.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

де  $n$  – розмір вибірки,

$y_i$  – фактичні значення,

$\hat{y}$  – прогнозовані значення.

Середня абсолютна помилка (Mean Absolute Error, MAE) вимірює середню абсолютну різницю між прогнозованими та фактичними значеннями. Цей показник також використовують для оцінки точності моделі: чим менше значення MAE, тим точнішою є модель.

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |y_i - \hat{y}_i|$$

де  $N$  – кількість прикладів навчальної вибірки,

$y_i$  – цільове значення  $i$ -того прикладу,

$\hat{y}$  – передбачене моделлю значення.

Коефіцієнт детермінації (Coefficient of Determination,  $R^2$ ) оцінює, наскільки добре модель відповідає даним. Його значення коливається від 0 до 1, де 1 означає ідеальну відповідність. Чим вищий коефіцієнт  $R^2$ , тим кращою є модель.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{\text{розн}} - Y_{\text{сер}})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_{\text{факт}} - Y_{\text{сер}})^2}$$

де  $Y_{\text{розн}}$  – теоретичні значення залежної змінної, отримані на основі побудованої регресійної моделі;  $Y_{\text{сер}}$  – середнє значення фактичних даних залежної змінної;  $Y_{\text{факт}}$  – фактичні індивідуальні значення залежної змінної.

Корінь середньоквадратичної помилки (*Root Mean Squared Error, RMSE*) є квадратним коренем з  $MSE$  і вимірює середньоквадратичну відстань між прогнозованими та фактичними значеннями. Цей показник є корисним, оскільки його значення виражене в тих самих одиницях вимірювання, що й вихідні дані.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (\hat{y}_i - y_i)^2}$$

де:

$N$  – кількість зразків навчальної вибірки,

$y_i$  – справжнє значення для  $i$ -го зразка,

$\hat{y}_i$  – прогнозоване значення, яке дає модель.

Коефіцієнт кореляції Пірсона (Pearson Correlation Coefficient) оцінює силу та напрямок лінійного взаємозв'язку між передбаченими та фактичними значеннями. Його значення варіюється від -1 до 1, де значення, близькі до 1, свідчать про сильну позитивну кореляцію, значення, близькі до -1, – про сильну негативну кореляцію, а значення, наближені до 0, вказують на відсутність кореляції.

$$R_{xy} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=0}^{n-1} (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=0}^{n-1} (y_i - \bar{y})^2}}$$

T-критерій Стюдента (Student's t-test) є статистичним методом для порівняння середніх значень двох незалежних вибірок. Цей тест дає змогу визначити, чи існує статистично значуща різниця між середніми значеннями двох груп, враховуючи варіацію даних у кожній групі. Він ґрунтується на співвідношенні різниці між середніми значеннями та стандартною помилкою цієї різниці.

$$t = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{\frac{(N_1-1)\sigma_1^2 + (N_2-1)\sigma_2^2}{N_1+N_2-2} \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}\right)}}$$

де:

$M_1, M_2$  – середні значення вибірок,

$\sigma_1, \sigma_2$  – стандартні відхилення,

$N_1, N_2$  – розміри вибірок.

## Висновки до розділу 2

Згідно з наявними статистичними даними, спостерігається зниження цін на більшість популярних моделей автомобілів. Це свідчить про тенденцію до здешевлення на момент проведення дослідження. Оскільки постійна невизначеність ускладнює прогнозування, особливо в частині цін на товари, вартість автомобілів, хоч і залежить від закону попиту і пропозиції, також піддається впливу зовнішніх факторів, які формують ринок. У разі стабілізації ситуації не очікується значних коливань у цінах на вживані автомобілі на ринку, і, ймовірно, до кінця року кардинальних змін не станеться.

Однак, необхідно враховувати, що непередбачуваність і нестабільність можуть впливати на економічний клімат, а отже, і на попит та пропозицію вживаних автомобілів. Політичні, економічні та соціальні зміни можуть викликати коливання цін на ринку автомобілів. Тому, хоча зараз не очікуються значні зміни, завжди існує певний ризик непередбачуваних подій, які можуть змінити ситуацію.

Останнім часом активно використовуються методи машинного навчання для математичного моделювання, зокрема, багатофакторна лінійна регресія і дерева прийняття рішень. Тому ми побудували і описали принципи створення цих двох моделей, які будемо застосовувати надалі.

## РОЗДІЛ 3

### РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЦІНОУТВОРЕННЯ АВТОМОБІЛІВ НА ВТОРИННОМУ РИНКУ

#### 3.1. Математичне та комп'ютерне моделювання встановлення ціни на вторинному ринку автомобілів

Здійснимо перевірку кореляції між показниками та залежною змінною (ціною) за допомогою коефіцієнта кореляції Пірсона. Коефіцієнт Пірсона (або коефіцієнт кореляції Пірсона) застосовується для оцінки статистичного зв'язку між двома неперервними змінними. Він показує ступінь лінійної залежності між цими змінними, тобто визначає, як зміна однієї змінної пов'язана зі зміною іншої.

Таблиця 3.1

Значення парних кореляційних факторів.

	brand	car_brand	price	year	car_mileage	fuel	abroad_local
brand	1.000000	0.856702	-0.492316	-0.569231	0.287544	-0.282446	0.348790
car_brand	0.856702	1.000000	-0.507074	-0.398281	0.236236	-0.227065	0.310912
price	-0.492316	-0.507074	1.000000	0.625697	-0.543894	-0.113012	-0.178299
year	-0.569231	-0.398281	0.625697	1.000000	-0.384194	0.117034	-0.303789
car_mileage	0.287544	0.236236	-0.543894	-0.384194	1.000000	-0.331898	0.163451
fuel	-0.282446	-0.227065	-0.113012	0.117034	-0.331898	1.000000	-0.334287
abroad_local	0.348790	0.310912	-0.178299	-0.303789	0.163451	-0.334287	1.000000

*Розраховано автором*

Для залежної змінної (ціни) спостерігаємо наступні кореляції: – найбільша кореляція з роком виготовлення (0,62), – значна від'ємна кореляція з пробігом (-0,53), брендом (-0,47) та маркою автомобіля (-0,54).

Після підбору необхідних параметрів, таких як `random_state` і `test_size`, для досягнення кращих результатів моделей, тестуємо модель на вибірці та оцінюємо результат. Після побудови двох моделей були отримані такі результати:

Лінійна регресія:

- Корінь середньоквадратичної помилки: 1676.70
- Середня абсолютна помилка: 1463.43
- Коефіцієнт детермінації: 0.96

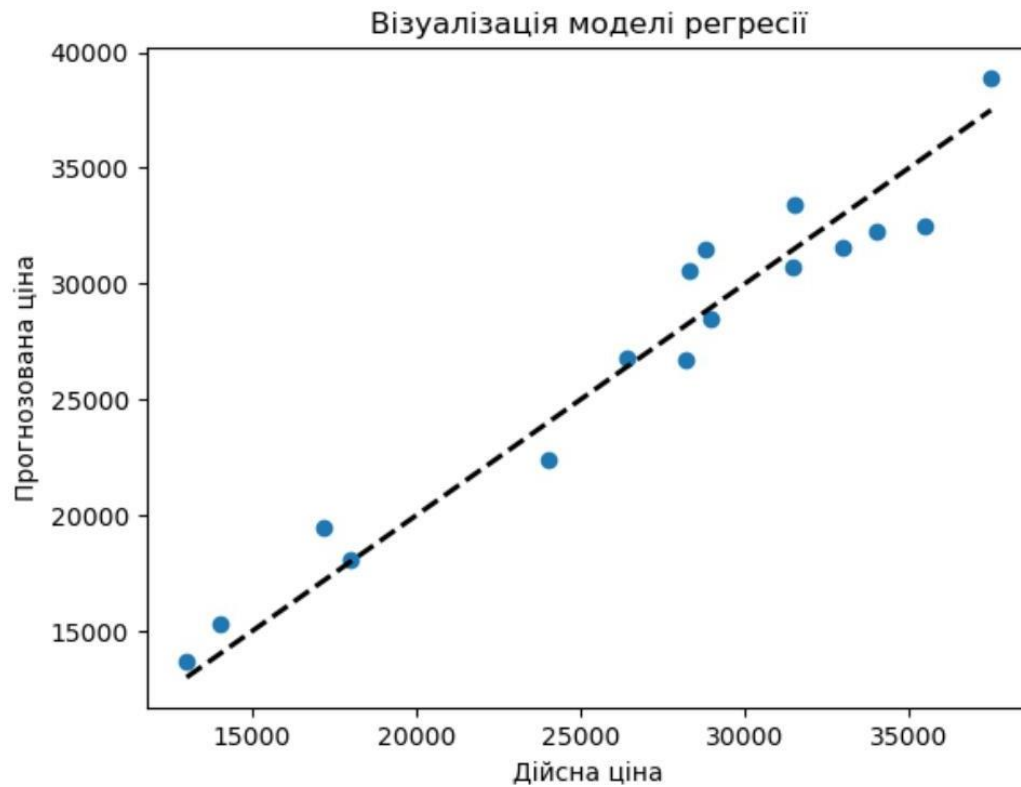


Рисунок 3.1. Графік регресійної моделі.

Джерело: *Розраховано автором*

З рисунку 3.1 та статистичних даних видно, що: точки даних знаходяться досить близько до регресійної прямої, що свідчить про те, що прогнозована ціна майже ідеально збігається з фактичною ціною; високий коефіцієнт детермінації; середня абсолютна помилка складає 1464\$.

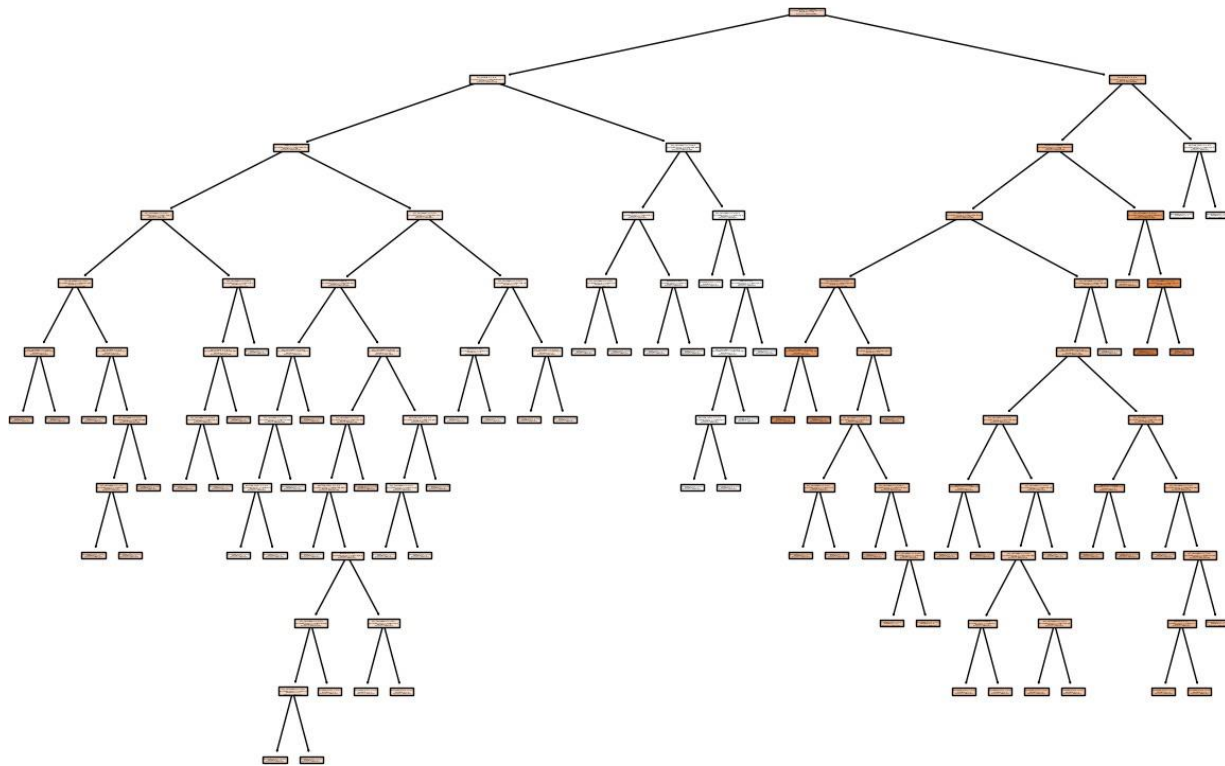


Рисунок 3.2 – Графік дерева прийняття рішень.

*Розраховано автором*

Дерево прийняття рішень:

- Корінь середньоквадратичної помилки: 3903.92
- Середня абсолютна помилка: 2359.23
- Коефіцієнт детермінації: 0.54.

З рисунку 3.3 та статистичних даних можна зробити висновок, що точки з даними знаходяться на більшій відстані від регресійної прямої і не так щільно прилягають до неї, як у попередній моделі. Це свідчить про те, що модель дає гірші результати. Також спостерігається досить низький коефіцієнт детермінації, що підтверджує слабший зв'язок між змінними. Крім того, середня абсолютна помилка складає 2359 \$, що майже вдвічі більше, ніж у попередній моделі. Отже, регресійна модель виявилася більш ефективною для цього завдання, і для подальших порівнянь ми будемо використовувати саме її.

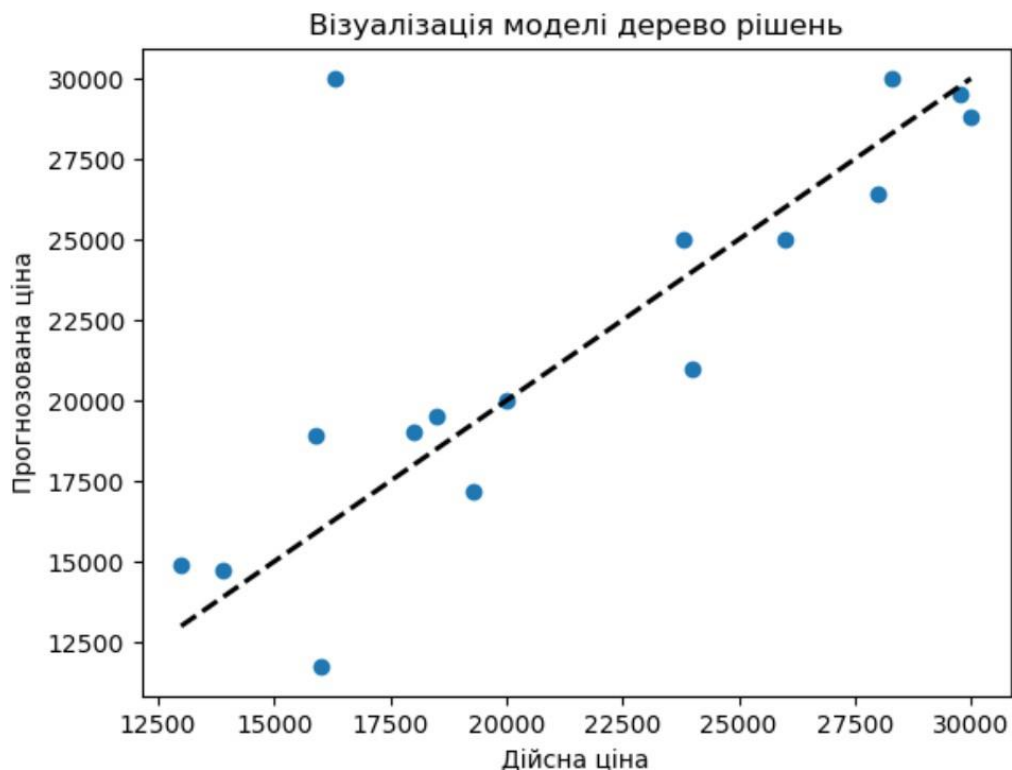


Рисунок 3.3 – Графічне відображення моделі дерева прийняття рішень.

Джерело: *Розраховано автором*

Формула виглядатиме наступним чином:

$$y = -7503725 + 3736x^1 - 71x^2 - 5563x_3 - 144x_4 + 928x_5 - 1851x_6 \left(1 - \frac{t(x_1)}{100}\right) * 100 + t(x_2) * 2$$

### 3.2 Розробка рекомендацій для прийняття управлінських рішень щодо купівлі автомобілів на вторинному ринку

Повернемося до даних, зібраних на підприємстві під час переддипломної практики. Основними вимогами до таких автомобілів є надійність та висока прохідність. Найбільш популярними типами автомобілів для підприємства є позашляховики, оскільки вони мають хорошу прохідність і підходять для експлуатації в сільській місцевості. Ці автомобілі використовуються для

перевезення працівників, транспортування сільськогосподарської продукції, обслуговування полів та виконання інших робіт на господарствах.

Компанія зібрала дані щодо автомобілів, які були придбані раніше, а також їх характеристик:

Таблиця 3.2

Основні характеристики легкових автомобілів

brand	car_brand	price	year	car_mileage	fuel	abroad_local
шкода	Шкода kodiaq	35000	2019	0	petrol	local
Хьюндай	Хьюндай tucson	28000	2018	0	petrol	local
Хьюндай	Хьюндай santafe	40000	2020	0	petrol	local
фольксваген	Фольксваген arteon	45000	2020	0	petrol	local
ніссан	Ніссан xtrail	35000	2018	0	petrol	local
тойота	Тойота RAV4	32000	2017	0	petrol	local
рено	Рено Duster	22000	2018	0	petrol	local
Хьюндай	Хьюндай e30	25000	2018	0	petrol	local

Джерело: Розраховано автором.

Згідно з зібраними даними, можна зробити кілька висновків. По-перше, всі автомобілі переважно були випущені у 2018-2019 роках, що свідчить про їх сучасність. По-друге, вони мають нульовий пробіг, що є важливим показником для оцінки їх стану. Крім того, всі ці автомобілі працюють на бензині, а були придбані в місцевих автосалонах, що виключає можливість їх імпорту. Вартість таких автомобілів варіюється в межах від 25 000 до 40 000 доларів США.

Далі, для оцінки економічної доцільності придбання автомобілів на вторинному ринку, ми розрахуємо, скільки кожне з цих авто коштувало б за нашою моделлю. Це дозволить визначити, чи є сенс компанії розглядати можливість пошуку автомобілів на авторинку для економії коштів.

Прогнозовані дані на автомобілі на вторинному ринку.

brand	car_brand	price	year	car_mile age	fuel	abroad_lo cal	prediction	price- prediction
шкода	Шкода kodiaq	35000	2019	0	petrol	local	32785.34	2214.663
хьундай	Хьундай tuxon	28000	2018	0	petrol	local	25032.66	2967.338
хьундай	Хьундай santafe	40000	2020	0	petrol	local	34312.37	5687.629
фольксваген	Фольксваген arteon	45000	2020	0	petrol	local	38820.48	6179.516
ніссан	Ніссан xtrail	35000	2018	0	petrol	local	22738.15	12261.85
тойота	Тойота RAV4	32000	2017	0	petrol	local	24334.15	7665.847
рено	Рено Duster	22000	2018	0	petrol	local	15446.39	6553.612
хьундай	Хьундай i30	25000	2018	0	petrol	local	14864.06	10135.94

Джерело: Розраховано автором

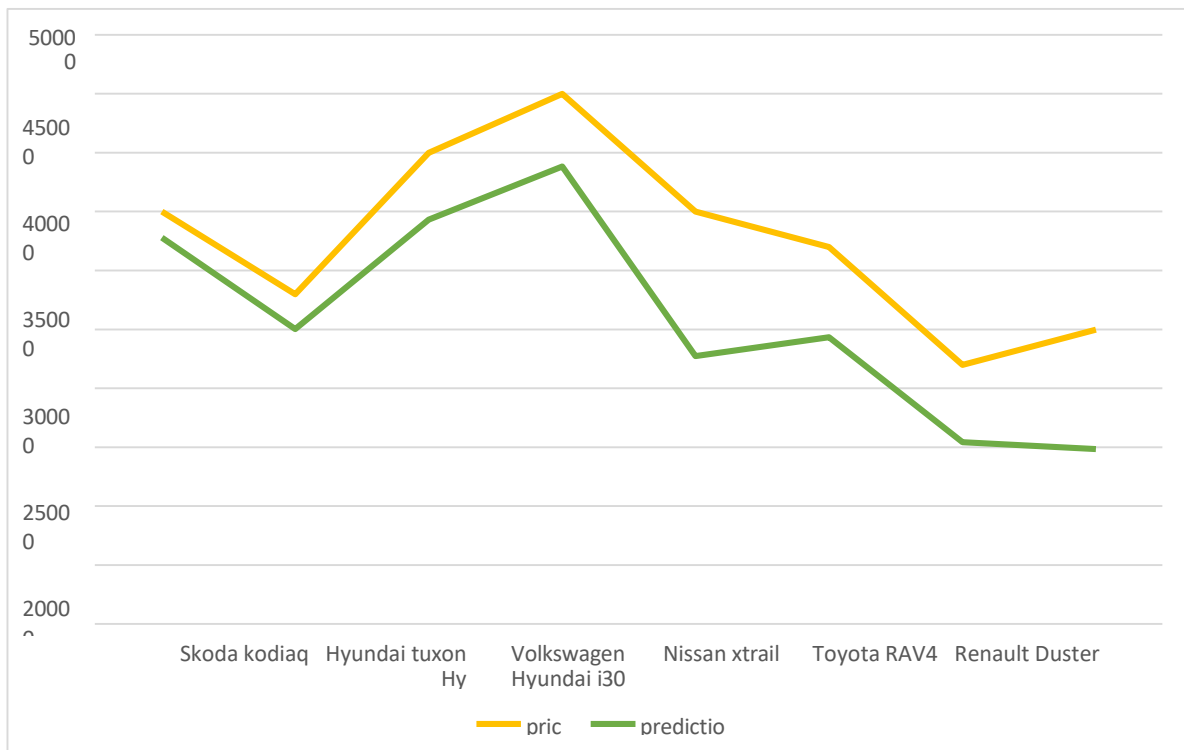


Рисунок 3.4. Графіки прогнозованих та реальних значень

*Джерело: Розраховано автором*

З результатів обчислень можна зробити висновок, що компанії варто звернути особливу увагу на моделі автомобілів, такі як Хьундай і30 та Ніссан Х-Trail. Саме ці автомобілі можуть дозволити компанії заощадити близько 10 000 доларів за одну одиницю при покупці на вторинному ринку. Це суттєва економія, яка може бути вигідною для компанії при розгляді варіантів для придбання автомобілів.

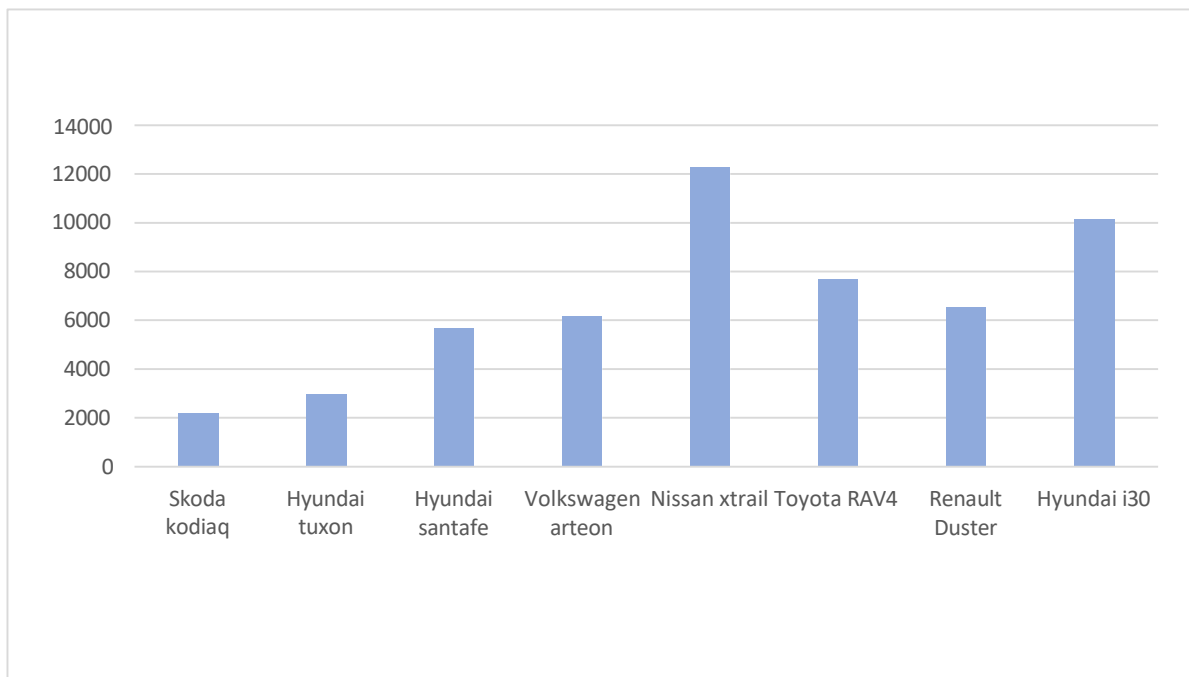


Рисунок 3.5. Графік різниці між прогнозованими та дійсними значеннями для вартості авто.

*Джерело: Розраховано автором*

Найменшої уваги при виборі автомобіля потребують моделі Шкода Kodiaq та Хьундай Tucson, оскільки економія на них буде незначною. Тому ці моделі краще розглядати для покупки в автосалоні, щоб отримати більш новий екземпляр, ніж купувати на вторинному ринку автомобіль за подібну ціну, але з пробігом і певним періодом експлуатації.

Що ж до моделей Хьундай Santa Fe, Фольксвагенен Arteon, Тойота RAV4 та Рено Duster, то вони знаходяться в одному сегменті за економією коштів. Від їх придбання можна зберегти від 5,5 до 7,5 тис. доларів за кожну автівку, що робить їх більш вигідними варіантами для покупки на вторинному ринку.

### **Висновки до розділу 3**

Отримавши прогнозовані дані, можна зробити висновок, що підприємству варто звернути увагу на певні моделі автомобілів і розглянути можливість їх пошуку на вторинному ринку. Це дозволить компанії зекономити від 2200 до 12 000 доларів. Найбільша різниця у вартості спостерігається для автомобіля моделі Ніссан Х-Trail, де економія складає 12 261 доларів. Таким чином, придбавши цей автомобіль не в автосалоні, а на вторинному ринку, компанія могла б суттєво зекономити кошти.

## **ВИСНОВКИ**

У процесі виконання дослідження було проведено аналіз, розроблено та побудовано економіко-математичну модель для оптимального аналізу пропозицій на вторинному ринку автомобілів. У рамках бакалаврської роботи було успішно побудовано модель, здійснено розрахунки за допомогою розробленого програмного забезпечення, а також проведено апробацію отриманих результатів на практиці та оцінено ефективність цієї моделі. Крім того, здійснено економічний аналіз результатів моделювання.

Отримано цінний досвід роботи в реальних умовах, що сприятиме подальшому професійному розвитку. Виконання практичних завдань та дослідження актуальних аспектів ціноутворення на авто на вторинному ринку в Україні дозволило поглибити знання та навички в обраній галузі.

На основі аналізу наукових матеріалів було визначено дві найкращі моделі для аналізу – багатокритеріальну регресійну модель та дерево прийняття рішень. За статистичними показниками найкращі результати показала багатокритеріальна регресійна модель, яка продемонструвала високий рівень детермінації та низький рівень абсолютної похибки.

Аналізуючи реальні дані про автомобілі компанії та ціни на подібні авто на вторинному ринку, можна зробити висновок, що використання цієї моделі для оцінки вартості автомобілів на вторинному ринку дозволить суттєво зекономити кошти підприємства.

Найбільш вигідними моделями для економії стали Ніссан X-Trail і Хьондай і30. Рекомендується звернути увагу на вторинний ринок при виборі цих моделей, оскільки покупка кожної з них може зекономити компанії від 10 до 12 тисяч доларів.