

Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

### УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ПАРКУ АВТОМОБІЛІВ-ТАКСІ НА ПРИКЛАДІ МІСТА ВІННИЦІ

Виконав здобувач 2-го курсу, групи 1АТ-24м  
спеціальності 274 – Автомобільний  
транспорт

Освітньо-професійна програма –  
Автомобільний транспорт

Голота О.В.

Керівник: к.т.н., доц. каф. АТМ

Антонюк О.П.

« 05 » Грудня 2025 р.

Опонент: к.т.н., доц. каф. ТАМ

Піонткевич О.В.

« 05 » Грудня 2025 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

Цимбал С.В.

« 5 » 12 2025 р.

Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)  
Галузь знань – 27 – Транспорт  
Спеціальність – 274 – Автомобільний транспорт  
Освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
завідувач кафедри АТМ  
к.т.н., доцент Цимбал С.В.

« 25 » \_\_\_\_\_ 2025 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

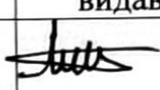
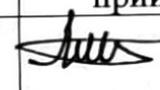
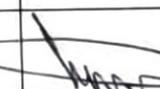
Голоті Олександр Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи: Удосконалення процесу формування раціональної структури парку автомобілів-таксі на прикладі міста Вінниці  
керівник роботи Антонюк Олег Павлович, к.т.н., доцент,  
затверджені наказом ВНТУ від «24» вересня 2025 року № 313.
- Строк подання здобувачем роботи: 30.11.2025 р.
- Вихідні дані до роботи: Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна; об'єктом дослідження є процес функціонування парку автомобілів-таксі в умовах міста Вінниці, що включає організаційні, технічні та експлуатаційні аспекти формування його структури; предмет дослідження – методичні підходи, критерії та алгоритми формування раціональної структури парку автомобілів-таксі для міських умов, з урахуванням техніко-експлуатаційних, економічних та організаційних чинників; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.
- Зміст текстової частини:
  - Аналіз стану питання, мета та завдання дослідження.
  - Теоретичні основи вибору рухомого складу.
  - Формування раціональної структури парку автомобілів-таксі на прикладі міста Вінниці.
  - Апробація методу та оцінка його економічної ефективності.
- Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
  - 1.-3. Тема, мета та завдання дослідження.
  4. Роль автомобілів-таксі в економіці України.
  5. Класифікація автомобілів, що використовуються у службах таксі.

6. Автомобілі, які використовуються для таксомоторних перевезень.
7. Тенденції оновлення марочної структури рухомого складу автомобілів-таксі.
8. Параметри оцінки якості транспортних засобів експертами.
9. Особливості раціонального вибору автомобілів-таксі.
10. Залежності вартості поїздки автомобіля-таксі від дистанції та часу доби.
11. Схема імітаційної моделі роботи таксомоторного парку.
12. Схема проведення експертного оцінювання для визначення ваги часткових показників.
13. Результати попереднього ранжування показників для автомобілів економкласу
14. Вагові коефіцієнти комплексних показників.
15. Алгоритм методу обґрунтування раціональної структури парку автомобілів-таксі.
16. Математична модель реалізації методу обґрунтування раціональної структури парку автомобілів-таксі.
17. Схема структури парку автомобілів-таксі.
18. Розрахунок річного економічного ефекту від запропонованих рішень.
19. Висновки

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

| Розділ/підрозділ                              | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата  |   |
|---|---|---|---|
|   |   | завдання видав  | завдання прийняв  |
| Розв'язання основної задачі                   | Антонюк О.П.,<br>доцент кафедри АТМ       |   |   |
| Визначення ефективності запропонованих рішень | Буренніков Ю.Ю.,<br>професор кафедри АТМ  |  |  |

7. Дата видачі завдання « 25 » вересня 2025 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

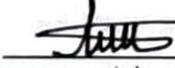
| № з/п | Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи                                 | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|-------------------------------|----------|
| 1     | Вивчення об'єкту та предмету дослідження  | 25.09-29.09.2025              | Вик      |
| 2     | Аналіз відомих рішень, постановка задач   | 30.09-20.10.2025              | Вик      |
| 3     | Обґрунтування методів досліджень  | 30.09-20.10.2025              | Вик      |
| 4     | Розв'язання поставлених задач   | 21.10-10.11.2025              | Вик      |
| 5     | Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів | 11.11-16.11.2025              | Вик      |
| 6     | Виконання розділу «Апробація методу та оцінка його економічної ефективності.»     | 17.11-24.11.2025              | Вик      |
| 7     | Нормоконтроль МКР   | 25.11-30.11.2025              | Вик      |
| 8     | Попередній захист МКР   | 01.12-04.12.2025              | Вик      |
| 9     | Рецензування МКР  | 05.12-09.12.2025              | Вик      |
| 10    | Захист МКР  | 10.12.25- 12.12.25            | Вик      |

Здобувач

  
(підпис)

Голота О.В.

Керівник роботи

  
(підпис)

Антонюк О.П.

## АНОТАЦІЯ

УДК 629.113

Голота О.В. Удосконалення процесу формування раціональної структури парку автомобілів-таксі на прикладі міста Вінниці. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт. Вінниця: ВНТУ, 2025. 109 с. На укр. мові. Бібліогр. 44 назв; рис.: 16; табл. 45.

У роботі досліджено формування раціональної структури таксомоторних парків у великих містах, де застосовуються автомобілі різних тарифікаційних груп («економ», «комфорт», «бізнес»). Традиційні методи обґрунтування структури автопарків не враховують сучасні ринкові умови та специфіку роботи служб таксі.

Розроблено систему показників для вибору автомобілів-таксі, що охоплює технічні, комфортні та економічні характеристики. На основі згортання тринадцяти часткових показників сформовано три комплексні критерії: технічний ( $k_1$ ), комфортності ( $k_2$ ) та економічності ( $k_3$ ). Вагові коефіцієнти визначено за результатами експертного опитування, що дозволило мінімізувати суб'єктивність та встановити перевагу показників активної й пасивної безпеки.

Імітаційне моделювання показало, що оптимальне співвідношення автомобілів різних груп залежить від структури вхідних замовлень. Запропоновано алгоритм вибору автомобілів-таксі та метод обґрунтування структури парку, який забезпечує вибір оптимальних моделей у межах кожної тарифікаційної групи та є зручним для практичного застосування.

Економічна оцінка підтвердила ефективність підходу: у 65 % випадків він забезпечує підвищення економічних показників роботи АТП, у 25 % - збігається з традиційними результатами, і лише у 10 % демонструє нижчу ефективність.

Графічна частина складається з 19 слайдів.

Ключові слова: таксомоторний парк; тарифікаційні групи; комплексні показники; вагові коефіцієнти; імітаційне моделювання; алгоритм вибору автомобіля; раціональна структура парку; економічна ефективність.

## ABSTRACT

UDC 629.113

Holota O.V. Improvement of the Process of Forming a Rational Structure of Taxi Vehicle Fleets: A Case Study of the City of Vinnytsia.

Master's Qualification Work, Specialty 274 – Automotive Transport.

Vinnytsia: VNTU, 2025, 109 p. In Ukrainian. Bibliography: 44 sources; figures: 16; tables: 45.

The work examines the formation of a rational structure of taxi fleets in large cities, where vehicles of various tariff groups (“economy”, “comfort”, “business”) are used. Traditional approaches to substantiating fleet structure do not account for modern market conditions or the operational specifics of taxi services.

A system of indicators for selecting taxi vehicles has been developed, encompassing technical, comfort-related, and economic characteristics. Based on the aggregation of thirteen partial indicators, three comprehensive criteria were formed: technical ( $k_1$ ), comfort-related ( $k_2$ ), and economic ( $k_3$ ). Weight coefficients were established through expert surveys, which helped minimize subjectivity and confirmed the priority of active and passive safety indicators.

Simulation modeling demonstrated that the optimal distribution of vehicles across tariff groups depends on the structure of incoming orders. An algorithm for selecting taxi vehicles and a method for substantiating the rational structure of a fleet were proposed. These tools support the selection of optimal models within each tariff group and are practical for application at transport enterprises.

Economic evaluation confirmed the efficiency of the proposed approach: in 65% of cases, it improved economic performance, in 25% the results coincided with traditional methods, and only in 10% of cases showed lower effectiveness.

The graphical section consists of 19 slides.

Keywords: taxi fleet; tariff groups; comprehensive indicators; weight coefficients; simulation modeling; vehicle selection algorithm; rational fleet structure; economic efficiency.



## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| ВСТУП.....   | 4  |
| РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ, МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....                                  | 8  |
| 1.1 Роль автомобілів-таксі в економіці України.....  | 8  |
| 1.2 Огляд класифікацій автомобілів що використовуються як таксі                                    | 10 |
| 1.3 Аналіз марочної структури автомобілів – таксі.....   | 14 |
| 1.4 Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження.....                                   | 19 |
| РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИБОРУ РУХОМОГО СКЛАДУ  | 21 |
| 2.1 Методи прийняття рішень.....   | 21 |
| 2.2 Однокритеріальні методи.....   | 26 |
| 2.3 Багатокритеріальні методи.....   | 27 |
| 2.4 Узагальнення методів вибору рухомого складу.....   | 32 |
| 2.5 Показники, що визначають вибір автомобіля.....   | 34 |
| 2.5.1 Показники якості транспортної роботи автомобіля-таксі.....                                   | 34 |
| 2.5.2 Безпека як основа формування парку рухомого складу.....                                      | 39 |
| 2.6 Висновки розділу 2.....  | 41 |
| РОЗДІЛ 3. ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ПАРКУ АВТОМОБІЛІВ-ТАКСІ НА ПРИКЛАДІ МІСТА ВІННИЦЯ..... | 42 |
| 3.1 Моделювання роботи таксомоторного парку.....   | 42 |
| 3.2 Формування комплексних показників, що впливають на вибір автомобілів-таксі.....                | 47 |
| 3.3 Визначення вагових коефіцієнтів часткових показників.....                                      | 50 |
| 3.4 Визначення вагових коефіцієнтів комплексних показників.....                                    | 64 |
| 3.5 Визначення вагових коефіцієнтів комплексних показників методом аналізу ієрархій.....           | 71 |
| 3.6 Алгоритм визначення модельного ряду автомобілів-таксі.....                                     | 74 |

|  |   |     |
|--|---|-----|
| 3.7  | Метод обґрунтування вимог до раціональної структури парку автомобілів-таксі у великих містах.....                         | 77  |
| 3.8  | Висновки до розділу 3.....  | 80  |
| <b>РОЗДІЛ 4. АПРОБАЦІЯ МЕТОДУ ТА ОЦІНКА ЙОГО ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....</b> |   |     |
| 4.1  | Методологічна база для обґрунтування структури парку автомобілів-таксі та оцінювання економічної ефективності методу..... | 81  |
| 4.1.1  | Метод простого ранжування.....  | 81  |
| 4.1.2  | Метод обґрунтування вимог до раціональної структури парку автомобілів-таксі у великих містах.....                         | 82  |
| 4.1.3  | Методологічна база визначення витрат та економічної ефективності.....   | 84  |
| 4.2  | Апробація методу обґрунтування вимог до раціональної структури парку автомобілів-таксі у великих містах.....              | 89  |
| 4.3  | Розрахунок річного економічного ефекту прийнятих рішень.....  | 98  |
| 4.4  | Розрахунок ефективності прийнятих рішень.....   | 100 |
| 4.5  | Висновки розділу 4.....   | 101 |
| <b>ВИСНОВКИ.....</b>   |   | 102 |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>   |   | 104 |
| <b>ДОДАТКИ.....</b>  |   | 109 |
| <b>ДОДАТОК А. ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ.....</b>                                  |   | 110 |
| <b>ДОДАТОК В. ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ МКР.....</b>                                  |   | 130 |



## ВСТУП

**Актуальність теми.** Розвиток міської транспортної системи вимагає постійного вдосконалення механізмів забезпечення якісних та доступних пасажирських перевезень. У структурі міських перевезень особливе місце займають служби таксі, які здатні оперативнo реагувати на коливання попиту та забезпечувати мобільність населення в умовах нерівномірних пасажиропотоків. Для міста Вінниці, де спостерігається зростання інтенсивності руху та підвищення вимог до організації транспортного обслуговування, питання формування раціональної структури парку автомобілів-таксі набуває важливого значення.

Сучасний ринок таксомоторних перевезень у Вінниці характеризується швидкою зміною умов діяльності, підвищенням конкуренції між службами, активним розвитком цифрових платформ замовлення поїздок та посиленням вимог до економічності й екологічності автомобілів. За цих умов вибір моделей автомобілів для роботи у складі парку таксі потребує науково обґрунтованого підходу, що враховує техніко-експлуатаційні характеристики, умови міського руху, рівень витрат на обслуговування та ремонт, а також особливості функціонування різних тарифних сегментів.

На практиці формування парку автомобілів-таксі часто здійснюється без належного техніко-економічного обґрунтування, що призводить до надмірних експлуатаційних витрат, зниження рентабельності перевезень та недостатньої відповідності рухомого складу потребам міського середовища. Відсутність системного підходу до вибору структури парку ускладнює створення ефективної, економічно збалансованої та конкурентоспроможної моделі роботи таксомоторних підприємств.

З огляду на це, удосконалення процесу формування раціональної структури парку автомобілів-таксі для умов міста Вінниці є актуальним науково-прикладним завданням. Наукове обґрунтування вибору моделей автомобілів з урахуванням експлуатаційних, економічних та екологічних вимог сприятиме

підвищенню ефективності роботи підприємств таксі, оптимізації витрат, поліпшенню якості транспортних послуг та адаптації міської транспортної системи до сучасних потреб населення.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконувалась відповідно до науково-дослідної тематики кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету і є невід'ємною частиною досліджень пов'язаних з підвищенням якості автомобільних перевезень.

**Мета роботи** – є вдосконалення та обґрунтування підходів до процесу формування раціональної структури парку автомобілів-таксі для умов міста Вінниці, що забезпечують підвищення ефективності роботи таксомоторних служб, оптимізацію експлуатаційних витрат та покращення якості транспортного обслуговування населення.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

Для досягнення зазначеної мети вирішено такі завдання:

1. Обґрунтувати необхідність розробки комплексу вимог до структури парків автомобілів-таксі в умовах м. Вінниці.
2. Сформувати структуру комплексних показників конструктивної безпеки, комфорту та економічної ефективності роботи автомобілів-таксі.
3. Вдосконалити математичну модель вибору автомобілів на основі комплексних показників та метод обґрунтування вимог до структури парку у м. Вінниці.
4. Оцінити економічну ефективність застосування методу.

**Об'єктом дослідження** є процес функціонування парку автомобілів-таксі в умовах міста Вінниці, що включає організаційні, технічні та експлуатаційні аспекти формування його структури.

**Предмет дослідження:** є методичні підходи, критерії та алгоритми формування раціональної структури парку автомобілів-таксі для міських умов, з урахуванням техніко-експлуатаційних, економічних та організаційних чинників.

**Методи дослідження:** У процесі виконання роботи застосовано комплекс методів, серед яких: аналітичні методи – для вивчення закономірностей функціонування ринку таксомоторних перевезень та оцінювання техніко-експлуатаційних характеристик автомобілів; порівняльний аналіз – для зіставлення показників різних моделей автомобілів-таксі та визначення їх придатності до роботи в умовах міста Вінниці; економічні методи оцінювання – для розрахунку витрат, доходів та ефективності експлуатації рухомого складу; методи багатокритеріального вибору – для визначення оптимальної структури парку автомобілів-таксі на основі набору технічних та економічних критеріїв; елементи моделювання – для обґрунтування раціонального складу парку та прогнозування результатів його використання в реальних умовах експлуатації.

**Новизна одержаних результатів** полягає наступному:

- обґрунтовано систему критеріїв комплексної оцінки автомобілів-таксі з урахуванням особливостей міського середовища, інтенсивності руху та вимог сучасного ринку транспортних послуг;
- запропоновано алгоритм формування структури парку автомобілів-таксі, що забезпечує підвищення ефективності використання рухомого складу та оптимізацію витрат автотранспортного підприємства;
- сформовано методичні рекомендації щодо адаптації структури парку до умов транспортної інфраструктури міста Вінниці та динаміки попиту на послуги таксі.

**Практичне значення дипломної роботи** полягає в можливості використання розроблених методичних підходів та рекомендацій службами таксі міста Вінниці під час формування та оновлення структури парку автомобілів. Зокрема, результати дослідження дозволяють:

- підвищити обґрунтованість вибору моделей автомобілів-таксі для різних тарифних сегментів з урахуванням умов міського руху та характеру пасажиропотоків;
- оптимізувати витрати на експлуатацію та технічне обслуговування рухомого складу шляхом раціонального формування парку;

- забезпечити більш стабільний рівень якості транспортних послуг для населення за рахунок відповідності характеристик автомобілів вимогам міської транспортної інфраструктури;

- використовувати запропонований алгоритм і критерії оцінювання як інструмент практичної підтримки управлінських рішень під час модернізації або розширення парку автомобілів-таксі.

Отримані результати можуть бути впроваджені в діяльність служб таксі, автотранспортних підприємств та органів місцевого самоврядування, які займаються регулюванням міських перевезень.

**Достовірність теоретичних положень** підтверджується тим, що вони ґрунтуються на загальноновизнаних положеннях теорії автомобільних перевезень, нормативно-технічних документах та результатах аналізу фактичних даних про роботу парку автомобілів-таксі в умовах міста Вінниці. У роботі використано апробовані методи техніко-економічних розрахунків, порівняльного аналізу та багатокритеріального оцінювання, що забезпечує коректність отриманих висновків і узгодженість їх із сучасними вимогами транспортної науки та практики.

**Апробація роботи.** Основні положення магістерської кваліфікаційної роботи було представлено на Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2026) – 20 жовтня 2025 року – 26 червня 2025 року – Україна, Вінниця, ВНТУ.

**Публікації.** Основні положення та результати досліджень опубліковані за участі автора в роботі [1].



## РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ, МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 1.1 Роль автомобілів-таксі в економіці України

Автомобільний транспорт посідає провідне місце в транспортній системі України та відіграє значну роль у забезпеченні соціально-економічного розвитку держави. Його переваги - мобільність, універсальність, можливість оперативного реагування на зміну попиту - зумовили стабільне зростання обсягів перевезень пасажирів і вантажів навіть за умов трансформаційних процесів в економіці. У структурі транспортного комплексу України саме автомобільний транспорт забезпечує більшу частину внутрішніх перевезень, оскільки здатний обслуговувати як великі міста, так і території з недостатньо розвинутою інфраструктурою.

До ключових функцій автотранспорту належать забезпечення мобільності населення, підтримка торгово-логістичних потоків, створення умов для ефективної діяльності підприємств різних форм власності, а також сприяння інтеграції регіональних економік. Для міського середовища автомобільний транспорт виконує системоутворюючу роль, оскільки визначає ритмічність пересування населення, доступність робочих місць, закладів соціальної інфраструктури та інших елементів міського простору.

Особливе місце в системі автомобільного транспорту займають пасажирські перевезення службами таксі, які останніми роками перетворилися з допоміжного сегмента міських перевезень на важливу складову транспортної інфраструктури. Зростання ролі таксі пов'язане з кількома ключовими чинниками:

- зміна транспортної поведінки населення, зокрема орієнтація на індивідуалізовані та комфортні поїздки;
- розвиток цифрових сервісів та мобільних додатків, які істотно спростили процес замовлення, зробивши послуги таксі більш доступними та

прогнозованими;

- зниження рівня автомобілізації населення у деяких міських районах, що стимулює попит на разові та регулярні поїздки;
- зростання конкуренції між перевізниками, що сприяє підвищенню якості послуг.

Служби таксі виконують важливу функцію доповнення громадського пасажирського транспорту, забезпечуючи перевезення в години пік, у вечірній та нічний час, на малонавантажених напрямках, а також у випадках, коли традиційні маршрути не покривають індивідуальних потреб пасажирів. Такий вид транспорту став невід'ємним елементом міської мобільності, що істотно впливає на рівень доступності послуг та загальну якість транспортного обслуговування.

Для економіки країни та окремих регіонів діяльність служб таксі має важливе значення, оскільки забезпечує:

- створення робочих місць у транспортній галузі та суміжних секторах;
- надходження податкових платежів до місцевих і державного бюджетів;
- формування конкурентного середовища на ринку перевезень;
- розвиток індивідуалізованих транспортних послуг, які сприяють підвищенню мобільності населення.

Окремо варто відзначити, що ефективність роботи служб таксі значною мірою залежить від раціональної структури їхнього парку. Вибір моделей автомобілів, їх технічні характеристики, паливна економічність, надійність і придатність до інтенсивної міської експлуатації безпосередньо впливають на собівартість перевезень, якість послуг, безпеку руху та конкурентоспроможність підприємств на ринку. Саме тому питання удосконалення підходів до формування раціонального парку автомобілів-таксі має важливе значення не лише для окремих перевізників, а й для розвитку транспортної інфраструктури міст, таких як Вінниця.

Таким чином, автомобільний транспорт загалом і служби таксі зокрема відіграють ключову роль у забезпеченні мобільності населення, формуванні

ефективної міської транспортної системи та підтримці економічної активності в Україні. Від рівня організації їхньої роботи, технічного стану рухомого складу та адаптованості до умов міського середовища залежить якість транспортного обслуговування та в цілому конкурентоспроможність регіональних економік.

## 1.2 Огляд класифікацій автомобілів що використовуються як таксі

Відповідно до статті 5 Закону України «Про автомобільний транспорт» [1], перевезення пасажирів і багажу поділяються на:

- регулярні перевезення;
- перевезення на замовлення;
- перевезення легковими таксі.

Згідно зі статтею 4 цього ж Закону [1], визначаються такі види сполучень:

- перевезення пасажирів, багажу та вантажів здійснюються у міському, приміському, міжміському та міжнародному сполученні;
- перевезення у міському сполученні виконуються в межах населених пунктів;
- перевезення у приміському сполученні здійснюються між населеними пунктами на відстань до 50 км включно між їх адміністративними межами;
- перевезення у міжміському сполученні виконуються між населеними пунктами на відстань понад 50 км між їх межами;
- перевезення у міжнародному сполученні здійснюються за межі території України або на її територію з перетином Державного кордону, у тому числі транзитом через територію України.

Таким чином, класифікація автомобілів у сфері таксомоторних перевезень повинна базуватися не лише на маркетингових чи комерційних підходах, а й на вимогах чинного законодавства, що забезпечує єдині принципи систематизації транспортних засобів, стандартизацію послуг та підвищення рівня безпеки пасажирських перевезень.

Відповідно до Технічного регламенту Митного союзу ТР ТС 018/2011

«Про безпеку колісних транспортних засобів», рухомий склад автомобільного транспорту, що використовується для перевезення пасажирів, поділяється на низку категорій.

Загалом транспортні засоби, що мають не менше чотирьох коліс і призначені для перевезення пасажирів, відносяться до категорії М, яка поділяється на такі підкатегорії:

– категорія М1 — автотранспортні засоби, призначені для перевезення не більше ніж восьми пасажирів (легкові автомобілі);

– категорія М2 — транспортні засоби, що використовуються для перевезення більше восьми пасажирів, з максимальною дозволеною масою не більше 5 тонн;

– категорія М3 — транспортні засоби, призначені для перевезення більше восьми пасажирів, з максимальною дозволеною масою понад 5 тонн.

У національному законодавстві України аналогічний поділ встановлено Технічним регламентом щодо колісних транспортних засобів, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 10 листопада 2021 р. № 1200. Згідно з ним, класифікація транспортних засобів за категоріями відповідає міжнародним стандартам, гармонізованим з Правилами ЄЕК ООН.

Крім того, відповідно до галузевої норми ОН 025 270-66 «Класифікація і система позначення автомобільного рухомого складу, а також його агрегатів і вузлів, що виготовляються спеціалізованими підприємствами», позначення моделі автомобіля здійснюється за допомогою чотирьох цифр. П'ята цифра вказує на модифікацію автомобіля, а шоста - на експортний варіант.

Класифікація здійснюється за тривірневою системою:

- перший рівень - клас автомобіля;
- другий рівень - вид транспортного засобу;
- третій рівень - модель (тип).

Згідно з пунктом 27 зазначеної Норми, «в основу поділу класів на види покладено ознаку експлуатаційного призначення автомобілів». Встановлено такі види транспортних засобів:

- 1 — легкові автомобілі;
- 2 — автобуси;
- 3 — вантажні автомобілі;
- 4 — сідельні тягачі;
- 5 — самоскиди;
- 6 — автоцистерни;
- 7 — фургони;
- 8 — резерв;
- 9 — спеціальні автомобілі.

Визначення класу транспортного засобу здійснюється за першим знаком індексу. Для легкових автомобілів прийнято такі класи:

- 1 клас — робочий об'єм двигуна до 1,2 л;
- 2 клас — робочий об'єм двигуна від 1,2 до 2,0 л;
- 3 клас — робочий об'єм двигуна від 2,0 до 4,0 л;
- 4 клас — робочий об'єм двигуна понад 4,0 л.

Відповідно до пункту 32 цієї Норми, «автомобілям-таксі зі спеціальним кузовом присвоюються окремі індекси моделей».

Зазначена класифікація в основному застосовується до автомобілів виробництва країн колишнього СРСР, які у складі таксомоторного парку великих українських міст на сьогодні використовуються вкрай рідко.

Відповідно до положень Віденської конвенції про дорожній рух, під час видачі посвідчень водія застосовується така класифікація транспортних засобів:

- Категорія А – мотоцикли;
- Категорія В – автомобілі (крім транспортних засобів категорії А), дозволена максимальна маса яких не перевищує 3500 кг, а кількість місць для сидіння, без урахування сидіння водія, не перевищує восьми. До цієї категорії також належать: автомобіль категорії В з причепом, дозволена максимальна маса якого не перевищує 750 кг; автомобіль категорії В з причепом, дозволена максимальна маса якого перевищує 750 кг, але не перевищує спорядженої маси автомобіля, за умови що загальна дозволена максимальна маса автопоїзда не

перевищує 3500 кг.

– Категорія С – автомобілі, за винятком транспортних засобів категорії D, дозволена максимальна маса яких перевищує 3500 кг. Також до цієї категорії належать автомобілі категорії С у складі з причепом, дозволена максимальна маса якого не перевищує 750 кг.

– Категорія D – автомобілі, призначені для перевезення пасажирів, які мають більш як вісім місць для сидіння, без урахування сидіння водія. До категорії також належать автомобілі категорії D у складі з причепом, дозволена максимальна маса якого не перевищує 750 кг.

– Категорія BE – автомобіль категорії B у складі з причепом, дозволена максимальна маса якого перевищує 750 кг і перевищує споряджену масу автомобіля; або автопоїзд, у якому дозволена максимальна маса причепа перевищує 750 кг, а загальна дозволена максимальна маса такого складу перевищує 3500 кг.

– Категорія CE – автомобіль категорії C у складі з причепом, дозволена максимальна маса якого перевищує 750 кг.

– Категорія DE – автомобіль категорії D у складі з причепом, дозволена максимальна маса якого перевищує 750 кг.

Європейський комітет з проведення незалежних краш-тестів Euro NCAP застосовує власну класифікацію легкових автомобілів. Формування груп здійснюється на основі подібності транспортних засобів за розмірами, масою та типом кузова. Комітет виділяє такі категорії:

- комерційний / сімейний фургон;
- бізнес-клас (Е-клас);
- великий сімейний автомобіль;
- великий мінівен;
- великий кросовер;
- пікап;
- спортивний автомобіль типу родстер;
- малий сімейний автомобіль;

- малий мінівен;
- компактний кросовер;
- надмалий автомобіль.

У практиці також широко застосовується неофіційна європейська класифікація легкових автомобілів. У межах цієї класифікації не встановлено жорстких меж за конкретними технічними параметрами. Як правило, віднесення транспортного засобу до певного сегмента здійснюється за габаритними розмірами, проте на класифікацію можуть впливати також вартість автомобіля, тип кузова, рівень комфорту та інші показники. Виділяються такі сегменти:

- A – mini cars – надмалі автомобілі (довжина до 3,6 м, ширина до 1,6 м);
- B – small cars – малі автомобілі (довжина 3,6–3,9 м, ширина 1,5–1,7 м);
- C – medium cars – автомобілі середнього класу / «гольф-клас» (довжина 3,9–4,3 м, ширина 1,6–1,7 м);
- D – larger cars – великі (сімейні) автомобілі (довжина 4,3–4,6 м, ширина 1,69–1,73 м);
- E – executive cars – бізнес-клас (довжина 4,6–4,9 м, ширина 1,73–1,82 м);
- F – luxury cars – представницький клас (довжина понад 4,9 м, ширина понад 1,82 м);
- S – sport coupés – спортивні автомобілі, купе, кабриолети;
- M – multi-purpose cars – мінівени, універсали підвищеної місткості;
- J – sports utility vehicles (SUV) – спортивно-утилітарні автомобілі, кросовери.

Зазначена класифікація є загальновідомою та надає споживачеві більше інформації про транспортний засіб порівняно з іншими системами класифікації. Така деталізація може бути корисною під час визначення класів обслуговування у сфері таксомоторних перевезень.

### 1.3 Аналіз марочної структури автомобілів - таксі

Таксомоторні підприємства, як правило, мають неоднорідну структуру

автопарку, що зумовлено різними умовами експлуатації транспортних засобів, рівнем попиту на окремі категорії послуг та економічною доцільністю їх використання.

Аналіз інформаційних матеріалів, розміщених на офіційних вебсайтах понад 50 служб таксі міст Києва та Харкова, показав, що переважна більшість перевізників пропонує пасажирам скористатися такими тарифними категоріями:

- «економ» (або «стандарт», «лайт»);
- «комфорт»;
- «бізнес» (або «комфорт+»).

Окрім зазначених основних тарифів, окремі підприємства додатково застосовують такі категорії транспортних засобів:

- «мінівен»;
- «універсал»;
- «мікроавтобус»;
- «VIP»;
- «платинум» («VIP+»);
- «позашляховик» («SUV»);
- «мінівен VIP» тощо.

Слід зазначити, що межі між зазначеними класами не завжди є чітко визначеними. Однакові моделі автомобілів різні служби таксі можуть відносити до різних категорій обслуговування. Такий різномірний підхід до класифікації транспортних засобів серед автотранспортних підприємств може вводити споживачів в оману. З метою уніфікації підходів до класифікації доцільно керуватися чинними нормативно-правовими актами та загальноприйнятими системами класифікації автомобілів і перевезень.

Марочна структура автомобілів, які експлуатуються у службах таксі, сформувалася під впливом поєднання техніко-експлуатаційних характеристик автомобілів, їх вартості, надійності, витрат на утримання та вимог сучасних цифрових платформ замовлення поїздок. Характерною рисою українського ринку таксомоторних перевезень є орієнтація на моделі, здатні забезпечити

мінімальні експлуатаційні витрати, достатній рівень комфорту та надійності при інтенсивній міській експлуатації.

У структурі міських таксі переважають автомобілі малого та середнього класів, що відповідає домінуванню тарифів «економ» і «комфорт», які становлять найбільшу частку замовлень у таких містах, як Вінниця.

Поширені марки в сегменті “економ”. До наймасовіших моделей, що використовуються у бюджетному сегменті таксі, належать:

- Renault Logan / Sandero. Моделі відзначаються простотою конструкції, доступністю запчастин, низькою вартістю обслуговування та економічними бензиновими й газобалонними версіями. Часто обираються перевізниками через надійну підвіску, оптимізовану для міських доріг.

- Skoda Fabia / Skoda Octavia (старші покоління). Популярні завдяки надійності та невисоким витратам пального. Octavia часто використовується як універсальна модель для тарифів «економ» та «комфорт».

- Hyundai Accent / Solaris (аналогічні моделі). Автомобілі мають високі показники надійності ДВЗ та АКПП, що особливо важливо при щоденному інтенсивному використанні. Перевагою також є дешевизна поточного ремонту.

- Daewoo Lanos / Chevrolet Aveo (старші покоління). Хоча частка цих моделей знижується через знос та застарілість, вони все ще зустрічаються у малих службах таксі завдяки наднизькій собівартості експлуатації.

Для сегмента «економ» характерним є використання автомобілів з простими атмосферними бензиновими двигунами, адаптованих під ГБО. Це суттєво зменшує витрати на паливо та забезпечує конкурентну собівартість однієї поїздки.

Марки автомобілів у сегменті “комфорт”. У тарифі «комфорт» використовуються автомобілі з більшим салоном, вищим рівнем оснащення та кращими показниками плавності ходу. Найпоширеніші моделі:

- Toyota Corolla. Один з найстабільніших лідерів у класі «комфорт» завдяки високій надійності, помірним витратам пального та довговічності агрегатів.

- Skoda Octavia (новіші покоління). Завдяки просторому салону та

великому багажнику модель ідеально підходить для корпоративних поїздок та щоденної міської експлуатації.

- Volkswagen Jetta / Passat (старші моделі). Використовуються у деяких службах таксі як варіант для підвищених тарифів. Мають добрі ходові характеристики, проте створюють вищі витрати на ремонт.

- Hyundai Elantra / i30. Популярні в містах з високою завантаженістю таксі. Моделі мають збалансоване співвідношення «вартість–якість».

Цей сегмент характеризується вибором автомобілів із підвищеним рівнем комфорту та економічними двигунами об'ємом до 1,6–1,8 л, що дозволяє поєднати рентабельність та комфортність.

Марочна структура в сегменті “бізнес” та “преміум”. Хоча частка цього сегмента у структурі таксі міста Вінниці є незначною, в окремих службах використовуються автомобілі вищого класу:

- Toyota Camry - еталон бізнес-класу з високим рівнем комфорту та надійності.

- Skoda Superb - популярна модель серед корпоративних перевезень завдяки великому салону.

- Mercedes-Benz E-Class / C-Class - використовуються переважно у преміальних сервісах та корпоративних трансферах.

Присутність таких автомобілів у марочній структурі таксі підвищує конкурентоспроможність служби та дозволяє охоплювати окремі сегменти ринку.

Тенденції оновлення марочної структури. У розвитку ринку простежуються такі тенденції:

- зростання частки автомобілів з автоматичною трансмісією, зумовлене популярністю агрегаторів та комфортністю керування;

- поширення гібридних моделей (Toyota Prius, Corolla Hybrid), які стають економічно вигідними у цільних міських потоках;

- зменшення частки старих автомобілів, пов'язане з посиленням вимог до сервісів таксі та підвищенням очікувань пасажирів;

- інтерес до електромобілів у великих містах, хоча цей сегмент поки що формується і залежить від вартості зарядної інфраструктури.

У таблиці 1.1 наведено моделі автомобілів, які найчастіше використовуються для відповідних класів обслуговування.

Таблиця 1.1 – Автомобілі, які часто використовуються автотранспортними підприємствами для таксомоторних перевезень

| Клас обслуговування | Сегмент (клас автомобіля) | Марка та модель автомобіля   |
|---------------------|---------------------------|--|
| Економ              | В (малий клас)            | Renault Logan, Skoda Fabia, Volkswagen Polo, Hyundai Accent, Kia Rio |
|                     | С (середній клас, рідше)  | Toyota Corolla, Hyundai Elantra, Skoda Rapid, Volkswagen Jetta       |
| Комфорт             | С (середній клас)         | Toyota Corolla, Hyundai Elantra, Mazda 3, Volkswagen Golf            |
|                     | Д (сімейний клас)         | Skoda Octavia, Toyota Camry (базові комплектації), Volkswagen Passat |
| Бізнес              | Д (верхній сегмент)       | Toyota Camry, Skoda Superb, Volkswagen Passat (повна комплектація)   |
|                     | Е (бізнес-клас)           | BMW 5 Series, Mercedes-Benz E-Class, Audi A6                         |

Проведений аналіз свідчить, що під час застосування тарифу «Економ» переважно використовують легкові автомобілі класу В, інколи - С. Для тарифу «Комфорт» характерне використання транспортних засобів сегментів С та Д, тоді як у тарифі «Бізнес» зазвичай застосовують автомобілі класів Д та Е.

Визначення категорії транспортного засобу є ключовим етапом формування парку рухомого складу автотранспортного підприємства. Для пасажирських перевезень особливе значення мають такі показники, як безпека дорожнього руху, конструктивна безпека автомобіля, рівень комфорту,

надійність та інші експлуатаційні характеристики. Після вибору відповідної категорії здійснюється підбір конкретних моделей транспортних засобів з урахуванням вимог, встановлених підприємством.

#### 1.4 Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження

У першому розділі було виконано аналіз стану автомобільних перевезень у нашій державі, за результатами якого встановлено таке:

– протягом останніх десятиліть автомобільний комплекс суттєво розширився. Незважаючи на те, що кількість транспортних засобів на душу населення ще не досягла рівня провідних світових держав, відзначається значне зростання показника забезпеченості транспортом;

– структуру автопарку держави переважно формують легкові транспортні засоби. Частка вантажних комерційних автомобілів, що домінувала на початковому етапі розвитку автомобілізації, суттєво зменшилася;

– понад 35 % транспортних засобів, зареєстрованих на території України, експлуатуються більше ніж 15 років, що негативно впливає на ефективність їх використання, рівень безпеки дорожнього руху та екологічні показники;

– на міжнародному рівні мінімізація наслідків дорожньо-транспортного травматизму визначається однією з ключових цілей. Запровадження до експлуатації автомобілів, оснащених сучасними системами забезпечення безпеки, розглядається як один із пріоритетних напрямів діяльності у сфері безпеки дорожнього руху;

– ринок таксомоторних перевезень за останній період значно розширився. Попит на послуги перевезення зріс, а поява нових сервісів замовлення таксі підвищила рівень конкуренції. Така ситуація визначає необхідність забезпечення високої якості послуг, що передбачає наявність сучасного рухомого складу та його своєчасне оновлення;

– за даними соціологічних досліджень, до ключових критеріїв вибору перевізника пасажирки відносять час подачі автомобіля, вартість послуги та клас

транспортного засобу. Рівень комфорту з позиції споживача напряду пов'язується з класом автомобіля, а забезпечення безпеки перевезення розглядається як обов'язкова вимога до послуги.

З огляду на наведене, під час обґрунтування раціональної структури парку автомобілів таксі доцільно приділяти особливу увагу питанням безпеки та ергономічності рухомого складу.

Таким чином сформуємо **мету роботи** –вдосконалення та обґрунтування підходів до процесу формування раціональної структури парку автомобілів-таксі для умов міста Вінниці, що забезпечують підвищення ефективності роботи таксомоторних служб, оптимізацію експлуатаційних витрат та покращення якості транспортного обслуговування населення.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Обґрунтувати необхідність розробки комплексу вимог до структури парків автомобілів-таксі в умовах м. Вінниці.
2. Сформувати структуру комплексних показників конструктивної безпеки, комфорту та економічної ефективності роботи автомобілів-таксі.
3. Вдосконалити математичну модель вибору автомобілів на основі комплексних показників та метод обґрунтування вимог до структури парку у м. Вінниці.
4. Оцінити економічну ефективність застосування методу.



## РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИБОРУ РУХОМОГО СКЛАДУ

### 2.1 Методи прийняття рішень

Прийняття нераціональних управлінських рішень під час організації діяльності підприємства може спричинити значні фінансові втрати та скорочення виробничих можливостей. Для автотранспортних підприємств одним із ключових завдань є вибір рухомого складу. На практиці він часто здійснюється на основі наявності в автопарку транспортних засобів, які не завжди відповідають вимогам перевезень, або ж ґрунтується на досвіді та інтуїтивних судженнях працівників, що не забезпечує наукового обґрунтування прийнятого рішення. У результаті рухомий склад використовується неефективно, що призводить до зростання витрат на виконання перевезень.

У наукових джерелах [31] зазначено, що поширеними є ситуації невикористаних простоїв транспортних засобів та механізмів під час очікування навантаження чи розвантаження, застосування автомобілів, які не гарантують належного рівня збереження вантажу, випадки недостатнього завантаження або перевантаження транспортних засобів, зрив графіків перевезень та термінів доставки, а також замовлення надмірної або, навпаки, недостатньої кількості автомобілів. Такі недоліки у процесі управління підтверджують необхідність застосування математичних методів, що становлять основу теорії прийняття рішень або дослідження операцій (операційної кібернетики, аналізу операцій, теорії системної оцінки тощо).

Наукова дисципліна «Дослідження операцій ...» сформувалася як прикладний інструмент для економічних завдань; перші роботи були пов'язані з організацією систем протиповітряної оборони. Метою дослідження операцій є пошук балансу між можливістю виконання рішення та максимальним задоволенням виробничих задач, тобто формування оптимального плану дій.

Процес прийняття рішення включає такі етапи:

– аналіз поточного стану системи;

- визначення мети прийняття рішення;
- формування можливих шляхів переходу системи до бажаного стану;
- вибір ефективного рішення;
- реалізація прийнятого рішення.

Ефективність обраної моделі оцінюється за допомогою відповідного критерію.

Детальніша схема процесу прийняття рішення наведена на рисунку 2.1.

Процес прийняття управлінського рішення є послідовністю взаємопов'язаних етапів, що формують логічно завершений цикл. Схема поєднує аналіз вихідної ситуації, формування цілей, оцінювання альтернатив та реалізацію рішення, що дозволяє підвищити обґрунтованість вибору.

Процес складається з таких етапів:

- виявлення проблемної ситуації (ідентифікація проблеми): проводиться аналіз поточного стану системи, визначаються фактори, які впливають на діяльність підприємства, встановлюється наявність проблеми, що потребує управлінського рішення;
- формування мети прийняття рішення: визначаються конкретні очікування та критерії досягнення результату;
- побудова альтернатив (варіантів рішення): розробляються можливі варіанти дій, здатні змінити стан системи;
- аналіз і оцінювання альтернатив: кожен варіант оцінюється за сукупністю техніко-економічних, організаційних та інших критеріїв;
- вибір оптимального рішення: обирається варіант, який найкраще відповідає поставленій меті;
- реалізація рішення: здійснюється впровадження обраного варіанта та виконання відповідних дій;
- контроль результатів і коригування: оцінюється фактичний результат і, за потреби, процес повертається до попередніх етапів.

Таким чином, дана схема описує циклічний процес, що забезпечує можливість перегляду та вдосконалення управлінських рішень.

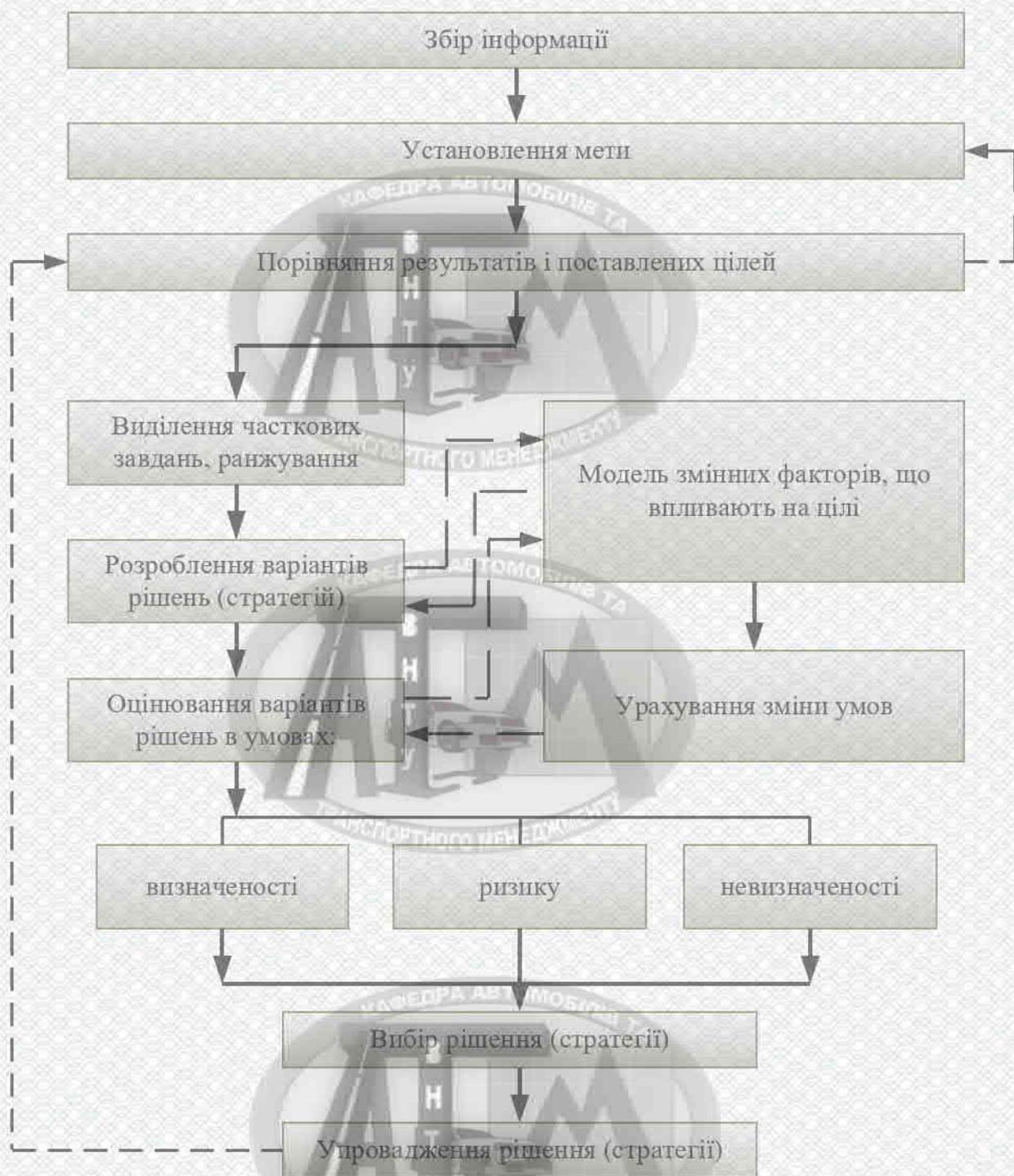


Рисунок 2.1 – Схеми процесу прийняття рішень

За характером та повнотою інформації, на основі якої приймається управлінське рішення, розрізняють три умови: визначеність, ризик та невизначеність.

В умовах визначеності всі фактори, що впливають на результат, є відомими або можуть бути однозначно встановлені. Це дозволяє здійснювати вибір на

основі точних вихідних даних. Проте в реальних виробничих ситуаціях інформація щодо стану системи та можливих наслідків варіантів управлінських дій часто є неповною або неточною, що потребує застосування додаткових методів аналізу.

У випадках, коли можна оцінити ймовірність настання певних подій або змін зовнішнього середовища, рішення приймаються в умовах ризику. При цьому ймовірності станів системи можуть визначатися за статистичними спостереженнями або за результатами аналізу звітної інформації.

Якщо ймовірності настання подій встановити неможливо, рішення приймаються в умовах невизначеності. У таких ситуаціях задачу нерідко перетворюють на задачу з ризиком, використовуючи, зокрема, методи експертних оцінок.

Більшість управлінських рішень (приблизно 80–85 %) є типовими. Використання стандартних алгоритмів дає змогу зосередити увагу на нетипових ситуаціях, де необхідне ґрунтовне опрацювання варіантів з використанням математичних та економіко-математичних методів, що належать до галузі дослідження операцій.

Головне завдання дослідження операцій полягає у виборі оптимального рішення за умов обмеженості вихідних даних та відсутності інформації про ймовірність змін зовнішнього середовища.

У межах теорії організаційного управління виділяють такі основні класи задач:

- пошукові задачі - нелінійне програмування;
- розподільні задачі - лінійне програмування;
- управління запасами - теорія управління запасами;
- масове обслуговування - теорія масового обслуговування;
- планування строків виконання робіт - теорія розкладів;
- конкурентні ситуації - теорія ігор.

Через можливі похибки вихідних даних кожену задачу математичного програмування може бути представлено як задачу прийняття рішення, що

потребує використання різних підходів і критеріїв.

За умов невизначеності для вибору рішення можуть використовуватися критерії Гурвіца, Лапласа та інші. Проте, критерії, що не спираються на інформацію про зовнішнє середовище, є суб'єктивними та можуть створювати хибне уявлення про можливість обійтися без аналізу фактичної ситуації [16].

Зменшення невизначеності досягається шляхом уточнення даних про зовнішні умови та їхнього впливу на результат. Це можливо, зокрема, через районування множини векторів, що описують стан зовнішнього середовища.

Наприкінці 1960-х років Ісай Якович Дінер запропонував метод розв'язання окремого класу задач теорії математичних ігор (так звані «ігри з природою»), який отримав назву методом районування.

Суть методу полягає в тому, що для обґрунтування рішення немає необхідності встановлювати жорстко визначені умови задачі - достатньо визначити знак мінімального та максимального значень функції на заданій області.

Відповідно до методу районування, діапазон можливих значень невизначеного фактора розбивають на певні області, для кожної з яких існує оптимальне стандартне рішення. Такий підхід забезпечує мінімальні вимоги до обсягу інформації, необхідної для вибору рішення. Метод є доцільним у технічних задачах, де оптимальний варіант обирається з обмеженої кількості дискретних значень параметрів.

Застосування методу районування дає змогу зменшити вплив невизначеності, проте повністю усунути її неможливо.

Багатокритеріальні задачі відрізняються від задач дослідження операцій тим, що єдиного об'єктивного критерію оцінювання не існує. У такому разі невизначеність, пов'язана з необхідністю вибору за кількома критеріями, зберігається. Особа, яка приймає рішення, є єдиним джерелом інформації, здатним оцінити альтернативи та обрати найкращий варіант, а отримана інформація стає основою формування моделі оцінювання можливих рішень.

## 2.2 Однокритеріальні методи

Під час вирішення задачі формування раціонального парку рухомого складу автотранспортного підприємства застосовуються методи, що базуються на порівнянні транспортних засобів за одним показником ефективності. Розглянемо найбільш поширені однокритеріальні моделі.

Як критерій порівняння транспортних засобів можуть використовуватися такі параметри, як: собівартість перевезень, рівень рентабельності, капітальні вкладення, пробіг, приведені витрати, транспортна робота, коефіцієнт використання вантажопідйомності тощо.

Одним із найвідоміших є метод вибору рухомого складу за показником продуктивності. Застосування цього критерію можливе у випадках, коли порівнюються автомобілі однієї марки або одного класу, а також при порівнянні базового автомобіля з автопоїздом на його основі.

Методика добору автомобілів за продуктивністю передбачає визначення продуктивності кожного транспортного засобу в реальних умовах експлуатації, після чого вибирається автомобіль з найбільшим значенням цього показника.

Практичний досвід засвідчує, що вибір рухомого складу лише за критерієм максимальної продуктивності не може розглядатися як остаточний етап формування раціонального автопарку, оскільки цей критерій не враховує економічної ефективності використання транспортного засобу. У зв'язку з цим рекомендується проводити додаткове порівняння за собівартістю перевезень, яку розраховують для встановлених умов експлуатації.

Вибір рухомого складу шляхом послідовного розрахунку продуктивності та економічної ефективності для кожної моделі, що порівнюється, є трудомістким процесом. Тому в умовах оперативної діяльності частіше застосовуються прискорені методи порівняння, які належать до багатокритеріальних.

Деякі дослідники [16] зазначають, що під час вибору раціонального рухомого складу доцільно орієнтуватися передусім на визначення спеціалізації

транспортного засобу (тип кузова). Метод добору транспортного засобу за вантажопідйомністю ґрунтується на принципі мінімізації транспортної роботи. Область доцільного застосування автомобіля вантажопідйомністю у порівнянні з автомобілем більшої вантажопідйомності може бути визначена через рівноцінну середню відстань перевезення вантажу, за якої собівартість перевезень порівнюваними автомобілями буде однаковою [16].

У випадку використання вантажопідйомності як основного критерію під час формування автопарку необхідно також враховувати організацію процесів навантаження-розвантаження. Тривалі простої автомобіля під час цих операцій призводять до зростання витрат і зниження продуктивності транспортного засобу.

Автомобілі-тягачі можуть порівнюватися за величиною тягового зусилля на гаку, яке повинно перевищувати сумарний опір руху важкого причепа з вантажем за складних дорожніх умов (наприклад, під час руху на підйом).

На практиці працівники автотранспортних підприємств часто застосовують однокритеріальні методи вибору рухомого складу, коли єдиним показником є вартість автомобіля. Такий підхід не забезпечує об'єктивного результату та призводить до нераціонального використання ресурсів підприємства.

Під час визначення оптимальної структури парку рухомого складу автотранспортного підприємства необхідно враховувати не лише економічні показники, а й техніко-експлуатаційні характеристики. Методика вибору повинна бути простою для практичного застосування та давати можливість враховувати критерії безпеки, екологічності та ергономічності.

### 2.3 Багатокритеріальні методи

Високий рівень конкуренції на ринку автомобільних перевезень змушує підприємства, що надають транспортні послуги, приділяти все більшу увагу якості своєї роботи, щоб відповідати очікуванням споживачів. Насамперед це

стосується показників комфорту, рівня сервісу та безпеки. Разом із тим обов'язковим залишається забезпечення економічної ефективності та технологічності процесу перевезень. Автопарк є основою діяльності будь-якого автотранспортного підприємства, тому під час формування його структури необхідно враховувати всі чинники, що впливають на остаточний результат.

Вибір рухомого складу за кількома критеріями може здійснюватися, зокрема, методом прискореного якісного порівняння. У цьому методі оцінюють не абсолютні значення продуктивності транспортних засобів, а їхні співвідношення залежно від експлуатаційних показників та зміни одного з параметрів у всьому діапазоні реальних значень. Порівняння проводять за рівноцінним значенням показника  $P$  та значеннями перших похідних, де  $WP$  – продуктивність автомобіля, а  $P$  – заданий параметр.

Алгоритм методу включає такі етапи:

- визначення області, у якій продуктивність порівнюваних транспортних засобів є однаковою;
- розрахунок рівноцінного показника;
- встановлення співвідношення продуктивності автомобілів до і після значення рівноцінного показника.

Як рівноцінний показник найчастіше використовується довжина поїздки з вантажем, яку знаходять із умови рівності (2.1):

$$\frac{q_1 \cdot \gamma_{o1} \cdot V_{m1} \cdot \beta_1 \cdot L_{ez}}{L_{ez} + t_{np1} \cdot V_{m1} \cdot \beta_1} = \frac{q_2 \cdot \gamma_{o2} \cdot V_{m2} \cdot \beta_2 \cdot L_{ez}}{L_{ez} + t_{np2} \cdot V_{m2} \cdot \beta_2} \quad (2.1)$$

де  $q_1$  – вантажопідйомність автомобіля, т;

$t_{np}$  – час простою під навантаженням і розвантаженням (автопоїзда), год;

$\gamma_o$  – коефіцієнт динамічного використання вантажопідйомності.

До прискорених методів порівняння також належить графоаналітичний метод. Він дозволяє не лише порівнювати моделі транспортних засобів, а й

аналізувати мотиви вибору та визначати можливі шляхи підвищення продуктивності й зниження собівартості перевезень залежно від зміни експлуатаційних параметрів. Суть методу полягає у визначенні взаємного розташування кривих залежностей продуктивності транспортних засобів від певного експлуатаційного показника.

Таку методику широко застосовують для порівняння ефективності використання бортових автомобілів і самоскидів. На основі розрахунку та порівняння собівартості також здійснюється вибір транспортних засобів для пасажирських перевезень.

Томас Сааті запропонував метод аналізу ієрархій (МАІ), перевагами якого є врахування невизначеності та багатокритеріальності задачі, а також можливість представлення характеристик як у кількісній, так і в якісній формі на основі вербально-числової шкали. Метод полягає у поділі складної системи на простіші елементи з подальшим їх попарним порівнянням.

Для задач вибору рухомого складу також застосовується метод ранжування та вагових коефіцієнтів. У більшості випадків вагові коефіцієнти визначають методом максимальних і мінімальних значень. Відповідно до цього методу коефіцієнт вагомості кожної характеристики визначається як відношення її значення до максимального значення цього параметра серед порівнюваних варіантів.

$$\frac{P_{S\max}}{P_{S\max} - P_{S\min}} \div \sum_{i=1}^n \frac{P_{i\max}}{P_{i\max} - P_{i\min}}, S = 1, 2, \dots, n, \quad (2.2)$$

де  $P_{i\max}$ ,  $P_{i\min}$  – відповідно максимальне та мінімальне значення одиничного показника серед групи аналогів;

$n$  – кількість показників.

Вагомим недоліком цього методу є те, що найбільшу вагу отримують ті характеристики, значення яких максимально наближені до характеристик аналогів, що може призвести до викривлення результатів. Усунення цього

недоліку можливе через застосування методу ранжування основних характеристик. У цьому методі оцінювані показники розташовуються у впорядковану послідовність (ранжований ряд), а коефіцієнт вагомості характеристики визначається залежно від її місця в цьому ряду. Коефіцієнт вагомості визначаються за формулою:

$$m_i = \frac{\varphi(i)}{\sum_{i=1}^n \varphi(i)} = \frac{2^{(1-i)} i}{\sum_{s=1}^n 2^{(1-s)} s} \quad (2.3)$$

Інтегральний показник  $K$  визначається як середнє арифметичне значення характеристик, зважених нормувальною функцією  $\varphi(i)$ :

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n q_i \cdot \varphi(i)}{\sum_{i=1}^n \varphi(i)}, \quad (2.4)$$

де  $q_i$  – значення одиничного показника з порядковим номером  $i$  у ранжованій послідовності  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ .

Недоліком методу ранжування є швидке зменшення вагових коефіцієнтів зі збільшенням кількості характеристик. Автор пропонує зменшити різницю між вагами у 3–4 рази шляхом використання нормувальної функції  $\varphi(i) = \sqrt{2^{1+i}} i$ .

Розташування характеристик у ранжованому ряду зазвичай здійснюється методом експертних оцінок. Достовірність експертних оцінок перевіряється шляхом визначення математичного очікування  $M(p)$ :

$$M(p) = N^{-1} \sum_{k=1}^N \rho_k \cdot \eta_k \quad (2.5)$$

де  $N$  – кількість опитаних експертів;

$\eta_k$  – частота збігів;

$\rho_k = A / N$  – ступінь збігу думок експертів та розробників.

Пороговим значенням  $M(p)$ , при якому експертні оцінки вважають достовірними, приймають 0,68.

Метод вибору рухомого складу на основі інтегрального показника якості наведений. Техніко-економічна ефективність визначається за формулою:

$$K = \frac{A \cdot \gamma}{C_{\Sigma}} \quad (2.6)$$

де  $A$  – транспортна робота, виконана транспортним засобом за період експлуатації;

$C_{\Sigma}$  - сукупні витрати;

$\gamma$  - коефіцієнт використання вантажопідйомності.

Величина  $A$  визначається за формулою:

$$A = q \cdot g \cdot T_{\Sigma} \quad (2.7)$$

де  $q$  – вантажопідйомність транспортного засобу;

$T_{\Sigma}$  – повний термін служби;

$g$  – коефіцієнт використання номінальної потужності.

Коефіцієнт  $\gamma$  визначається як:

$$\gamma = \frac{G_p}{G_{AB}} \quad (2.8)$$

де  $G_{AB}$  – загальна вантажопідйомність транспортного засобу;

$G_p$  – середня завантаженість за рейс.

Також можливе застосування методу вимірювання конкурентоспроможності виробів на основі функції бажаності Харрінгтона, проте цей метод містить значну частку суб'єктивізму.

Також є метод оцінювання конкурентоспроможності, недоліком якого є неврахування екологічності, естетичності, можливості технічного обслуговування та вартості транспортного засобу.

У роботі [17] вказано, що структура парку рухомого складу впливає на результати діяльності підприємства. Формування структури може здійснюватися за ознаками: технологічного призначення, однотипності робіт, адміністративної підпорядкованості, однорідності продукції або територіально-виробничого принципу.

Для визначення вагових коефіцієнтів використовують також метод прямої розстановки та систему вагових коефіцієнтів Фішберна, що відзначається простотою застосування і може бути використана для формування автопарку таксі.

#### **2.4 Узагальнення методів вибору рухомого складу**

Рациональний вибір рухомого складу є ключовим елементом планування діяльності автотранспортного підприємства, що здійснює пасажирські перевезення в режимі таксі. Правильно сформований парк транспортних засобів визначає рівень витрат підприємства, якість і безпеку надання послуг, а також конкурентоспроможність на ринку.

У підрозділах 2.1–2.3 розглянуто методи прийняття рішень щодо вибору транспортних засобів. Проведений аналіз дає можливість узагальнити їх та визначити доцільність використання для потреб підприємства таксомоторних перевезень.

Однокритеріальні методи вибору передбачають порівняння варіантів автотранспортних засобів за одним показником (продуктивність, собівартість перевезень, вантажо- чи пасажиромісткість тощо). Для діяльності служби таксі

такий підхід дозволяє швидко оцінити економічний аспект, але не враховує параметри комфорту, безпеки й екологічності. Використання лише одного критерію (наприклад, собівартості або ціни автомобіля) може призвести до помилкового вибору рухомого складу та нераціонального використання ресурсів.

Багатокритеріальні методи (метод прискореного якісного порівняння, графоаналітичний метод, метод аналізу ієрархій (MAI), метод ранжування та вагових коефіцієнтів) дають можливість врахувати одночасно кілька характеристик автомобіля. Це особливо важливо для пасажирських перевезень, де на ефективність діяльності впливають не лише витрати, а й комфорт салону, безпека руху, надійність і технічний стан транспорту. Застосування багатокритеріальних методів дозволяє оптимізувати процес прийняття рішення і забезпечує більшу об'єктивність при виборі автомобіля.

Для служб таксі встановлено, що найбільш раціональним є використання методів ранжування та вагових коефіцієнтів, а також методу аналізу ієрархій (MAI). Вони дозволяють одночасно врахувати витрати на експлуатацію транспортного засобу, комфорт пасажирів, безпеку, відповідність нормативним вимогам та рівень екологічності автомобіля. Схема логіки вибору рухомого складу передбачає оцінювання кожного варіанта за визначеними критеріями, присвоєння вагових коефіцієнтів та визначення інтегрального показника, що дає змогу обрати оптимальний автомобіль із мінімальними витратами.

Таким чином, узагальнюючи розглянуті моделі вибору рухомого складу, можна відзначити:

- однокритеріальні методи є швидкими, але не дають комплексної оцінки;
- багатокритеріальні методи забезпечують обґрунтований вибір транспортних засобів з урахуванням економічних, технічних та експлуатаційних параметрів;

для служби таксі найефективнішим є застосування багатокритеріальних методів, що мінімізують витрати та забезпечують високу якість транспортної

послуги.

Застосування багатокритеріальних методів дозволяє сформувати оптимальну структуру парку транспортних засобів, підвищити рентабельність діяльності, скоротити операційні витрати та забезпечити задоволеність споживачів.

## 2.5 Показники, що визначають вибір автомобіля

### 2.5.1 Показники якості транспортної роботи автомобіля-таксі

Для формування раціонального автопарку, який відповідає потребам конкретного підприємства, необхідно визначити завдання, що мають бути виконані за допомогою транспортних засобів, а також сформулювати вимоги до них. Під якістю автомобільного транспортного засобу розуміють сукупність властивостей, що визначають його придатність до виконання поставлених завдань і здатність забезпечувати перевезення в заданих умовах експлуатації. Науковий напрям, який займається дослідженням і розробленням методів кількісного оцінювання якості предметів та процесів, називається кваліметрією.

Практичні завдання кваліметрії визначаються таким чином:

- розроблення методів встановлення числових значень показників якості, методики збирання та оброблення вихідних даних для їх визначення, а також вимог щодо точності розрахунків;
- розроблення методів визначення оптимальних значень показників якості різних видів продукції під час її стандартизації;
- обґрунтування вибору та встановлення складу показників якості продукції під час прогнозування, планування підвищення якості та розроблення стандартів;
- розроблення єдиних принципів і методів оцінювання рівня якості продукції для забезпечення репрезентативності та можливості порівняння результатів оцінювання;

– розроблення єдиних принципів і методів оцінювання окремих властивостей продукції.

Якість об'єкта дослідження визначається його властивостями, тобто характерними ознаками. Тому одним із ключових завдань є визначення переліку показників, які мають найбільший вплив на результат роботи транспортного засобу, попит на нього тощо.

Кількісне оцінювання якості продукції здійснюється за допомогою показників якості, які поділяються на диференційовані та комплексні. Комплексний показник якості, що характеризує співвідношення загального корисного ефекту від експлуатації або використання продукції до сукупних витрат на її створення та експлуатацію, називають інтегральним показником.

У процесі формування парку рухомого складу переважно застосовують комплексні показники. Наприклад, продуктивність автомобіля, енергоємність перевезень тощо. Автомобілі характеризуються такими основними показниками якості: безвідмовність, довговічність, ергономічність, стандартизація та уніфікація, ремонтпридатність, транспортабельність, патентно-правові та естетичні характеристики. На підставі зазначеного стандарту сформовано таблицю 2.1.

У конкретних умовах експлуатації застосовувати усі наведені показники немає потреби. Перелік показників слід адаптувати відповідно до поставленої задачі.

Проблематиці оцінювання якості продукції присвячено значну кількість досліджень. У ряді наукових праць розглядається поняття показника якості транспортного обслуговування у міських умовах, що визначається рівнянням:

$$K_H = \frac{t_H \cdot y_H}{t_\Phi \cdot y_\Phi} \cdot R \quad (2.9)$$

$t_H$  – нормативний час пересування пасажирів, год;

$t_\Phi$  – фактичний час поїздки пасажирів, год;

$y_H$  – нормативний коефіцієнт наповнення;

$y_\Phi$  – фактичний коефіцієнт наповнення;

$R$  – показник регулярності руху.

Таблиця 2.1 – Показники якості легкових автомобілів

| Найменування показника якості  | Позначення показника якості | Найменування характеристичного властивості |
|--|-----------------------------|--|
| 1. Показники призначення   | -                           | -  |
| 1.1. Тип перевезень  | -                           | -  |
| 1.2. Тип кузова  | -                           | -  |
| 1.3. Місткість (кількість місць для сидіння, включаючи місце водія)                                | -                           | Вантажопідйомність / пасажиромісткість     |
| 1.4. Тип трансмісії  | -                           | -  |
| 1.5. Тип двигуна, кількість та розташування циліндрів  | -                           | Характеристика двигуна                     |
| 1.6. Показники двигуна   | -                           | Енергетичні можливості автомобіля          |
| 1.6.1. Номінальна потужність, кВт (к.с.) при частоті обертання колінчастого вала, $\text{хв}^{-1}$ | $N$                         | Те саме                                    |
| 1.6.2. Максимальний крутний момент, $\text{Н}\cdot\text{м}$  | $M_{\text{Кmax}}$           | "  |
| 1.6.3. Робочий об'єм, л  | -                           | "  |
| 1.6.4. Марка палива  | -                           | "  |
| 1.7. Показники маси  | -                           | -  |
| 1.7.1. Маса незавантаженого автомобіля, кг   | $M_H$                       | Вантажопідйомність                         |
| 1.7.2. Маса спорядженого автомобіля, кг  | $M_C$                       | Характеристика конструкції                 |
| 1.7.3. Повна конструктивна маса автомобіля, кг   | $M_H$                       | Те саме                                    |
| 1.8. Габаритні розміри автомобіля, мм  | -                           | "  |
| 1.8.1. Довжина   | $L_4$                       | "  |

Методика є трудомісткою, що ускладнює її практичне застосування.

Є наукові праці, де сформовано перелік показників якості таксомоторних перевезень. До ключових належать:

- своєчасність прибуття автомобіля таксі до місця подання;

- надання диспетчером пасажиру інформації про водія та автомобіль під час прийому замовлення;
- вміння водія орієнтуватися у межах населеного пункту;
- охайний зовнішній вигляд водія та культура спілкування;
- допомога водія з багажем, пропозиція варіантів маршруту;
- проходження водієм передрейсового медичного огляду та наявність підтвердження проходження технічного контролю автомобіля;
- зовнішній вигляд, чистота салону та комфортність автомобіля;
- наявність розпізнавального оранжевого ліхтаря, дитячого крісла та інформаційних матеріалів у салоні;
- наявність таксометра;
- надання знижок постійним клієнтам;
- акуратність водіння.

Встановлено, що пасажир таксі найбільше цінують своєчасну подачу автомобіля. Далі за значущістю слідує: акуратність водіння, знання місцевості водієм, зовнішній вигляд автомобіля, його чистота та комфортність.

Багато авторів розглядають інтегральний показник якості легкових автомобілів як суму добуток оцінюваних характеристик (динаміки, комфортності, безпеки, витрат на паливо, технічне обслуговування та ремонт, надійності) та відповідних коефіцієнтів вагомості. Проте зазначений підхід охоплює лише обмежену кількість показників і не враховує економічних характеристик, екологічності, окремих техніко-експлуатаційних параметрів та показників ергономіки, які безпосередньо впливають на ефективність використання автотранспортного засобу.

Автомобільне видання здійснює порівняльні випробування транспортних засобів, близьких за вартістю. Експерти оцінюють транспортні засоби за такими параметрами:

а) Ергономіка:

- 1) робоче місце водія;
- 2) оглядовість;

б) Динаміка:

- 1) розгінна динаміка;
- 2) гальмівна динаміка;
- 3) керованість;

в) Їздовий комфорт:

- 1) плавність ходу, захист від вібрацій;
- 2) акустичний комфорт;
- 3) мікроклімат у салоні;

г) Комфорт салону:

- 1) пасажирські місця;
- 2) багажне відділення;
- 3) варіативність трансформації салону.

Для кожного параметра встановлено максимальне значення балів, відносно якого проводиться експертна оцінка. За підсумком розраховується сумарний бал, що дозволяє визначити найкращий автомобіль у групі порівняння.

Безперечно, вартість автомобіля є одним із ключових критеріїв при формуванні парку рухомого складу, однак важливо враховувати також витрати, що впливають на подальшу експлуатацію транспортного засобу, зокрема витрати на технічне обслуговування, споживання пального, страхування.

З огляду на високу конкуренцію на ринку таксомоторних послуг, вагомим значення набувають і маркетингові фактори. До них можна віднести рівень комфортності (на основі експертної оцінки або згідно з переліком опцій), внутрішні розміри салону, показник дизайнерської виразності, рівень внутрішнього шуму (акустичний комфорт), місткість багажного відділення.

Додатково необхідно враховувати групу техніко-експлуатаційних показників, до яких можуть належати: радіус повороту, габаритні розміри автомобіля, потужність двигуна, крутний момент тощо.

## 2.5.2 Безпека як основа формування парку рухомого складу

Одним із ключових показників, за яким має здійснюватися вибір автомобіля для таксомоторних перевезень, є безпека. Технічний регламент Митного союзу ТР ТС 018/2011 «Про безпеку колісних транспортних засобів» визначає безпеку транспортного засобу як стан, що характеризується сукупністю параметрів конструкції та технічного стану транспортного засобу, які забезпечують недопущення або мінімізацію ризику заподіяння шкоди життю чи здоров'ю громадян, майну фізичних та юридичних осіб, державному або комунальному майну, а також навколишньому природному середовищу [13].

Вимоги до технічного стану транспортних засобів визначаються стандартом ДСТУ 3649:2010 «Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання», зокрема:

- вимоги до гальмівної системи;
- вимоги до зовнішніх світлових приладів і світлоповертальної розмітки;
- вимоги до склоочисників і склоомивачів;
- вимоги до шин і коліс;
- вимоги до двигуна та його систем;
- вимоги до інших елементів конструкції (дзеркала заднього виду, сонцезахисні екрани тощо);

Конструктивна безпека автомобіля поділяється на активну, пасивну, післяаварійну та екологічну. Активна безпека забезпечується сукупністю властивостей, спрямованих на запобігання дорожньо-транспортним пригодам. Відповідно до [12], активна безпека охоплює:

- гальмівні властивості;
- динамічні характеристики;
- стійкість;
- керованість;
- оглядовість;
- інформативність внутрішніх органів керування;

- зовнішню інформативність;
- екологічні характеристики.

Пасивна безпека характеризує властивості автомобіля, спрямовані на зменшення наслідків дорожньо-транспортної пригоди [12], зокрема:

- демпфувальні властивості кузова (енергопоглинальні бампери, безосколочне скло, надійні замки, безпечне виконання приладової панелі та рульового керування, ремені безпеки, підголівники);
- евакуаційну безпеку (раціональне розміщення паливних баків і паливопроводів, застосування важкозаймистих матеріалів, конструкція замків, що запобігає блокуванню при деформації кузова, наявність аварійних виходів).

Сучасні методи оцінювання пасивної безпеки транспортних засобів:

- а) імітаційні – моделювання аварійних ситуацій за допомогою програмних комплексів;
- б) експериментальні – проведення краш-тестів;
- в) вимірвальні методи:
  - 1) співвідношення кількості загиблих до кількості травмованих у ДТП;
  - 2) співвідношення тяжко травмованих і загиблих до загальної кількості ДТП;
  - 3) визначення коефіцієнта небезпеки;
  - 4) розрахунок середнього рівня небезпеки при ДТП;
  - 5) оцінювання внутрішньої пасивної безпеки автомобіля.

Застосування методів групи «А» може бути ускладнене під час використання їх як елемента оцінювання характеристик автомобіля. Оцінити рівень безпеки автомобіля за методами групи «В» практично неможливо через відсутність статистичних даних щодо кількості постраждалих у дорожньо-транспортних пригодах за участю конкретної моделі автомобіля з урахуванням її комплектації. Ігнорування цього факту може призвести до некоректної оцінки рівня безпеки, оскільки у різних комплектаціях транспортний засіб може бути оснащений різною кількістю подушок безпеки.

Для перевірки стійкості автомобіля під час виконання різких маневрів застосовується так званий «лосячий тест». Суть випробування полягає в імітації раптової появи перешкоди. Водій повинен різко зміститися ліворуч, а потім повернутися у свою смугу руху. Випробування проводять на майданчику, розміченому конусами, зі поступовим збільшенням швидкості до моменту, коли буде збито маркерні конуси.

## 2.6 Висновки розділу 2

У другому розділі було проведено аналіз методичного апарату, що застосовується для обґрунтування раціональної структури парку автомобілів-таксі. Встановлено таке:

- більшість існуючих методів розроблено для вантажних автомобілів та автобусів;
- наявні методи не враховують особливостей експлуатації автомобілів-таксі у великих містах;
- у досліджених методиках недостатньо враховуються показники конструктивної безпеки транспортних засобів;
- однокритеріальні методи не можуть бути застосовані для обґрунтування структури парку автомобілів-таксі;
- багатокритеріальні методи не адаптовані до задачі вибору автомобілів-таксі, не обґрунтовано перелік необхідних показників.

З огляду на проведений аналіз розробляється метод обґрунтування вимог до раціональної структури парку автомобілів-таксі, який враховує особливості експлуатації транспортних засобів у великих містах, а також вимоги перевізників і пасажирів.

## РОЗДІЛ 3. ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ПАРКУ АВТОМОБІЛІВ-ТАКСІ НА ПРИКЛАДІ МІСТА ВІННИЦІ

### 3.1 Моделювання роботи таксомоторного парку

Місто Вінниця характеризується помірною щільністю забудови, розгалуженою дорожньою мережею та суттєвими міграційними потоками всередині міста. Діяльність служб таксі у Вінниці має такі особливості:

- домінування агрегаторів (Bolt, Uklon), які формують основний попит;
- значна частка автомобілів класу «економ» (Skoda Fabia, Renault Logan, Hyundai Accent);
- попит на більш комфортні автомобілі у години пік та в межах туристичних зон;
- сезонні коливання пасажиропотоку, пов'язані з навчальним періодом та зміною температурних режимів;
- відносно невисока середня тривалість поїздок, що потребує автомобілів з низькою витратою палива.

Ці особливості формують потребу у збалансованому поєднанні автомобілів малого, середнього та компакт-класів, здатних забезпечити оптимальний баланс між собівартістю перевезень та рівнем сервісу.

Для підприємств, що здійснюють таксомоторні перевезення у великих містах, характерною є неоднорідність парку транспортних засобів. З метою задоволення потреб різних категорій споживачів перевізники, як правило, формують парк із автомобілів різних класів, для яких установлюється індивідуальна базова вартість поїздки.

Попит пасажирів найбільше орієнтований на таксі економ-класу, однак автомобілі підвищеного рівня комфорту затребувані корпоративними клієнтами та виконують замовлення за більш високими тарифами.

У зв'язку з цим під час планування бюджету на придбання автомобілів може виникати задача визначення раціонального співвідношення транспортних засобів різних класів. Це є задачею прийняття рішень в умовах ризику і може бути розв'язано із застосуванням методів імітаційного моделювання.

Імітаційне моделювання визначають як процес побудови моделі реальної системи та проведення експериментів з цією моделлю з метою дослідження поведінки системи або оцінювання різних стратегій її функціонування в межах визначених критеріїв. Використання імітаційного моделювання є доцільним у ситуаціях, коли проведення експериментів на реальному об'єкті ускладнене або неможливе.

Виділяють такі етапи процесу моделювання:

- визначення системи;
- формування моделі;
- підготовка вихідних даних;
- трансляція моделі;
- перевірка адекватності моделі;
- стратегічне планування;
- тактичне планування;
- експериментування (виконання імітації);
- інтерпретація отриманих результатів;
- впровадження моделі та результатів моделювання;
- документування.

Застосування імітаційного моделювання дає змогу оцінювати значну кількість можливих управлінських рішень, прогнозувати наслідки їх реалізації та підвищувати ефективність прийняття рішень.

Для дослідження специфіки функціонування таксомоторного парку була побудована імітаційна модель, що відтворює роботу реального підприємства та дозволяє отримувати дані щодо різних аспектів його діяльності.

Модель розроблена для вирішення задачі обґрунтування раціональної структури парку таксі, сформованого з автомобілів різних класів. Іншими

словами, моделювання проводилося з метою визначення оптимальної пропорції розподілу транспортних засобів за класами.

Вихідними даними для створення моделі є:

- кількість автомобілів (моделювання виконувалось для парку від 50 до 200 транспортних засобів) з розподілом за трьома класами обслуговування;
- залежність кількості заявок від дня тижня, сезону тощо;
- вартість поїздок для різних класів автомобілів, що генерується у визначених межах із певним законом розподілу;
- тривалість поїздки;
- експлуатаційні витрати автомобілів за класами з урахуванням оплати праці водіїв;
- імовірність виникнення поломок, їх вартість та тривалість усунення.

Згідно зі статистичними даними, у місті Вінниці найчастіше використовуються автомобілі-таксі класу «економ». Частка заявок на цей клас обслуговування становить близько 86 %.

У будні дні мешканці міста найактивніше користуються послугами таксі у проміжку між 15:00 та 21:00. Найвищі пікові значення за тиждень припадають на вечірній період (з 18:00 до 23:00) п'ятниці та суботи. На рисунку 3.1 подано графік, що ілюструє розподіл заявок на використання автомобілів-таксі упродовж доби. За 100% прийнято середню кількість замовлень на годину у період з 9:00 до 18:00 у будні дні.

Середня тривалість поїздки становить 21 хвилину. Максимальне значення показника фіксується у проміжку між 14:00 та 16:00, мінімальне - у період з 20:00 до 23:00.

Середня вартість поїздки автомобілем економ-класу становить 120 грн.. У нічний час, як правило, застосовуються тарифні надбавки, а найвища вартість поїздок спостерігається з 23:00 до 04:00.

На рисунку 3.2 наведено залежність середньої вартості хвилини поїздки та середньої дистанції від часу доби, у який здійснюється перевезення.

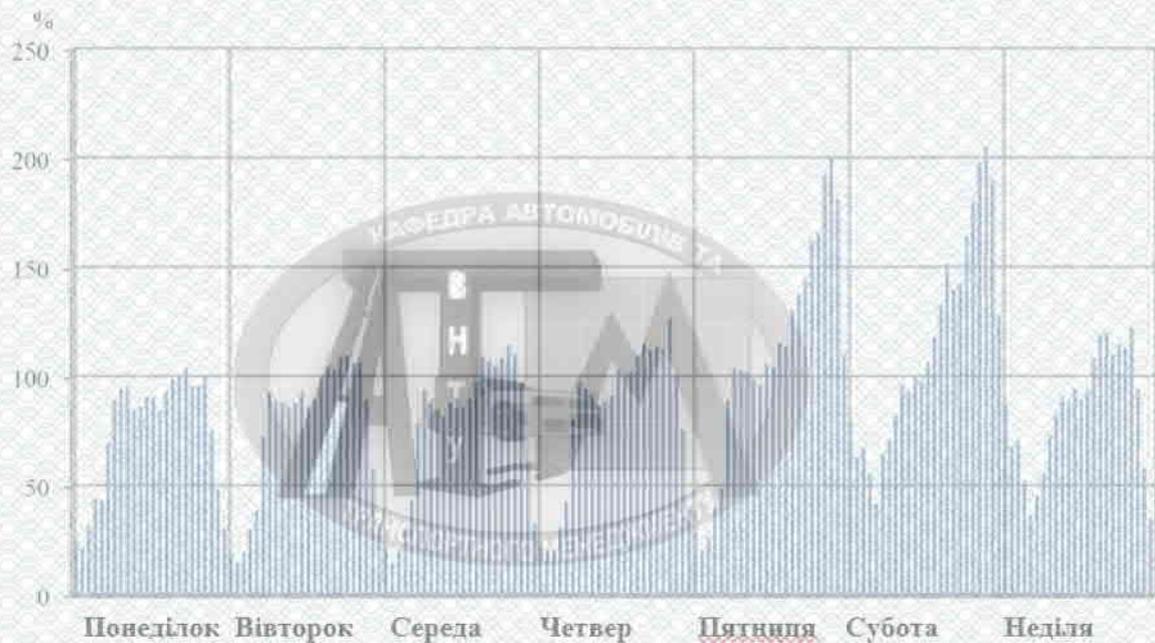


Рисунок 3.1 – Розподіл поїздок на таксі за днями тижня та часом доби

Автомобілі, залежно від класу обслуговування, розподіляються на три стеки. Автомобіль вилучається зі стека на встановлений час у разі отримання замовлення або виникнення технічної несправності. Якщо надходження замовлень триває, а стек порожній, виникає відмова від обслуговування. Кожне виконане замовлення генерує дохід.

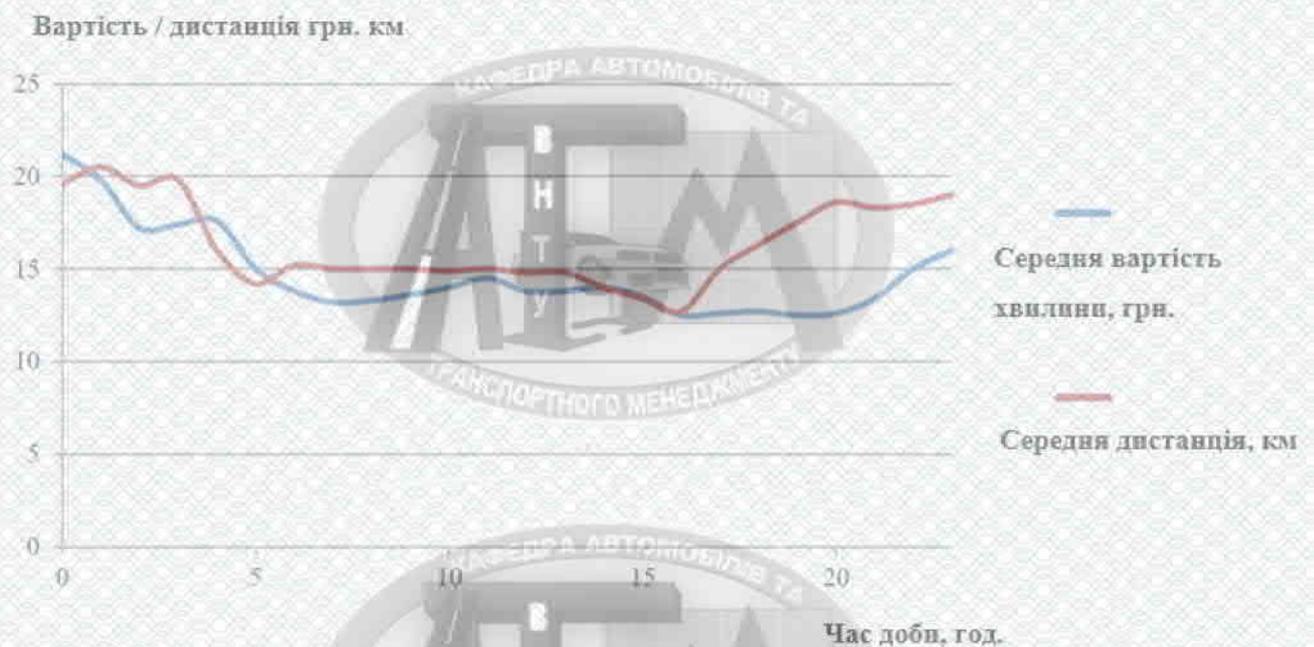


Рисунок 3.2 – Вартість однієї хвилини в дорозі та дистанція поїздки

Схему побудованої імітаційної моделі подано на рисунку 3.3.

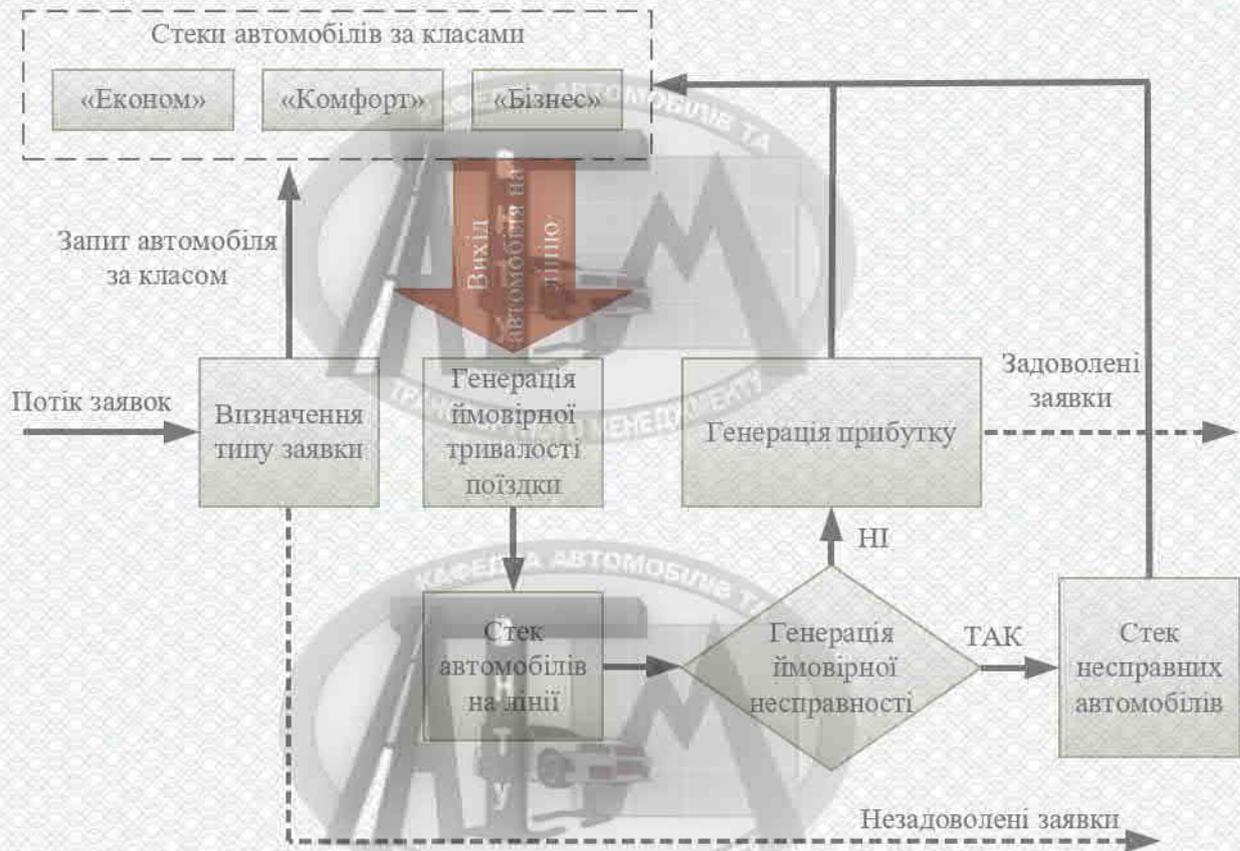


Рисунок 3.3 – Схема імітаційної моделі роботи таксомоторного парку

У результаті моделювання встановлено, що пропорції розподілу транспортних засобів за класами повинні відповідати фактичній структурі попиту. Таким чином, на етапі оновлення парку або під час проектування автотранспортного підприємства, яке здійснює таксомоторні перевезення, необхідно здійснювати постійний моніторинг ринку та ґрунтуватися на актуальних даних про попит на відповідні тарифи.

Водночас визначення класової структури не є завершальним етапом формування раціонального таксомоторного парку, оскільки залишається задача вибору моделей автомобілів у межах кожного тарифного класу.

### 3.2 Формування комплексних показників, що впливають на вибір автомобілів-таксі

Формування раціонального парку таксомоторних транспортних засобів потребує особливої уваги та спеціалізованого підходу. Під час вибору автомобілів для здійснення таксомоторних перевезень необхідно враховувати широкий спектр критеріїв. У разі застосування поширених методів оцінювання вирішальний вплив мають лише перші з показників, яким експерт надає найбільшої ваги, тоді як інші характеристики практично не впливають на результат. Усунути таку проблему можливо шляхом об'єднання однорідних показників у комплексні, завдяки чому всі відібрані параметри враховуються під час відбору з урахуванням їхньої значущості.

Як було зазначено раніше, під час вибору легкового автомобіля необхідно оцінювати його економічність, привабливість для пасажирів, технічні характеристики та рівень безпеки.

Одним із ключових чинників під час придбання транспортного засобу є його вартість. Також вагомою складовою експлуатаційних витрат є витрати на паливо. Окрім цього, необхідно враховувати витрати на технічне обслуговування та страхування. Дані щодо трудомісткості ремонту автомобіля, вартості нормо-години тощо не є визначальними, оскільки потреба у виконанні таких робіт має ймовірнісний характер. Крім того, з урахуванням обмеженого строку експлуатації автомобілів-таксі у великих містах (зазвичай близько трьох років), частина ремонтних робіт може виконуватися за гарантією. З цієї ж причини недоцільно враховувати, наприклад, показники надійності автомобіля, оскільки за період експлуатації у межах автопідприємства корозійна стійкість кузова та ресурс до капітального ремонту не матимуть визначального впливу.

Оскільки в межах однієї групи порівнюються автомобілі одного класу, що незначно відрізняються між собою за габаритами, врахування геометричних розмірів транспортних засобів не є необхідним.

Під час здійснення перевезення пасажирів особливу увагу необхідно приділяти показникам безпеки. Незважаючи на те, що всі транспортні засоби на ринку повинні відповідати нормативним вимогам, рівень їх активної та пасивної безпеки не є однаковим. Тому доцільним є включення цього критерію до переліку оцінювання. Пасивну безпеку пропонується оцінювати за бальною системою, що присвоюється автомобілю, наприклад, за результатами краш-тестів програми Euro NCAP. Бали присвоюються за результатами випробувань, що моделюють основні типи ДТП; додаткові бали можуть нараховуватися за наявність окремих елементів активної безпеки, зокрема системи автоматичного екстреного гальмування (АЕВ), кріплення ISOFIX, перемикача відключення фронтальної подушки безпеки з інструкцією для користувача, вбудованих дитячих сидінь тощо. Оцінювання проводиться за чотирма основними напрямками:

а) захист водія та дорослих пасажирів:

- 1) рівень безпеки під час фронтального зіткнення зі зміщенням;
- 2) рівень безпеки під час фронтального зіткнення без зміщення;
- 3) рівень безпеки під час бокового удару;
- 4) рівень безпеки при зіткненні з опорою;

б) захист дітей-пасажирів:

- 1) ефективність дитячих систем утримання;
- 2) оснащеність автомобіля відповідними системами;
- 3) перевірка коректності встановлення дитячих систем;

в) захист пішоходів:

- 1) рівень безпеки під час ударів головою;
- 2) рівень безпеки під час ударів верхньою частиною ніг;
- 3) рівень безпеки під час ударів нижньою частиною ніг;
- 4) ефективність роботи системи автономного гальмування щодо захисту

пішоходів;

г) системи забезпечення безпеки руху:

- 1) наявність індикаторів непристібнутих ременів безпеки;

- 2) наявність системи дотримання рекомендованого швидкісного режиму;
- 3) наявність системи автономного екстреного гальмування на міжміських маршрутах;
- 4) наявність системи утримання автомобіля в смузі руху.

Активну безпеку в умовах дослідження можливо оцінювати за наявністю таких елементів:

- антиблокувальна система гальмування (ABS) - запобігає блокуванню коліс під час екстреного гальмування, дозволяє уникнути ковзання автомобіля та втрати контролю над транспортним засобом;
- протибуксувальна система (TCS) - контролює можливе буксування ведучих коліс, запобігає втраті зчеплення з дорожнім покриттям та полегшує керування автомобілем за умов недостатнього зчеплення;
- система курсової стійкості (ESP) - забезпечує стабілізацію руху автомобіля, контролює його траєкторію та знижує ймовірність заносу;
- система розподілу гальмівних зусиль (EBD) - сприяє збереженню траєкторії руху автомобіля під час гальмування;
- система екстреного гальмування (BAS/AEB) - підтримує водія у ситуаціях, що потребують миттєвого реагування.

За наявності кожної із зазначених систем транспортному засобу присвоюється відповідний бал.

Крім того, доцільно враховувати мінімальний радіус розвороту, потужність та робочий об'єм двигуна.

Не менш важливою є складова комфортності — показники, що характеризують зручність користування транспортним засобом та його сприйняття пасажирами. До цієї групи належать об'єм багажного відділення та рівень акустичного комфорту. У разі складності з формалізованою оцінкою означених параметрів можуть використовуватися експертні оцінки, опубліковані у профільних автомобільних виданнях.

Таким чином, система показників, що застосовується для вибору автомобілів-таксі, має такий вигляд:

а)  $k_1$  - технічна складова, що включає:

- 1) наявність систем активної безпеки, бал;
- 2) рівень пасивної безпеки, бал;
- 3) потужність двигуна, кВт;
- 4) час розгону до 100 км/год, с;
- 5) мінімальний радіус повороту, м;

б)  $k_2$  - складова комфортності, що включає:

- 1) об'єм багажного відділення, л;
- 2) комфортність пасажирських місць, бал;
- 3) акустичний комфорт, бал;
- 4) плавність ходу, бал;

в)  $k_3$  - економічна складова, що включає:

- 1) вартість автомобіля, грн;
- 2) витрати на технічне обслуговування, грн/км;
- 3) вартість страхових полісів (КАСКО), грн;
- 4) витрата пального, л/100 км.

### 3.3 Визначення вагових коефіцієнтів часткових показників

Очевидно, що елементи системи комплексних показників не є рівнозначними та мають різний ступінь впливу на вибір автомобілів, які використовуються для таксомоторних перевезень. Водночас дані щодо вагомості окремих факторів відсутні, тобто прийняття рішення здійснюється в умовах невизначеності. Для перетворення невідомих імовірностей на відомі та визначення коефіцієнтів значущості доцільно застосувати метод експертного оцінювання.

Схему проведення експертного оцінювання подано на рисунку 3.4.



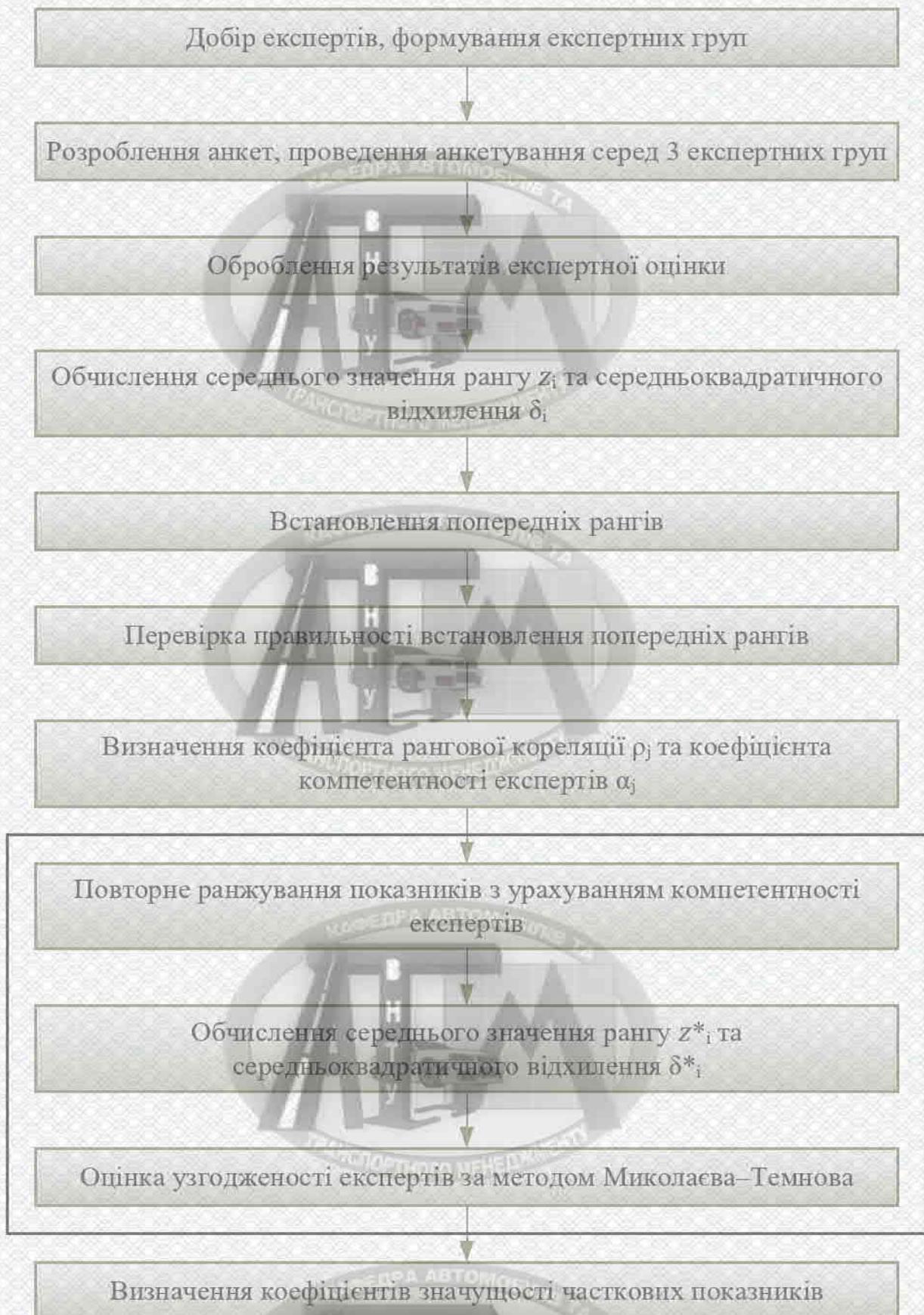


Рисунок 3.4 - Схема проведення експертного оцінювання для визначення ваги часткових показників

Визначення вагових коефіцієнтів зазвичай здійснюється поетапно:

- проведення попереднього ранжування показників;
- оцінювання компетентності експертів;
- повторне ранжування з урахуванням компетентності експертів.

Проведення оцінювання компетентності експертів може викликати певні складнощі, оскільки ступінь узгодженості оцінок не може бути єдиним критерієм її визначення. Тобто навіть фахівці, які працюють в одній сфері, але мають різний професійний досвід, можуть по-різному оцінювати один і той самий показник, що не свідчить про їхню некомпетентність.

Доцільним є оцінювання автомобіля-таксі з трьох позицій:

- науковця, який займається питаннями транспорту;
- спеціаліста автотранспортного підприємства;
- користувача послуг таксі.

Для проведення оцінювання було залучено три групи експертів, до складу яких увійшли: п'ять науковців, сім громадян, які регулярно користуються послугами таксі, а також дев'ять працівників автотранспортних підприємств.

Кожен експерт індивідуально здійснював розставлення рангів усередині трьох комплексних показників, починаючи з першого, який, на його думку, є найважливішим, і завершуючи останнім, який має найменше значення.

Процедура ранжування (упорядкування критеріїв за рівнем важливості) є елементарною операцією оброблення інформації. Вона оцінюється фахівцями як допустима, оскільки може виконуватися особою, що приймає рішення, із незначними суперечностями.

Середнє значення рангу за даними експертів групи обчислюється за формулою:

$$Z_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m C_{ij} \quad (3.1)$$

де  $C_{ij}$  – ранг і-го показника, визначений j-м експертом;

$m$  – кількість експертів.

Середнє квадратичне відхилення рангів  $i$ -го показника від його середнього значення обчислюється за формулою:

$$\delta_i = \sqrt{\frac{1}{m(m-1)} \sum_{j=1}^m (C_{ij} - z_i)^2} \quad (3.2)$$

Далі за допомогою округлення середніх значень здійснюється встановлення попередніх рангів для всіх показників за таким алгоритмом:

- найменшому значенню  $z_i$  присвоюється ранг  $r_i = 1$ ;
- наступному за величиною значенню  $z_k$  присвоюється попередній ранг 2;
- для кожного наступного найменшого значення встановлюється наступний ранг за зростанням.

Якщо деякі середні значення показників відрізняються не більш ніж на  $\Delta_z$ , де

$$\Delta_z = |Z_U - Z_V| \leq 0,1 \cdot \left( \frac{n^2}{m-1} \right)^{0,25} \quad (3.3)$$

то попередні ранги цим показникам призначаються як середні арифметичні значення їх можливих порядкових місць.

Правильність призначення попередніх рангів можна перевірити за їх сумою, яка має дорівнювати  $0,5n(n+1)$ .

Результати розрахунків для виконання процедури попереднього ранжування в групі науковців для автомобілів економкласу наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Попереднє ранжування показників для автомобілів економкласу в експертній групі науковців

| Позначення | Показники                         | Експерти |   |   |   |   | Середнє значення $\bar{z}_i$ | Середньо квадратичне відхилення | Попередній ранг |
|------------|-----------------------------------|----------|---|---|---|---|------------------------------|---------------------------------|-----------------|
|            |                                   | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 |                              |                                 |                 |
| k11        | Потужність двигуна                | 4        | 4 | 4 | 4 | 4 | 4,0                          | 0                               | 4               |
| k12        | Час розгону до 100 км/год         | 5        | 5 | 5 | 5 | 3 | 4,6                          | 0,4                             | 5               |
| k13        | Мінімальний радіус повороту       | 3        | 3 | 3 | 3 | 5 | 3,4                          | 0,4                             | 3               |
| k14        | Наявність систем активної безпеки | 2        | 1 | 1 | 2 | 2 | 1,6                          | 0,244                           | 2               |
| k15        | Рівень пасивної безпеки           | 1        | 2 | 1 | 2 | 1 | 1,4                          | 0,244                           | 1               |
| k21        | Об'єм багажника                   | 1        | 2 | 2 | 1 | 2 | 1,6                          | 0,244                           | 2               |
| k22        | Комфорт пасажирських місць        | 2        | 1 | 2 | 1 | 2 | 1,4                          | 0,244                           | 1               |
| k23        | Акустичний комфорт                | 4        | 3 | 4 | 4 | 4 | 3,8                          | 0,2                             | 4               |
| k24        | Плавність ходу                    | 3        | 3 | 2 | 3 | 3 | 3,2                          | 0,2                             | 3               |
| k31        | Вартість автомобіля               | 2        | 2 | 1 | 2 | 1 | 1,6                          | 0,249                           | 2               |
| k32        | Витрати на ТО                     | 3        | 3 | 3 | 3 | 3 | 3,0                          | 0,2                             | 3               |
| k33        | Вартість КАСКО                    | 4        | 4 | 4 | 4 | 3 | 3,8                          | 0,2                             | 4               |
| k34        | Витрата пального                  | 1        | 1 | 2 | 1 | 2 | 1,4                          | 0,238                           | 1               |

Виконаємо перевірку правильності ранжування за формулою  $0,5n(n+1)$ .

Для k1:  $0,5 \times 5(5+1) = 1,2 + 1,8 + 4 + 3,4 + 4,6 = 15 = 10$ .

Для k2:  $0,5 \times 4(4+1) = 3,8 + 1,4 + 3,2 + 1,6 = 10 = 10$ .

Для k3:  $0,5 \times 4(4+1) = 1,6 + 3,2 + 3,8 + 1,4 = 10 = 15$ .

Таким чином, попередні ранги було визначено правильно.

Компетентність експертів у групі визначається за допомогою коефіцієнтів рангової кореляції.

Коефіцієнт рангової кореляції розраховується за формулою Спірмена:

$$r_{P_j} = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n}, \quad (3.4)$$

де  $d_i^2$  – квадрат різниць між рангами.

Коефіцієнт компетентності експерта обчислюється за формулою:

$$a_j = \frac{1 + \rho_j}{m + \sum_{j=1}^m \rho_j} \quad (3.5)$$

Результати розрахунків наведено в таблицях 3.2 та 3.3.

Таблиця 3.2 – Визначення квадратів різниць рангів у групі науковців, які оцінювали автомобілі економкласу.

| Експерти | Значення d      |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|          | k <sub>3</sub>  |                 |                 |                 | k <sub>2</sub>  |                 |                 |                 | k <sub>1</sub>  |                 |                 |                 |                 |
|          | k <sub>31</sub> | k <sub>32</sub> | k <sub>33</sub> | k <sub>34</sub> | k <sub>21</sub> | k <sub>22</sub> | k <sub>23</sub> | k <sub>24</sub> | k <sub>11</sub> | k <sub>12</sub> | k <sub>13</sub> | k <sub>14</sub> | k <sub>15</sub> |
| 1        | 0               | 0               | 0               | 0               | 1               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               |
| 2        | 0               | 0               | 0               | 0               | 1               | 0               | 0               | 1               | 0               | 0               | 0               | 1               | 1               |
| 3        | 1               | 0               | 0               | 1               | 0               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 1               | 1               |
| 4        | 0               | 1               | 0               | 1               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               |
| 5        | 1               | 0               | 0               | 0               | 1               | 1               | 0               | 0               | 4               | 0               | 0               | 0               | 0               |

Таблиця 3.3 – Визначення коефіцієнта компетентності у групі науковців, які оцінювали автомобілі економкласу.

| Експерти | $\rho_j$       |                |                | $\alpha_j$     |                |                |
|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|          | k <sub>1</sub> | k <sub>2</sub> | k <sub>3</sub> | k <sub>1</sub> | k <sub>2</sub> | k <sub>3</sub> |
| 1        | 1              | 0,8            | 1              |                |                |                |
| 2        | 0,8            | 0,8            | 1              | 0,204          | 0,191          | 0,212          |
| 3        | 0,8            | 1              | 0,8            | 0,204          | 0,212          | 0,198          |
| 4        | 1              | 0,8            | 0,8            | 0,227          | 0,191          | 0,191          |
| 5        | 0,2            | 1              | 0,8            | 0,136          | 0,212          | 0,191          |

Таким чином, під час оцінювання критеріїв усередині комплексного показника k<sub>1</sub> вищу компетентність продемонстрували експерти №1 і №4; для k<sub>2</sub> - експерти №3 і №5; для k<sub>3</sub> - експерти №1 і №2.

На наступному етапі необхідно виконати повторне ранжування показників з урахуванням компетентності експертів.

Середнє значення рангу розраховується за формулою:

$$Z_i = \sum_{j=1}^m a_j \cdot c_{ij} \quad (3.6)$$

Середнє квадратичне відхилення рангів визначається за формулою:

$$\delta_i = \sqrt{\frac{1}{m(m-1)} \sum_{j=1}^m a_j (c_{ij} - z_i)^2} \quad (3.7)$$

Результати розрахунків наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Повторне ранжування показників

| Позначення | Середнє значення $z_i$ | Середньоквадратичне відхилення $\delta_i$ | Кінцевий ранг |   |
|------------|------------------------|---|---------------|---|
| k1         | k11                    | 4   | 9,93E-17      | 4 |
|            | k12                    | 4,727                                     | 0,1534        | 5 |
|            | k13                    | 3,272                                     | 0,1534        | 3 |
|            | k14                    | 1,590                                     | 0,1099        | 2 |
|            | k15                    | 1,409                                     | 0,1099        | 1 |
| k2         | k21                    | 1,617                                     | 0,1086        | 2 |
|            | k22                    | 1,382                                     | 0,1086        | 1 |
|            | k23                    | 3,808                                     | 0,0879        | 4 |
|            | k24                    | 3,191                                     | 0,0879        | 3 |
| k3         | k31                    | 1,617                                     | 0,1086        | 2 |
|            | k32                    | 3,191                                     | 0,0879        | 3 |
|            | k33                    | 3,808                                     | 0,0879        | 4 |
|            | k34                    | 1,382                                     | 0,1086        | 1 |

Узгодженість думок експертів визначається за методом Ніколаєва – Темнова.

Матрицю ймовірностей будемо за формулою:

$$P_{ik} = \frac{m_{ik}}{m} \quad (3.8)$$

де  $m_{ik}$  - кількість експертів, які присвоїли  $i$ -му показнику  $k$ -те місце за значущістю.

Матриця ймовірностей наведена в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Матриця ймовірностей

| Експерти | Критерій, що оцінюється |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|----------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|          | k <sub>3</sub>          |                 |                 |                 | k <sub>2</sub>  |                 |                 |                 | k <sub>1</sub>  |                 |                 |                 |                 |
|          | k <sub>31</sub>         | k <sub>32</sub> | k <sub>33</sub> | k <sub>34</sub> | k <sub>21</sub> | k <sub>22</sub> | k <sub>23</sub> | k <sub>24</sub> | k <sub>11</sub> | k <sub>12</sub> | k <sub>13</sub> | k <sub>14</sub> | k <sub>15</sub> |
| 1        | 0,4                     | 0               | 0               | 0,6             | 0,4             | 0,6             | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0,4             | 0,6             |
| 2        | 0,6                     | 0               | 0               | 0,4             | 0,6             | 0,4             | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0,6             | 0,4             |
| 3        | 0                       | 0,8             | 0,2             | 0               | 0               | 0               | 0,2             | 0,8             | 0               | 0,2             | 0,8             | 0               | 0               |
| 4        | 0                       | 0,2             | 0,8             | 0               | 0               | 0               | 0,8             | 0,2             | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               |
| 5        | -                       | -               | -               | -               | -               | -               | -               | -               | 0               | 0,8             | 0,2             | 0               | 0               |

Коефіцієнт узгодженості визначається за формулою:

$$W_H = 1 - \frac{H}{n \cdot \log n} \quad (3.9)$$

$$\text{Де } H = - \sum_{i,k=1}^n P_{ik} \cdot \log P_{ik}.$$

Якщо значення  $W_H \geq 0,55$ , можна вважати, що експертиза відбулася.

Для  $k_1$ :  $W_H = 0,70837$

Для  $k_2$ :  $W_H = 0,57678$

Для  $k_3$ :  $W_H = 0,57678$

Отже, експертиза визнана такою, що відбулася, і можна перейти до оцінювання значущості показників.

Зазвичай визначення коефіцієнтів значущості часткових показників здійснюється за формулою:

$$\gamma_i = \frac{1/r_i}{\sum_{i=1}^n 1/r_i} \quad (3.10)$$

де  $r_i$  - остаточний ранг  $i$ -го показника.

Однак такий підхід дає надто приблизний результат через жорстке фіксування системи рангів. Наприклад, якщо наявні чотири показники з близькими ранговими значеннями від 1 до 4, отримаємо набір можливих вагових коефіцієнтів: 0,48; 0,24; 0,16 і 0,12. Очевидно, що це не відображає реальності, адже окремі показники можуть чинити різний вплив на узагальнений показник ефективності прийнятого рішення.

З цієї причини при визначенні коефіцієнтів значущості часткових показників доцільно орієнтуватися не на остаточний ранг  $r_i$ , а на середнє значення рангу  $z_i$ , яке враховує думки всіх опитаних експертів з урахуванням оцінки їх компетентності. Таким чином, формула визначення коефіцієнтів значущості часткових показників набуває вигляду:

$$\gamma'_i = \frac{1/z_i^*}{\sum_{i=1}^n 1/z_i^*} \quad (3.11)$$

Аналогічним чином було розраховано коефіцієнти значущості для класів обслуговування «комфорт» та «бізнес» у межах експертної групи науковців, а також під час проведення оцінювання в інших експертних групах..

У таблиці 3.7 подано значення коефіцієнтів значущості, отримані для трьох категорій транспортних засобів (тарифів «економ», «комфорт» та «бізнес») у всіх опитаних експертних групах.

Таблиця 3.6 – Коефіцієнти значущості часткових показників для автомобілів економкласу в експертній групі науковців

| Показники       | Експерти 1 | Експерти 2 | Експерти 3 | Експерти 4 | Експерти 5 | Ранг $r_i^*$ | Значення $\gamma_i$ | Середнє значення рангів $\bar{r}_i^*$ | Значення $\gamma_i'$ |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| k <sub>11</sub> | 4          | 4          | 4          | 4          | 4          | 4            | 0,1094              | 4                                     | 0,119                |
| k <sub>12</sub> | 5          | 5          | 5          | 5          | 3          | 5            | 0,0875              | 4,7272                                | 0,1                  |
| k <sub>13</sub> | 3          | 3          | 3          | 3          | 5          | 3            | 0,1459              | 3,2727                                | 0,145                |
| k <sub>14</sub> | 2          | 1          | 1          | 2          | 2          | 2            | 0,21891             | 1,5909                                | 0,299                |
| k <sub>15</sub> | 1          | 2          | 2          | 1          | 1          | 1            | 0,4379              | 1,4090                                | 0,337                |
| k <sub>21</sub> | 1          | 2          | 2          | 1          | 2          | 1            | 0,24                | 1,6170                                | 0,323                |
| k <sub>22</sub> | 2          | 1          | 1          | 2          | 1          | 2            | 0,48                | 1,3829                                | 0,377                |
| k <sub>23</sub> | 4          | 3          | 4          | 4          | 4          | 4            | 0,12                | 3,8085                                | 0,137                |
| k <sub>24</sub> | 3          | 4          | 3          | 3          | 3          | 3            | 0,16                | 3,1914                                | 0,163                |
| k <sub>31</sub> | 2          | 2          | 1          | 2          | 1          | 2            | 0,24                | 1,6170                                | 0,323                |
| k <sub>32</sub> | 3          | 3          | 3          | 4          | 3          | 3            | 0,16                | 3,1914                                | 0,163                |
| k <sub>33</sub> | 4          | 4          | 4          | 3          | 4          | 4            | 0,12                | 3,8085                                | 0,137                |
| k <sub>34</sub> | 1          | 1          | 2          | 1          | 2          | 1            | 0,48                | 1,3829                                | 0,377                |

Таблиця 3.7 – Коефіцієнти значущості часткових показників

| Показники       | Економ |       |       | Комфорт |       |       | Бізнес |       |       |
|-----------------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|--------|-------|-------|
|                 | У      | К     | П     | У       | К     | П     | У      | К     | П     |
| k <sub>11</sub> | 0,119  | 0,126 | 0,156 | 0,134   | 0,16  | 0,145 | 0,119  | 0,116 | 0,138 |
| k <sub>12</sub> | 0,1    | 0,105 | 0,1   | 0,126   | 0,098 | 0,102 | 0,134  | 0,125 | 0,134 |
| k <sub>13</sub> | 0,145  | 0,124 | 0,146 | 0,102   | 0,131 | 0,11  | 0,107  | 0,095 | 0,095 |
| k <sub>14</sub> | 0,299  | 0,372 | 0,302 | 0,297   | 0,372 | 0,385 | 0,288  | 0,443 | 0,305 |
| k <sub>15</sub> | 0,337  | 0,272 | 0,296 | 0,341   | 0,238 | 0,259 | 0,352  | 0,221 | 0,329 |
| k <sub>21</sub> | 0,323  | 0,279 | 0,346 | 0,279   | 0,197 | 0,149 | 0,137  | 0,127 | 0,141 |
| k <sub>22</sub> | 0,377  | 0,41  | 0,339 | 0,41    | 0,493 | 0,428 | 0,323  | 0,448 | 0,315 |
| k <sub>23</sub> | 0,137  | 0,13  | 0,133 | 0,13    | 0,131 | 0,15  | 0,163  | 0,186 | 0,238 |
| k <sub>24</sub> | 0,163  | 0,181 | 0,183 | 0,181   | 0,179 | 0,273 | 0,377  | 0,238 | 0,307 |
| k <sub>31</sub> | 0,323  | 0,374 | 0,284 | 0,382   | 0,405 | 0,304 | 0,491  | 0,49  | 0,489 |
| k <sub>32</sub> | 0,163  | 0,167 | 0,164 | 0,164   | 0,171 | 0,167 | 0,129  | 0,163 | 0,157 |
| k <sub>33</sub> | 0,137  | 0,134 | 0,131 | 0,136   | 0,128 | 0,132 | 0,206  | 0,216 | 0,221 |
| k <sub>34</sub> | 0,377  | 0,325 | 0,422 | 0,318   | 0,295 | 0,397 | 0,175  | 0,131 | 0,133 |

Позначення експертних груп у таблиці наведено у скороченому вигляді:

- Н – експертна група науковців;
- К – експертна група клієнтів таксомоторних служб;
- П – експертна група працівників виробничої сфери (АТП).

Для наочності результати розрахунків подано у графічному вигляді:

- на рисунку 3.5 – розподіл ваги часткових показників у межах комплексного показника  $k_1$  для різних груп експертів;
- на рисунку 3.6 – розподіл ваги часткових показників у межах комплексного показника  $k_2$ ;
- на рисунку 3.7 – розподіл ваги часткових показників у межах комплексного показника  $k_3$ .

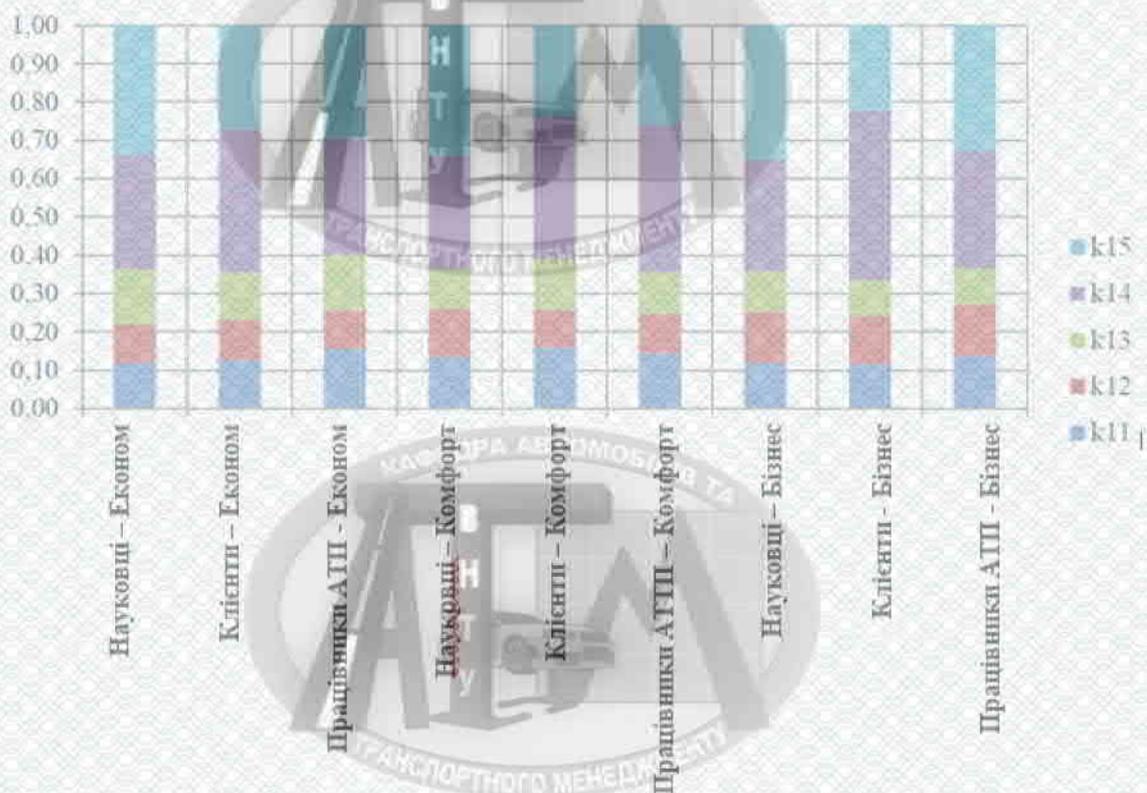


Рисунок 3.5 – Розподіл ваги часткових показників у межах комплексного показника  $k_1$  для різних груп експертів

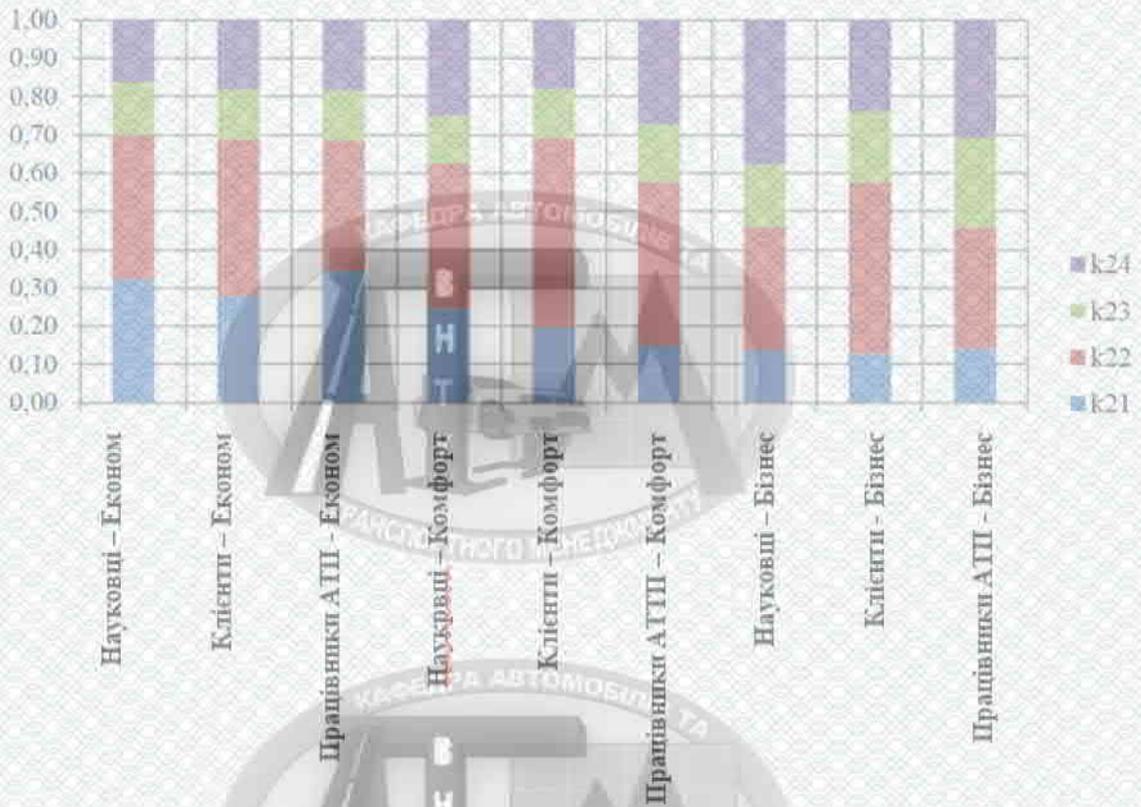


Рисунок 3.6 – Розподіл ваги часткових показників у межах комплексного показника  $k_2$  для різних груп експертів

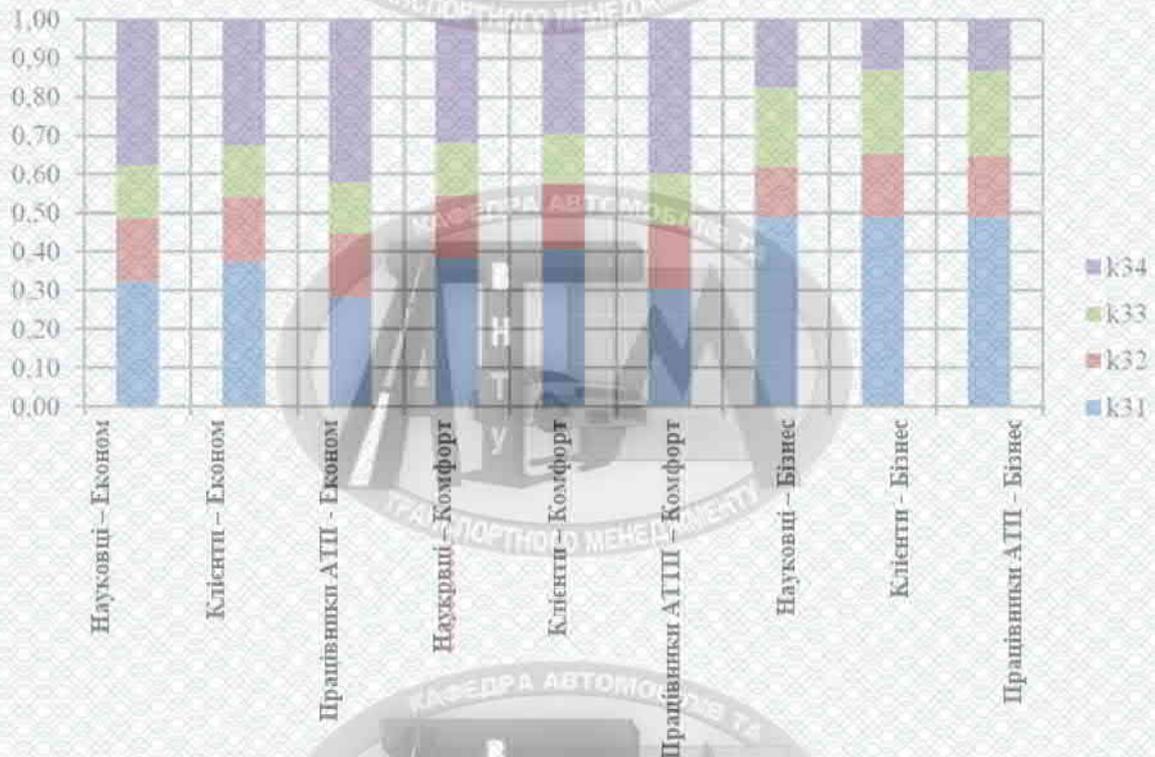


Рисунок 3.7 – Розподіл ваги часткових показників у межах комплексного показника  $k_3$  для різних груп експертів

Отримані в результаті оброблення експертних оцінок значення ваги часткових показників необхідно усереднити. Це завдання може бути вирішене за допомогою наступного виразу:

$$K_{a_i} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m k_i, \quad (3.12)$$

де  $k_i$  – вага часткового показника для  $i$ -ї групи експертів.

Результати остаточних розрахунків вагових коефіцієнтів часткових показників для:

- комплексного показника  $k_1$  наведено на рисунку 3.8,
- комплексного показника  $k_2$  – на рисунку 3.9,
- комплексного показника  $k_3$  – на рисунку 3.10.

Слід зазначити, що встановлення вагових коефіцієнтів часткових показників не є завершальним етапом дослідження. Надалі необхідно визначити значення ваг комплексних показників для кожного з класів обслуговування пасажирів.

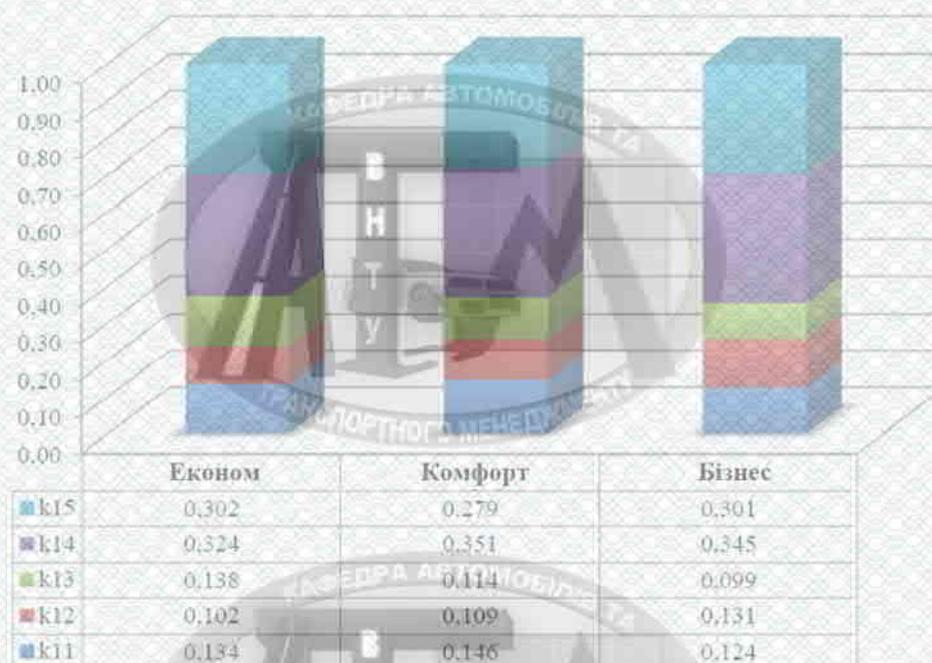


Рисунок 3.8 – Розподіл ваги часткових показників у межах комплексного показника  $k_1$

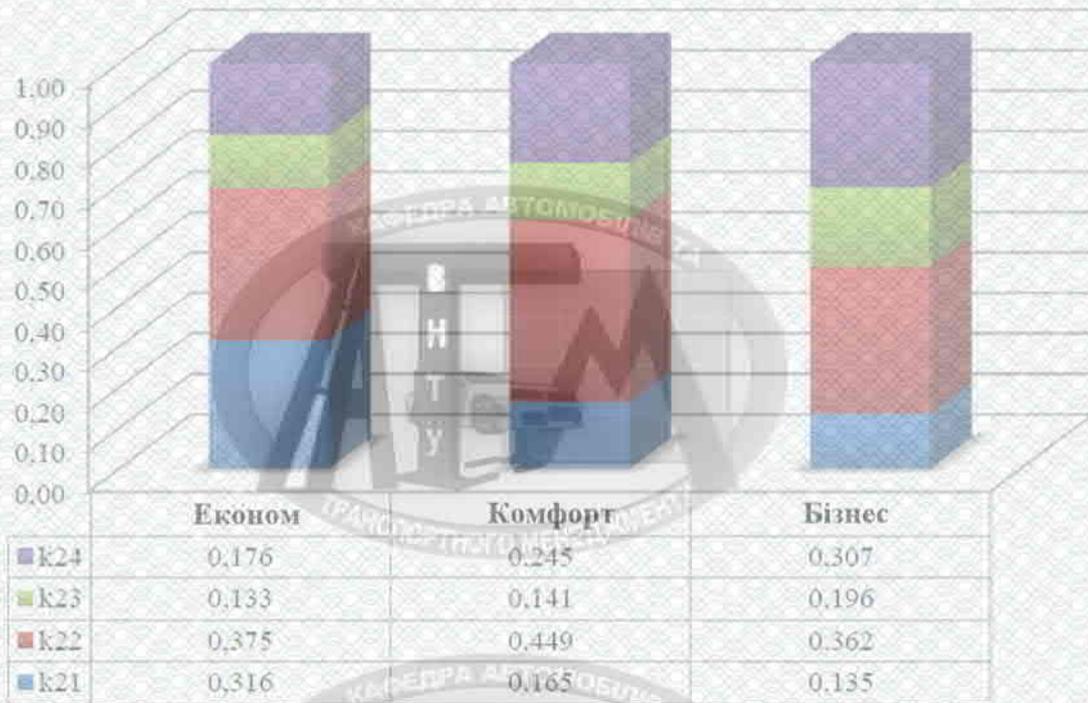


Рисунок 3.9 – Розподіл ваги часткових показників у межах комплексного показника  $k_2$

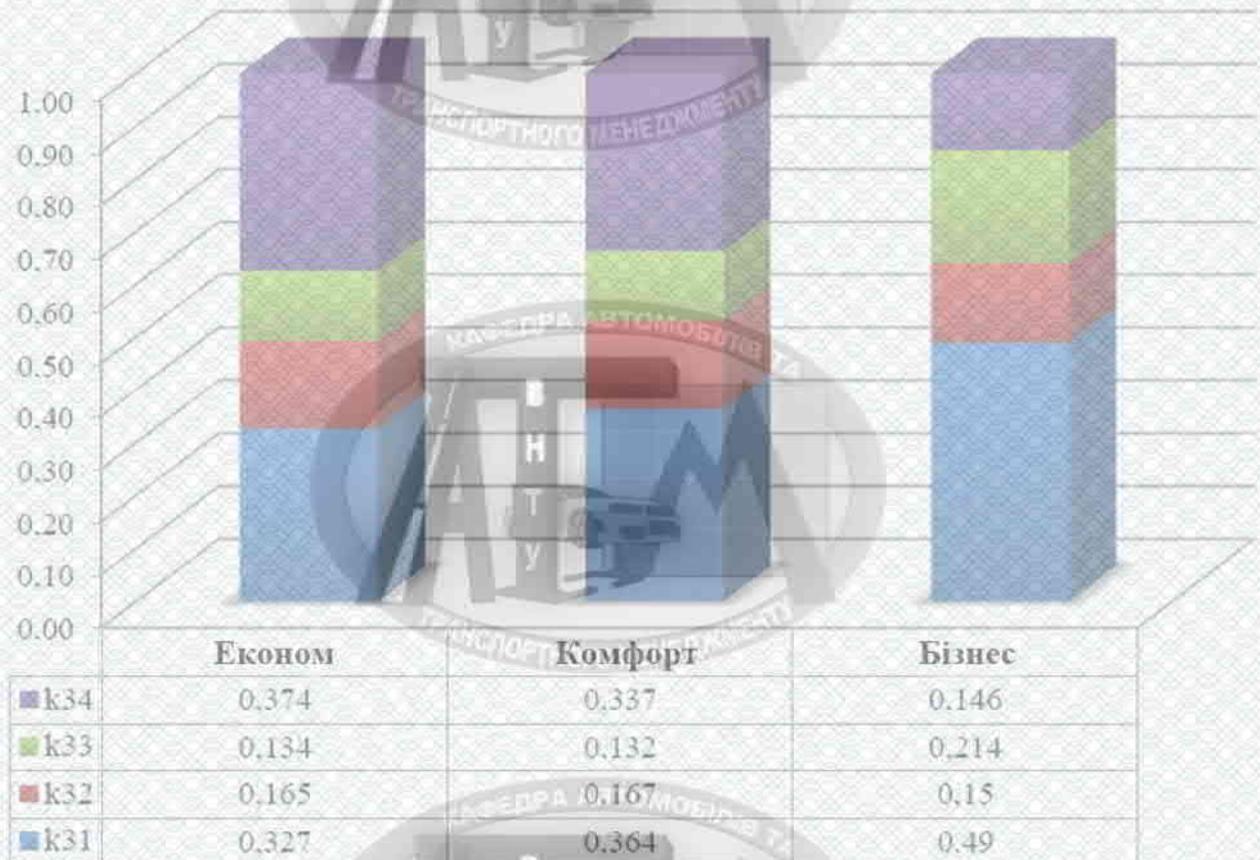


Рисунок 3.10 – Розподіл ваги часткових показників у межах комплексного показника  $k_3$

### 3.4 Визначення вагових коефіцієнтів комплексних показників

Під час розв'язання поставленого завдання вагові коефіцієнти складових елементів системи також можуть бути визначені за допомогою методів експертного оцінювання.

У цьому випадку залучення експертної групи клієнтів таксомоторних служб не є необхідним. Достатню кваліфікацію для вирішення завдань такого типу мають науковці, що займаються проблемами автомобільного транспорту, та працівники автотранспортних підприємств (АТП). Оскільки раніше ці дві групи експертів продемонстрували високий рівень узгодженості оцінок, було прийнято рішення об'єднати їх в одну експертну колегію.

Водночас судження експертів не можуть бути абсолютно об'єктивними або тотожними, тому колегії було запропоновано виконати ранжування комплексних показників трьома різними способами. Опитування проводилося шляхом індивідуального анкетування.

Першим із застосованих методів стала пряма розстановка. У цьому випадку завдання визначення вагових коефіцієнтів  $\gamma_i$  вирішується безпосередньо експертами, з урахуванням умови:

$$\sum_{i=1}^n \gamma_i = 1 \quad (3.13)$$

Вагові коефіцієнти, отримані в результаті опитування, наведено у таблиці 3.8.

Система вагових коефіцієнтів, отримана шляхом прямої розстановки, представлена у таблиці 3.9.

Таблиця 3.8 – Значення вагових коефіцієнтів комплексних показників, отриманих методом прямої розстановки

| Експерти | Вагові коефіцієнти |      |      |                |      |      |                |      |      |
|----------|--------------------|------|------|----------------|------|------|----------------|------|------|
|          | k <sub>1</sub>     |      |      | k <sub>2</sub> |      |      | k <sub>3</sub> |      |      |
|          | Е                  | К    | Б    | Е              | К    | Б    | Е              | К    | Б    |
| 1        | 0,6                | 0,6  | 0,4  | 0,1            | 0,2  | 0,4  | 0,3            | 0,2  | 0,2  |
| 2        | 0,55               | 0,55 | 0,45 | 0,15           | 0,2  | 0,35 | 0,3            | 0,25 | 0,2  |
| 3        | 0,45               | 0,45 | 0,45 | 0,25           | 0,35 | 0,35 | 0,3            | 0,25 | 0,2  |
| 4        | 0,4                | 0,4  | 0,4  | 0,3            | 0,35 | 0,5  | 0,3            | 0,25 | 0,1  |
| 5        | 0,65               | 0,65 | 0,6  | 0,15           | 0,2  | 0,25 | 0,2            | 0,15 | 0,15 |
| 6        | 0,42               | 0,4  | 0,45 | 0,25           | 0,35 | 0,35 | 0,33           | 0,25 | 0,2  |
| 7        | 0,7                | 0,7  | 0,7  | 0,1            | 0,15 | 0,2  | 0,2            | 0,15 | 0,1  |
| 8        | 0,5                | 0,45 | 0,4  | 0,2            | 0,3  | 0,5  | 0,3            | 0,25 | 0,1  |
| 9        | 0,45               | 0,4  | 0,45 | 0,25           | 0,3  | 0,35 | 0,3            | 0,3  | 0,2  |
| 10       | 0,55               | 0,5  | 0,5  | 0,2            | 0,3  | 0,35 | 0,25           | 0,2  | 0,15 |
| 11       | 0,42               | 0,45 | 0,45 | 0,26           | 0,4  | 0,45 | 0,32           | 0,15 | 0,1  |
| 12       | 0,6                | 0,6  | 0,6  | 0,1            | 0,2  | 0,25 | 0,3            | 0,2  | 0,15 |
| 13       | 0,5                | 0,4  | 0,45 | 0,2            | 0,4  | 0,4  | 0,3            | 0,2  | 0,15 |
| 14       | 0,4                | 0,4  | 0,4  | 0,2            | 0,2  | 0,3  | 0,4            | 0,3  | 0,3  |

Таблиця 3.9 – Система вагових коефіцієнтів для комплексних показників, отримана методом ПР

| Вагові коефіцієнти $\gamma_i$ |                |                |                |                |                |                |                |                |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Економ-клас                   |                |                | Комфорт-клас   |                |                | Бізнес-клас    |                |                |
| k <sub>1</sub>                | k <sub>2</sub> | k <sub>3</sub> | k <sub>1</sub> | k <sub>2</sub> | k <sub>3</sub> | k <sub>1</sub> | k <sub>2</sub> | k <sub>3</sub> |
| 0,514                         | 0,194          | 0,293          | 0,496          | 0,279          | 0,221          | 0,479          | 0,357          | 0,164          |

Однак процедура прямої розстановки ваги вважається достатньо складною для осіб, які приймають рішення, а деякі дослідники зазначають, що визначені експертом вагові коефіцієнти «суперечать його безпосереднім оцінкам альтернатив». Попри це, метод є широко розповсюдженим і застосовується у сучасних дослідженнях.

Другим етапом оцінювання стало ранжування факторів, яке детально описано у підрозділі 3.3. Результати проведення процедури попереднього ранжування для автомобілів економкласу наведено у таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Попереднє ранжування показників для автомобілів економкласу

| Експерти | $k_1$ | $k_2$ | $k_3$ |
|----------|-------|-------|-------|
| 1        | 1     | 3     | 2     |
| 2        | 1     | 3     | 2     |
| 3        | 1     | 3     | 2     |
| 4        | 2     | 3     | 1     |
| 5        | 1     | 3     | 2     |
| 6        | 2     | 3     | 1     |
| 7        | 1     | 3     | 2     |
| 8        | 1     | 3     | 2     |
| 9        | 1     | 3     | 2     |
| 10       | 1     | 3     | 2     |
| 11       | 1     | 3     | 2     |
| 12       | 1     | 3     | 2     |
| 13       | 1     | 3     | 2     |
| 14       | 2     | 3     | 1     |

Результати подальших розрахунків середніх значень рангів, коефіцієнта кореляції, рівня компетентності експертів та остаточних вагових коефіцієнтів комплексних показників, визначених за формулами (3.1–3.11), наведеними у підрозділі 3.3, представлено у таблицях 3.11–3.13.

Таблиця 3.11 – Результати розрахунків для встановлення попередніх рангів у групі автомобілів економкласу

| Значення                                  | $k_1$  | $k_2$ | $k_3$  |
|---|--------|-------|--------|
| Середнє значення рангу $z_i$              | 1,2142 | 3     | 1,7857 |
| Середньоквадратичне відхилення $\delta_i$ | 0,1138 | 0     | 0,1138 |
| Попередній ранг                           | 1      | 3     | 2      |

Таблиця 3.12 – Результати оцінювання компетентності експертів

| Експерти | $\rho_j$ | $\alpha_j$ |
|----------|----------|------------|
| 1        | 2        | 3          |
| 1        | 1        | 0,0754     |
| 2        | 1        | 0,0754     |
| 3        | 1        | 0,0754     |

Продовження таблиці 3.12

|    |     |        |
|----|-----|--------|
| 1  | 2   | 3      |
| 4  | 0,5 | 0,0566 |
| 5  | 1   | 0,0754 |
| 6  | 0,5 | 0,0566 |
| 7  | 1   | 0,0754 |
| 8  | 1   | 0,0754 |
| 9  | 1   | 0,0754 |
| 10 | 1   | 0,0754 |
| 11 | 1   | 0,0754 |
| 12 | 1   | 0,0754 |
| 13 | 1   | 0,0754 |
| 14 | 0,5 | 0,0566 |

Таблиця 3.13 – Результати розрахунків із урахуванням компетентності експертів

| Значення                                    | $k_1$  | $k_2$  | $k_3$  |
|---|--------|--------|--------|
| Середнє значення рангу $z^*_i$              | 1,1698 | 3      | 1,8301 |
| Середньоквадратичне відхилення $\delta^*_i$ | 0,0278 | 0      | 0,0278 |
| Коефіцієнт узгодженості $W_n$               | 0,69   | -      | -      |
| Остаточний ранг                             | 1      | 3      | 2      |
| Ваговий коефіцієнт $\gamma'_i$              | 0,4928 | 0,1921 | 0,3150 |

Результати процедури попереднього ранжування для автомобілів комфорткласу наведено у таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 – Попереднє ранжування показників для автомобілів комфорткласу

| Експерти | Комплексні показники |       |       |
|----------|----------------------|-------|-------|
|          | $k_1$                | $k_2$ | $k_3$ |
| 1        | 1                    | 2     | 3     |
| 2        | 1                    | 2     | 3     |
| 3        | 1                    | 2     | 3     |
| 4        | 1                    | 2     | 3     |
| 5        | 1                    | 2     | 3     |
| 6        | 2                    | 3     | 1     |
| 7        | 1                    | 2     | 3     |
| 8        | 1                    | 2     | 3     |
| 9        | 1                    | 2     | 3     |
| 10       | 1                    | 2     | 3     |
| 11       | 1                    | 2     | 3     |
| 12       | 1                    | 2     | 3     |
| 13       | 1                    | 2     | 3     |
| 14       | 2                    | 3     | 1     |

Подальші результати розрахунків середніх значень рангів, коефіцієнта кореляції, рівня компетентності експертів та остаточних вагових коефіцієнтів комплексних показників, отриманих за формулами (3.1–3.11), наведено у таблицях 3.15–3.17.

Таблиця 3.15 – Результати розрахунків для встановлення попередніх рангів у групі автомобілів комфорткласу

| Значення                                  | Комплексні показники |        |        |
|---|----------------------|--------|--------|
|   | $k_1$                | $k_2$  | $k_3$  |
| Середнє значення рангу $z_i$              | 1,1428               | 2,1428 | 2,7142 |
| Середньоквадратичне відхилення $\delta_i$ | 0,09702              | 0,0970 | 0,1941 |
| Попередній ранг                           | 1                    | 2      | 3      |

Таблиця 3.16 – Результати оцінювання компетентності експертів

| Експерти | $\rho_j$ | $\alpha_j$ |
|----------|----------|------------|
| 1        | 1        | 0,08       |
| 2        | 1        | 0,08       |
| 3        | 1        | 0,08       |
| 4        | 1        | 0,08       |
| 5        | 1        | 0,08       |
| 6        | -0,5     | 0,02       |
| 7        | 1        | 0,08       |
| 8        | 1        | 0,08       |
| 9        | 1        | 0,08       |
| 10       | 1        | 0,08       |
| 11       | 1        | 0,08       |
| 12       | 1        | 0,08       |
| 13       | 1        | 0,08       |
| 14       | -0,5     | 0,02       |

Таблиця 3.17 – Результати розрахунків із урахуванням компетентності експертів

| Значення                                    | k1     | k2     | k3     |
|---|--------|--------|--------|
| Середнє значення рангу $z^*_i$              | 1,04   | 2,04   | 2,92   |
| Середньоквадратичне відхилення $\delta^*_i$ | 0,0145 | 0,0145 | 0,0290 |
| Коефіцієнт узгодженості $W_n$               |        | 0,63   |        |
| Остаточний ранг                             | 1      | 2      | 3      |
| Ваговий коефіцієнт $\gamma'_i$              | 0,5359 | 0,2732 | 0,1908 |

Результати проведення процедури попереднього ранжування для автомобілів бізнескласу наведено у таблиці 3.18.

Таблиця 3.18 – Попереднє ранжування показників для автомобілів бізнескласу

| Експерти | k1 | k2 | k3 |
|----------|----|----|----|
| 1        | 1  | 2  | 3  |
| 2        | 1  | 2  | 3  |
| 3        | 1  | 2  | 3  |
| 4        | 1  | 3  | 2  |
| 5        | 1  | 2  | 3  |
| 6        | 1  | 2  | 3  |
| 7        | 1  | 2  | 3  |
| 8        | 1  | 2  | 3  |
| 9        | 1  | 2  | 3  |
| 10       | 1  | 3  | 2  |
| 11       | 1  | 2  | 3  |
| 12       | 1  | 2  | 3  |
| 13       | 1  | 3  | 2  |
| 14       | 1  | 3  | 2  |

Результати подальших розрахунків середніх значень рангів, коефіцієнта кореляції, рівня компетентності експертів та остаточних вагових коефіцієнтів комплексних показників, виконаних за формулами (3.1–3.11), наведено у таблицях 3.19–3.21.

Таблиця 3.19 – Результати розрахунків для встановлення попередніх рангів у групі автомобілів бізнескласу

| Значення                                  | Комплексні показники |        |        |
|---|----------------------|--------|--------|
|   | $k_1$                | $k_2$  | $k_3$  |
| Середнє значення рангу $z_i$              | 1                    | 2,2857 | 2,7142 |
| Середньоквадратичне відхилення $\delta_i$ | 0                    | 0,1252 | 0,1252 |
| Попередній ранг                           | 1                    | 2      | 3      |

Таблиця 3.20 – Результати оцінювання компетентності експертів

| Експерти | $\rho_i$ | $\alpha_i$ |
|----------|----------|------------|
| 1        | 1        | 0,0769     |
| 2        | 1        | 0,0769     |
| 3        | 1        | 0,0769     |
| 4        | 0,5      | 0,0769     |
| 5        | 1        | 0,0769     |
| 6        | 1        | 0,0769     |
| 7        | 1        | 0,0769     |
| 8        | 1        | 0,0769     |
| 9        | 1        | 0,0769     |
| 10       | 0,5      | 0,0576     |
| 11       | 1        | 0,0769     |
| 12       | 1        | 0,0769     |
| 13       | 0,5      | 0,0576     |
| 14       | 0,5      | 0,0576     |

Таблиця 3.21 – Результати розрахунків із урахуванням компетентності експертів

| Значення                                    | $k_1$  | $k_2$  | $k_3$  |
|---|--------|--------|--------|
| Середнє значення рангу $z^*_i$              | 1      | 2,2307 | 2,7692 |
| Середньоквадратичне відхилення $\delta^*_i$ | 0      | 0,0312 | 0,0312 |
| Коефіцієнт узгодженості $W_n$               | 0,64   |        |        |
| Остаточний ранг                             | 1      | 2      | 3      |
| Ваговий коефіцієнт $\gamma'_i$              | 0,5526 | 0,2477 | 0,1995 |

### 3.5 Визначення вагових коефіцієнтів комплексних показників методом аналізу ієрархій

На заключному етапі експертна колегія використала метод аналізу ієрархій (МАІ), описаний у розділі 2 даного дослідження.

Для визначення вагових коефіцієнтів комплексних показників оцінювання автомобілів-таксі застосовувався індекс узгодженості (ІУ), який характеризує ступінь порушення числової та транзитивної узгодженості. Індекс узгодженості розраховується за формулою:

$$IC = \frac{\lambda - 1}{n - 1} \quad (3.14)$$

де  $\lambda$  – власне число;

$n$  – кількість порівнюваних факторів.

Відношення узгодженості (ВУ) можна визначити за формулою:

$$OC = \frac{IC}{CI} \cdot 100\%,$$

де  $CI$  – випадковий індекс, тобто середнє значення індексу узгодженості, отримане для випадково згенерованої обернено-симетричної матриці зі значеннями у діапазоні від 1 до 9.

Середні значення  $CI$  для матриць порядку від 1 до 15 були визначені Національною лабораторією Ок-Ріджа (США) на основі 100 випадкових вибірок і наведені у таблиці 3.22.

Таблиця 3.22 – Значення індексу узгодженості ( $CI$ ) для випадкових матриць різного порядку

| n  | 1 | 2 | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|----|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CC | 0 | 0 | 0,58 | 0,90 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |

Значення ВУ не повинно перевищувати 10–20 %.

У таблиці 3.23 наведено отримані за допомогою методу аналізу ієрархій (МАІ) значення вагових коефіцієнтів комплексних показників для автомобілів різних класів.

Таблиця 3.23 – Система вагових коефіцієнтів для комплексних показників, визначена за допомогою МАІ

| Економ-клас    |                |                | Комфорт-клас   |                |                | Бізнес-клас    |                |                |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| k <sub>1</sub> | k <sub>2</sub> | k <sub>3</sub> | k <sub>1</sub> | k <sub>2</sub> | k <sub>3</sub> | k <sub>1</sub> | k <sub>2</sub> | k <sub>3</sub> |
| 0,51           | 0,12           | 0,36           | 0,52           | 0,25           | 0,23           | 0,51           | 0,28           | 0,21           |

Усі умови проведення розрахунків були дотримані, а значення відношення узгодженості не перевищувало 10 %, що підтверджує коректність виконаних обчислень.

Результати визначення вагових коефіцієнтів комплексних показників, отриманих трьома методами - методом аналізу ієрархій (МАІ), методом ранжування (Р) та методом прямої розстановки (ПР) - для автомобілів-таксі різних класів обслуговування були оброблені відповідно до описаних вище процедур.

У таблиці 3.24 наведено коефіцієнти кореляції між системами вагових коефіцієнтів, отриманих різними методами.

Таблиця 3.24 – Значення коефіцієнтів кореляції

| Тарифікаційні групи | МАІ -ПР | МАІ -Р | ПР -Р  |
|---------------------|---------|--------|--------|
| Економ              | 0,9396  | 0,9718 | 0,9937 |
| Комфорт             | 0,9902  | 0,9858 | 0,9995 |
| Бізнес              | 0,9097  | 0,9951 | 0,8643 |

Розбіжності між оцінками експертів не виявлено. Незначні відхилення у логіці їхніх суджень пояснюються різницею шкал, за якими здійснювалося

оцінювання. Отримані результати вважаються достатньо надійними для подальшого використання.

Підсумкові значення вагових коефіцієнтів комплексних показників, застосованих для оцінки автомобілів-таксі економкласу, наведено на рисунку 3.11.

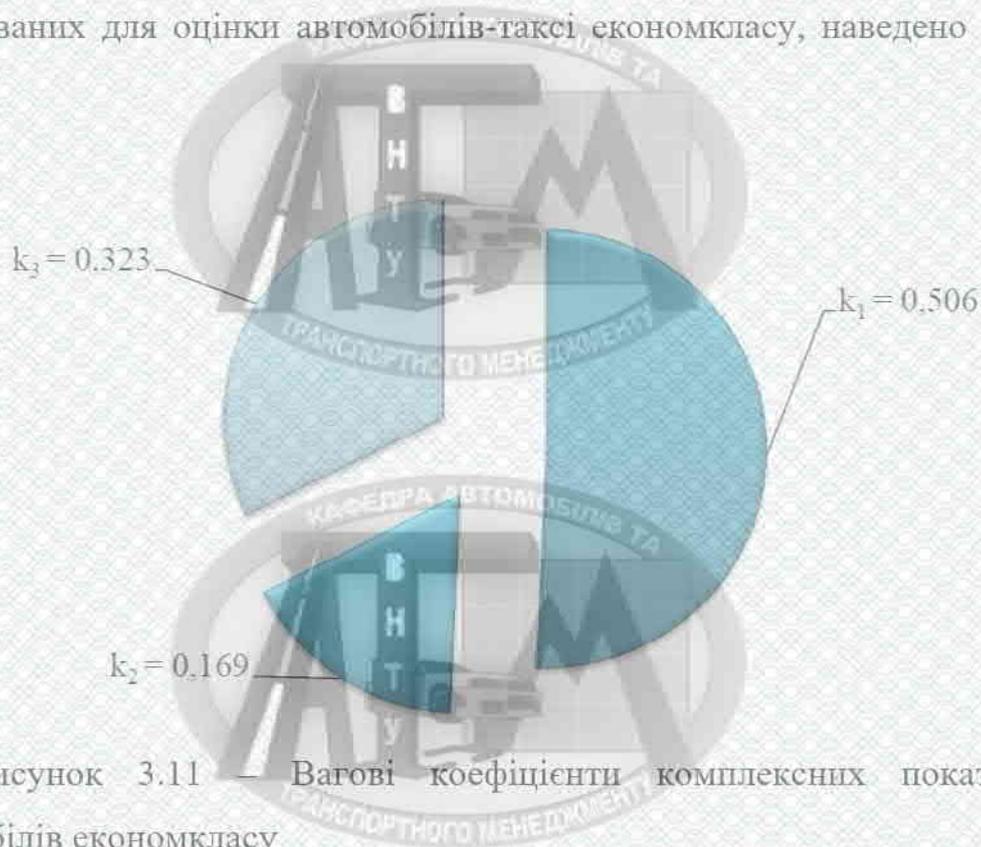


Рисунок 3.11 — Вагові коефіцієнти комплексних показників для автомобілів економкласу

Аналіз результатів розрахунків показав, що у всіх класах автомобілів найбільш значущими є технічні показники, пов'язані передусім із конструктивною безпекою транспортного засобу. Із підвищенням класу автомобіля-таксі економічні показники поступаються місцем маркетинговим, зокрема показникам комфорту пасажирів.

Значення вагових коефіцієнтів комплексних показників для автомобілів-таксі комфорткласу подано на рисунку 3.12.

Значення вагових коефіцієнтів комплексних показників для автомобілів-таксі бізнескласу представлено на рисунку 3.13.



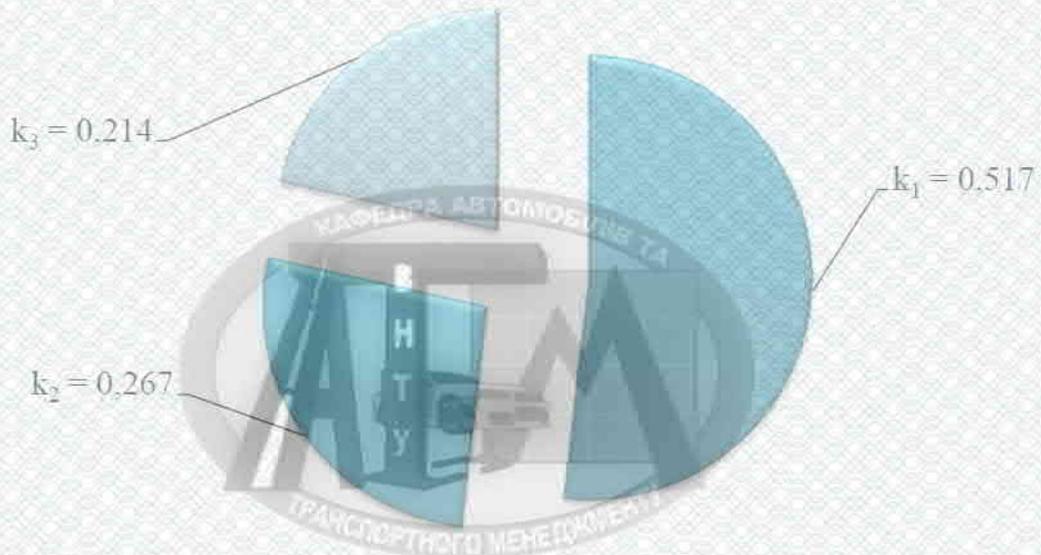


Рисунок 3.12 – Вагові коефіцієнти комплексних показників для автомобілів комфорткласу

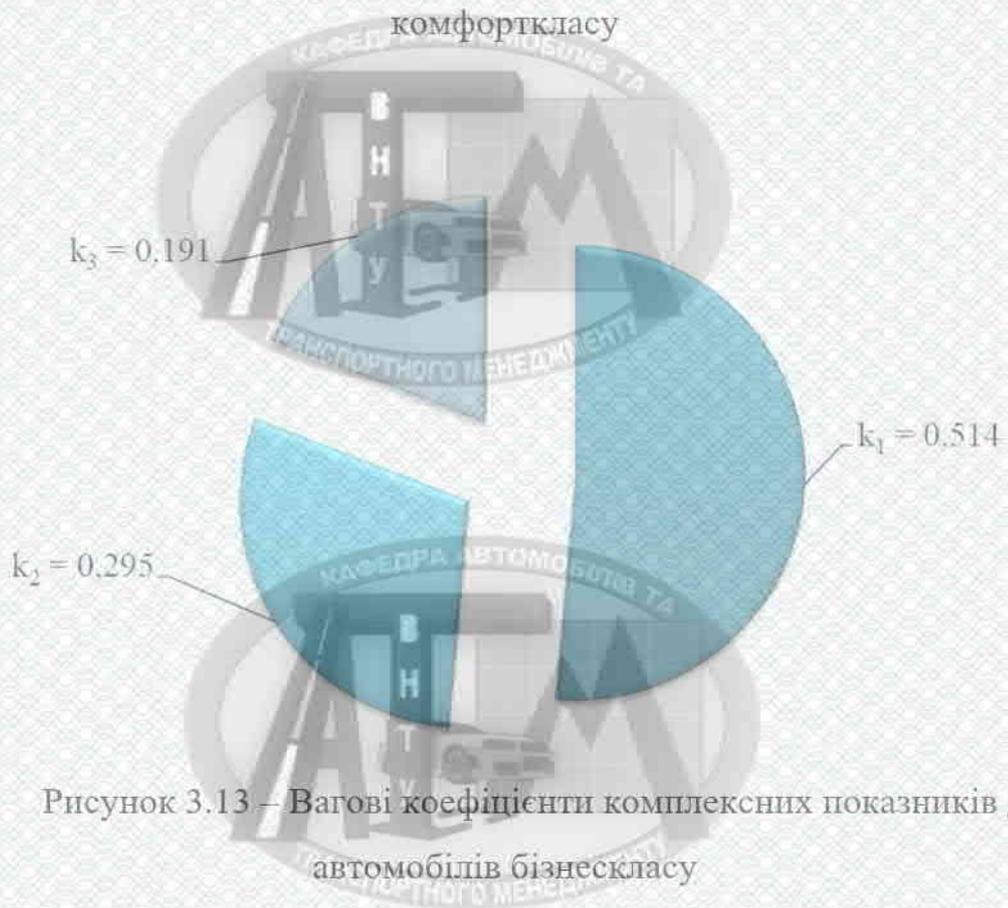


Рисунок 3.13 – Вагові коефіцієнти комплексних показників для автомобілів бізнескласу

### 3.6 Алгоритм визначення модельного ряду автомобілів-таксі

У виробничих умовах автотранспортного підприємства застосування фахівцями складних науково обґрунтованих методик може бути ускладнене через їхню трудомісткість і громіздкість. Тому доцільним є використання таких

методик в автоматизованій формі, що дозволяє мінімізувати участь спеціаліста, який приймає рішення.

У даній роботі запропоновано реалізувати метод вибору раціонального модельного ряду автомобілів-таксі за допомогою спеціального програмного забезпечення, яке автоматизує більшість етапів процесу прийняття рішення.

На першому етапі користувачеві (спеціалісту з автотранспортного підприємства) пропонується визначити тарифікаційну групу, до якої належить автомобіль, що розглядається. Передбачено три основні групи: економ, комфорт та бізнес.

На другому етапі формується список автомобілів однієї тарифікаційної групи, що підлягають порівнянню між собою за технічними та експлуатаційними показниками.

На третьому етапі програма виконує розрахунок часткових та комплексних коефіцієнтів вагомості, необхідних для вибору рухомого складу раціональної номенклатури. Актуальні дані щодо технічних характеристик транспортних засобів отримуються з електронних ресурсів, зокрема з офіційних сайтів дилерів і виробників автомобілів.

Оцінки окремих показників, які мають суб'єктивний характер (наприклад, комфортність, ергономіка, дизайн тощо), спеціаліст може ввести вручну, використовуючи шкалу бальної оцінки.

На завершальному етапі програма видає результати розрахунків у текстовому та графічному вигляді. Виведені дані дають можливість користувачеві наочно оцінити найбільш раціональний варіант автомобіля-таксі у межах обраної тарифікаційної групи, а також простежити розподіл вагомості критеріїв за їх впливом на кінцеве рішення.

Відповідно до запропонованого алгоритму розроблено математичну модель реалізації методу, яка забезпечує виконання таких обчислень:

- визначення значень  $B_j$  часткових показників за умовою

$$B_{ij} = \begin{cases} a_{ij} \\ \max_1 = j = n(a_{ij}) \\ \max_1 = j = n(a_{ij}) \\ a_{ij} \end{cases}$$

де  $a_{ij}$  – числові значення показників;

- проведення нормалізації значень  $B_{ij}$ ;

$$B'_{ij} = \frac{B_{ij}}{\sum_{k=1}^n B'_{ik}}$$

- обчислення ефективності рішення для кожного автомобіля:

$$D_{ki} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot \gamma_{ij};$$

де  $\gamma_{ij}$  – коефіцієнти вагомості часткових показників;

- формування матриці значень  $D_{ki}$ ;

- обчислення загальної ефективності рішення для кожного автомобіля:

$$D_i = \sum_{k=1}^{\varphi} D_{ki} \cdot \gamma_i;$$

де  $\gamma_i$  – коефіцієнти вагомості комплексних показників;

- вибір для кожної тарифікаційної групи раціонального транспортного засобу за формулою:

$$D_f = \max_{1 \leq \varphi \leq n} D_i$$

Таким чином, наведений алгоритм дозволяє забезпечити науково обґрунтований вибір автомобілів-таксі, придатних для експлуатації в умовах конкретного автотранспортного підприємства, з урахуванням технічних, економічних та експлуатаційних характеристик.

### 3.7 Метод обґрунтування вимог до раціональної структури парку автомобілів-таксі у великих містах

За результатами проведених досліджень було розроблено метод обґрунтування раціональної структури парку автомобілів-таксі. Запропонований метод передбачає поетапне визначення оптимального складу транспортних засобів, який забезпечує максимальну ефективність функціонування служби таксі з урахуванням попиту, рівня обслуговування та економічних показників діяльності.

Метод включає такі основні етапи:

- аналіз ринку таксомоторних перевезень з метою визначення процентного співвідношення заявок на автомобілі, що належать до різних тарифікаційних груп;
- визначення пропорції між автомобілями, віднесеними до різних класів обслуговування;
- розрахунок значень комплексних показників якості всередині кожної тарифікаційної групи;
- вибір раціональної моделі (або декількох моделей) автомобілів у межах відповідного класу.

Метод обґрунтування раціональної структури парку автомобілів-таксі може бути представлений у вигляді схеми, наведеної на рисунку 3.14. Приклад раціональної структури парку автомобілів-таксі подано на рисунку 3.15.

Область 1 відображає структуру портфеля замовлень на автомобілі різних тарифікаційних груп  $1...n...i$ . Область 2 демонструє сформовану класову структуру автопарку таксі, яка є ідентичною структурі замовлень  $1...n...i$ .

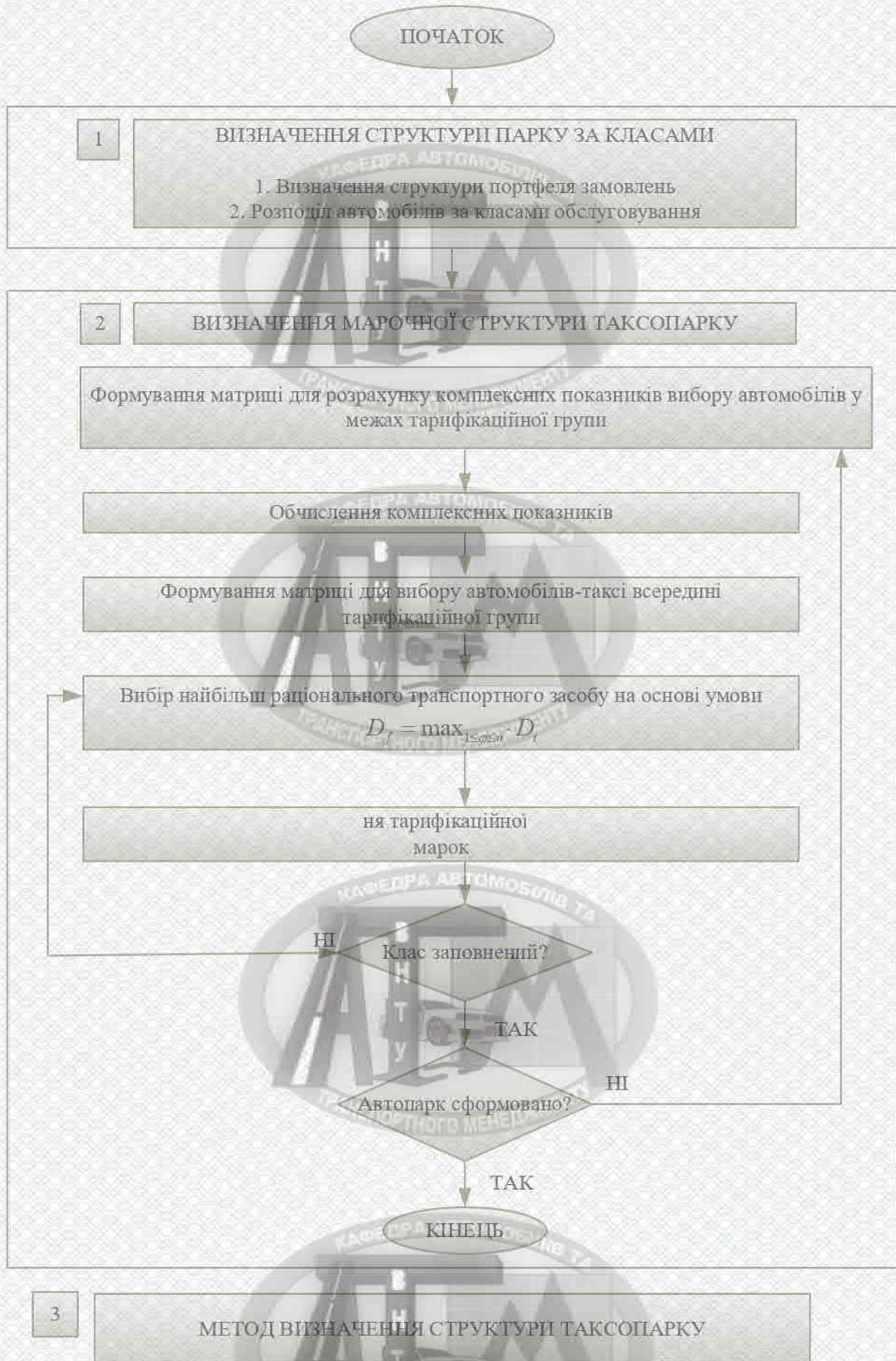


Рисунок 3.14 – Розроблений метод

### Структура портфеля замовлень за різними тарифами

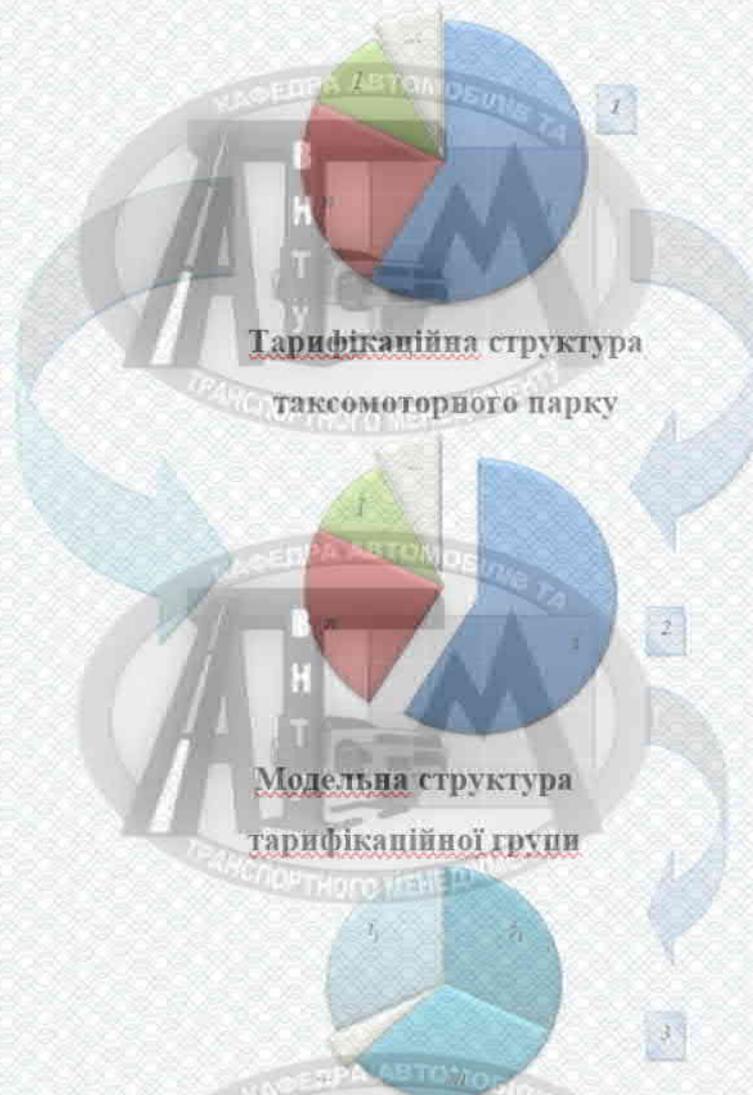


Рисунок 3.15 – Схема структури парку автомобілів-таксі

Область 3 відображає розподіл моделей автомобілів у межах певного класу, наприклад класу «Економ» -  $i_1 \dots i_m \dots i_j$ , що характеризує різні моделі автомобілів одного таксопарку, які належать до відповідної тарифікаційної групи.

Таким чином, запропонований метод дозволяє раціонально формувати структуру парку автомобілів-таксі з урахуванням реальної структури пошиту, техніко-економічних показників та вимог до якості транспортного обслуговування населення у великих містах.

### 3.8 Висновки до розділу 3

У третьому розділі виконано такі основні роботи:

– проведено імітаційне моделювання роботи таксомоторного парку, спрямоване на спрощення процедури формування структури автопарку та визначення оптимальних пропорцій розподілу автомобілів за класами обслуговування. У ході моделювання встановлено, що формування різномарочного парку доцільно здійснювати з урахуванням прогнозованої частки замовлень для кожного класу обслуговування;

– сформовано перелік одиничних показників (13 показників), на основі яких здійснюється обґрунтування раціональної структури парку автомобілів-таксі;

– виконано згортання одиничних показників у три комплексні, що враховують технічну, економічну та експлуатаційно-комфортну складові. Це дозволяє уникнути ситуації, коли значення показників із нижчим пріоритетом зводяться до мінімального впливу. Використання комплексних показників підвищує точність оцінки та дозволяє враховувати вплив другорядних параметрів порівняння;

– на підставі експертної оцінки, проведеної трьома групами осіб, що приймають рішення (науковці, фахівці автотранспортних підприємств і клієнти служб таксі), визначено вагові коефіцієнти одиничних і комплексних показників для трьох тарифікаційних груп автомобілів-таксі: «економ», «комфорт» і «бізнес»;

– на основі отриманих результатів розроблено метод обґрунтування раціональної структури парку автомобілів-таксі, який забезпечує виконання вимог до автотранспортних засобів щодо безпеки, комфорту та економічності. Автоматизація розробленого методу дозволяє спеціалістам автотранспортних підприємств здійснювати науково обґрунтований вибір ефективних транспортних засобів для формування автопарку з мінімізацією трудових витрат.

## РОЗДІЛ 4. АПРОБАЦІЯ МЕТОДУ ТА ОЦІНКА ЙОГО ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

### 4.1 Методологічна база для обґрунтування структури парку автомобілів-таксі та оцінювання економічної ефективності методу

#### 4.1.1 Метод простого ранжування

Метод простого ранжування є одним із базових у системах багатокритеріального оцінювання та широко описаний у спеціальній літературі. Його застосування для вибору автотранспортних засобів полягає у послідовному визначенні переваг альтернатив на основі узагальненої оцінки за сукупністю показників, що характеризують технічний, економічний та експлуатаційний рівень автомобіля.

На початковому етапі формується матриця порівняння, що містить перелік автомобілів, які підлягають оцінюванню, та відповідні критерії вибору, важливі для автотранспортного підприємства. Оскільки показники, що описують роботу транспортних засобів, мають різні одиниці вимірювання (економічні, технічні, експлуатаційні), їх абсолютні значення необхідно привести до відносного безрозмірного вигляду.

Нормування здійснюється за формулою:

$$B_{ij} = \begin{cases} a_{ij} \\ \max_1 = j = n(a_{ij}) \\ \max_1 = j = n(a_{ij}) \\ a_{ij} \end{cases}$$

де  $n$  – кількість типів рухомого складу, що розглядаються;

$a_{ij}$  – нормоване числове значення  $i$ -го показника для  $j$ -го типу автомобіля;

$x_{ij}$  – вихідне (абсолютне) значення  $i$ -го показника для  $j$ -го автомобіля.

Після нормування кожному показнику присвоюється ранг відповідно до його важливості для підприємства. Ранги визначаються за шкалою пріоритетності - від найвищої до найнижчої. Узагальнена оцінка автомобіля визначається за формулою:

$$R_i = \sum(r_j \cdot a_{ij}),$$

Де  $R_i$  – інтегральна оцінка  $i$ -го автомобіля;

$r_j$  – ранг  $j$ -го показника,  $i = 1, m$ ;

$m$  – кількість показників, за якими проводиться оцінювання.

Оптимальний тип автомобіля-таксі визначається за умовою:

$$R_i = \max(R_1, R_2, \dots, R_n).$$

Таким чином, метод простого ранжування дозволяє провести обґрунтований вибір автомобіля-таксі для використання в умовах міського середовища з урахуванням комплексу техніко-економічних та експлуатаційних характеристик.

#### 4.1.2 Метод обґрунтування вимог до раціональної структури парку автомобілів-таксі у великих містах

Вихідні дані:

$n$  – кількість типів рухомого складу;

$a_{ij}$  – числове значення  $i$ -го показника для  $\varphi$ -го типу рухомого складу, де  $i = 1, m, \varphi = 1, n$ ;

$\gamma_{ij}$  – числове значення вагового коефіцієнта  $i$ -го показника для  $j$ -го часткового критерію.

Алгоритм розрахунку:

1) Для часткових показників обчислюється значення  $B_j$ :

$$B_{ij} = \begin{cases} a_{ij} \\ \max_1 = j = n(a_{ij}) \\ \max_1 = j = n(a_{ij}) \\ a_{ij} \end{cases} \quad (4.3)$$

де  $B_{ij}$  — зважене значення  $i$ -го показника для  $j$ -го автомобіля.

2) Виконується нормування показника  $B_{ij}$ :

$$B_{ij} = \frac{B'_{ij}}{\sum_{k=1}^n B'_{ik}} \quad (4.4)$$

Нормовані значення дозволяють усунути відмінності між різними критеріями та забезпечити коректність подальшого порівняння.

3) Для кожного автомобіля, що розглядається, розраховується показник  $D_{ki}$ :

$$D_{ki} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot \gamma_{ij} \quad (4.5)$$

який характеризує рівень відповідності  $k$ -го автомобіля комплексним вимогам до таксомоторного транспортного засобу.

4) На основі отриманих даних формується матриця  $D_{ki}$ , що відображає результати інтегральної оцінки для всіх варіантів транспортних засобів.

5) Для кожного автомобіля визначається узагальнений показник:

$$D_i = \sum_{k=1}^{\varphi} D_{ki} \cdot \gamma_i \quad (4.6)$$

який характеризує середній рівень відповідності автомобіля вимогам системи критеріїв.

б) Для кожної тарифікаційної групи виконується вибір раціонального транспортного засобу за умовою:

$$D_f = \max_{1 \leq i \leq n} D_i \quad (4.7)$$

Таким чином, обирається тип автомобіля-таксі, який має найвище інтегральне значення показника ефективності  $D_i$ .

Застосування даного методу дозволяє обґрунтувати раціональну структуру парку автомобілів-таксі у великих містах, враховуючи комплекс технічних, економічних і експлуатаційних характеристик. Такий підхід забезпечує підвищення ефективності використання рухомого складу, зниження експлуатаційних витрат та покращення якості пасажирських перевезень.

#### 4.1.3 Методологічна база визначення витрат та економічної ефективності

Загальна сума витрат на перевезення формується з таких складових: фонду заробітної плати, соціальних відрахувань, витрат на паливо, мастильні матеріали, придбання шин, технічне обслуговування автомобілів, накладних витрат і амортизаційних відрахувань на рухомий склад. Загальні витрати визначаються за формулою:

$$Z = \Phi ZП_{вод} + Z_{пал} + Z_{см} + Z_{ш} + Z_{ТО} + A_m + Z_{накл}, \quad (4.8)$$

Де  $\Phi ZП_{вод}$  – витрати на оплату праці водіїв, грн/добу;

$Z_{пал}$  – витрати на паливо, грн/добу;

$Z_{см}$  – витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали, грн/добу;

$Z_{ш}$  – витрати на придбання шин, грн/добу;

$Z_{ТО}$  – витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт рухомого складу, грн/добу;

$A_m$  – амортизаційні відрахування, грн/добу;

$Z_{накл}$  – накладні витрати, грн/добу.

Фонд заробітної плати водіїв (з урахуванням нарахувань до соціальних фондів) визначається за формулою:

$$\Phi ЗП_{вод} = K_H \cdot d \cdot Ч_m, \text{ грн/добу,} \quad (4.9)$$

де  $K_H$  – коефіцієнт, що враховує відрахування до соціальних фондів (30%) та страхування від нещасних випадків (0,2%),  $K_H = 1,302$ ;

$d$  – погодинна тарифна ставка водія, грн/год;

$Ч_m$  – тривалість роботи на маршруті, год.

Загальні витрати на паливо визначаються за формулою:

$$Z_{пал} = \frac{H_n \cdot П_{1л} \cdot L}{100}, \text{ грн/добу,} \quad (4.10)$$

де  $П_{1л}$  – вартість одного літра палива, грн;

$H_n$  – витрата палива, л/100 км;

$L$  – добовий пробіг автомобіля, км.

Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали визначаються за формулою:

$$Z_{см} = \frac{Z_{пал} \cdot 20\%}{100\%}, \text{ грн/добу,} \quad (4.11)$$

де  $Z_{\text{пал}}$  – загальні витрати на паливо, грн/добу.

Коефіцієнт 0,2 враховує частку витрат на мастильні матеріали відносно вартості палива (20 %).

Сума витрат на придбання шин визначається за формулою:

$$Z_{\text{ш}} = (H_{\text{ш}} \cdot n / 1000) \cdot L, \text{ тис. грн/рік,} \quad (4.12)$$

де  $H_{\text{ш}}$  – норма витрат на шини, грн/1000 км;

$n$  – кількість шин, од.;

$L$  – річний пробіг автомобіля, км.

Норма витрат на шини визначається за формулою:

$$H_{\text{ш}} = \frac{C_{\text{ш}}}{L_{\text{ш}}}, \text{ грн/км,} \quad (4.13)$$

де  $C_{\text{ш}}$  – вартість однієї шини, грн;

$L_{\text{ш}}$  – нормативний пробіг шини, тис. км.

Витрати на технічне обслуговування автомобіля визначаються за формулою:

$$Z_{\text{ТО}} = \left[ \frac{H_{\text{ТО}} \cdot L_{\text{заг}}}{100} \right], \text{ грн/добу,} \quad (4.14)$$

де  $H_{\text{ТО}}$  – норма витрат на технічне обслуговування, грн/1000 км;

$L_{\text{заг}}$  – добовий пробіг автомобіля, км.

Амортизаційні відрахування для рухомого складу визначаються за формулою:

$$AM_{\text{РС}} = H_{\text{АМ}} \cdot C_{\text{АТЗ}}, \text{ грн/рік,} \quad (4.15)$$

де  $H_{AM}$  – норма амортизаційних відрахувань, %;

$C_{ATЗ}$  – балансова (первісна) вартість автомобіля, грн.

Річна норма амортизаційних відрахувань визначається за формулою:



$$H_{AM} = \frac{1}{T_K} \cdot 100, \%, \%, \quad (4.16)$$

де  $T_K$  – термін корисного використання транспортного засобу, років.

Накладні витрати приймаються у відсотках від фонду заробітної плати водіїв:



$$З_{накл.} = \frac{\Phi ЗП_{вод} \cdot П_{накл.}}{100}, \text{ грн/рік}, \quad (4.17)$$

де  $П_{накл.}$  – відсоток накладних витрат, прийнятий рівним 40 %;

$\Phi ЗП_{вод}$  – річний фонд заробітної плати водіїв, грн.

Доходи від перевезень визначаються за формулою:



$$Д_{пер.} = \frac{Q_{год} \cdot T_n}{1000}, \text{ тис. грн/рік}, \quad (4.18)$$

де  $Q_{год}$  – загальна кількість перевезень за рік;

$T_n$  – середня вартість однієї поїздки, грн.

Рентабельність перевезень визначається за формулою:



$$R = \left( \frac{Д_{пер.} - З}{З} \right) \cdot 100, \%, \quad (4.19)$$

де  $D_{пер}$  – дохід від перевезень, грн/рік;

$Z$  – загальні витрати, грн/рік.

Розрахунки виконуються на основі даних, наведених у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності експлуатації автомобілів-таксі

| Параметр                            | Значення |
|-------------------------------------|----------|
| Добовий пробіг, км/добу             | 400      |
| Час у наряді, год/добу              | 8        |
| Кількість перевезень, од./добу      | 10       |
| Середня вартість перевезення, грн   | 120      |
| Дні в експлуатації, дн./рік         | 340      |
| Вартість одного літра пального, грн | 37,5     |

Усі вихідні дані отримано на основі аналізу достовірних джерел інформації з відкритих ресурсів мережі Інтернет. Їхні значення відповідають фактичним показникам діяльності автотранспортних підприємств.

У процесі проведення розрахунків були використані такі техніко-економічні характеристики досліджуваних транспортних засобів:

- вартість автомобіля, грн;
- базова норма витрати палива на 100 км пробігу, л;
- нормативний пробіг шин, тис. км;
- вартість одного комплекту шин, грн;
- вартість технічного обслуговування, грн/тис. км.

Таким чином, наведена методика дозволяє визначити загальну суму експлуатаційних витрат автомобіля-таксі за добу та застосовується під час розрахунку економічної ефективності експлуатації рухомого складу. Використання даного підходу відповідає вимогам діючих нормативних документів у сфері автомобільного транспорту України.

## 4.2 Апробація методу обґрунтування вимог до раціональної структури парку автомобілів-таксі у великих містах

Для розв'язання задачі вибору автомобілів-таксі необхідно було отримати такі вихідні дані:

- склад автопарку, характерний для ринку таксомоторних перевезень;
- технічні характеристики обраних моделей автомобілів;
- економічні показники, притаманні даному сегменту ринку.

Дослідження показало, що ринок таксомоторних перевезень є досить різномірним, а характеристики автомобіля, включно з технічними параметрами та рівнем комфортності, суттєво впливають на його економічні показники при використанні у сфері таксомоторних перевезень.

З огляду на це, розглянуті моделі автомобілів було згруповано у три категорії: «Економ-клас», «Комфорт-клас» та «Бізнес-клас». Слід зазначити, що таке поділення має умовний характер і відповідає сучасним особливостям ринку таксомоторних послуг.

Після формування переліку моделей для аналізу здійснювався пошук технічних характеристик кожного автомобіля. Ці дані були отримані з офіційних вебсайтів виробників та офіційних дилерів.

Характеристики автомобілів, обраних для порівняння у тарифікаційній групі «Економ-клас», наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Характеристики автомобілів економ-класу

| Автомобілі      | Показники       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                 | k <sub>1</sub>  |                 |                 |                 |                 | k <sub>2</sub>  |                 |                 |                 | k <sub>3</sub>  |                 |                 |                 |
|                 | k <sub>11</sub> | k <sub>12</sub> | k <sub>13</sub> | k <sub>14</sub> | k <sub>15</sub> | k <sub>21</sub> | k <sub>22</sub> | k <sub>23</sub> | k <sub>24</sub> | k <sub>31</sub> | k <sub>32</sub> | k <sub>33</sub> | k <sub>34</sub> |
| Volkswagen Polo | 90              | 10,4            | 5,16            | 0,2             | 94,3            | 460             | 75              | 75              | 75              | 600             | 47300           | 67300           | 7,7             |
| Kia Rio         | 107             | 11,5            | 5,2             | 0,2             | 97,4            | 500             | 65              | 70              | 65              | 650,9           | 25521           | 68700           | 8,2             |
| Skoda Rapid     | 90              | 11,4            | 5,1             | 0,4             | 102,9           | 530             | 80              | 85              | 60              | 599             | 37820           | 62100           | 7,8             |
| Renault Logan   | 82              | 11,9            | 5,25            | 0,4             | 93,8            | 510             | 70              | 65              | 80              | 549,9           | 25600           | 54600           | 9,8             |

Результати розрахунків за методом ранжування подано у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Результати розрахунків за методом ранжування

| Автомобілі      | Показники       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                 | k <sub>1</sub>  |                 |                 |                 |                 | k <sub>2</sub>  |                 |                 |                 | k <sub>3</sub>  |                 |                 |                 |
|                 | k <sub>11</sub> | k <sub>12</sub> | k <sub>13</sub> | k <sub>14</sub> | k <sub>15</sub> | k <sub>21</sub> | k <sub>22</sub> | k <sub>23</sub> | k <sub>24</sub> | k <sub>31</sub> | k <sub>32</sub> | k <sub>33</sub> | k <sub>34</sub> |
| Volkswagen Polo | 0,84            | 0,5             | 0,33            | 0,13            | 0,18            | 0,09            | 0,09            | 0,07            | 0,07            | 0,153           | 0,077           | 0,101           | 0,11            |
| Kia Rio         | 1               | 0,45            | 0,33            | 0,13            | 0,19            | 0,09            | 0,09            | 0,07            | 0,06            | 0,141           | 0,143           | 0,099           | 0,1             |
| Skoda Rapid     | 0,84            | 0,46            | 0,33            | 0,25            | 0,2             | 0,1             | 0,09            | 0,08            | 0,06            | 0,153           | 0,096           | 0,11            | 0,11            |
| Renault Logan   | 0,77            | 0,44            | 0,32            | 0,25            | 0,18            | 0,1             | 0,08            | 0,06            | 0,08            | 0,167           | 0,142           | 0,125           | 0,09            |

Сумарний ефект для представлених автомобілів становить:

- для Volkswagen Polo – 2,738;
- для Kia Rio – 2,879;
- для Škoda Rapid – 2,882;
- для Renault Logan – 2,797.

Найбільший сумарний ефект серед наведених моделей має Škoda Rapid.

Надалі проведено вибір транспортного засобу за методом, запропонованим у даному дослідженні.

Нормовані характеристики автомобілів економ-класу наведено у таблиці 4.4.



Таблиця 4.4 – Нормовані значення характеристик, застосованих для оцінювання автомобілів економ-класу

| Автомобілі      | Показники       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                 | k <sub>1</sub>  |                 |                 |                 |                 | k <sub>2</sub>  |                 |                 |                 | k <sub>3</sub>  |                 |                 |                 |
|                 | k <sub>11</sub> | k <sub>12</sub> | k <sub>13</sub> | k <sub>14</sub> | k <sub>15</sub> | k <sub>21</sub> | k <sub>22</sub> | k <sub>23</sub> | k <sub>24</sub> | k <sub>31</sub> | k <sub>32</sub> | k <sub>33</sub> | k <sub>34</sub> |
| Volkswagen Polo | 0,198           | 0,236           | 0,233           | 0,118           | 0,216           | 0,239           | 0,259           | 0,243           | 0,259           | 0,281           | 0,165           | 0,248           | 0,306           |
| Kia Rio         | 0,231           | 0,209           | 0,227           | 0,116           | 0,278           | 0,24            | 0,243           | 0,24            | 0,236           | 0,279           | 0,222           | 0,262           |                 |
| Skoda Rapid     | 0,177           | 0,192           | 0,21            | 0,21            | 0,21            | 0,267           | 0,267           | 0,2             | 0,265           | 0,195           | 0,254           | 0,285           |                 |
| Renault Logan   | 0,169           | 0,193           | 0,215           | 0,221           | 0,202           | 0,243           | 0,212           | 0,278           | 0,264           | 0,264           | 0,264           | 0,208           |                 |

Характеристики автомобілів з урахуванням вагових коефіцієнтів часткових показників подано у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Значення характеристик автомобілів економ-класу з урахуванням вагових коефіцієнтів

| Автомобілі      | Показники       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                 | k <sub>1</sub>  |                 |                 |                 |                 | k <sub>2</sub>  |                 |                 |                 | k <sub>3</sub>  |                 |                 |                 |
|                 | k <sub>11</sub> | k <sub>12</sub> | k <sub>13</sub> | k <sub>14</sub> | k <sub>15</sub> | k <sub>21</sub> | k <sub>22</sub> | k <sub>23</sub> | k <sub>24</sub> | k <sub>31</sub> | k <sub>32</sub> | k <sub>33</sub> | k <sub>34</sub> |
| Volkswagen Polo | 0,027           | 0,024           | 0,032           | 0,038           | 0,065           | 0,076           | 0,097           | 0,032           | 0,046           | 0,092           | 0,027           | 0,033           | 0,114           |
| Kia Rio         | 0,031           | 0,021           | 0,031           | 0,037           | 0,066           | 0,088           | 0,09            | 0,032           | 0,042           | 0,077           | 0,046           | 0,03            | 0,098           |
| Skoda Rapid     | 0,024           | 0,02            | 0,029           | 0,068           | 0,064           | 0,084           | 0,1             | 0,035           | 0,035           | 0,087           | 0,032           | 0,034           | 0,107           |
| Renault Logan   | 0,023           | 0,02            | 0,03            | 0,072           | 0,061           | 0,084           | 0,091           | 0,028           | 0,049           | 0,086           | 0,043           | 0,035           | 0,078           |

Результати визначення сумарного ефекту для тарифікаційної групи «Економ-клас» наведено у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Результати розрахунків для класу «Економ» за запропонованим методом

| Автомобілі      | $k_3$ | $k_2$  | $k_1$  |        |       |        | $d_i$  |  | $D_i$ |
|-----------------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--|-------|
| Volkswagen Polo | 0,267 | 0,2505 | 0,186  | 0,0861 | 0,042 | 0,0941 | 0,2226 |  |       |
| Kia Rio         | 0,251 | 0,2522 | 0,1868 | 0,0811 | 0,043 | 0,0945 | 0,2183 |  |       |
| Skoda Rapid     | 0,26  | 0,2549 | 0,204  | 0,0839 | 0,043 | 0,1032 | 0,2302 |  |       |
| Renault Logan   | 0,243 | 0,2526 | 0,2045 | 0,0785 | 0,043 | 0,1035 | 0,2247 |  |       |

Таким чином, найдоцільнішим вибором у цій категорії є автомобіль Škoda Rapid.

Характеристики автомобілів, обраних для порівняння у тарифікаційній групі «Комфорт-клас», подано у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Характеристики автомобілів комфорт-класу

| Автомобілі       | Показники |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                  | $k_1$     |          |          |          |          | $k_2$    |          |          |          | $k_3$    |          |          |          |
|                  | $k_{11}$  | $k_{12}$ | $k_{13}$ | $k_{14}$ | $k_{15}$ | $k_{21}$ | $k_{22}$ | $k_{23}$ | $k_{24}$ | $k_{31}$ | $k_{32}$ | $k_{33}$ | $k_{34}$ |
| Škoda Octavia    | 110       | 12       | 5,3      | 0,4      | 106,1    | 568      | 75       | 80       | 80       | 9400     | 34300    | 69812    | 8,5      |
| Volkswagen Jetta | 90        | 9,6      | 5,5      | 0,8      | 100,9    | 510      | 70       | 85       | 80       | 9490     | 33037    | 75560    | 8,9      |
| Ford Focus       | 105       | 11       | 5,5      | 1        | 104,1    | 372      | 60       | 65       | 70       | 9110     | 39600    | 91975    | 8,4      |
| Renault Fluence  | 117       | 11,7     | 5,6      | 0,6      | 85,9     | 530      | 75       | 70       | 80       | 10559    | 41900    | 67240    | 8,7      |

Результати розрахунків за методом ранжування наведено у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Результати розрахунків за методом ранжування

| Автомобілі       | Показники       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                  | k <sub>1</sub>  |                 |                 |                 |                 | k <sub>2</sub>  |                 |                 |                 | k <sub>3</sub>  |                 |                 |                 |
|                  | k <sub>11</sub> | k <sub>12</sub> | k <sub>13</sub> | k <sub>14</sub> | k <sub>15</sub> | k <sub>21</sub> | k <sub>22</sub> | k <sub>23</sub> | k <sub>24</sub> | k <sub>31</sub> | k <sub>32</sub> | k <sub>33</sub> | k <sub>34</sub> |
| Škoda Octavia    | 0,94            | 0,4             | 0,33            | 0,15            | 0,2             | 0,17            | 0,13            | 0,13            | 0,11            | 0,097           | 0,088           | 0,08            | 0,08            |
| Volkswagen Jetta | 0,769           | 0,5             | 0,32            | 0,2             | 0,19            | 0,15            | 0,14            | 0,12            | 0,11            | 0,096           | 0,091           | 0,074           | 0,07            |
| Ford Focus       | 0,897           | 0,436           | 0,32            | 0,25            | 0,2             | 0,11            | 0,1             | 0,1             | 0,1             | 0,076           | 0,061           | 0,08            | 0,08            |
| Renault Fluence  | 1               | 0,41            | 0,32            | 0,15            | 0,16            | 0,16            | 0,13            | 0,11            | 0,11            | 0,086           | 0,072           | 0,083           | 0,07            |

Сумарний ефект для автомобілів комфорт-класу становить:

- для Škoda Octavia – 2,85;
- для Volkswagen Jetta – 2,835;
- для Ford Focus – 2,83;
- для Renault Fluence – 2,863.

Найвищий сумарний ефект серед наведених моделей має Renault Fluence.

Нормовані характеристики автомобілів комфорт-класу наведено у таблиці

4.9.

Таблиця 4.9 – Нормовані значення характеристик, застосованих для оцінювання автомобілів комфорт-класу

| A/M             | Показники       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                 | k <sub>1</sub>  |                 |                 |                 |                 | k <sub>2</sub>  |                 |                 |                 | k <sub>3</sub>  |                 |                 |                 |
|                 | k <sub>11</sub> | k <sub>12</sub> | k <sub>13</sub> | k <sub>14</sub> | k <sub>15</sub> | k <sub>21</sub> | k <sub>22</sub> | k <sub>23</sub> | k <sub>24</sub> | k <sub>31</sub> | k <sub>32</sub> | k <sub>33</sub> | k <sub>34</sub> |
| Škoda Octavia   | 0,227           | 0,193           | 0,242           | 0,097           | 0,242           | 0,254           | 0,24            | 0,254           | 0,254           | 0,25            | 0,248           | 0,248           | 0,25            |
| VW Jetta        | 0,172           | 0,223           | 0,215           | 0,178           | 0,212           | 0,234           | 0,26            | 0,244           | 0,261           | 0,253           | 0,2636          | 0,235           | 0,25            |
| Ford Focus      | 0,19            | 0,185           | 0,204           | 0,212           | 0,208           | 0,212           | 0,24            | 0,263           | 0,283           | 0,28            | 0,234           | 0,205           | 0,28            |
| Renault Fluence | 0,239           | 0,196           | 0,227           | 0,144           | 0,194           | 0,249           | 0,25            | 0,234           | 0,267           | 0,239           | 0,218           | 0,276           | 0,27            |

У таблиці 4.10 наведено нормовані характеристики автомобілів з урахуванням вагових коефіцієнтів часткових показників.

Таблиця 4.10 – Значення характеристик, застосованих для оцінювання автомобілів комфорт-класу, з урахуванням їх вагових коефіцієнтів

| A/M             | Показники       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                 | k <sub>11</sub> |                 |                 |                 |                 | k <sub>21</sub> |                 |                 |                 | k <sub>31</sub> |                 |                 |                 |
|                 | k <sub>11</sub> | k <sub>12</sub> | k <sub>13</sub> | k <sub>14</sub> | k <sub>15</sub> | k <sub>21</sub> | k <sub>22</sub> | k <sub>23</sub> | k <sub>24</sub> | k <sub>31</sub> | k <sub>32</sub> | k <sub>33</sub> | k <sub>34</sub> |
| Škoda Octavia   | 0,033           | 0,021           | 0,028           | 0,034           | 0,067           | 0,042           | 0,11            | 0,036           | 0,062           | 0,091           | 0,0414          | 0,033           | 0,09            |
| VW Jetta        | 0,025           | 0,024           | 0,025           | 0,063           | 0,059           | 0,039           | 0,12            | 0,034           | 0,064           | 0,092           | 0,044           | 0,031           | 0,08            |
| Ford Focus      | 0,028           | 0,02            | 0,023           | 0,074           | 0,058           | 0,035           | 0,11            | 0,037           | 0,069           | 0,102           | 0,039           | 0,027           | 0,09            |
| Renault Fluence | 0,035           | 0,021           | 0,026           | 0,05            | 0,054           | 0,041           | 0,11            | 0,033           | 0,065           | 0,087           | 0,0364          | 0,036           | 0,09            |

У таблиці 4.11 подано результати визначення сумарного ефекту.

Таблиця 4.11 – Результати розрахунків для класу «Комфорт» за запропонованим методом

| Автомобілі       | $k_3$ | $k_2$   | $k_1$  | $d_i$ | $D_i$ |
|------------------|-------|---------|--------|-------|-------|
| Škoda Octavia    | 0,251 | 0,24684 | 0,1831 | 0,054 | 0,214 |
| Volkswagen Jetta | 0,251 | 0,25404 | 0,1957 | 0,054 | 0,223 |
| Ford Focus       | 0,263 | 0,25021 | 0,2038 | 0,056 | 0,228 |
| Renault Fluence  | 0,25  | 0,25184 | 0,1867 | 0,053 | 0,217 |

Таким чином, найдоцільнішим вибором у цій категорії є автомобіль Ford Focus.

На наступному етапі здійснювався відбір автомобіля тарифікаційної групи «Бізнес-клас».

Характеристики автомобілів, обраних для порівняння у даній тарифікаційній групі, наведено в таблиці 4.12.

Таблиця 4.12 – Характеристики автомобілів бізнес-класу

| Автомобілі      | Показники |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-----------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                 | $k_1$     |          |          |          | $k_2$    |          |          |          | $k_3$    |          |          |          |          |
|                 | $k_{11}$  | $k_{12}$ | $k_{13}$ | $k_{14}$ | $k_{15}$ | $k_{21}$ | $k_{22}$ | $k_{23}$ | $k_{24}$ | $k_{31}$ | $k_{32}$ | $k_{33}$ | $k_{34}$ |
| Mercedes-Benz E | 184       | 7,7      | 5,7      | 0,8      | 120,8    | 541      | 85       | 80       | 80       | 2980     | 55500    | 18008    | 8        |
| BMW 5-Series    | 190       | 7,9      | 6        | 1        | 118      | 520      | 80       | 85       | 85       | 2760     | 39410    | 176250   | 5        |
| Audi A6         | 190       | 7,9      | 6        | 0,8      | 94       | 530      | 80       | 70       | 80       | 2830     | 41170    | 183162   | 7,1      |
| Infiniti Q50    | 211       | 7,3      | 6        | 1        | 104,7    | 500      | 75       | 70       | 75       | 1570     | 93682    | 156262   | 9,1      |

Результати розрахунків за методом ранжування подано в таблиці 4.13.

Таблиця 4.13 – Результати розрахунків за методом ранжування

| Автомобілі      | Показники       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                 | k <sub>1</sub>  |                 |                 |                 |                 | k <sub>2</sub>  |                 |                 |                 | k <sub>3</sub>  |                 |                 |                 |
|                 | k <sub>11</sub> | k <sub>12</sub> | k <sub>13</sub> | k <sub>14</sub> | k <sub>15</sub> | k <sub>21</sub> | k <sub>22</sub> | k <sub>23</sub> | k <sub>24</sub> | k <sub>31</sub> | k <sub>32</sub> | k <sub>33</sub> | k <sub>34</sub> |
| Mercedes-Benz E | 0,872           | 0,474           | 0,5             | 0,2             | 0,2             | 0,167           | 0,143           | 0,125           | 0,105           | 0,053           | 0,065           | 0,0723          | 0,0481          |
| BMW 5-Series    | 0,9             | 0,462           | 0,475           | 0,25            | 0,195           | 0,16            | 0,143           | 0,125           | 0,111           | 0,057           | 0,091           | 0,0739          | 0,0769          |
| Audi A6         | 0,9             | 0,462           | 0,475           | 0,2             | 0,156           | 0,163           | 0,134           | 0,109           | 0,105           | 0,055           | 0,087           | 0,0711          | 0,0542          |
| Infiniti Q50    | 1               | 0,5             | 0,475           | 0,25            | 0,173           | 0,154           | 0,126           | 0,109           | 0,098           | 0,1             | 0,038           | 0,0833          | 0,0423          |

Сумарний ефект для автомобілів бізнес-класу становить:

- для Mercedes-Benz E-Class – 3,0228;
- для BMW 5-Series – 3,1206;
- для Audi A6 – 2,9726;
- для Infiniti Q50 – 3,1497.

Найвищий сумарний ефект серед наведених моделей має автомобіль Infiniti Q50.

Подальший вибір транспортного засобу виконано за методом, запропонованим у даному дослідженні.

У таблиці 4.14 наведено нормовані значення характеристик автомобілів, у таблиці 4.15 – нормовані значення характеристик з урахуванням вагових коефіцієнтів часткових показників, у таблиці 4.16 – результати визначення сумарного ефекту.

Таблиця 4.14 – Нормовані значення характеристик, застосованих для оцінювання автомобілів бізнес-класу

| А/м             | Показники       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                 | k <sub>1</sub>  |                 |                 |                 |                 | k <sub>2</sub>  |                 |                 |                 | k <sub>3</sub>  |                 |                 |                 |
|                 | k <sub>11</sub> | k <sub>12</sub> | k <sub>13</sub> | k <sub>14</sub> | k <sub>15</sub> | k <sub>21</sub> | k <sub>22</sub> | k <sub>23</sub> | k <sub>24</sub> | k <sub>31</sub> | k <sub>32</sub> | k <sub>33</sub> | k <sub>34</sub> |
| Mercedes-Benz E | 0,189           | 0,205           | 0,216           | 0,173           | 0,216           | 0,254           | 0,254           | 0,2537          | 0,239           | 0,193           | 0,26            | 0,318           | 0,229           |
| BMW 5-Series    | 0,19            | 0,194           | 0,2             | 0,21            | 0,206           | 0,243           | 0,252           | 0,2524          | 0,252           | 0,1646          | 0,289           | 0,257           | 0,289           |
| Audi A6         | 0,207           | 0,212           | 0,218           | 0,184           | 0,179           | 0,262           | 0,252           | 0,2341          | 0,252           | 0,1808          | 0,312           | 0,278           | 0,229           |
| Infiniti Q50    | 0,208           | 0,208           | 0,197           | 0,208           | 0,18            | 0,259           | 0,248           | 0,2455          | 0,248           | 0,3367          | 0,142           | 0,337           | 0,185           |

Таблиця 4.15 – Значення характеристик автомобілів бізнес-класу з урахуванням їх вагових коефіцієнтів

| А/м             | Показники       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                 | k <sub>11</sub> |                 |                 |                 |                 | k <sub>21</sub> |                 |                 |                 | k <sub>31</sub> |                 |                 |                 |
|                 | k <sub>11</sub> | k <sub>12</sub> | k <sub>13</sub> | k <sub>14</sub> | k <sub>15</sub> | k <sub>21</sub> | k <sub>22</sub> | k <sub>23</sub> | k <sub>24</sub> | k <sub>31</sub> | k <sub>32</sub> | k <sub>33</sub> | k <sub>34</sub> |
| Mercedes-Benz E | 0,023           | 0,027           | 0,021           | 0,06            | 0,065           | 0,034           | 0,092           | 0,0497          | 0,073           | 0,0946          | 0,039           | 0,068           | 0,033           |
| BMW 5-Series    | 0,024           | 0,025           | 0,02            | 0,073           | 0,062           | 0,033           | 0,091           | 0,0495          | 0,078           | 0,0807          | 0,043           | 0,055           | 0,042           |
| Audi A6         | 0,026           | 0,028           | 0,022           | 0,063           | 0,054           | 0,035           | 0,091           | 0,0459          | 0,077           | 0,0886          | 0,047           | 0,059           | 0,033           |
| Infiniti Q50    | 0,026           | 0,027           | 0,02            | 0,072           | 0,054           | 0,035           | 0,09            | 0,0481          | 0,076           | 0,165           | 0,021           | 0,072           | 0,027           |

Таблиця 4.16 – Результати розрахунків для класу «Бізнес» за запропонованим методом

| Автомобілі      | $k_3$   | $k_2$  | $k_1$  | $d_i$  |        |        | $D_i$   |
|-----------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Mercedes-Benz E | 0,23505 | 0,2491 | 0,1966 | 0,0449 | 0,0735 | 0,1011 | 0,21945 |
| BMW 5-Series    | 0,22123 | 0,2511 | 0,2033 | 0,0423 | 0,0741 | 0,1045 | 0,22082 |
| Audi A6         | 0,22833 | 0,2498 | 0,1923 | 0,0436 | 0,0737 | 0,0988 | 0,21613 |
| Infiniti Q50    | 0,28528 | 0,2488 | 0,1983 | 0,0545 | 0,0734 | 0,1019 | 0,22978 |

Таким чином, найкращим вибором у цій категорії також є автомобіль Infiniti Q50.

#### 4.3 Розрахунок річного економічного ефекту прийнятих рішень

Вихідні дані для розрахунку економічних показників наведено в таблиці 4.17.

Таблиця 4.17 – Вихідні дані

| Показник   | Значення |
|--|----------|
| Тарифна ставка водіїв, грн./км                               | 18       |
| Відсоток премії за даними підприємства, %                    | 30       |
| Розглянутий період, міс.                                     | 12       |
| Норма відрахувань на соціальні потреби, %                    | 30,20    |
| Календарних днів у році                                      | 365      |
| Вихідні дні у році   | 100      |
| Святкові дні у році  | 16       |
| Дні відпустки  | 28       |
| Відсоток підвищення витрати палива під час роботи у місті, % | 1        |
| Відсоток витрат на мастильні матеріали, %                    | 20       |
| Відсоток накладних витрат, %                                 | 40       |

Для здійснення розрахунку економічної ефективності застосування кожної моделі автомобіля необхідно було отримати дані щодо витратної частини, зокрема: вартості технічного обслуговування, витрат на паливо, експлуатаційні матеріали, шини, а також показники середніх доходів у відповідному сегменті,

тобто інформацію про середню кількість поїздок за добу та середню вартість однієї поїздки. Дані щодо вартості технічного обслуговування отримано у офіційних дилерів та на сертифікованих станціях технічного обслуговування для відповідних марок автомобілів.

Відомості про вартість шин були зібрані з профільних електронних ресурсів. Для отримання усередненої оцінки як розрахункове значення використовувалося середнє арифметичне цін десяти різних марок шин для кожного типорозміру.

У таблицях 4.18–4.19 наведено дані, необхідні для проведення подальших розрахунків.

Таблиця 4.18 – Дані щодо використання транспортних засобів

| Найменування показників, од.<br>вим.  | Економ | Комфорт | Бізнес |
|---------------------------------------|--------|---------|--------|
| Добовий пробіг, км/добу               | 400    | 300     | 200    |
| Час у наряді, год                     | 8      | 8       | 8      |
| Кількість перевезень, од./добу        | 15     | 10      | 7      |
| Середня вартість перевезення,<br>грн. | 120    | 200     | 280    |
| Дні в експлуатації, дн/рік            | 340    | 340     | 340    |

Таблиця 4.19 – Дані про витрати на обрані автомобілі-таксі

| Модель автомобіля                                      | Skoda<br>Rapid | Renault<br>Fluence | Ford Focus | Infiniti Q50 |
|--|----------------|--------------------|------------|--------------|
| Вартість автомобіля, тис.<br>грн.                      | 395            | 415                | 350        | 650          |
| Базова норма витрати<br>палива на 100 км пробігу,<br>л | 7,8            | 8,7                | 8,44       | 9,1          |
| Вартість одного літра<br>палива                        | 62,5           | 62,5               | 62,5       | 62,5         |
| Кількість шин  | 4              | 4                  | 4          | 4            |
| Нормативний пробіг шин,<br>тис. км                     | 55             | 55                 | 55         | 55           |
| Вартість одного<br>комплекту шин                       | 13400          | 18580              | 17560      | 38000        |
| Витрати на ТО, тис.<br>грн./рік                        | 7,4            | 8,38               | 7,32       | 18,8         |

Річний економічний ефект визначався за формулою:

$$E = (C_1 + K_1 \cdot E_H) - (C_2 + K_2 \cdot E_H), \quad (4.20)$$

де  $C_1$  і  $C_2$  – суми експлуатаційних витрат у базовому та проектному варіантах, грн/рік;

$K_1$  і  $K_2$  – вартість автомобілів у базовому та проектному варіантах, грн;

$E_H$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (для автомобільного транспорту становить 0,15).

Таким чином, для автомобілів комфорт-класу в результаті застосування методу, отримано економічний ефект у розмірі 86160,63 грн. Для автомобілів бізнес- та економ-класу обидва методи дали однакові результати. Однак значення, отримані методом ранжування, для різних автомобілів є надзвичайно близькими, що може зумовити похибку під час округлення та, відповідно, позначитися на кінцевому виборі транспортного засобу.

Як видно з наведених розрахунків, застосовані методи дають різні результати. Однак для формування сталих закономірностей наявної вибірки недостатньо, у зв'язку з чим доцільним є проведення математичного моделювання.

#### 4.4 Розрахунок ефективності прийнятих рішень

Для порівняння результатів роботи методу ранжування та розробленого методу був проведений обчислювальний експеримент. Оптимальні автомобілі визначалися за допомогою двох алгоритмів, описаних вище, для 10 000 спеціально згенерованих наборів вхідних даних. Результати моделювання наведено на рисунку 4.1.

У зоні А розташовано множину економічно вигідніших рішень, отриманих за допомогою розробленого методу визначення раціонального модельного ряду

автомобілів-таксі. У зоні В – ефективні рішення, отримані шляхом застосування методу ранжування. На діагоналі, яка є лінією перетину цих областей, знаходяться точки, що відображають випадки, у яких обидва методи дали однаковий результат. За результатами встановлено:

- у 10 % випадків розроблений алгоритм продемонстрував нижчі показники;
- у 25 % випадків результати обох методів збіглися;
- у 65 % випадків метод, запропонований у дисертаційному дослідженні, забезпечив покращення економічних показників роботи автотранспортного підприємства.

У середньому підвищення рентабельності перевезень становило 15 %.

#### 4.5 Висновки розділу 4

У четвертому розділі було проведено апробацію розробленого методу, використовуючи метод ранжування як базовий підхід, що традиційно застосовується для вирішення задачі формування раціонального таксомоторного парку. У ході аналізу встановлено:

- для автомобілів комфорт-класу в результаті застосування розробленого методу отримано річний економічний ефект 86160,63 грн;
- моделювання роботи запропонованого методу та методу ранжування показало, що у більшості випадків розроблений метод забезпечує вищі результати, підвищуючи економічну ефективність перевезень. Обчислювальний експеримент засвідчив, що у 65 % випадків запропонований метод підвищив економічну ефективність роботи автотранспортного підприємства, у 25 % випадків результати збіглися з методом ранжування, і лише у 10 % випадків метод дав гірший результат.

Таким чином, застосування методу формування раціональної структури парку автомобілів-таксі в умовах м. Вінниці є доцільним та економічно обґрунтованим.

## ВИСНОВКИ

1. Структура таксомоторних парків у великих містах є неоднорідною, а перевезення пасажирів здійснюються із застосуванням автотранспортних засобів різних тарифікаційних груп. Найбільш поширеними серед них є групи «економ-клас», «комфорт-клас» та «бізнес-клас», кожна з яких орієнтована на певний сегмент споживачів із характерними вимогами.

2. Традиційний методологічний апарат, що застосовується для обґрунтування структури автопарків, не адаптований до задачі формування структури таксомоторного парку. Виконані раніше дослідження, розроблені для умов планової економіки, не отримали подальшого розвитку з урахуванням сучасних ринкових умов, особливостей великих міст та сучасних вимог до парків автомобілів-таксі.

3. Розроблено та теоретично обґрунтовано систему показників, що забезпечує доцільний вибір автомобілів-таксі для трьох найбільш розповсюджених тарифікаційних груп: «економ», «комфорт» та «бізнес». До таких показників належать: наявність систем активної безпеки, рівень пасивної безпеки, потужність двигуна, час розгону до 100 км/год, мінімальний радіус повороту, плавність ходу, комфорт пасажирських місць, акустичний комфорт, об'єм багажного відсіку, вартість автомобіля, витрата палива, витрати на технічне обслуговування, вартість страхових полісів.

4. Проведене імітаційне моделювання роботи таксомоторного парку показало, що співвідношення автомобілів трьох тарифікаційних груп має визначатися на основі структури вхідних замовлень.

5. Здійснено згортку тринадцяти часткових показників у три комплексні, що характеризують безпеку, комфортність та економічність автомобіля:  $k_1$  - відображає технічну складову якості автомобіля-таксі,  $k_2$  - складову комфортності,  $k_3$  - економічну складову.

6. Визначено вагові коефіцієнти часткових показників для трьох тарифікаційних груп автомобілів-таксі. Встановлено, що для всіх класів

найбільш значущими є показники активної та пасивної безпеки.

7. Встановлено вагові коефіцієнти комплексних показників для трьох тарифікаційних груп автомобілів. Найбільшого значення у кожній групі набуває показник, що характеризує технічні параметри, які впливають на рівень безпеки транспортного засобу. Для автомобілів економ-класу:  $k_1=0,506$ ;  $k_2=0,169$ ;  $k_3=0,323$ . Для автомобілів комфорт-класу:  $k_1=0,517$ ;  $k_2=0,276$ ;  $k_3=0,214$ . Для автомобілів бізнес-класу:  $k_1=0,514$ ;  $k_2=0,295$ ;  $k_3=0,191$ .

8. З урахуванням визначеної системи вагових коефіцієнтів запропоновано алгоритм вибору автомобілів-таксі, що зменшує трудомісткість застосування методу в умовах автотранспортного підприємства.

9. Розроблено метод обґрунтування раціональної структури парку автомобілів-таксі, який передбачає визначення пропорцій між затребуваними тарифікаційними групами та подальший вибір оптимальної моделі автомобіля всередині кожної з них.

10. Запропонований у даній роботі метод є зручним в застосуванні на рівні спеціалістів транспортних підприємств та характеризується меншим ступенем суб'єктивності порівняно з традиційними методами, оскільки вагові коефіцієнти було встановлено на основі масштабного експертного опитування різних груп фахівців.

11. Застосування методу є економічно доцільним. Проведений обчислювальний експеримент показав, що у 25 % випадків результати обох методів співпали, у 65 % - запропонований метод забезпечив підвищення економічних показників роботи АТП, і лише у 10 % випадків продемонстрував нижчий результат.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антонюк О. П., Голота О.В. Обґрунтування доцільності застосування методів вибору автомобілів для міських служб таксі. Матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2026)», Вінниця, 2025 - ВНТУ. – 4 с.
2. Антонюк О.П. Багатокритеріальна оцінка якості перевезень пасажирів з використанням психофізіологічної шкали бажаності. О.П. Антонюк, Ю.В. Мельничук. Тези XV міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» 24-26 жовтня 2022 року. Житомир: Житомирська політехніка, 2022. С. 7–9.
3. Бабій, М.В. Обґрунтування раціональної тривалості робочого часу водія при виконанні транспортних операцій [Текст]: Вісник ХНТУСГ. М.В. Бабій, А.Й. Матвіїшин, А.В.Бабій. Харків: Вип. № 169, 2016. 236 с.
4. Базар Є. М. Особливості розрахунку кількості впливів технічного обслуговування рухомого складу для сучасних АТП. [Електронний ресурс] / Житомирська політехніка. Електрон. дані. Житомир, [2022]. Режим доступу: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/12/13.pdf>.
5. Бережна Н.Г. Моделювання динамічних процесів в логістичних системах вантажоперевезень.[Текст]: навчальний посібник. Н.Г. Бережна. ХНТУСГ, 2017. 76 с.
7. Біліченко В.В. Характеристика концепції щодо впровадження раціонального забезпечення регіонального вантажного АТП запасними частинами .В.В. Біліченко, В.А. Макаров, Т.В. Макарова, О.П. Антонюк. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. 2018. № 2(82). С. 21–24.
8. Біліченко В.В. Визначення впливу інтенсивності експлуатації рухомого складу АТП на потребу у запасних частинах. В.В. Біліченко, О.П.Антонюк. Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту: X-а Міжн. наук.-практ. конф., м. Вінниця, 23-25 жовтня 2017 р.: тези

доповіді. Вінниця, 2017. С. 27–30.

9. Біліченко В. В. Виробничі системи на транспорті: стратегії розвитку [Текст]: монографія. В. В. Біліченко; ВНТУ. Вінниця: ВНТУ, 2016. 268 с.

10. Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Варчук В. В.. Автомобілі та автомобільне господарство. Дипломне проектування: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2010. 171 с.

11. Біліченко В. В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів : навч. посіб. / В. В. Біліченко, В. Л. Крещенський, Ю. Ю. Кукурудзяк, С. В. Цимбал. - Вінниця : ВНТУ, 2012. - 118 с.

12. Бойчик І.М Економіка підприємства: підручник. К.: Кондор Видавництво, 2016. 378 с.

13. Босняк М.Г Пасажирські автомобільні перевезення: навчальний посібник для студентів спеціальності «Організація перевезень і управління на транспорті (автомобільний)». К.: Видавничий Дім «Слово», 2009. 272 с.

14. Бугайчук О С Поліпшення діяльності підприємств автосервісу на основі оптимізації виробничих процесів: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.10 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту. Олександр Сергійович Бугайчук – Київ, 2010. – 22 с.

15. Буренніков Ю. А. Рухомий склад автомобільного транспорту [Текст]: робочі процеси та елементи розрахунку: навчальний посібник. Ю. А. Буренніков, А. А. Кашканов, В. М. Ребедайло; ВНТУ. Вінниця: ВНТУ, 2009. – 267 с.

16. Буткявічус Й. П. Практичні рекомендації щодо удосконалення організації планування та управління місцевими пасажирськими перевезеннями. Й. П. Буткявічус, В. П. Старовойда. Вісник Національного транспортного університету. 2003. №8. С. 135–137.

17. Вдовиченко В.О. Ефективність функціонування міської пасажирської транспортної системи: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. На-ук: спец. 05.22.01. Вдовиченко В.О. Київ, НТУ, 2004. 19 с.

18. Волков В.П., Мармут І.А., Кривошапов С.І., Белов В.І. Проектування підприємств автомобільного транспорту: Підручник. Під загальною редакцією В.П. Волкова. Харків: ХНАДУ, 2013. 288 с

19. Говорущенко М.Я., Варфоломєєв В.М., Волков В.П., Волошина Н.А. Проектне забезпечення формування виробничо-технічної бази підприємств автомобільного транспорту [текст] : Навчальний посібник. Харків: ХНАДУ, 2007. 116 с.

20. Гапчак, Т. Г. Ризики в логістичних процесах [Електронний ресурс]. Вінницький Національний аграрний університет. Електрон. дані. Режим доступу: <http://repository.vsau.org/getfile.php/4188.pdf>.

21. Дудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: технологія: підручник. К. : Вища шк., 2007. 527 с. : іл.

22. Зінь В. А., Турчанок М. О. Планування діяльності підприємства : підручник. К. : Професіонал, 2004. 174 с.

23. Давідіч Ю. О. Параметри автотранспортних технологічних процесів при перевезенні пасажирів: навч. посібник. Ю. О. Давідіч, Є. І. Кущ, М. В. Калужний; Харків, нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. - Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. - 275 с.

24. Ігнатенко О.С., Маруніч В.С. Організація автобусних перевезень в містах: Навч. посібник. К.: УТУ, 1998. 196с.

25. Кравченко О. П. Визначення необхідності зберігання запасних частин на складі автотранспортного підприємства. О. П. Кравченко, Є. А. Верітельник. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. 2015. №2(219). С. 86–90.

26. Кукурудзяк Ю. Ю. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту [Текст]: навчальний посібник. Ю. Ю. Кукурудзяк, О. В. Рудь, Л. В. Кукурудзяк. Вінниця: ПП «Едельвейс і К», 2010. 336 с.

27. Литвишко Л. О. Організація постачання запасними частинами об'єктів автотранспортних систем. Л. О. Литвишко. Вісник Національного

транспортного університету. 2010. № 21(1). С. 376 – 378. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vntu\\_2010\\_21\(1\)\\_95](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vntu_2010_21(1)_95).

28. Луб'яний П. В. Ефективність пасажирської маршрутної мережі міст: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.01 «Транспортні системи». Луб'яний П.В. Харків, ХНАДУ, 2005. 20 с.

29. Лукінський В. С. Логістика автомобільного транспорту [Текст]: навч. допомога/ В.С. Лукінський, В.І. Бережний, Є.В. Бережна та ін. Харків: Фінанси та статистика, 2014. 368 с.

30. Маруніч В.С., Шморгун Л.Г. та ін. Організація та управління пасажирськими перевезеннями: підручник. за ред. доц. В.С. Маруніч, проф. Л. Г. Шморгуна. К.: Міленіум, 2017. 528 с.

31. Маяк М.М., Крейсман Е.А. До раціонального вибору моделей автобусів при комплектуванні рухомого складу автотранспортних підприємств. Вісник ЦНЦ ТАУ. 2000. № 3. С.80-82

32. Методика розподілу рухомого складу по маршрутам міського пасажирського транспорту. / Босняк М.Г., Коцюк О.Я. Укр. трансп. унів-т., К.: 1996. 14 с. Рук. –Деп. в ГНТБ України 11.11.96, № 2205.

33. Нагорний Є.В., Шраменко Н.Ю. Комерційна робота на автомобільному транспорті: підручник. Харків, ХНАДУ, 2010. 324 с.

34. Оперативне управління автобусними перевезеннями в м. Кривий Ріг. Є. Ю. Білокобила, К. М. Ціцельський, М. Г. Босняк, Е. А. Крейсман. Автошляховик України. 1998. №3. С.5.

35. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Барилевич Л.П. та ін. К.: Логос, 1996. 348 с.

36. Організація та управління пасажирськими перевезеннями: підручник. Маруніч В.С. та ін.; за ред. Л.Г. Шморгуна. К.: Міленіум, 2017. 528 с.

37. Панченко Ю.В., Лугінін О.Є., Фомішин С.В. Менеджмент внутрішнього і міжнародного туризму. К., видавництво Олді+, 2017. 342 с.

38. Петровська С.І. Необхідність підвищення якості обслуговування пасажирів на міському пасажирському транспорті. С.І. Петровська. Вісник

Національного транспортного університету. 2003. №8. С. 230–234.

39. Про внесення змін до Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту : Постанова КМУ від 07 лютого 2018 р. № 181. Інформацій-ний портал <http://zakon1.rada.gov.ua/>

40. Редзюк, А.М. Сучасний стан і перспективи розвитку автотранспорту. [Текст]. А.М. Редзюк, В.Ф. Штанов. Харків: Автошляховик України. 2008. № 1. 27 с.

41. Сахно В.П. Аналіз умов забезпечення працездатності автотранспортних засобів на основі удосконалення системи технічного обслуговування. В.П. Сахно, О.П. Сакно, О.В. Лисий. Вісник Харківського нац. тех. ун-ту с/г імені Петра Василенка. Харків : ХНТУСГ, 2015. Вип. 158. С. 144-149.

42. Сахно Є.Ю. Менеджмент сервісу: теорія та практика: Навч. посіб. Є.Ю. Сахно, М.С. Дорош, А.В. Ребенюк. К.: Центр учбової літератури, 2010. – 328 с.

43. Скоробогатов Б.В. Актуалізація прогнозування попиту населення міста на пасажирські перевезення. Б. В. Скоробогатов, В. С. Маруніч, І. І. Франчук, І. І. Вакарчук. Вісник Національного транспортного університету. 2003. №8. С. 127-134.

44. Шинкаренко В.Г., Ананко І.М. Проектування логістичних систем: навчальний посібник. Харків, ХНАДУ, 2015. 286 с.



**Додаток А**  
**(обов'язковий)**



**ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ**  
**до магістерської кваліфікаційної роботи**

**на тему:**

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ**  
**СТРУКТУРИ ПАРКУ АВТОМОБІЛІВ-ТАКСІ НА ПРИКЛАДІ**  
**МІСТА ВІННИЦІ**





**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



**ГОЛОТА ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ**

ІЛЮСТРАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ТЕМУ:

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ  
СТРУКТУРИ ПАРКУ АВТОМОБІЛІВ-ТАКСІ НА ПРИКЛАДІ МІСТА  
ВІННИЦІ**

Спеціальність 274 – Автомобільний транспорт

**Керівник:**

к.т.н., доц. каф. АТМ  
Антонюк Олег Павлович

Вінниця ВНТУ 2025

## Мета і задачі дослідження

**Мета роботи** – Мета роботи – є вдосконалення та обґрунтування підходів до процесу формування раціональної структури парку автомобілів-таксі для умов міста Вінниці, що забезпечить підвищення ефективності роботи таксомоторних служб, оптимізацію експлуатаційних витрат та покращення якості транспортного обслуговування населення.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

1. Обґрунтувати необхідність розробки комплексу вимог до структури парків автомобілів-таксі в умовах м. Вінниці.
2. Сформулювати структуру комплексних показників конструктивної безпеки, комфорту та економічної ефективності роботи автомобілів-таксі.
3. Вдосконалити математичну модель вибору автомобілів на основі комплексних показників та метод обґрунтування вимог до структури парку у м. Вінниці.

**Об'єктом дослідження** є процес функціонування парку автомобілів-таксі в умовах міста Вінниці, що включає організаційні, технічні та експлуатаційні аспекти формування його структури.

**Предмет дослідження:** є методичні підходи, критерії та алгоритми формування раціональної структури парку автомобілів-таксі для міських умов, з урахуванням техніко-експлуатаційних, економічних та організаційних чинників.

**Новизна одержаних результатів** полягає наступному:

- обґрунтовано систему критеріїв комплексної оцінки автомобілів-таксі з урахуванням особливостей міського середовища, інтенсивності руху та вимог сучасного ринку транспортних послуг;
- запропоновано алгоритм формування структури парку автомобілів-таксі, що забезпечує підвищення ефективності використання рухомого складу та оптимізацію витрат автотранспортного підприємства;
- сформовано методичні рекомендації щодо адаптації структури парку до умов транспортної інфраструктури міста Вінниці та динаміки попиту на послуги таксі.

**Практичне значення дипломної роботи** полягає в можливості використання розроблених методичних підходів та рекомендацій службами таксі міста Вінниці під час формування та оновлення структури парку автомобілів. Зокрема, результати дослідження дозволяють:

- підвищити обґрунтованість вибору моделей автомобілів-таксі для різних тарифних сегментів з урахуванням умов міського руху та характеру пасажиропотоків;
- оптимізувати витрати на експлуатацію та технічне обслуговування рухомого складу шляхом раціонального формування парку;
- використовувати запропонований алгоритм і критерії оцінювання як інструмент практичної підтримки управлінських рішень під час модернізації або розширення парку автомобілів-таксі.

**Апробація роботи.** Основні положення магістерської кваліфікаційної роботи було представлено на Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2026) – 20 жовтня 2025 року – 26 червня 2025 року– Україна, Вінниця, ВНТУ.

# РОЛЬ АВТОМОБІЛІВ- ТАКСІ

ЗРОСТАННЯ РОЛІ ТАКСІ:



Зміна  
транспортної  
поведінки  
населення

Орієнтація на  
індивідуалізовані  
та комфортні поїздки



Розвиток  
цифрових  
сервісів  
та додатків

Спростили процес  
замовлення



Зниження  
рівня  
автомобілізації

У деяких міських  
районах

Зростання конкуренції між перевізниками  
Підвищення якості послуг

**Класифікація автомобілів, що використовуються у  
службах таксі**

**Неоднорідна структура автопарку  
таксомоторних підприємств**

**Основні тарифні категорії  
таксі:**

Економ (стандарт, лайт)

Комфорт

Бізнес (комфорт+)

**Додаткові категорії  
автомобілів:**

Мінівен

Універсал

Мікроавтобус

VIP

Платинум (VIP+)

Позашляховик (SUV)

**РЕКОМЕНДАЦІЯ:** Використовувати  
нормативно-правові акти і  
загальноприйняті системи класифікації  
авто

## Автомобілі, які використовуються для таксомоторних перевезень

| Клас обслуговування | Сегмент (клас автомобіля) | Марка та модель автомобіля   |
|---------------------|---------------------------|--|
| Економ              | В (малий клас)            | Renault Logan, Skoda Fabia, Volkswagen Polo, Hyundai Accent, Kia Rio |
|                     | С (середній клас)         | Toyota Corolla, Hyundai Elantra, Skoda Rapid, Volkswagen Jetta       |
| Комфорт             | С (середній клас)         | Toyota Corolla, Hyundai Elantra, Mazda 3, Volkswagen Golf            |
|                     | Д (сімейний клас)         | Skoda Octavia, Toyota Camry (базові комплектації), Volkswagen Passat |
| Бізнес              | Д (верхній сегмент)       | Toyota Camry, Skoda Superb, Volkswagen Passat (повна комплектація)   |
|                     | Е (бізнес-клас)           | BMW 5 Series, Mercedes-Benz E-Class, Audi A6                         |

**ПРОБЛЕМА:** Нечіткі межі між класами – різні служби відносять однакові автомобілі до різних категорій

# Тенденції оновлення марочної структури



## ЗРОСТАННЯ ЧАСТКИ

зумовлене  
популярністю  
агрегаторів та  
комфортністю  
керування



## ПОШИРЕННЯ ГІБРИДНИХ МОДЕЛЕЙ

які стають  
економічно  
вигідними у  
щільних міських  
потоках



## ЗМЕНШЕННЯ ЧАСТКИ СТАРИХ АВТОМОБІЛІВ

пов'язане з  
посиленням  
вимог до сервісів  
таксі та підвище-  
нням очікувань  
пасажирів



## ІНТЕРЕС ДО ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

в у великих містах,  
хоча цей сегмент  
поки що формує-  
ться і залежить  
від вартості  
зарядної  
інфраструктури

# ПАРАМЕТРИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ЕКСПЕРТАМИ



## Ергономіка

- 1) робоче місце водія
- 2) оглядовість



## Динаміка

- 1) розгінна динаміка
- 2) гальмівна динаміка
- 3) керованість



## Їздовий комфорт

- 1) плавність ходу,  
захист від вібрацій
- 2) акустичний комфорт
- 3) мікроклімат у салоні



## Комфорт салону

- 1) пасажирські місця
- 2) багажне відділення
- 3) варистивність  
трансформації салону

# ОСОБЛИВОСТІ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИБОРУ РУХОМОГО СКЛАДУ



Однокритеріальні методи є швидкими, але не дають комплексної оцінки

## Однокритеріальні методи



Швидка економічна оцінка;  
Не враховують умови перевезення:

- комфорт;
- безпеку
- тощо

## Багатокритеріальні методи



- Метод ранжування;
- Метод МАІ;
- Вагові коефіцієнти;

Можливість оцінки витрат, комфорту, безпеки, екологічності

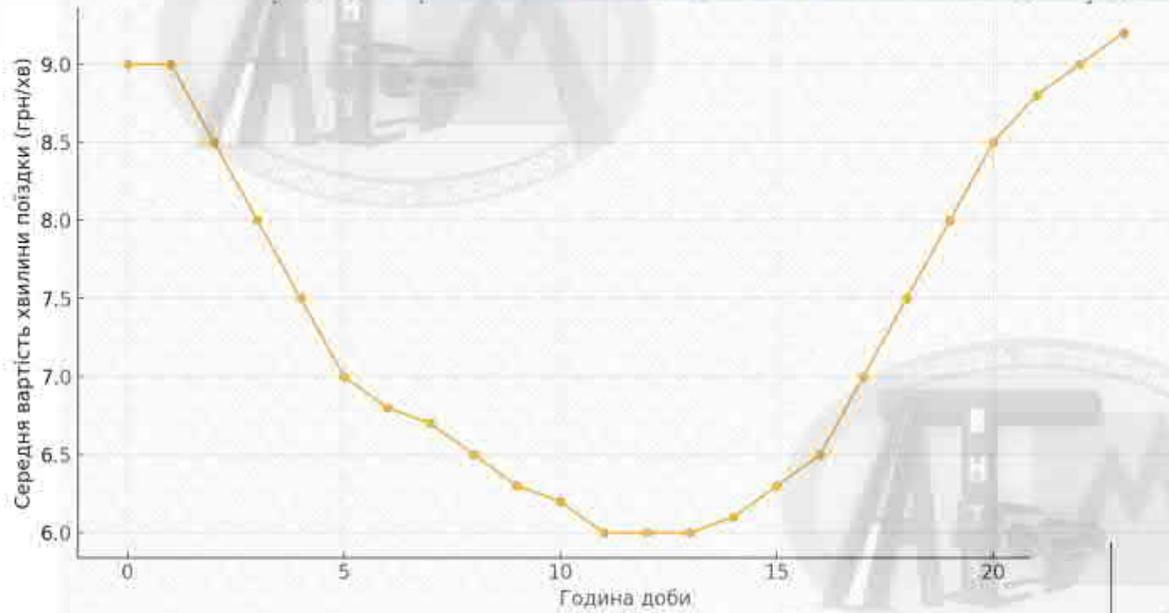
Варіанти рухомого складу

Критерії + ВАГІ

Для служби таксі найбільш ефективними є багатокритеріальні

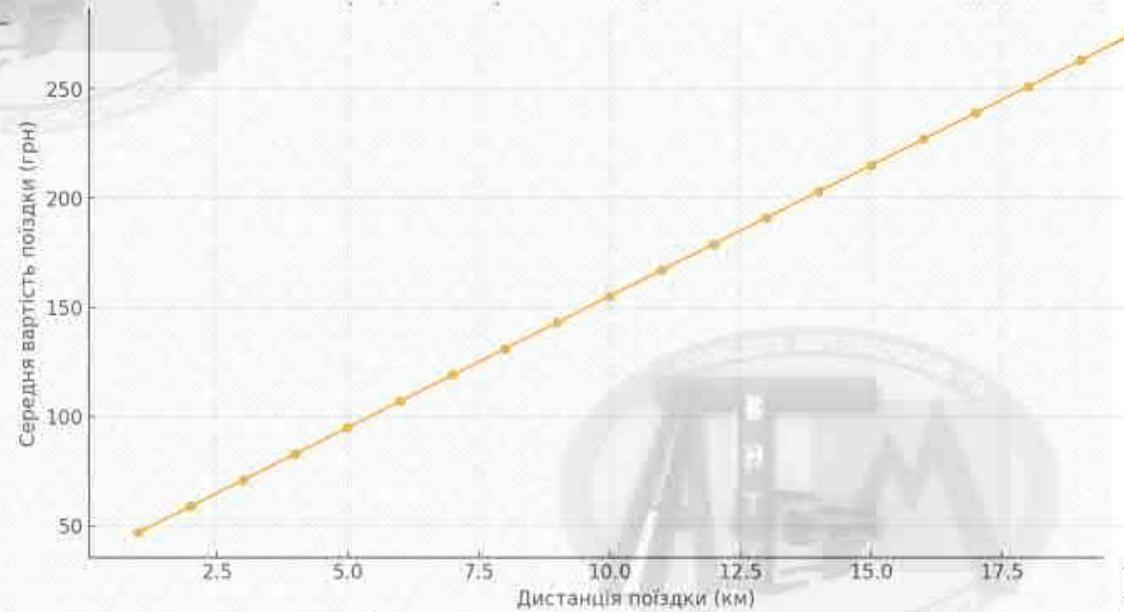
(мінімізують витрати та забезпечують високу якість транспортної послуги)

## Залежності вартості поїздки автомобіля-таксі від дистанції та часу доби

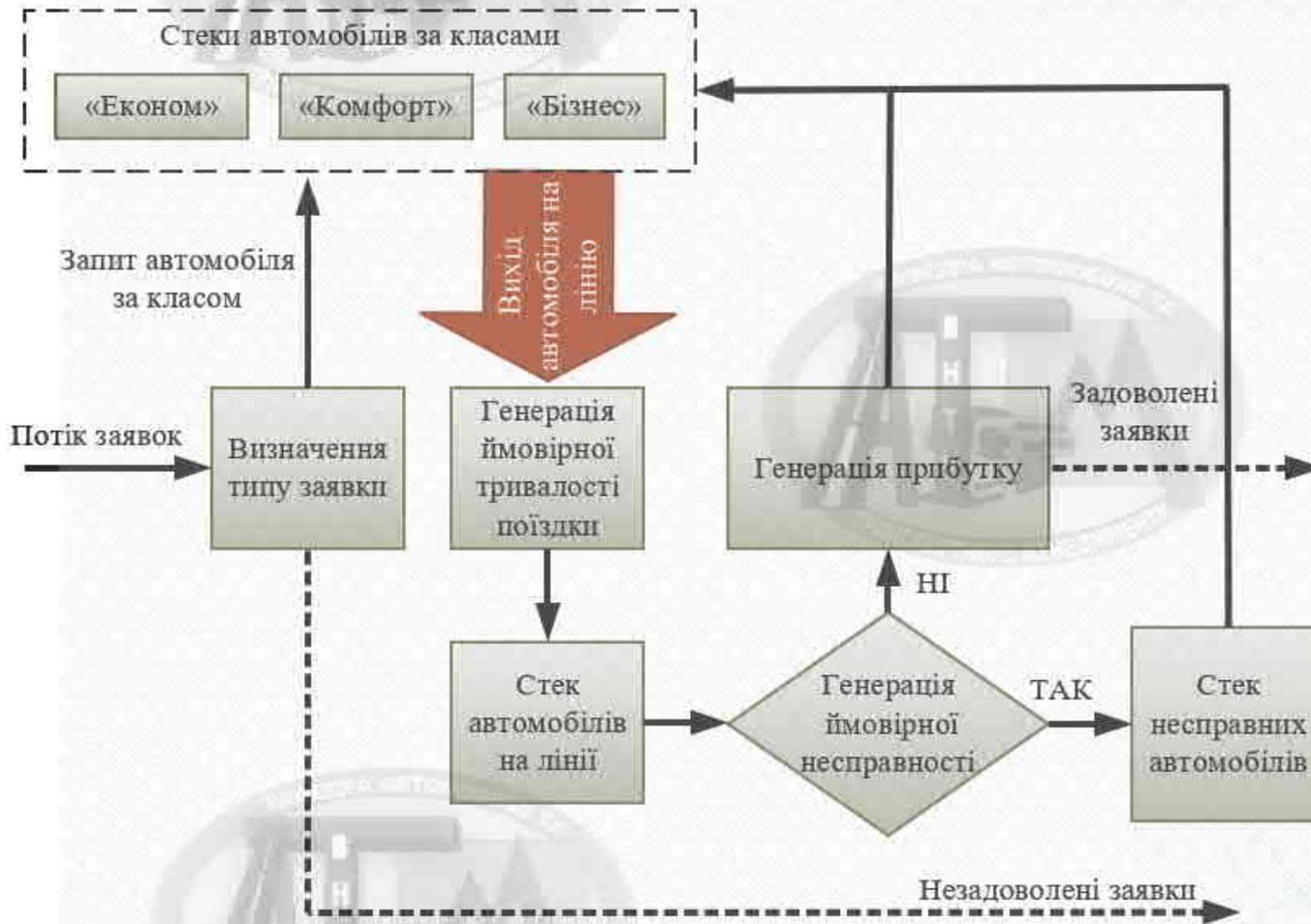


Залежність середньої вартості хвилини поїздки автомобіля-таксі від часу доби

Залежність середньої вартості поїздки автомобіля-таксі від дистанції



## Схема імітаційної моделі роботи таксомоторного парку



Вихідними даними для створення моделі є:

- кількість автомобілів з розподілом за трьома класами обслуговування;
- залежність кількості заявок від дня тижня, сезону тощо;
- вартість поїздок для різних класів автомобілів, що генерується у визначених межах із певним законом розподілу;
- тривалість поїздки;
- експлуатаційні витрати автомобілів за класами з урахуванням оплати праці водіїв;
- імовірність виникнення поломок, їх вартість та тривалість усунення.

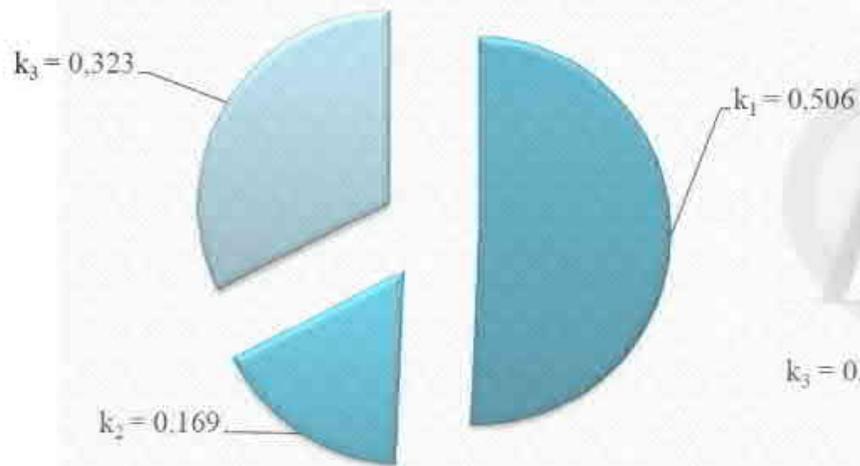
## Схема проведення експертного оцінювання для визначення ваги часткових показників



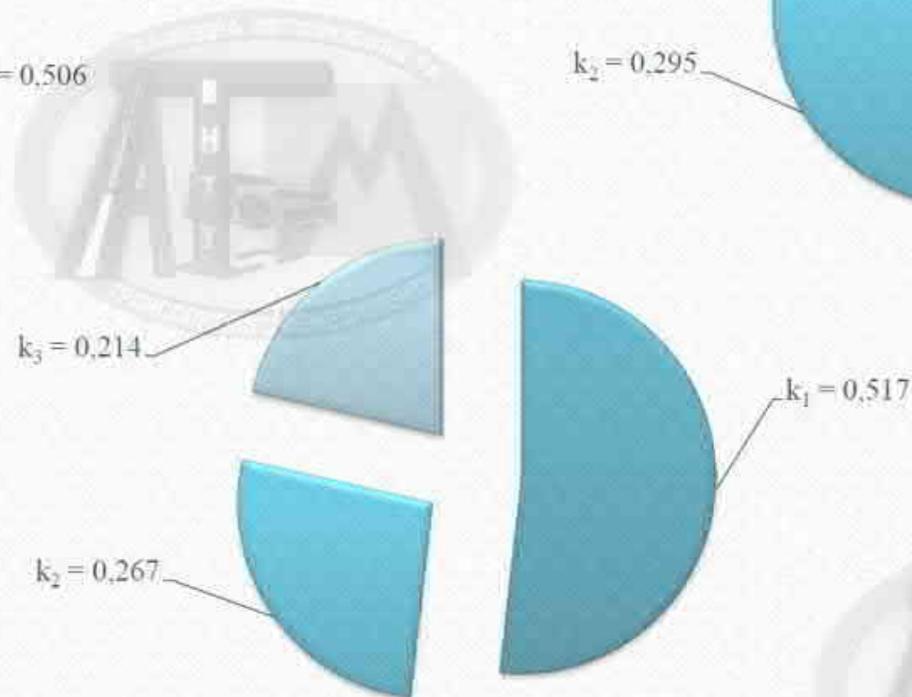
## Результати попереднього ранжування показників для автомобілів економкласу

| Позначення | Показники | Експерти                          |   |   |   |   | Середнє значення зі | Середньо квадратичне відхилення | Попередній ранг |   |
|------------|-----------|-----------------------------------|---|---|---|---|---------------------|---------------------------------|-----------------|---|
|            |           | 1                                 | 2 | 3 | 4 | 5 |                     |                                 |                 |   |
| k1         | k11       | Потужність двигуна                | 4 | 4 | 4 | 4 | 4                   | 4,0                             | 0               | 4 |
|            | k12       | Час розгону до 100 км/год         | 5 | 5 | 5 | 5 | 3                   | 4,6                             | 0,4             | 5 |
|            | k13       | Мінімальний радіус повороту       | 3 | 3 | 3 | 3 | 5                   | 3,4                             | 0,4             | 3 |
|            | k14       | Наявність систем активної безпеки | 2 | 1 | 1 | 2 | 2                   | 1,6                             | 0,244           | 2 |
|            | k15       | Рівень пасивної безпеки           | 1 | 2 | 1 | 2 | 1                   | 1,4                             | 0,244           | 1 |
| k2         | k21       | Об'єм багажника                   | 1 | 2 | 2 | 1 | 2                   | 1,6                             | 0,244           | 2 |
|            | k22       | Комфорт пасажирських місць        | 2 | 1 | 2 | 1 | 2                   | 1,4                             | 0,244           | 1 |
|            | k23       | Акустичний комфорт                | 4 | 3 | 4 | 4 | 4                   | 3,8                             | 0,2             | 4 |
|            | k24       | Плавність ходу                    | 3 | 3 | 2 | 3 | 3                   | 3,2                             | 0,2             | 3 |
| k3         | k31       | Вартість автомобіля               | 2 | 2 | 1 | 2 | 1                   | 1,6                             | 0,249           | 2 |
|            | k32       | Витрати на ТО                     | 3 | 3 | 3 | 3 | 3                   | 3,0                             | 0,2             | 3 |
|            | k33       | Вартість КАСКО                    | 4 | 4 | 4 | 4 | 3                   | 3,8                             | 0,2             | 4 |
|            | k34       | Витрата пального                  | 1 | 1 | 2 | 1 | 2                   | 1,4                             | 0,238           | 1 |

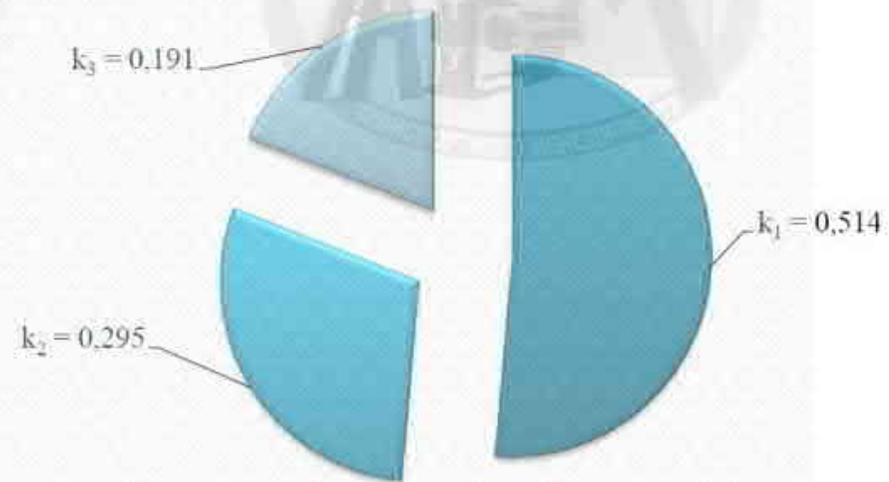
## Вагові коефіцієнти комплексних показників



Автомобілі  
економкласу

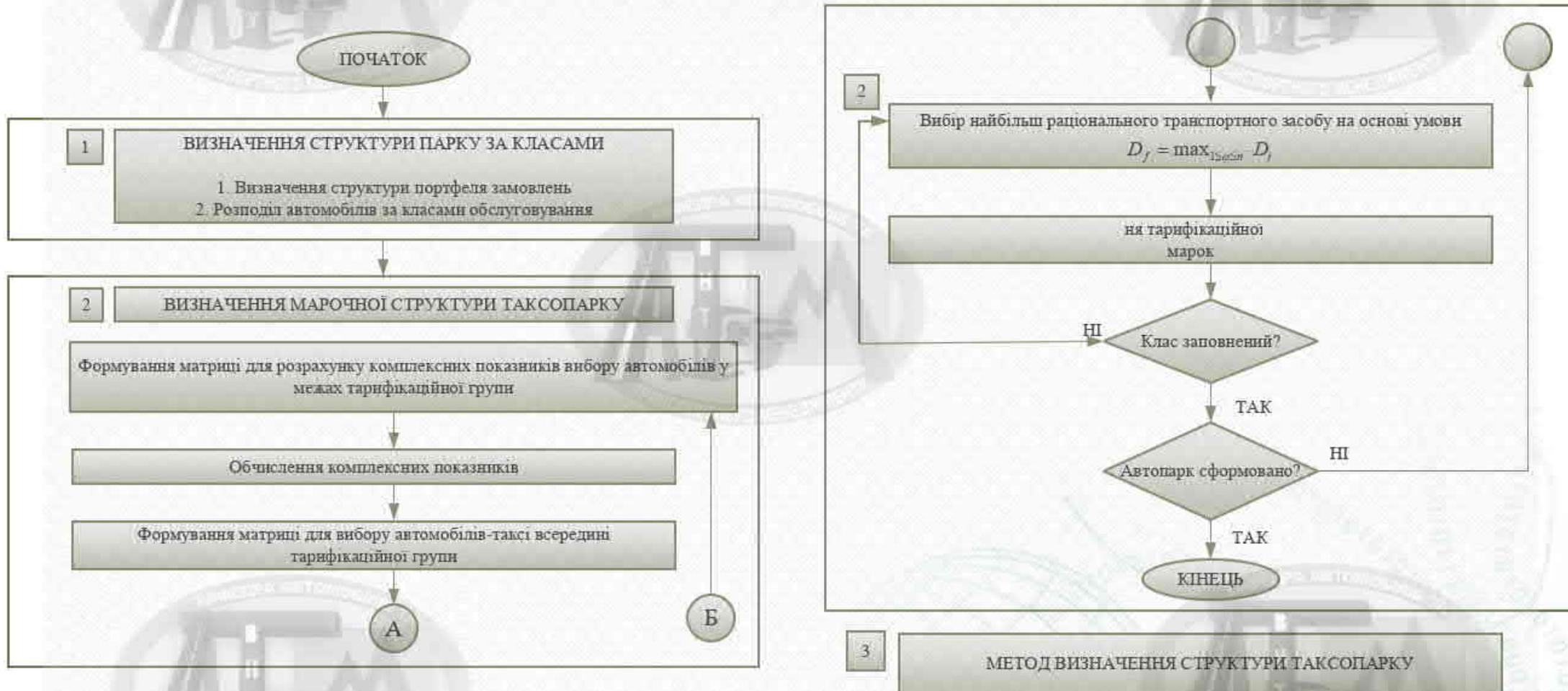


Автомобілі комфорткласу



Автомобілі  
бізнескласу

# Алгоритм методу обґрунтування раціональної структури парку автомобілів-таксі



## Математична модель реалізації методу обґрунтування раціональної структури парку автомобілів-таксі

- визначення значень  $B_{ij}$  часткових показників за умовою:

$$B_{ij} = \begin{cases} \frac{a_{ij}}{\max_{1 \ll j \ll n} (a_{ij})} \\ \frac{\max_{1 \ll j \ll n} (a_{ij})}{a_{ij}} \end{cases}$$

де  $a_{ij}$  – числові значення показників;  
- проведення нормалізації значень  $B_{ij}$ ;

$$B_{ij} = \frac{B'_{ij}}{\sum_{k=1}^n B'_{ik}}$$

- обчислення ефективності рішення для кожного автомобіля:

$$D_{ki} = \sum_{i=1}^n a_{ij} \cdot \gamma_{ij};$$

де  $\gamma_{ij}$  – коефіцієнти вагомості часткових показників;  
- формування матриці значень  $D_{ki}$ ;  
- обчислення загальної ефективності рішення для кожного автомобіля:

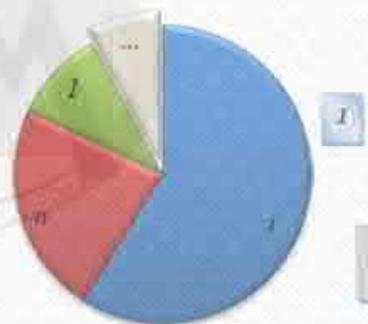
$$D_i = \sum_{i=1}^{\varphi} D_{ki} \cdot \gamma_i$$

де  $\gamma_i$  – коефіцієнти вагомості комплексних показників;  
- вибір для кожної тарифікаційної групи раціонального транспортного засобу за формулою:

$$D_f = \max_{1 \leq \varphi \leq n} D_i$$

Таким чином, наведений алгоритм дозволяє забезпечити обґрунтований вибір автомобілів-таксі, придатних для експлуатації в умовах конкретного міста, з урахуванням технічних, економічних та експлуатаційних характеристик.

Структура портфеля замовлень за різними тарифами



Тарифікаційна структура  
таксомоторного парку



Модельна структура  
тарифікаційної групи



# РОЗРАХУНОК РІЧНОГО ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ

Для здійснення розрахунку економічної ефективності застосування кожної моделі автомобіля необхідно було отримати дані щодо витратної частини, зокрема:



технічне  
обслуговування



витрати  
на паливо



експлуатаційні  
матеріали



ШИНИ

Річний економічний ефект визначався за формулою:

$$E = (C_1 + K_1 \cdot E_H) - (C_2 + K_2 \cdot E_H)$$

$C_1$  та  $C_2$  – суми експлуатаційних витрат у базовому та проектному варіантах, грн/рік;

$K_1$  та  $K_2$  – вартість автомобілів у базовому та проектному варіантах, грн;

$E_H$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (для автомобільного транспорту 0,15).

|                                    | Економ | Комфорт | Бізнес |
|------------------------------------|--------|---------|--------|
|                                    |        |         |        |
| Кількість перевезень, од./добу     | 15     | 10      | 7      |
| Середня вартість перевезення, грн. | 120    | 200     | 280    |

Річний економічний ефект  
для групи автомобілів  
комфорт класу:

**86160 грн.**

У середньому підвищення рентабельності перевезень становило

**15%**



## ВИСНОВКИ

1. Структура таксомоторних парків у м. Вінниці є неоднорідною, а перевезення пасажирів здійснюються із застосуванням автотранспортних засобів різних тарифікаційних груп. Найбільш поширеними серед них є групи «економ-клас», «комфорт-клас» та «бізнес-клас», кожна з яких орієнтована на певний сегмент споживачів із характерними вимогами.
2. Розроблено та теоретично обґрунтовано систему показників, що забезпечує доцільний вибір автомобілів-таксі для трьох найбільш розповсюджених тарифікаційних груп: «економ», «комфорт» та «бізнес». До таких показників належать: наявність систем активної безпеки, рівень пасивної безпеки, потужність двигуна, час розгону до 100 км/год, мінімальний радіус повороту, плавність ходу, комфорт пасажирських місць, акустичний комфорт, об'єм багажного відсіку, вартість автомобіля, витрата палива, витрати на технічне обслуговування, вартість страхових полісів.
3. З урахуванням визначеної системи вагових коефіцієнтів запропоновано алгоритм вибору автомобілів-таксі, що зменшує трудомісткість застосування методу в умовах автотранспортного підприємства.
4. Розроблено метод обґрунтування раціональної структури парку автомобілів-таксі, який передбачає визначення пропорцій між затребуваними тарифікаційними групами та подальший вибір оптимальної моделі автомобіля всередині кожної з них.
5. Застосування методу є економічно доцільним. Проведений обчислювальний експеримент показав, що у 90 % - запропонований метод забезпечить підвищення економічних показників роботи служб таксі, і лише у 10 % випадків продемонстрував нижчий результат.

ДОДАТОК Б.



ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ МКР



# ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Удосконалення процесу формування раціональної структури парку автомобілів-таксі на прикладі міста Вінниці

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі системою StrikePlagiarism (КПІ) 5,2 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

- Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту
- У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.
- У роботі виявлено ознаки академічного плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недоброчесних запозичень. Робота до захисту не приймається.

Експертна комісія:

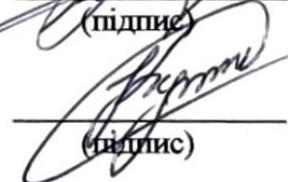
Цимбал С.В., завідувач кафедри АТМ

(прізвище, ініціали, посада)

  
(підпис)

Кужель В.П., доцент кафедри АТМ

(прізвище, ініціали, посада)

  
(підпис)

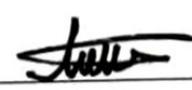
Особа, відповідальна за перевірку 

(підпис)

Цимбал О.В.

(прізвище, ініціали)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник 

(підпис)

Антонюк О.П., доцент кафедри АТМ

(прізвище, ініціали, посада)

Здобувач 

(підпис)

Голота О.В.

(прізвище, ініціали)