

УДК 629.114

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

Т.О. Бажинова, асп.,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Розглянуто і визначено комплексну оцінку якості автомобілів, основу якої складають за інтегральними показниками комфорту, надійності, безпеки, технічних рішень і екологічності. Визначено сукупність показників, які визначають рівень якості використовуваних автомобілів у країні. Наведено математичні залежності показників якості та інтегрального показника.

Ключові слова: автомобілі, якість, надійність, комфорт, безпека, ранговий підхід.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Т.А. Бажинова, асп.,

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Аннотация. Рассмотрена и определена комплексная оценка качества автомобилей, основу которого составляют по интегральным показателям комфорта, надежности, безопасности, технических решений и экологичности. Определена совокупность показателей, которые определяют уровень качества используемых автомобилей в стране. Представлены математические зависимости показателей качества и интегрального показателя.

Ключевые слова: автомобили, качество, надежность, комфорт, безопасность, ранговый подход.

THEORETICAL BASIS OF MOTOR CAR QUALITY EVALUTION

T. Bazhinova, P. G.,

Kharkov National Automobile and Highway University

Abstract. Comprehensive assessment of the quality of cars, which is based on the integral parameters of comfort, reliability, safety, environmental and technical solutions are considered and defined. The amount of parameters that define the quality level of the car use throughout the country is defined. Mathematical formulas and quality indicators of the integral index are developed. The integral quality index of vehicles allows comparing the vehicles of different classes based on external operating conditions. The numerical values of the integral index determines the quality of the car.

Key words: vehicles, quality, dependability, comfort, safety, ranking approach.

Вступ

Усі споживчі, техніко-економічні та експлуатаційні властивості автомобіля створюються його конструкцією, тими чи іншими вузлами й агрегатами. Практично кожен конструктивний елемент бере участь у формуванні декількох властивостей автомобіля, хоча проєктувався він для якогось певного призначення.

Це означає, що, крім основного призначення, будь-який вузол або агрегат бере участь у формуванні й інших, часто небажаних, властивостей.

Аналіз публікацій

Для оцінки автомобіля необхідно привести всі його властивості та особливості констру-

кції до деякої схеми або певного порядку. Найбільш доцільно використовувати для цього системний підхід, що і зроблено в деяких роботах [1–3]. Безперечні переваги має розкладання єдиної якості на сукупність її складових. Оцінка за окремим критерієм є не настільки складною і має більш чіткий смисловий зміст [4, 5].

У слабоструктурованих проблемах виникають питання зі змінними (наприклад, престиж фірми), для яких не існує точних способів кількісного виміру. Для багатьох змінних немає еталонів. Суб'єктивні відмінності експертів можуть бути великими. У цьому випадку слід користуватися тільки порядковими шкалами зі словесними визначеннями градацій якості, або використовувати кількісні шкали (наприклад, бальні). Отже, за неможливості надійного кількісного виміру суб'єктивні моделі з якісними оцінками є найбільш поширеними у прийнятті рішень [6–7].

Існують різні підходи до вибору показників властивостей. В одних роботах більше уваги приділяється «технічним» або техніко-експлуатаційним властивостям, які легше і простіше виділити й описати, а споживчі – розглядаються як другорядні. В інших, більш пізніх роботах, – навпаки, відзначається переважний вплив споживчих властивостей. Автомобілі, які було обрано для аналізу, та їх техніко-експлуатаційні властивості будуть показані далі.

При якісній оцінці для кількісного подання результатів можна використовувати рангові методи (зазвичай не більше 10–12). Потреба в ранговому підході з'являється, коли наявні в розпорядженні дослідника характеристики є вкрай неточними, орієнтовними, або коли не відомий спосіб побудови задовільних чисельних оцінок [9].

Мета і постановка завдання

Метою роботи є підвищення ефективності вибору легкового автомобіля на основі системного відбору.

У процесі експлуатації важливо знати, як вплине те чи інше конструктивне рішення на якість обраного автомобіля. Тому вкрай необхідно знайти спосіб зв'язку між прийнятим конструктивним (і технологічним) рішенням і його наслідками на етапі використання автомобіля в заданих умовах експлуатації.

Результати дослідження оцінки якості легкових автомобілів

Розділимо всю сукупність властивостей на такі складові: ефективність, комфорт, безпека, надійність (працездатність) та екологічність.

Властивість «комфорт» можна розділити на такі складові показники:

- клас автомобіля;
- тип кузова.

За кордоном застосовується розподіл автомобілів на класи (А, В, С, D, Е, S). Належність автомобіля до того чи іншого класу визначається розмірами автомобіля (колісна база і габаритні розміри).

При цьому найбільші розміри відповідають класу S, а найменші – до класу А. Найбільш престижні представницькі автомобілі звичайно мають вельми великі розміри.

Автозаводи збирають легкові моделі з різними кузовами. Основні з них: «лімузин», «подовжений», «кабріолет», «купе», «седан», «хетчбек». «Лімузин» – трьохоб'ємний пасажирський кузов із чотирма/шістьма бічними дверима, двома/трьома рядами сидінь і заклоною перегородкою, що відокремлює пасажирський салон від місця водія. «Подовжений» тип кузова являє собою серійний автомобіль класу Е (іноді D) зі збільшеною на 10–40 см колісною базою. «Кабріолет» – пасажирський кузов зі складним верхом і опускаючими бічними стеклами. «Купе» – трьохоб'ємний або двохоб'ємний пасажирський кузов із двома бічними дверима і двома рядами сидінь. Перераховані типи кузовів можна оцінити в 10 балів.

«Надійність» характеризує безвідмовну роботу автомобіля та його вузлів і визначається спеціальними показниками, які споживачеві найчастіше всього недоступні й невідомі, особливо щодо іноземних автомобілів. Проте кожен власник автомобіля і більшість потенційних споживачів мають свою оцінку надійності різних автомобілів. Ця оцінка побудована на порівнянні за принципом «краще-гірше». Базується ця оцінка на досвіді експлуатації попередніх власників і часто пов'язана з авторитетом фірми, яка визначає різні технології конструкції вузлів. Тому при оцінці працездатності необхідно виходити з різних конструктивних особливостей одного

і того ж вузла або системи і порівнювати їх між собою.

Надійність автомобіля закладається при проектуванні, забезпечується під час виробництва, проявляється і підтримується в експлуатації, утворюючи так звану тріаду надійності. Вимірювачі надійності можуть бути комплексними й одиничними. Комплексні вимірювачі характеризують надійність у цілому (коефіцієнт технічного використання, коефіцієнт готовності та інші), однині – одну з властивостей автомобіля (безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, збереженість). Одиничні показники можуть бути детермінованими (точними) і статистичними (оцінними, приблизними).

Як вимірники безвідмовності в автомобільній техніці взято:

- ймовірність безвідмовної роботи;
- середній наробіток до відмови;
- інтенсивність відмов;
- середнє число відмов;
- середнє напрацювання на відмову (відношення сумарного наробітку відновлюваних об'єктів до математичного очікування числа їх відмов протягом цього наробітку);
- параметр потоку відмов.

Перші три вимірювачі служать для оцінки безвідмовності невідновлюваних виробів, перший і три останні – відновлюваних. Довговічність автомобіля (вузла, агрегата) оцінюють за ресурсом – наробіток від початку експлуатації або її відновлення після певного виду ремонту до переходу у граничний стан і терміну служби – календарної тривалості експлуатації. Вимірювачами довговічності автомобіля служать:

- середній ресурс (термін служби, математичне очікування ресурсу);
- гамма-відсотковий ресурс (наробіток, протягом якого об'єкт не досягне граничного стану із заданою ймовірністю, вираженою у відсотках).

У конструкторських документах вказують, як правило, 90 % -й ресурс, а для систем, вузлів і деталей, що впливають на безпеку руху, – 95 % -й. У деяких країнах роботу за оцінкою «споживчої» надійності продукції проводять товариства споживачів та інші недержавні організації; в нашій країні, – наприклад, журнал «За кермом», в Німеччині – Служба

технічного нагляду. За матеріалами цих та інших організацій проведено бальну оцінку надійності вузлів автомобілів і якості збірки вузлів. В окремих випадках, за відсутності таких оцінок для порівняння різних автомобілів та їх вузлів за надійністю можуть використовуватися непрямі ознаки, такі, як фірма, тип конструкції вузлів та ін. На підставі цих даних можна інтерполювати існуючі оцінки на автомобілі, за якими даних немає.

Для підтримки надійності автомобіля його власник має витратити певні кошти на його обслуговування і ремонт. За розрахунками «Спільного німецького автомобільного клубу» (ADAK), вартість експлуатації та обслуговування складається з декількох складових:

- податок із власників транспортних засобів;
- експлуатаційні витрати (паливо, масла, ремонт і ТО);
- амортизація як втрата вартості автомобіля з плином часу за певного пробігу.

Отже, оцінка якості автомобіля за критерієм працездатності (надійності) повинна базуватися на витратах на експлуатацію та ремонт автомобіля, а також враховувати періодичність проведення технічних впливів. Оцінка якості автомобіля має визначатися також за активною і пасивною безпекою.

Пасивна безпека передбачає захист водія і пасажирів від важких травм при ДТП. Пасивна безпека оцінюється можливістю захисту водія і пасажирів від загибелі та важких травм при ДТП на швидкості зіткнення до 50 км/год. Передбачаються певні вимоги до конструкції транспортних засобів, а також рекомендації щодо поліпшення цих властивостей. Так, свого часу з'явилися ремені безпеки і стали обов'язковими для застосування; їх конструкція стала більш досконалою, з'являються і впроваджуються надувні захисні подушки, встановлюється каркас кузова і дверей легкового автомобіля, а бампери й оперення виконуються «енергоємними».

Переміщення елементів об'єктів зіткнення з порушенням життєвого простору спостерігається в 15 % досліджених ДТП. Вірогідність травмування людини в автомобілі залежить, в тому числі, від її місця розташування в салоні.

Основними причинами травмування людини в легковому та вантажному автомобілях є

перевантаження, що виникають внаслідок фронтального зіткнення з елементами салону. Ймовірність травмування з інших причин в 8–12 разів нижче. При фронтальних зіткненнях найбільш травмонебезпечними uszkodженнями є переміщення рульової колонки в глиб салону і руйнування сидінь.

Переміщення рульової колонки в глиб салону (уздовж поздовжньої осі) у легкового автомобіля при зіткненні на швидкості 60–70 км/год досягає 300 мм. При бічних ударах в пасажирський салон є характерними деформації дверей, центральних стійок і боковини. Хоча деформації при бічних зіткненнях зі швидкістю до 50 км/год не перевищують 300 мм, внутрішня пасивна безпека легкових автомобілів приблизно в 2 рази нижче, ніж при фронтальних.

При перекиданні характерними деформаціями є травмонебезпечні деформації верхньої частини і боковин кузова. Найбільш частою причиною травмування зі смертельними наслідками в легкових автомобілях є зіткнення із травмонебезпечними елементами салону з порушенням життєвого простору, удар головою об виступаючі елементи салону і викидання людей із салону.

Геометричні параметри салону автомобіля впливають на збереження життєвого простору в процесі перекидання. Захист полягає в утриманні людей на сидіннях ременями безпеки і виключення ударів об кермо, панель приладів та вітрове скло надувними подушками, що встановлюються в рульовому колесі, панелі приладів, у дверях і даху.

Впровадження заходів з підвищення безпеки конструкцій проводиться з метою зниження ймовірності отримання травм при ДТП. При цьому геометричні параметри і форма об'єктів можливого зіткнення не повинні сприяти порушенню життєвого простору автомобілів. Існує проблема забезпечення безпеки людини в автомобілях меншої маси при фронтальних зіткненнях за великої різниці

мас автомобілів, що вдаряються. Встановлено, що перевантаження автомобіля більшої маси в 1,5–5,8 разів менше, ніж у автомобіля меншої маси. Зі збільшенням швидкості зіткнення ця різниця зростає.

Тому для підвищення безпеки пасажирів на легкових автомобілях менших класів є необхідним застосування більш досконалих ременів і подушок безпеки. Для забезпечення більшої безпеки пасажирів у маленькому автомобілі також рекомендовано зниження зовнішньої пасивної безпеки автомобіля більшої маси і розміру шляхом зниження жорсткості та збільшення довжини деформованої передньої частини.

Активна безпека розглядається як можливість уникнути зіткнення або ДТП за рахунок маневрування і забезпечується такими властивостями автомобіля, як керованість, стійкість і гальмівні властивості. Сюди можна віднести і плавність ходу, оскільки за відносно невеликих коливань автомобіля можна забезпечити його керованість, стійкість і надійне гальмування.

Для оцінки цих властивостей існують спеціальні методики випробувань і перелік показників, наведених у державних і галузевих стандартах, Правилах ЄЕК ООН. Однак у даному випадку, для порівняльної оцінки різних автомобілів необхідно орієнтуватися на гальмівний шлях різних автомобілів, який є узагальнюючим параметром активної безпеки.

Проблему перетворення багатокритеріальної задачі оцінки якості в однокритеріальну можна вирішити способом формування інтегрального показника. Інтегральний показник якості автомобілів відображає такі показники, як комфорт, надійність, безпека, якість технічних рішень і екологічність. Цей інтегральний показник дозволяє порівнювати автомобілі різних класів за рахунок зовнішніх умов експлуатації (табл. 1) [10].

Таблиця 1 Математичні залежності визначення показників якості

Показник якості	Математичний вираз	Умовне позначення
Комфорт	$K_{\phi} = \frac{V_{\phi} \cdot L_{\phi}}{2,1V_c}$	V_{ϕ} – об'єм багажника, м ³ V_c – об'єм салону, м ³ L_{ϕ} – база автомобіля, м

Закінчення табл. 1

Показник якості	Математичний вираз	Умовне позначення
Надійність	$K_n = \frac{Z_{\text{тор}}}{L_{\text{ТО}} \cdot H_{\text{л}} \cdot C_T}$	$Z_{\text{тор}}$ – витрати на ТО и ремонт за міжсервісний пробіг, грн; $L_{\text{ТО}}$ – періодичність ТО; $H_{\text{л}}$ – витрата палива, л/100 км; C_T – вартість літра палива, грн
Безпека	$K_{\text{б}} = \frac{S_T}{S_{\text{ТН}} (n_{\text{п.б}} + L_a / L_{\text{б}})}$	$n_{\text{п.б}}$ – кількість подушок безпеки
Технічне рішення	$K_T = \frac{0,36 \cdot H_{\text{л.мін}} \cdot V_{\text{макс}} \cdot t_p \cdot \rho_T}{G_a}$	$H_{\text{л.мін}}$ – мінімальна витрата палива, л/100 км; $V_{\text{макс}}$ – максимальна швидкість автомобіля, км/год; t_p – час розгону до 100 км/год; ρ_T – густина палива кг/м ³ ; G_a – маса автомобіля, кг
Екологічність	$K_{\text{ек}} = \frac{G_a \cdot \mathcal{E}_T}{H_{\text{л}}}$	\mathcal{E}_T – еталонна енергія витрат на 100 км пробігу

Знаючи параметри оцінюваного автомобіля і значення показників якості, можна обчислити інтегральний показник

$$K_{\text{ин}} = K_p + K_n + K_{\text{б}} + K_T + K_{\text{эк}}. \quad (1)$$

З рівняння випливає, що чим менше інтегральний показник, тим вище якість легкового автомобіля.

Висновки

Викладено принципи та методику інтегральної оцінки якості автомобілів за показниками комфорту, надійності, безпеки, технічних рішень і екологічності. Сукупність показників визначає рівень якості використовуваних автомобілів у країні.

Література

1. Бажинова Т.О. Оценка качества технических решений в конструкции легковых автомобилей / Т.О. Бажинова // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – 2012. – Вып. 55. – С. 49–51.
2. Мишин В.И. Управление качеством: учебное пособие для вузов / В.И. Мишин. – М.: Юнити – Дана, 2006 – 303 с.
3. Иванов А.М. Оценка эффективности и качества автомобилей при рыночной экономике / А.М. Иванов // Сборник

- научных трудов МАДИ (ГТУ), 2002. – С. 4–11.
4. Окрепилов В.В. Управление качеством: учебное пособие для вузов / В.В. Окрепилов. – 2-е изд. доп. и перераб. – М.: ОАО «Издательство Экономика», 2008. – 640 с.
5. Фейгенбаум А. Контроль качества продукции / А. Фейгенбаум. – М.: Просвещение, 2006. – 344 с.
6. Бажинова Т.А. Выбор критериев оценки качества легковых автомобилей / Т.А. Бажинова // Безопасность жизнедеятельности на транспорте и производстве – освіта, наука, практика: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, 17–18 вересня, 2015 р., м. Херсон. – С. 255–256.
7. Бажинова Т.А. Оценка качества легковых автомобилей, эксплуатируемых в Украине / Т.А. Бажинова // Шляхи забезпечення якості підготовки фахівців транспортної галузі: матеріали МНТК, 14–15 вересня, 2015 р., м. Харків, 2015. – С. 54–57.

References

1. Bazhinova T.O. *Ocenka kachestva tekhnicheskikh reshenij v konstrukcii legkovykh avtomobilej* [Quality assessment of technical solutions in the construction of

- vehicles]. Kharkiv, *Vestnik HNADU*, 2012, Vol. 55, pp. 49–51.
2. Mishin V.I. *Upravlenie kachestvom* [Quality control. Textbook for universities]. Moscow, Juniti-Dana Publ., 2006, 303 p.
 3. Ivanov A.M. *Ocenka ehffektivnosti i kachestva avtomobilej pri rynochnoj ehkonomike* [Assessment of the effectiveness and quality of vehicles in a market economy]. MADI (GTU) collection of scientific works Publ., 2002, pp. 4–11.
 4. Okrepilov V.V. *Upravlenie kachestvom. Uchebnoe posobie dlya vuzov* [Quality control. Textbook for universities]. Moscow, Ekonomika Publ., 2008, 639 p.
 5. Fejgenbaum A. *Kontrol' kachestva produkcii* [Production quality control], Moscow, Prosveshchenie Publ., 2006, 344 p.
 6. Bazhinova T.O. *Vybor kriteriev ocenki kachestva legkovyh avtomobilej*. [Selection criteria for assessing the quality of the vehicles]. [Safety in transport and industry – education, science, practice]. *Materiali II mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferenci* [2nd International Scientific and Practical Conference], 2015, Herson. pp. 255–256.
 7. Bazhinova T.O. *Ocenka kachestva legkovyh avtomobilej, ehkspluatiruemih v Ukraine*. [Evaluation of the quality of vehicles operating in Ukraine]. [Ways to ensure quality training of transport industry]. *Materiali II mizhnarodnoi naukovo-tehnichnoi konferencii* [2nd International Scientific and Technical Conference], Kharkiv, 2015, pp. 255–256.

Рецензент: М.А. Подригало, профессор, д.т.н, ХНАДУ.
