

ВИЗНАЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ АВТОМОБІЛЯ ПО ЙОГО ІНДЕКСУ ЯКОСТІ

Бажинов Ан. В.¹, Бажинова Т.О.¹,

¹Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

***Анотація.** Визначено ефективність оцінки безпеки руху автомобілів за рахунок кількісної їх оцінки на етапі експлуатації. Одержано методу визначення безпеки руху легкових автомобілів за енергетичними параметрами, які враховують експлуатаційні умови роботи.*

***Ключові слова:** автомобіль, електромобіль, гібридний автомобіль, метод, умови експлуатації, методологія, якість.*

Вступ

У більшості країн аварійність на автомобільному транспорті перетворилася в одну з найважливіших соціально-економічних проблем. Не випадково положення з безпекою дорожнього руху Організації об'єднаних націй характеризує як глобальну кризу. За даними Світового банку щорічний економічний збиток перевищує 500 млрд. у.о.

За основними показниками аварійності Україна входить до групи країн з ситуацією, що погіршується. Число загиблих на 100 тис. чол. в п'ять разів більше, ніж в країнах Європейського союзу. Тяжкість наслідків ДТП в нашій країні в 10-12 разів перевищує значення цього показника в інших країнах. Україна значно виділяється серед економічно розвинених країн за рівнем дорожньо-транспортного травматизму. Так, число загиблих на 10 тис. автомобілів в 5-6 разів перевищує аналогічні показники зарубіжних країн.

Складна обстановка з аварійністю багато в чому визначається постійно зростаючою мобільністю населення і, відповідно, збільшенням кількості автомобілів і приростом протяжності вулично-дорожньої мережі, що не врахованої на сучасні транспортні потоки. Наслідком такого становища є погіршення умов руху, екологічної обстановки і зростання кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Як показує аналіз, основаною причиною більшості ДТП є порушення водіями і пішоходами правил дорожнього руху.

Значна роль в ДТП належить недолікам конструкції транспортного засобу і його технічного стану. Пригоди від недоліків конструкції і технічного стану є найбільш важкими наслідками.

У цих умовах в останні десятиліття проблема забезпечення безпеки дорожнього руху набула особу актуальності.

Аналіз публікацій

Питанню безпеки руху транспортних засобів і, зокрема, автомобілів присвячено чимало публікацій. Значна їх кількість спрямована на експертну оцінку [1-4]. Аналіз цих публікацій показує, що сучасний стан розвитку ринку і оновлення структури легкових автомобілів на етапі експлуатації зумовлюють необхідність комплексного підходу до оцінки безпеки руху з метою найкращої альтернативи [5].

Існуючі методи оцінки безпеки руху легкових автомобілів не дозволяють в повній мірі комплексно і об'єктивно враховувати всю сукупність показників технічних характеристик автомобілів, що зумовлює необхідність їх вдосконалення [7, 8].

Мета і поставка завдання

Метою дослідження є підвищення ефективності безпеки руху за рахунок оцінки індексу якості автомобілів.

Для досягнення вказаної мети необхідно встановити закономірність зміни індексу якості автомобілів на кількість ДТП зі смертельними наслідками.

Індекс якості безпеки руху

Розвиток автомобільного-транспортного приносить не тільки громадські та економічні вигоди, але на жаль, призводить до зростання дорожньо-транспортних пригод зі збільшенням і смертю людей. Число дорожньо-транспортних пригод зі смертельними наслідками можна визначити за формулою [1]

$$D = 10^{-2} K^3 \sqrt{NP^2} \quad (1)$$

де D - кількість ДТП зі смертельним наслідком;

K - коефіцієнт безпеки, який змінюється в межах $(1...4) \cdot 10^{-4}$;

N - кількість автомобілів в регіоні;

P - чисельність населення в регіоні.

Дане рівняння не в повній мірі характеризує причини ДТП зі смертельним наслідком. Коефіцієнт безпеки враховує особливості дорожніх і природно-кліматичних умов, технічний стан автомобілів, кваліфікацію водіїв, соціальні умови життя населення, організацію контролю безпеки дорожнього руху, але не враховує ряд конструктивних особливостей автомобілів істотно знижують кількість ДТП. На наш погляд, таким показником може виступати інтегральний показник якості автомобілів [2].

Показник якості відображає пасивну і активну безпеку автомобіля. Цей показник дозволяє оцінювати якість безпеки різних класів автомобілів з урахуванням зовнішніх умов експлуатації.

Можна виділити п'ять основних видів факторів, що характеризують рівень безпеки руху. Це соціально-економічні, конструктивні і транспортні, кваліфікація водіїв, організація руху і навколишнього середовища. Останні чотири фактори можуть враховуватися інтегральним показником якості автомобіля, в якому встановлюється відео-камера, інтелектуальні системи освітлення та контролю швидкості руху, системи управління динамікою автомобіля і т.п.

Кількість автомобілів які входять в рівняння (1) приймаються по обліковій кількості в країні, а не які пересуваються по дорозі. В цьому випадку слід, кількість автомобілів розраховувати з енергетичних витрат. Тому кількість автомобілів, які перебувають на дорогах за добу складе

$$N = \frac{36500Q_{\text{доб}}}{H_0 L_p} \quad (2)$$

де $Q_{\text{доб}}$ - добова витрата палива в регіоні, л;

H_0 - норма витрати палива усереднена л/100 км;

L_p - середній річний пробіг автомобіля, км.

Усереднена норма витрати палива слід розраховувати за ваговими значеннями автомобілів по класам

$$H_0 = 0,1 H_{0A} + 0,6 H_{0B} + 0,2 H_{0C} + 0,1 H_{0D} \quad (3)$$

де H_{0A} , H_{0B} , H_{0C} , H_{0D} - відповідно норма витрати палива за класами автомобілів, л/100 км.

Світова статистика пробігу міського автомобіля свідчить, що 80 % автомобілів проїжджають за день не більше 40 км, а 50 % не більше 20 км. Тому річний пробіг автомобіля можна взяти з розрахунку 10...12 тис. км

Сукупність вище перерахованих параметрів визначає число ДТП (дорожньо-транспортних пригод) зі смертельним наслідком в залежності від якості автомобілів, що великою мірою визначає рівень безпеки дорожнього руху. Слід акцентувати увагу на необхідність підвищення якості автомобілів, що випускаються в країні.

Під безпекою автомобіля мається на увазі система конструктивних особливостей, що характеризує їх пристосованість до руху без аварій і зниженню числа ДТП. Безпека автомобіля характеризується гальмівними якостями, габаритами і наявністю додаткових опцій, що забезпечують безпечні умови.

Активна безпека руху автомобіля багато в чому залежить від конструкції гальмівних систем, які мають значний вплив на швидкість руху автомобіля в різних умовах експлуатації та на ефективність роботи автомобіля в цілому.

В теорії автомобіля для оцінки гальмівних властивостей використовується ряд показників: максимальне уповільнення, гальмівний шлях, час спрацьовування гальмівних механізмів, падіння ефективності внаслідок тривалої роботи (нагрівання), діапазон і алгоритм зміни гальмівних зусиль [9].

Ці показники визначаються конструкцією систем та механізмів автомобіля. Хоча уповільнення автомобіля залежить від конструкції та справності гальмівних механізмів, також на нього впливає стан шин та амортизаторів (з несправними амортизаторами колесо не може на нерівностях зберігати постійний контакт з дорогою).

Коефіцієнт зчеплення з поверхнею залежить від шин та стану дорожнього покриття. На величину уповільнення впливає тип шин (зимова або літня), ширина та малюнок протектора, ступінь його зносу. В ході тестувань різних шин було встановлено, що гальмівний шлях одних та тих же машин з шинами різних виробників може відрізнитися на кілька метрів.

Формула для розрахунку гальмівного шляху автомобіля

$$S_T = \frac{K_T}{254 \cdot \varphi_C} \cdot v_0^2, \quad (4)$$

де S_T - гальмівний шлях, м;

K_T - гальмівний коефіцієнт;
 v_0^2 - швидкість на початку гальмування, км/год;
 φ_c - коефіцієнт зчеплення з дорогою.
 В технічній характеристиці автомобіля

приводиться значення гальмівного шляху до повної зупинки при швидкості 100 км/год по сухій дорозі. В таблиці 1 наведені значення гальмівного шляху по різним маркам автомобілів [8].

Таблиця 1 – Гальмівний шлях автомобілів

Марка автомобілів	Гальмівний шлях, м
BMW M3 GTS	32,6
Lexus LFA	33,3
Porsche 911 Carrera	33,8
Mitsubishi Lancer	39
Chevrolet Aveo	41
Toyota Prius	39

Як видно з таблиці 1 довжина гальмівного шляху різна. Очевидно, гальмівний коефіцієнт може характеризувати якість гальмівних властивостей автомобіля при різній швидкості руху та дорожніх умовах. Виконавши перетворення формули (4) отримаємо

$$k_p = 0,025 S_T \cdot \varphi_{зч} \quad (5)$$

Таким чином, гальмівний коефіцієнт може бути прийнятий узагальнюючим показником активної безпеки автомобілів [10].

Пасивна безпека - це сукупність конструктивних та експлуатаційних властивостей автомобіля, спрямованих на зниження тяжкості дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Системи пасивної безпеки спрацюють при зіткненні, коли активні системи безпеки не змогли допомогти водієві уникнути зіткнення. Включає в себе наступні елементи:

- ремені безпеки;
- натягувачі ременів безпеки;
- активні підголовники;
- подушки безпеки;
- безпечна конструкція кузова;
- аварійний розмикач акумуляторної батареї;
- ряд інших пристроїв (дитячі системи безпеки та ін.).

Узагальнюючим показником пасивної безпеки може бути прийнято кількість зірок отриманих в рейтингу безпеки EuroNCAP Європейської програми перевірки пасивної безпеки серійних легкових автомобілів.

Таким чином, узагальнюючим критерієм оцінки безпеки автомобілів може бути визначений з наступного рівняння

$$K_6 = \frac{1,8S_T}{n_3 \cdot S_{Tmin}}, \quad (6)$$

де n_3 - кількість зірок отриманих в оціночному рейтингу краш-тестів;

S_T - гальмівний шлях при швидкості 100 км/год, м;

S_{Tmin} - найменший гальмівний шлях серед усіх учасників експерименту автомобілів, м.

Чисельні значення критерію оцінки якості безпеки приведені на рисунку 1.

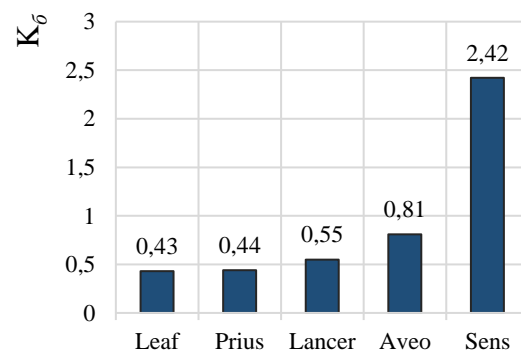


Рис. 1. Зміни критерію оцінки якості безпеки по маркам автомобілів

Показник оцінки якості безпеки автомобілів змінюється в межах $K_6 = 0,5 \dots 2,5$, то можна зменшити кількість ДТП зі смертельним наслідком на 30...50 % за рахунок поліпшення якості автомобілів.

Новим підходом в оцінці автомобілів може стати оцифрування якості. Необхідно для всіх моделей автомобілів ввести числовий індекс якості. Вважається, що якість автомобілів враховується споживчої ціною. Частково це так. Однак, в реальності справедливий баланс «ціна-якість» реалізується не завжди. Споживачеві важко узагальнити кілька різних параметрів з технічних характеристик автомобілів. Більш того, зростає небезпечна тенденція, приховування реальної якості автомобілів. Сенса числового індексу якості полягає в тому, щоб було видно наскільки даний автомобіль

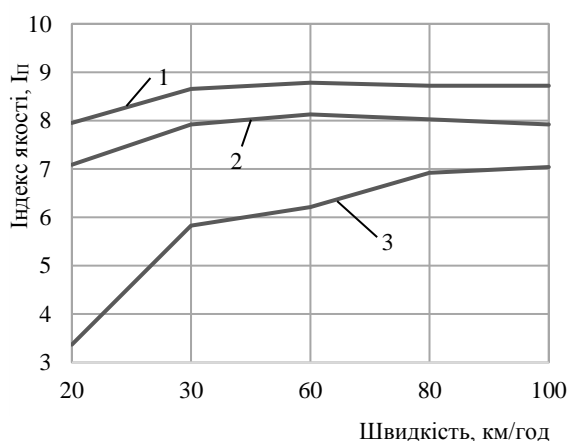
відповідає еталонному. При цьому індекс якості стає простим і наглядним, а головне, авторитетним чинником оцінки якості та формування ціни. Важливий момент – індекс якості автомобіля не тільки супроводжує цінник, а й може публікуватися в інтернеті і відкритій пресі. Таким чином, отримуємо відкриті бази даних з індексами якості автомобілів конкретного виробника. По суті отримуємо безперервний онлайн-моніторинг якості самих різних автомобілів. А ті автомобілі, які не увійдуть до бази даних, можуть істотно втратити в ціні і конкурентоспроможності. Слід зазначити, що і зараз багато автомобілів проходять сертифікацію на предмет як безпеки, так і відповідності певним якісним показникам. Порівняти якість навіть сертифікованих автомобілів споживачеві як і раніше важко. Чисельне значення індексу якості автомобілів можна визначити з виразу

$$I_{\text{П}} = 10 - K_{\text{ІН}} \cdot K_{\text{К}} \quad (7)$$

де $K_{\text{К}}$ - коефіцієнт коригування з урахуванням умов експлуатації.

Оскільки інтегральний показник залежить від середньої швидкості руху автомобіля, то і індекс якості також буде змінюватися від зовнішніх умов експлуатації. На рисунку 2 наведено зміна індексу якості автомобілів Nissan Leaf, Toyota Prius, Chevrolet Aveo в залежності від середньої швидкості руху.

Як видно з рис. 2 індекс якості гібридних та електромобілів змінюється незначно в межах 5...7 %, а базового автомобіля до 40 %.



1 - Nissan Leaf; 2 - Toyota Prius; 3 - Chevrolet Aveo

Рис. 2. Зміна індексу якості автомобілів Nissan Leaf, Toyota Prius, Chevrolet Aveo в залежності від середньої швидкості руху

Очевидно, експлуатація базового автомо-

біля буде доцільна при першій групі умов експлуатації. З рис. 2 випливає, що найвищий індекс якості має електромобіль.

Висновки

Доказано, що при проведенні комплексної оцінки і конкурентоспроможності автомобілів необхідно враховувати сукупність показників на базових рівнях, відображаючи надійність, комфорт, екологічну безпеку, безпеку руху та технічні рішення.

Обґрунтована та розроблена методологія системного відбору показників якості, їх зіставлення і вимірювання на диференціальному рівні, формування інтегрального критерію оцінки якості та конкурентоспроможності легкових автомобілів.

Література

1. Борисенко А.О., Бажинова Т.О. Експлуатаційні властивості гібридних автомобілів: монографія. Х.: ФОП Бровін О.В., 2016. – 104 с.
2. Бажинова Т.О. Оценка качества технических решений в конструкции легковых автомобилей. *Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр.* 2012. Вып. 55. С. 49–51.
3. Vazhinova T.O., Nechytailo J.A., Vesela M.A. The energy estimation of transportation vehicles. *Наук. вісник «Національного гірничого університету»*. 2016. № 6(156). С. 84–88.
4. Бажинов А.В., Бажинова Т.О. Методика расчета числа дорожно-транспортных происшествий в регионе. *Вісник Донецької академії автомобільного транспорту*. 2014. № 4. С. 15-18.
5. Zayatrov A. Kozlovskiy A. Software complex for measuring operational reliability of electrical equipment of cars. *Scientific enquiry in the contemporary world theoretical basics and innovative approach*. FL, USA, L&L Publishing, 2012. P. 101-103.
6. Версан В.Г. Управление качеством на новом витке. *Стандарты и качество*. 2000. № 7. С. 44-48.
7. Строганов В.И. Комплексная оценка удовлетворенности потребителей качеством автомобилей. *Стандарты и качество*. 2013. № 1. С. 116-121.
8. Konstantinos S., Casper W., Rikard S. Defining Perceived Quality in the Automotive Industry An Engineering Approach. *CIRP 25th Design Conference Innovative Product Creation*. 2015. № 36. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/pii/S2212827115006034>
9. Квалиметрия, стандартизация и унификация тормозного управления колесных машин. Под ред. М.А. Подригало, Харьков, 2007. 446 с.
10. Говорущенко Н.Я., Волков В.П., Шаша И.К. Обеспечение безопасности на автомобильном транспорте. Харьков, ХНАДУ, 2006. 361с.

References

1. Borysenko A.O. Operational properties of hybrid cars / A.O. Borysenko, T.O. Bazhynova // Monograph X. : SP Brovin O.V., 2016. – 104 p.
2. Bazhynova T.O. Evaluation of the quality of technical solutions in the design of passenger cars / T.O. Bazhynova // Vestnik KhNAHU. – 2012 – No. 55. – p. 49–51.
3. Bazhynova T.O. The energy estimation of transport vehicles / T.O. Bazhynova, Yu.A. Nechytailo, M.A. Vesiolaya // Scientific Bulletin of the National Mining University № 6 (156), 2016, p. 84–88
4. Bazhynov O.V. Method of calculating the number of road accidents in the region / T.O. Bazhynov, O.V. Bazhynov // Bulletin of the Donetsk Academy of Motor Transport. – 2016. – № 4(44). – С. 5–8.
5. Zayatrov A. Kozlovskiy A. Software complex for measuring operational reliability of electrical equipment of cars. Scientific enquiry in the contemporary world theoretical basics and innovative approach. FL, USA, L&L Publishing, 2012. P. 101-103.
6. Versan V.H. Quality management on a new turn. Standards and Quality. 2000. № 7. P. 44-48.
7. Stroganov V.I. Comprehensive assessment of customer satisfaction with vehicle quality. Standards and quality. 2013. № 1. P. 116-121.
8. Konstantinos S., Casper W., Rikard S. Defining Perceived Quality in the Automotive Industry An Engineering Approach. CIRP 25th Design Conference Innovative Product Creation. 2015. № 36. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/pii/S2212827115006034>
9. Qualification, standardization and unification of brake control of wheeled vehicles., Kharkiv, 2007. 446 p.
10. Govorushchenko N.Ya. Volkov V.P, Shasha IK, Providing security for road transport. Kharkiv, KhNADU, 2006. 361 p.

Поступила (received) 05.06.2018 р.

Бажинов Анатолій Васильович, к.т.н., доц., кафедра організації і безпеки дорожнього руху,

Бажинова Тетяна Олексіївна, к.т.н., тел. (057) 707-37-06, tatyana2882@gmail.com,

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Definition of safety of motor vehicle by its quality index

Abstract: It turns out that the smaller the integral criterion, the higher the quality of a car. Thus, the mathematical model of the integral criterion for assessing the quality of cars based on the average speed of traffic is made for basic cars, hybrids and electric vehicles. The paper considers new possibilities for improving the efficiency of passenger cars on the basis of the

results of research on the methods of assessing the quality indices during the exploitation phase. The methodology of the practical realization of the conducted researches is based on the evaluation of quality indicators of passenger cars at the stage of operation from the average speed according to the criteria of traffic safety, technical solutions, ecological compatibility, comfort and functional stability, as well as the main methodological principles are formulated. In the article the generalization and development of scientific fundamentals of the actual and important scientific and technical task for the development of scientific and methodical apparatus for assessing the quality of passenger cars is made, which forms the basis of the concept of the definition of interrelationships, the development of mathematical models and methods of evaluation and quality assurance during the exploitation phase. The theoretical researches of methods of estimation of car quality indicators at the stage of operation are given in the work. Performance indicators have been developed to assess the quality of vehicles. Important criteria for evaluating car quality indicators at the operational stage are functional stability, ecology, comfort, technical solutions, traffic safety. The performed researches and offered methods of estimation of indicators of quality of automobiles allow to provide the receipt of operative information about features of operation in the conditions of Ukraine on the basis of which for manufacturers of automobile engineering necessary conditions and possibilities which are aimed at perfection of design of cars, raising of an image of a brand of cars and increase of sales volume are created.

Keywords: car, electric car, hybrid car, method, operating conditions, methodology, quality.

Bazhinov An.V.¹, PhD, Associate Professor, Department of Organization and Traffic Safety, KhNADU

Bazhynova T.O.¹, PhD.,

tel: (057) 707-37-06, tatyana2882@gmail.com,

¹Kharkov National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002.

Определение безопасности движения автомобиля по его индексу качества

Аннотация: Определена эффективность оценки безопасности движения автомобилей за счет количественной их оценки на этапе эксплуатации. Чем меньше интегральный критерий, тем выше качество автомобиля. Таким образом, математическая модель интегрального критерия оценки качества автомобилей на основе средней скорости движения производится для основных автомобилей, гибридов и электромобилей. В статье рассматриваются новые возможности повышения эффективности использования легковых автомобилей на основе результатов исследований методов оценки показателей качества на этапе эксплуатации. Методология практической реализации проведенных исследований основана на оценке качественных показателей легковых автомобилей на этапе эксплуатации со средней скорости

в соответствии с критериями безопасности движения, технических решений, экологической совместимости, комфорта и функциональной стабильности, поскольку а также сформулированы основные методологические принципы. В работе даны теоретические исследования методов оценки показателей качества автомобиля на этапе эксплуатации. Для оценки качества транспортных средств были разработаны показатели эффективности. Важными критериями оценки показателей качества автомобиля на операционном этапе являются функциональная стабильность, экология, комфорт, технические решения, безопасность движения. Проведенные исследования и предлагаемые методы оценки показателей качества автомобилей позволяют обеспечить получение оперативной информации об особенностях

эксплуатации в условиях Украины, на основе которых для производителей автомобильной техники необходимы условия и возможности, направленные на совершенствование дизайна автомобилей, повышения имиджа марки автомобилей и увеличения объема продаж.

Ключевые слова: автомобиль, электромобиль, гибридный автомобиль, метод, условия эксплуатации, методология, качество.

Бажинов Ан. В.¹, к.т.н., доц., Кафедра организации и безопасности дорожного движения,

Бажинова Т. А.¹, к.т.н., тел: (057) 707-37-06 email: tatyana2882@gmail.com,

¹Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, 61002, Украина, м. Харьков, ул. Ярослава Мудрого, 25.