

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ЕКСПЕРТНОЇ ОЦІНКИ РІВНЯ БЕЗПЕКИ  
ДОРОЖНЬОГО РУХУ

IMPROVING THE METHODOLOGY OF EXPERT SAFETY LEVEL ASSESSMENT  
OF ROAD TRAFFIC



*Мельниченко Олександр Іванович, Заслужений працівник освіти України, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, завідувач кафедрами виробництва, ремонту та матеріалознавства, e-mail: [melnichenko@ntu.edu.ua](mailto:melnichenko@ntu.edu.ua), тел. +380506562446, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омелянкович-Павленко 1,*

<https://orcid.org/0000-0001-9694-9824>

**Анотація.** Стаття присвячена удосконаленню методики експертної оцінки рівня безпеки дорожнього руху. Виконано загальний аналіз методів та методик оцінювання рівня безпеки дорожнього руху. Запропоновані шляхи до вдосконалення методики експертної оцінки рівня безпеки дорожнього руху, що базується на використанні комбінації статистичних та проактивних моделей.

Об'єктом дослідження у статті є процес оцінювання рівня безпеки дорожнього руху на конкретній ділянці у визначений час.

Мета дослідження – удосконалення методики експертної оцінки рівня безпеки дорожнього руху на основі аналізу зарубіжного та вітчизняного досвіду.

В статті загальний аналіз методів та методик оцінювання рівня безпеки дорожнього руху. Встановлено, що показники більшість з розроблених методів та методик оцінки рівня безпеки базуються на одному з двох методологічних підходах – використанні статистичних та реактивних методів та моделей або проактивних та прогностичних методів та моделей. Проте, визначено, що аналізовані методи та методики здебільшого не встановлюють вплив зовнішніх умов, зокрема, змінних дорожніх факторів при оцінюванні рівня безпека дорожнього руху. Запропоновано авторський підхід – методика експертної оцінки безпеки дорожнього руху, яка базується на використанні комбінації статистичних та проактивних моделей та враховує вагомість та пріоритетність того чи іншого засобу пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху. Запропоновано алгоритм оцінювання безпеки дорожнього руху за розробленою методикою. Розроблена методика експертної оцінки рівня безпеки дорожнього руху дозволяє приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо проєктів та програм з безпеки дорожнього руху за рахунок врахування обґрунтованих факторів впливу та відносного скорочення часу на проведення експертизи. Запропоновано комбінувати використання розробленої методики з аналізом встановленого рівня безпеки дорожнього руху за «метеликовим» або «пелюстковим» підходом.

**Ключові слова:** безпека дорожнього руху, методика експертної оцінки, ДТП, засоби пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху

### **Вступ**

Відповідно до статистики Всесвітньої організації охорони здоров'я щороку в ДТП гинуть 1,35 мільйона людей, 20-50 – мільйонів людей отримують серйозні травми. При цьому біля 93 % смертельних випадків припадає на країни, що розвиваються, незважаючи на те, що в цих країнах знаходиться лише 50 % легкових і вантажних автомобілів світу [1]. Для боротьби з дорожньо-транспортними пригодами країни розробили та впроваджують різноманітні програми безпеки дорожнього руху.

Згідно світової практики програми, що базуються на моделях прогнозування аварій, є проактивним і кількісним засобом забезпечення безпеки дорожнього руху. Вони виконують важливу функцію запобігання «чорним плямам» у зв'язку з настанням ДТП на ділянці автомобільної дороги. З іншого боку, програми управління «чорними плямами» є реактивним і якісним заходом забезпечення безпеки дорожнього руху, що базуються на методиках аналізу історичних даних про ДТП для визначення місць із високою частотою аварій, аналізу факторів, що сприяють цьому, і пошуку заходів протидії. Таким чином, розробка ефективної методики експертної оцінки рівня безпеки дорожнього руху, що базуватиметься на досвіді реалізації обох програм, є актуальною в сучасних умовах.

### **Постановка завдання**

Метою статті є удосконалення методики експертної оцінки рівня безпеки дорожнього руху на основі аналізу зарубіжного та вітчизняного досвіду.

### **Виклад основного матеріалу**

Оцінка рівня безпеки дорожнього руху відіграє вирішальну роль у теорії та практиці управління проектами та програмами з безпеки дорожнього руху. Зокрема, у світовій та вітчизняній практиці застосовуються різноманітні методи та моделі оцінювання рівня безпеки дорожнього руху. Так, визнаною технікою у сфері безпеки дорожнього руху є аналіз охоплення даних (Data Envelopment Analysis – DEA) [1]. Європейською радою з безпеки на транспорті (ETSC) для оцінювання рівня безпеки дорожнього руху була розроблена Концепція показників ефективності безпеки (SPI) [2]. Також широкого розповсюдження набув метод математичного моделювання ДТП (SEM) [1].

Більшість з розроблених методів та методик оцінки рівня безпеки дорожнього руху базуються на одному з двох методологічних підходів – аналізі зафіксованих випадків ДТП (статистичні або реактивні методи та моделі) та оцінюванні вбудованої безпеки доріг (проактивні або прогностичні методи та моделі) [3]. Проте, ці методи та методики здебільшого не встановлюють вплив зовнішніх умов, зокрема, змінних дорожніх факторів при оцінюванні рівня безпеки дорожнього руху [4]. Таким чином, пропонується авторська методика експертної оцінки безпеки дорожнього руху, яка базується на використанні комбінації статистичних та проактивних моделей.

Методика експертної оцінки рівня безпеки дорожнього руху включає основних вісім етапів [4]:

Етап 1. Ідентифікація ділянки. Встановлення меж ділянки, на якій оцінюють безпеку дорожнього руху.

Етап 2. Оцінювання якісного стану засобів пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху.

Етап 3. Встановлення факту наявності необхідних засобів пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху.

Етап 4. Призначення балів технічним засобам за 30-ти бальною шкалою, яка була встановлена в дослідженні [4] методом статистичної обробки та визначення вагових коефіцієнтів (табл. 1).

Таблиця 1 – Шкала умовних балів для технічних засобів  
Table 1 – Scale of conventional points for technical elements

№ п/п	Технічний засіб	Присвоєний умовний бал, $w_i$
1	2	3
1	Знаки дорожні	30
2	Розмітка дорожня	30
3	Світлофор <sup>1</sup>	7
4	Напрявні стовпчики	2
5	Огородження дорожнє	17
6	Засіб примусового зниження швидкості <sup>1</sup>	4
7	Протизасліплювальні екрани <sup>2</sup>	4
8	Шумові смуги	4
9	Інші засоби <sup>3</sup>	2

**Примітка 1.** Технічні засоби призначаються тільки у межах населених пунктів.  
**Примітка 2.** Призначаються на автодорогах Іа, Іб категорії при умові наявності бар'єрного або парапетного огороження на розділювальній смузі.  
**Примітка 3.** Заходи, що призначаються вкрай рідко (обрізка дерев, очищення покриття від бруду, ліквідація неорганізованих «диких» з'їздів тощо).

Етап 5. Експертне оцінювання засобів пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху за методом понижуючих коефіцієнтів. Пропонується наступний набір критеріїв оцінювання (табл. 2).

Таблиця 2 – Визначення значення понижуючого коефіцієнту  
Table 2 – Determination of the value of the lowering coefficient

№ п/п	Технічний засіб	Шифр коефіцієнту	Критерій	
			Опис критерію	Значення
1	2	3	4	5
1	Знаки дорожні	$K_1$	відсутній	0,25
			не достатньо видний у світлий час доби	0,75
			відповідає всім параметрам або не передбачено Проектом організації дорожнього руху (ПОДР)	1,00
2	Розмітка дорожня	$K_2$	відсутня	0,25
			не достатньо видна у світлий час доби	0,75
			відповідає всім параметрам або не передбачена ПОДР	1,00
3	Світлофор	$K_3$	передбачений ПОДР, але відсутній або не працює	0
			передбачений ПОДР та працює або не передбачено ПОДР	1,00
4	Напрявні стовпчики	$K_4$	відсутні	0
			небезпечні	0,25
			мало небезпечні	0,75
			відповідає всім параметрам або не передбачена ПОДР	1,00

Продовження табл.2  
Continuation of table 2

5	Огородження дорожнє	$K_5$	відсутнє	0
			небезпечне	0,25
			мало небезпечне	0,75
			безпечне або не передбачено ПОДР	1,00
6	Засіб примусового зниження швидкості	$K_6$	відсутні	0
			не відповідають параметрам	0,50
			мало небезпечні або не передбачено ПОДР	1,00
7	Проти-засліплювальні екрани	$K_7$	відсутні	0
			не відповідають параметрам	0,50
			мало небезпечні або не передбачено ПОДР	1,00
8	Шумові смуги	$K_8$	передбачені ПОДР, але відсутні	0,25
			передбачені ПОДР, але не відповідають вимогам	0,50
			передбачені ПОДР, відповідають вимогам або не передбачено ПОДР	1,00
9	Інші засоби, наприклад, деформативність стояків дорожніх знаків	$K_9$	небезпечно	0,25
			мало небезпечно	0,75
			безпечно	1,00

Етап 6. Розрахунок підсумкової кількості балів:

$$R = 100 - \sum_{i=1}^{i=9} (w_i \times K_i); w_i \in [1; 30]; K_i \in [0; 1], \quad (1)$$

де  $w_i$  – присвоєний умовний бал  $i$ -тому технічному засобу відповідно до таблиці 1;

$K_i$  – понижуючий коефіцієнт, визначений для  $i$ -того технічного засобу відповідно до таблиці 2.

Етап 7. Встановлення рівня безпеки дорожнього руху (табл. 3.).

Таблиця 3 – Показники рівня безпеки ділянок автомобільних доріг

Table 3 – Indicators of the safety level of highway sections

Кількість балів	Критерій оцінювання	Рівень безпеки руху
1	2	3
0–25	Засоби пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху встановлено згідно дислокації, відповідають нормативним вимогам, матеріали з безпечним рівнем деформативності	Безпечний
25–50	Засоби пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху у наявності, деякі потребують оновлення	Малонебезпечний

Продовження табл.3  
Continuation of table 3

50–75	Засоби пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху частково відсутні, існуючі потребують оновлення або заміни	Небезпечний
75–100	Практично повна (або повна) відсутність засобів пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху. Існуючі недостатньо видимі або чимось загороджені. Засоби пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху з небезпечним рівнем деформативності	Дуже небезпечний
<b>Примітка.</b> У таблиці сформульовано основні (типові) критерії, проте вони можуть змінюватися та компонуватися		

Етап 8. Оформлення результатів розрахунку. Прийняття управлінських рішень щодо забезпечення безпеки дорожнього руху.

Алгоритм оцінювання рівня безпеки дорожнього руху наведений на рисунку 1.



Рисунок 1 – Алгоритм оцінювання рівня безпеки дорожнього руху

Figure 1 – Algorithm for evaluating the level of road safety

Використання методики має свої особливості відповідно до вихідної інформації. Таким чином, запропоновано шляхи застосування алгоритму з урахуванням наступних ситуацій (табл. 4) [4]:

Таблиця 4 – Ситуаційний підхід до використання методики  
Table 4 – Situational approach to the use of the technique

Ситуація	Опис умов на оцінюваній ділянці щодо наявності засобів пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху		Порядок застосування алгоритму
	Відповідно до проекту з організації дорожнього руху	Фактична наявність	
1	2	3	4
<i>Ситуація 1</i>	Наявні	Відсутні	підрховуємо за ПОДР всі передбачені ЗППЗ ДР та віднімаємо від 100; проводимо розрахунок інтенсивності руху; проводимо розрахунок за підсумковою формулою підставляючи отримані дані. Отриманий результат заносимо до таблиці
<i>Ситуація 2</i>	Наявні	Частково	підрховуємо відсутні ЗППЗ ДР балами; проводимо розрахунок інтенсивності руху; оцінюємо наявні ЗППЗ ДР за понижуючими коефіцієнтами; проводимо розрахунок за підсумковою формулою підставляючи отримані дані. Отриманий результат заносимо до таблиці
<i>Ситуація 3</i>	Наявні	Наявні	ділянка автодороги вважається безпечною з точки зору дорожнього фактору, дослідження можна не проводити
<i>Ситуація 4</i>	Наявні	Наявні, але виявлено відхилення від норми	проводимо розрахунок інтенсивності руху; оцінюємо наявні ЗППЗ ДР за понижуючими коефіцієнтами; проводимо розрахунок за підсумковою формулою підставляючи отримані дані, де ЗППЗ ДР приймаємо за 100. Отриманий результат заносимо до таблиці

Результати експертної оцінки рівня безпеки дорожнього руху за розробленою методикою пропонується візуалізувати за «метеликовим» або «пелюстковим» підходом [5], який відображає зв'язок між джерелами ризику та наслідками роботи засобів пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху. Зразок реалізації такого підходу наведено на рис. 2.

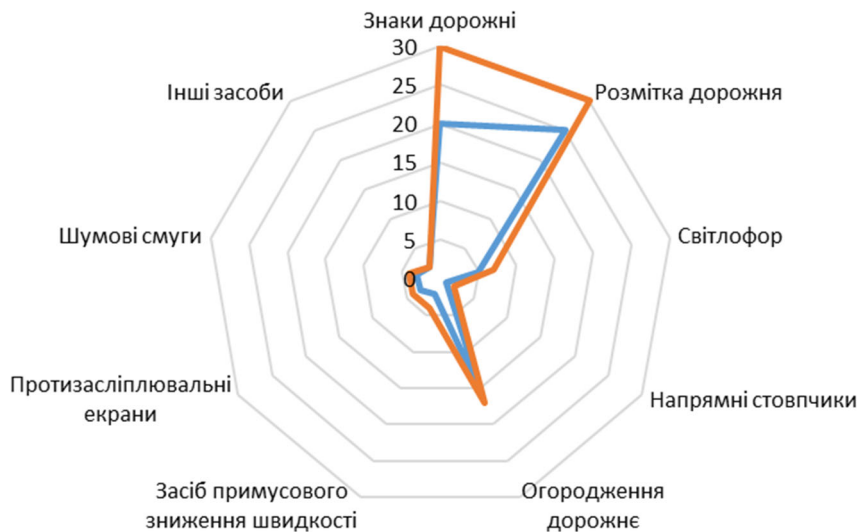


Рисунок 2 – «Пелюстковий» аналіз результатів експертної оцінки рівня безпеки дорожнього руху

Figure 2 – "Petal" analysis of the results of the expert assessment of the road safety level

За результатами оцінювання можна робити висновок про відповідність або невідповідність нормативу того чи іншого засобу пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху.

### Висновок

Розроблена методика експертної оцінки рівня безпеки дорожнього руху дозволяє значно підвищити якість процесу оцінювання рівня безпеки руху ділянки автомобільної дороги за рахунок врахування обґрунтованих факторів впливу та відносного скорочення часу на проведення експертизи. Методика технічно поєднує статистичні та проактивні моделі оцінювання рівня безпеки дорожнього руху. Запропоновано за результатами експертної оцінки рівня безпеки дорожнього руху за розробленою методикою здійснювати подальший аналіз за «метеликовим» або «пелюстковим» підходом. Подальші дослідження в цьому напрямку стосуватимуться можливостей використання розробленої методики як інструменту формування програми з безпеки дорожнього руху.

### Перелік посилань

1. Syeed Adnan Raheel Shah, Naveed Ahmad, Yongjun Shen, Ali Pirdavani, Muhammad Aamir Basheer and Tom Brijs. Road Safety Risk Assessment: An Analysis of Transport Policy and Management for Low-, Middle-and High-Income Asian Countries. Sustainability 2018, 10, 389; doi:10.3390/su10020389
2. European Transport Safety Council (ETSC). Transport Safety Performance Indicators; European Transport Safety Council: Brussels, Belgium, 2001.
3. Network Wide Road Safety Assessment Methodology and Implementation Handbook. National Technical University of Athens, University of Zagreb, FRED Engineering s.r.l. January – 2023, 95 p.
4. Осипов В.О., Мельниченко О.І. Удосконалення методу оцінки безпеки дорожнього руху на окремих ділянках автомобільних доріг: монографія. – К.: НТУ, 2019. – 172 с.
5. Aneziris, O.; Papazoglou, I. Bowites for occupational risk management. In Total Safety and the Productivity Challenge, 1st ed.; Leva, M.C., Kontogiannis, T., Gerbec, M., Aneziris, O., Eds.; Routledge: London, UK, 2019; pp. 69–84.

## IMPROVING THE METHODOLOGY OF EXPERT SAFETY LEVEL ASSESSMENT OF ROAD TRAFFIC

**Melnichenko Oleksand I.**, Honored Worker of Education of Ukraine, Candidate of Science in Engineering, Professor, National Transport University, the Head of the Department Manufacturing, Repair and Materials Engineering, e-mail: [melnichenko@ntu.edu.ua](mailto:melnichenko@ntu.edu.ua), tel. +38(050)6562446, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka str. 1, <https://orcid.org/0000-0001-9694-9824>

**Abstract.** The article is devoted to the improvement of the method of expert safety level assessment of road traffic. A general analysis of road safety assessment methods and techniques was performed. Proposed ways to improve the methodology of expert assessment of the level of road safety based on the use of a combination of statistical and proactive models.

The object of research in the article is the process of assessing the level of road traffic safety in a specific area at a certain time.

The purpose of the study is to improve the methodology of expert assessment of the level of road safety based on the analysis of foreign and domestic experience.

The article provides a general analysis of road safety assessment methods and techniques. It has been established that the indicators of most of the developed methods and techniques for assessing the level of security are based on one of two methodological approaches - the use of statistical and reactive methods and models or proactive and prognostic methods and models. However, it was determined that the analyzed methods and techniques mostly do not establish the influence of external conditions, in particular, variable road factors when assessing the level of road safety. The author's approach is proposed - a method of expert evaluation of road traffic safety, which is based on the use of a combination of statistical and proactive models and takes into account the importance and priority of one or another means of passive anti-accident protection of road traffic. An algorithm for evaluating road traffic safety according to the developed methodology is proposed. The developed method of expert assessment of the level of road safety allows you to make informed management decisions regarding projects and programs on road safety due to the consideration of justified factors of influence and a relative reduction in the time for conducting an examination. It is proposed to combine the use of the developed methodology with the analysis of the established level of road traffic safety using the "bow-tie" or "petal" approach.

**Key words:** traffic safety, expert assessment methodology, road accident, passive traffic accident prevention measures

### References

1. Syed Adnan Raheel Shah, Naveed Ahmad, Yongjun Shen, Ali Pirdavani, Muhammad Aamir Basheer and Tom Brijs. Road Safety Risk Assessment: An Analysis of Transport Policy and Management for Low-, Middle-and High-Income Asian Countries. *Sustainability* 2018, 10, 389; doi:10.3390/su10020389
2. European Transport Safety Council (ETSC). Transport Safety Performance Indicators; European Transport Safety Council: Brussels, Belgium, 2001.
3. Network Wide Road Safety Assessment Methodology and Implementation Handbook. National Technical University of Athens, University of Zagreb, FRED Engineering s.r.l. January – 2023, 95 p.
4. Osypov V.O., Melnychenko O.I. Udoskonalennia metodu otsinky bezpeky dorozhnoho rukhu na okremykh diliankakh avtomobilnykh dorih: monohrafiia. – K.: NTU, 2019. – 172 s. [in Ukrainian].
5. Aneziris, O.; Papazoglou, I. Bowites for occupational risk management. In *Total Safety and the Productivity Challenge*, 1st ed.; Leva, M.C., Kontogiannis, T., Gerbec, M., Aneziris, O., Eds.; Routledge: London, UK, 2019; pp. 69–84.