

спільні зусилля можна досягти збалансованого та сталого розвитку транспортної системи, яка задовольняє потреби сучасного суспільства.

Література:

1. Smith, J., & Johnson, A. (2020). Impact of Autonomous Vehicles on the Future of Passenger Transportation. *Journal of Transportation Innovation*, 15(2), 45-62.
2. Chen, H., & Wang, L. (2019). The Role of Mobile Applications in Enhancing the Passenger Experience in Innovative Transport Systems. *Transportation Technology Review*, 25(3), 87-104.
3. Brown, R., & Gupta, S. (2018). Electric Vehicles and Sustainable Passenger Transportation: A Comprehensive Review. *Sustainable Transportation Journal*, 12(4), 231-240.
4. Lee, S., & Patel, A. (2021). Integration of Artificial Intelligence in Traffic Management for Improved Passenger Flow. *International Journal of Intelligent Transportation Systems*, 18(1), 34-50.
5. Sharma, R. K., & Wang, Q. (2017). Environmental Sustainability in Passenger Transportation: A Case Study of Green Initiatives in Urban Mobility. *Journal of Sustainable Transportation*, 9(2), 121-138.
6. Zhang, Y., & Chen, W. (2016). Innovative Approaches to Safety and Security in Passenger Transport: A Case Study of Advanced Driver Assistance Systems. *Transportation Safety Journal*, 140(7), 071012.
7. Ключев С.О. Аналіз інтелектуальних транспортних систем / С.О. Ключев, А.С. Сігонін // Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи: збірник наукових праць конференції, 20 червня 2023 р. / відп. ред. Н.Б. Чернецька-Білецька. – Київ: СНУ ім. В. Даля, 2023. С. 81-84.
8. Ключев С.О. Дослідження трансформації транспортної логістики в Україні в умовах індустрії 4.0 / С.О. Ключев, Б.В. Юров // Вісник СНУ ім. В. Даля. – Северодонецьк: СНУ ім. В. Даля. – 2021. – Вип. № 4 (268). – С. 66–71.
9. Ключев С.О. Аналіз інноваційних видів транспорту / С.О. Ключев, Смола І.М. // Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи: збірник наукових праць конференції, 20 червня 2023 р. / відп. ред. Н.Б. Чернецька-Білецька. – Київ: СНУ ім. В. Даля, 2023. С. 84-88.

Kliuiev S.O., Smola I.M. Innovative development of passenger transport by road transport. The article considers current and advanced aspects of improving passenger transportation systems using innovative technologies in the field of road transport. The influence of the latest technologies, such as electric and autonomous vehicles, mobile applications and traffic management systems, on the development and convenience of passenger transportation has been studied. The issues of environmental friendliness, safety and efficiency of new initiatives in the field of road transport were considered. Special attention is paid to the interaction of innovations with the needs and expectations of users, as well as the impact on the sustainability and future development of the transport system. The results of the research can serve as a basis for the development of strategies and policies in the field of passenger transport by road, aimed at improving the quality of service, reducing the impact on the environment and meeting the growing needs of modern passengers.

Keywords: innovations, Internet of things, passenger transportation, transport system, infrastructure, electric cars, air pollution.

Ключев Сергей Александрович

к.т.н., доцент кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ, e-mail: kliuiev@snu.edu.ua.

Смола Ілля Миколайович

здобувач вищої освіти, гр. ОПАТ-21д, кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Київ.

УДК 625.7-049.5:656.13

Кондель В.

м. Полтава

АНАЛІЗ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ДОРОГИ ПІД ЧАС РУХУ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Проведено аналіз стану безпеки руху та аварійності на наземному транспорті в Україні. Виявлено, що за останній час суттєво збільшилася кількість дорожньо-транспортних пригод, число загиблих і травмованих осіб через несприятливі дорожні умови. Досліджено вплив величини коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою ϕ на безпеку руху автомобільним транспортом і запропоновано заходи щодо його збереження на нормативному рівні. Охарактеризовано показники рівня безпеки дороги (відносна аварійність, коефіцієнт безпеки, коефіцієнт аварійності) та методику оцінки рівнів безпеки руху, використання яких дозволяє знайти шляхи щодо зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод та негативних наслідків від них.

Ключові слова: безпека руху, ДТП, коефіцієнт зчеплення ϕ , показники безпечності дороги, методика оцінки рівнів безпеки.

Державна служба України з безпеки на транспорті провела детальний аналіз стану безпеки руху та аварійності на наземному транспорті в Україні за 9 місяців 2023 року, який показав, що незважаючи на вжиття з боку Укртрансбезпеки системних заходів для забезпечення належного рівня безпеки та проведення відповідних робіт щодо попередження виникнення дорожньо-транспортних пригод, стан справ з аварійністю продовжує залишатися складним. Так за статистичними даними протягом 9 місяців 2023 року на автошляхах України сталося 1469 дорожньо-транспортних пригод (далі – ДТП) за участю ліцензованого автомобільного транспорту, який надає послуги з перевезення пасажирів, небезпечних вантажів та небезпечних відходів, міжнародних перевезень пасажирів та вантажів, в яких 132 особи загинули та 633 особи отримали травми, що суттєво перевищує показники 9 місяців 2022 року: на 31,3% – за кількістю ДТП, на 50% – числом загиблих і 22,2% – травмованих осіб [1, с. 1-2]. Інші показники ДТП (види, причини настання, час доби, маршрути руху автомобільного транспорту тощо) подано на рис. 1 [4].

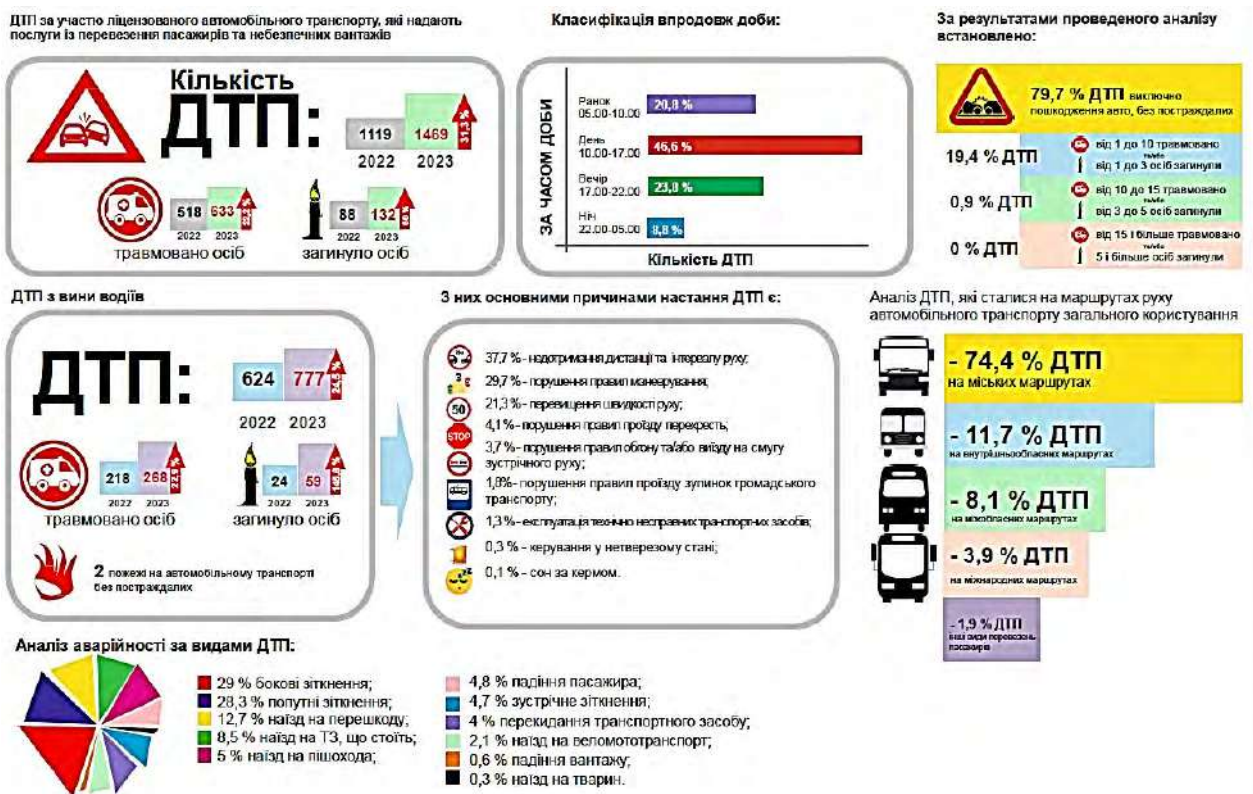


Рисунок 1 – Стан аварійності на автомобільному транспорті за 9 місяців 2023 року

Аналізуючи динаміку загиблих і травмованих у ДТП в Україні, науковці виявили, що кількість загиблих на 100 ДТП на автомобільних дорогах загального користування майже вдвічі перевищує аналогічні показники в цілому по Україні (рис. 2) [2, с. 90], а рівень загибелі на одне ДТП суттєво перевищує показники передових країн світу (наприклад, Німеччини у 10 разів). Саме тому багато сучасних досліджень присвячено аналізу рівня безпеки дороги під час руху автомобільним транспортом, виявленню найнебезпечніших аварійних ситуацій на дорозі, а також розробці та впровадженню заходів, спрямованих на запобігання і зменшення небезпек для людей, транспортних засобів та довкілля [5, с. 6].

Офіційна статистика свідчить, що дорожні умови в Україні є причиною 8...12% всіх ДТП, але дослідження науковців показали, що несприятливі дорожні чинники можуть бути причиною ДТП у 30...40%. Це означає, що головними умовами забезпечення безаварійної роботи автомобільного транспорту є відповідність проєктів технічного стану доріг, рівень та якість їх ремонту, утримання та облаштування доріг сучасними елементами і засобами, що регламентовано рядом нормативних документів, зокрема, відповідних державних будівельних норм.

Аналізуючи основні причини ДТП, викликані незадовільними дорожніми умовами, отримаємо приблизний щорічний розподіл чинників, пов'язаних з дорожніми факторами, а саме: підвищена ковзкість покриття – 64,7%; нерівність покриття – 9,5%; погане утримання дороги в зимовий період – 7,2%; недостатнє освітлення проїжджої частини – 5,6%; незадовільний стан обочин – 5,2%; відсутність тротуарів і доріжок – 3,3%; інші причини – 4,5%. Ці дані свідчать про те, що майже 2/3 усіх ДТП, викликаних незадовільними дорожніми

умовами, відбувається при підвищеній ковзкості покриття, головним показником якого є коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою φ . Цей коефіцієнт для різних дорожніх покриттів та умов їх роботи може мати такі значення для

- цементобетону (сухого – 0,7...0,9; вологого – 0,36...0,6);
- асфальтобетону (сухого – 0,8; вологого – 0,47...0,66; влітку при температурі 40°C – 1,0...1,1);
- гравійного покриття (сухого – 0,6...0,7; вологого – 0,3...0,4);
- ґрунтової дороги (сухої – 0,5...0,6; зволоженої – 0,2...0,4);
- піску (сухого – 0,2...0,3; зволоженого – 0,4...0,5);
- снігу (посипаного піском – 0,3...0,38; збитого – 0,3...0,5, розпушеного – 0,2...0,4);
- гладкого льоду (при температурі нижче 0°C – 0,06...0,1).

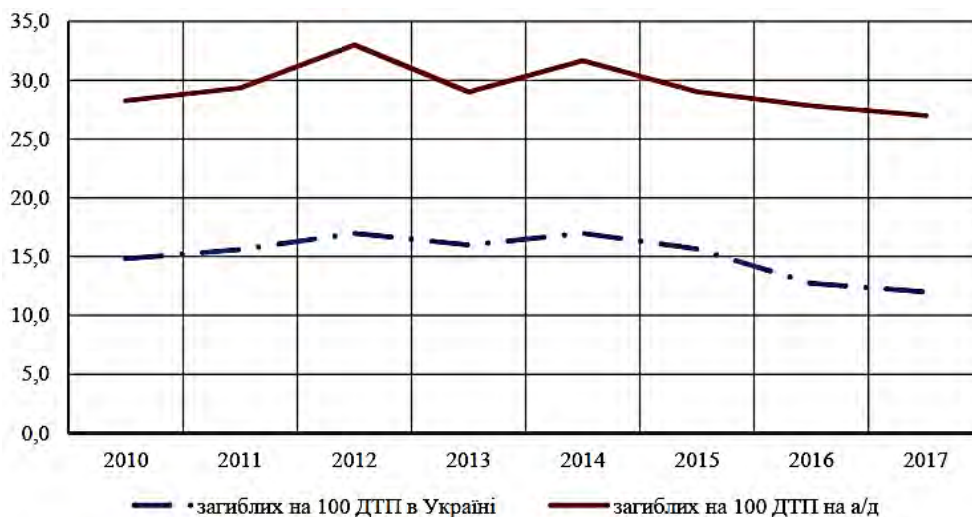


Рисунок 2 – Кількість загиблих на 100 ДТП

Оскільки величина коефіцієнта зчеплення φ суттєво впливає на безпеку руху автомобільним транспортом, будівельні норми містять мінімальні значення цього коефіцієнта, які повинні забезпечити дорожньо-експлуатаційна служба за будь-яких метеорологічних умов. Величина коефіцієнта φ має бути не менше 0,4 для вологого стану дороги на будь-якому покритті.

В процесі експлуатації погіршуються властивості автомобільної дороги як інженерної споруди через стирання кам'яних матеріалів під дією шин, дії атмосферних опадів, забруднення покриття, внаслідок чого суттєво зменшується шорсткість покриття, зростає гальмівний шлях автомобіля та ймовірність виникнення ДТП. Для забезпечення безпеки дорожнього руху необхідно постійно вживати заходи, які зберігатимуть коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою φ на достатньому рівні, а саме: підігрів покриття, застосування дренажних покриттів, збільшення розмірів гравію для поверхневої обробки, використання сучасних фрикційних матеріалів та спеціальних рисунків протектора, встановлення антиблокуючих пристроїв у гальмівних системах автомобільного транспорту [3].

Оцінюючи рівень безпеки дороги, можна використати такі показники: відносну аварійність, коефіцієнт безпеки, коефіцієнт аварійності тощо.

Відносна аварійність – це показник, що характеризує рівень аварійності на дорозі і дозволяє оцінити ступінь небезпеки окремих її ділянок. Цей показник визначається з урахуванням кількості ДТП на ділянці дороги за розрахунковий період (наприклад, 1 рік), інтенсивності руху та сумарного пробігу автомобілів в обох напрямках, довжини ділянки дороги.

Коефіцієнт безпеки визначається як відношення швидкості, яка забезпечується тією чи іншою ділянкою дороги, виходячи з безпеки руху, до найбільш можливої максимальної швидкості в'їзду на неї з попередньої ділянки. Ділянка дороги вважається безпечною, якщо коефіцієнт безпеки складає 0,8...1,0; малобезпечною – 0,7...0,8; небезпечною – 0,6...0,7; дуже небезпечною – менше 0,6.

Для виявлення небезпечних ділянок доріг з різними комбінаціями умов руху використовують коефіцієнт аварійності, який визначається як відношення кількості ДТП на 1 млн км сумарного пробігу транспортних засобів на якій-небудь ділянці дороги до кількості ДТП на еталонній, тобто, горизонтальній прямолінійній ділянці з рівним шорстким покриттям шириною 7,5 м і закріпленими обочинами шириною 2,5...3 м на відкритій місцевості. Взагалі, цей коефіцієнт розраховують як добуток окремих коефіцієнтів аварійності з урахуванням інтенсивності руху автомобільного транспорту, кількості смуг руху, ширини проїжджої частини та обочини, відстані видимості в плані, поздовжнього нахилу дороги, радіусу кривизни у плані, коефіцієнтів

зчеплення φ тощо. Усі ці окремі коефіцієнти встановлюються на основі аналізу статистики ДТП. Якщо загальний коефіцієнт аварійності складає не більше 10, ділянка дороги вважається задовільною за вимогами безпеки руху, якщо 10...20 – слід заборонити обгін з виїздом на зустрічну смугу. Якщо коефіцієнти аварійності знаходяться у межах 20...40, необхідно не тільки заборонити обгін, але й встановити відповідні знаки щодо обмеження швидкості руху автотранспортних засобів. Ділянки доріг, для яких коефіцієнт аварійності перевищує 40, є дуже небезпечними і підлягають реконструкції [3].

Для детального аналізу рівня безпеки можна використати «Методику оцінки рівнів безпеки руху на автомобільних дорогах України» (М 218-033450778-652:2008), як це зробили дослідники рейтингу мережі доріг державного значення за даними аварійності 2017 року [2]. За цією методикою рівень безпеки руху характеризується відносними показниками аварійності та/або тяжкості наслідків від ДТП по відношенню до умовно прийнятого безпечного рівня, «еталонного» показника, визначеного для конкретного періоду часу і простору, який в даній ситуації максимально захищає людину від ризиків потрапити у ДТП. Автори оцінили ступінь небезпеки 10 автомобільних доріг державного значення за середньозваженим показником рівня аварійності та тяжкості наслідків ДТП, використовуючи наступні дані: середня кількість ДТП на 1 км, середня кількість ДТП з постраждалими на 1 км, кількість загиблих на 100 ДТП. Дослідження показали, що дуже небезпечними автомобільними дорогами державного значення є Р-70 Одеса–Білгород–Дністровський–Монаші і М-27 Одеса–Іллічівськ, а інші вісім – М-10 Львів–Краковець, М-05 Київ–Одеса, Р-05 Городище–Рівне–Старокостянтинів, Р-06 Ульяновка–Миколаїв, Р-01 Київ–Обухів, М-11 Львів–Шегині, Р-02 Київ–Іванків, Н-02 Львів–Тернопіль – мають небезпечний рівень. Науковці дійшли висновку, що встановлення рейтингу автомобільних доріг за показниками рівня аварійності та тяжкості наслідків ДТП і покращення дорожніх умов, насамперед, на дорогах з найвищим рівнем аварійності – це найефективніший шлях до поставленої мети щодо зниження кількості ДТП та загиблих на автомобільних дорогах загального користування. Крім того, оцінюючи мережу доріг слід аналізувати всі коефіцієнти окремо, оскільки на автомобільних дорогах з низьким рівнем аварійності може бути висока тяжкість наслідків від ДТП, тому розробка заходів з підвищення безпеки руху у кожному конкретному випадку повинна мати свою направленість, що суттєво зменшить кількість ДТП та їх негативні наслідки [2, с. 91–96].

Висновок. Таким чином, аналізуючи дані Державної служби України з безпеки на транспорті, можна стверджувати, що останнім часом суттєво збільшилася кількість ДТП, число загиблих і травмованих осіб через несприятливі дорожні умови. Оскільки причиною переважної кількості таких ДТП є підвищена ковзкість покриття, слід постійно вживати заходів щодо забезпечення нормативного значення коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою φ .

Для оцінки рівня безпеки дороги слід використовувати відповідні показники (відносна аварійність, коефіцієнт безпеки, коефіцієнт аварійності тощо), а також запропоновану методику оцінки рівнів безпеки руху, що дозволить знайти шляхи для зменшення кількості ДТП і негативних наслідків від них.

Література:

1. Аналіз стану безпеки руху та аварійності на наземному транспорті в Україні за 9 місяців 2023 року. URL: https://old.dsbt.gov.ua/sites/default/files/imce/Bezpeka_DTP/2023/analiz_avariynosti_9_misyaciv_2023.pdf.
2. Бондар Т.В., Нагребельна Л.П., Кононенко А.О., Беленчук О.В., Ольхова М.Ю., Петрашенко О.П. Рейтинг мережі доріг державного значення за даними аварійності 2017 року. *Дороги і мости*. Київ, 2017. Вип. 17. С. 89-96. URL: http://dorogimosti.org.ua/files/upload/ilovepdf_com-89-96.pdf.
3. Дорожні умови та їх вплив на керування автомобіля. URL: <https://lincey58.zp.ua/lesson/tema-dorozhni-umovi-ta-%D1%97x-vpliv-na-kerovanist-avtomobilya>.
4. Стан аварійності на автомобільному транспорті загального користування за 9 місяців 2023 року. URL: https://old.dsbt.gov.ua/sites/default/files/imce/Bezpeka_DTP/2023/avariynist_9_misyaciv_2023.pdf.
5. Ткаченко І. О. Ризики у транспортних процесах : навч. посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 114 с. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/154806543.pdf>.

Kondel V. Analysis of the road safety level while driving motor vehicle transport. The analysis of the state of traffic safety and accidents on land transport in Ukraine was carried out. It was revealed that recently the number of traffic accidents, the number of dead and injured persons due to adverse road conditions has increased significantly. The influence of the coefficient of adhesion of the wheels to the road on the safety of road traffic was studied and measures were proposed to maintain it at the regulatory level. The road safety level indicators (relative accident rate, safety factor, accident rate) and the methodology for assessing traffic safety levels are characterized, the use of which allows finding ways to reduce the number of road accidents and their negative consequences.

Keywords: traffic safety, traffic accidents, coefficient of adhesion φ , road safety indicators, method of assessing safety levels.

Кондель Володимир Миколайович

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри професійної освіти, дизайну та безпеки життєдіяльності Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка, м. Полтава; e-mail: vkondel@i.ua