

УДК 656.13

## ЗМІНА БЕЗПЕЧНОЇ ШВИДКОСТІ РУХУ У ТЕМНУ ПОРУ ДОБИ ЗАЛЕЖНО ВІД ТРИВАЛОСТІ ЗАСЛІПЛЕННЯ ВОДІЇВ

Бойків М.В.

### CHANGE IN SAFE SPEED IN THE NIGHT-TIME, BASED ON LENGTH OF BLINDNESS DRIVERS

Boykiv M.

*В статті розглядається результати дослідження зміни швидкості руху на неосвітлених ділянках доріг у темну пору доби. Оскільки зміна швидкостей у транспортному потоці окремих автомобілів призводить до нерівномірності всього транспортного потоку. Встановлено, що тривалість адаптації зору водія після засліплення залежить від його функціонального стану. Визначено зміну швидкості руху та сповільнення автомобіля залежно від тривалості засліплення водія, яка вказує що процес адаптації після засліплення може коливатись у значних межах. На основі результатів досліджень існує зв'язок між функціональним станом водія та безпечним режимом руху.*

**Ключові слова:** швидкість руху, засліплення водія, функціональний стан, темна пора доби.

**Вступ.** Незважаючи на значне зниження інтенсивності руху, вночі небезпека руху зростає. Водій у процесі сприйняття величезного потоку інформації, зобов'язаний не лише виявити її, але і опрацювати, ухвалити відповідне рішення і на підставі нього провести дії. У всіх сферах людської діяльності до 50 % травм люди отримують через недостатню або несвоєчасну отриману зорову інформацію. Багаторічним досвідом встановлено, що кількість ДТП залежать від рівня освітленості проїзної частини дороги [1]. Водіям необхідно пам'ятати, що у темну пору доби при недостатній освітленості доріг порушуються основні функції органів зору, тому водію важливо правильно вибрати швидкість руху.

Велика кількість, як вітчизняних, так і закордонних досліджень стосуються впливу рівня освітлення на безпеку руху транспортних засобів та пішоходів у темний період доби. Як свідчить статистика при належному рівні освітлення загальна кількість дорожньо-транспортних подій може бути зменшена приблизно на 30% [2].

**Постановка проблеми.** Постійне зростання динамічних характеристик транспортних засобів призводить до збільшення швидкісних режимів руху

на вулично-дорожній мережі. В таких умовах питання безпеки руху та правильності прийняття рішення водієм набувають важливого значення, особливо під час руху в темну пору доби. Статистика нещасних випадків вказує на те, щоб більше уваги приділяти дослідженню водіїв у темну пору доби, для кращого прогнозування їх поведінки в умовах недостатньої освітленості [3]. Процес адаптації, тобто відновлення зорових функцій після засліплення, може коливатися в значних межах і досягати кількох секунд. За цей час автомобіль навіть за малої швидкості проїжджає досить значну відстань.

Надійність професійної діяльності водія в значній мірі визначається інтегральним вираженням його психофізіологічних функцій. Вивчення таких функцій має важливе значення для прогнозування безпомилкових дій водія. Подальший комплексний підхід до оцінки надійності роботи водіїв повинен сприяти зниженню аварійності на дорогах [4].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** На основі результатів досліджень режимів руху транспорту в періоди вечірніх і ранкових сутінок з використанням закону Вебера-Фехнера [5] висунута гіпотеза про те, що на основі цього закону існує наявність зворотного зв'язку між горизонтальною освітленістю в періоди сутінок та режимом руху і його безпекою [6].

Освітлення вулиць та доріг здійснює значний вплив на безпеку руху. У роботі [7] досліджено, що дорожнє освітлення сприяє зниженню кількості аварій та їх важкості. Статистичний аналіз [8] показав, що кількість нічних аварій корелює з інтенсивністю транспортного потоку і неякісним освітленням.

При обмежених відстанях видимості дотримання безпечної швидкості руху помітно позначається на функціональному стані (ФС) водія. У раніше проведених дослідженнях [9] вказується, що вибір швидкісного режиму значною мірою впливає на безпеку руху. Водій повинен сприймати та аналізувати

вати великий обсяг інформації про характер і режим всіх учасників дорожнього руху, стан проїзної частини, оточуючого середовища, засоби регулювання, стан вузлів і агрегатів транспортного засобу, та забезпечити безпечний рух на дорозі. Ці обов'язкові функції водія забезпечуються комплексом психофізіологічних чинників [10].

**Мета статті** Дослідити зміни безпечної швидкості руху у темну пору доби залежно від тривалості засліплення водія.

**Результати досліджень.** Засліплення є явищем, яке негативно впливає на функціональний стан (ФС) водія у простих та складних ситуаціях та призводить до збільшення часу його реакції.

Складність визначення видимості дорожніх об'єктів пояснюється тим, що при визначенні такого поняття як видимість, необхідно враховувати і пов'язувати між собою параметри, які характеризують: об'єкт розрізнення (кутовий розмір, коефіцієнт відбиття світла), світлотехнічні параметри світлового приладу (силу світла, кути розсіювання), рівень зорового сприйняття водія.

Збільшення швидкості руху автомобіля призводить до скорочення видимості дороги в темну пору доби. Вона є однією з найважливіших показників безпеки руху, що визначає режими руху автомобіля у нічний час. Проведено дослідження зміни швидкості руху у темну пору доби, за умов засліплення водія світлом фар зустрічних автомобілів.

На час проведення дослідження покриття було сухим. В процесі дослідження проводилась реєстрація зміни швидкості руху автомобіля та тривалості засліплення. Тривалість засліплення була в межах від 1 до 4 с, а сам факт засліплення був випадковим і здійснювався за швидкості руху транспортного потоку від 20 до 110 км/год. Графічний характер зміни швидкості руху водієм у транспортному потоці під час засліплення наведено на рис. 1.

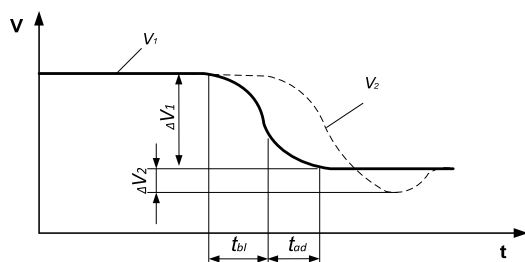


Рис. 1. Характер зміни швидкості руху під час засліплення водія:

$V_1$  – швидкість автомобіля 1;  $V_2$  – швидкість автомобіля 2;  $t_{ad}$  – тривалість адаптації водія;  $t_{bl}$  – тривалість засліплення водія;  $\Delta V_1$  – зміна швидкості транспортного потоку;  $\Delta V_2$  – різниця зміни швидкостей автомобілів у потоці

Експериментальні дані показують, що зі зменшенням освітленості не тільки знижується дальність бачення, але водночас збільшується час адаптації зору. Це пов'язано з психофізіологічними особливостями зору водія.

Дослідження показують, що постійно діючими чинниками у темну пору доби, які здійснюють вплив на ФС водія є швидкість руху автомобіля та обмежена видимість у темний період доби. Це зумовлено відстанню світла фар, де об'єкти в освітленій зоні із збільшенням швидкості з'являються раптово.

На рис. 2 наведено залежність пониження швидкості руху від тривалості засліплення при різних швидкостях руху транспортного потоку. Максимальна зміна швидкості руху транспортного потоку становила до 25%. Згідно з проведеними дослідженнями зміни швидкісних режимів руху у транспортному потоці, для безпечного руху між автомобілями в умовах, де відсутнє освітлення проїзної частини та водій піддається засліпленню фарами зустрічних автомобілів, швидкість автомобіля якого засліплюють та який рухається за ним, повинна не перевищувати 60 км/год.

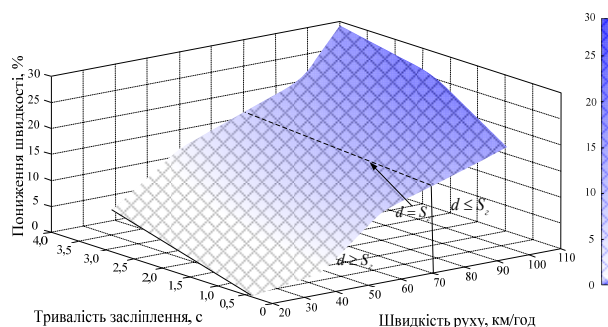


Рис. 2. Залежність зміни швидкості руху залежно від тривалості засліплення:

$d$  – дистанція безпеки, м;  $S_b$  – шлях гальмування, м

Встановлено, що транспортний потік за нетривалого засліплення водія (до 2 с) сповільнення транспортного потоку збільшується на 10%. При розрахунку безпечної швидкості руху автомобіля з урахуванням часу реакції водія дистанція безпеки повинна бути рівною або меншою відстані видимості:  $d \leq S$ . Якщо брати транспортний потік, який рухається зі швидкістю руху 60 км/год, то за тривалого засліплення (до 4 с) його дистанція безпеки із врахуванням зміни і швидкості буде рівна гальмівному шляху, подальше збільшення швидкості буде не оправданим і може призвести до конфліктної ситуації.

У реальних умовах, за швидкості руху 60 км/год та тривалості засліплення 2 с, відстань проходження автомобіля в стані засліплення складатиме 33,5 м.

Зниження швидкості руху та пройдений шлях автомобіля за відсутності видимості водієм є досить суттєвим. У зв'язку із цим зростанням динамічних характеристик транспортних засобів та недотриманням безпечної дистанції руху у темну пору доби необхідно враховувати збільшення тривалості реакції водія в умовах засліплення під час розрахунків безпечних режимів руху.

Пониження швидкості змінюється залежно від функціонального стану водіїв. Середній темп сповільнення швидкісного режиму спостерігається у межах 7-12%. У стані напруги і втоми тривалість адаптації зору водія збільшується, що вимагає від водія збільшення дистанції безпеки під час руху у транспортному потоці.

Тривалість засліплення водія за кожного розряду швидкостей по-різному позначалась на динаміці руху всього транспортного потоку. Загальні результати пониження швидкості руху наведено на рис. 3. За результатами натурних досліджень у реальних умовах руху у темну пору доби було визначено величину зміни сповільнення автомобіля залежно від тривалості засліплення.

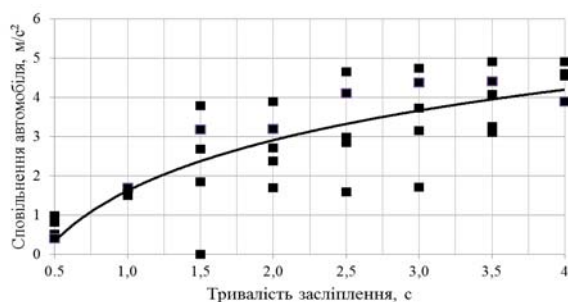


Рис. 3. Залежність сповільнення автомобіля від тривалості засліплення водія

Дана залежність описується рівнянням:

$$j = 1,86 \ln(t_{\text{zasl}}) + 0,33$$

**Висновки.** Проведені натурні дослідження зміни швидкісних режимів руху ТП у темну пору доби в умовах засліплення підтвердили потребу врахування ФС водіїв. Оскільки зниження швидкості руху викликане тривалістю засліплення є досить суттєвим, доцільно враховувати вплив ФС водія на прийняття рішень з вибору безпечних режимів руху.

Варто зазначити, що після перевищення середньої швидкості руху транспортного засобу 70 км/год, навіть незначне засліплення призводить до нерівномірності руху всього транспортного потоку. У зв'язку із зростанням динамічних характеристик транспортних засобів та складністю визначення безпечної дистанції руху у темну пору доби необхідно враховувати збільшення тривалості реакції водія в умовах засліплення під час розрахунків дистанції безпеки. Для досягнення безпечних умов руху в темний час доби, необхідно збільшувати відстань видимості шляхом освітлення вулиць та доріг або обмежувати швидкість руху

#### Література

1. Calvi A., F. Bella, Parameters for evaluation of speed differential: contribution using driving simulator, *Transp. Res. Rec.* 2023 (2007) P. 37-43.
2. Armas, J.; Laugis, J. (2007). Road Safety by Improved Road Lighting: Road Lighting Measurements and Analysis. Lahtmets, R. (Toim.). 4th International

Symposium "Topical problems of education in the field of electrical and power engineering". Doctoral school of energy and geotechnology : Kuressaare, Estonia, January 15-20, 2007. P (83 – 90).

3. Wanvik, P O, 2009, Effects of road lighting: An analysis based on Dutch accident statistics 1987– 2006, *Accident Analysis and Prevention* (41) P. 123–128
4. Garaga M.V. Analysis of psychophysiological factors of reliability of professional activity of motor transport drivers / M.V. Garaga, O.A. Panchenko, L.V. Panchenko // *European Science and Technology [Text] : materials of the IV international research and practice conference*, Vol. II, Munich, April 10th – 11th, 2013 / publishing office Vela Verlag Waldkraiburg – Munich – Germany, 2013. – P. 571-577.
5. Рейцен Є.О. Дослідження операцій в містобудівництві / Є.О. Рейцен // *Містобудування та територіальне планування. наук.-техн. збірник.* – 2008. – № 31. С. 312-316.
6. Masin, S.C.; Zudini, V.; Antonelli, M. (2009). "Early alternative derivations of Fechner's law" (PDF). *J. History of the Behavioral Sciences* 45:P. 56–65.
7. Yannis G., Kondyli A., Mitzalis N., "Effects of lighting on frequency and severity of road accidents", *Proceedings of the ICE - Transport*, Volume 166, Issue 5, March 2013. P. 271 –281.
8. Matin S. Nabavi Niaki, Nicolas Saunier, Luis F. Method for Road Lighting Audit and Safety Screening at Urban Intersections / *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board / Volume 2458 / Visibility; Work Zone Traffic Controls; Highway-Rail Grade Crossings* 2014 P. 27-36.
9. Matin S. Nabavi Niaki, Nicolas Saunier, Luis F. Method for Road Lighting Audit and Safety Screening at Urban Intersections / *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board / Volume 2458 / Visibility; Work Zone Traffic Controls; Highway-Rail Grade Crossings* 2014 P. 27-36.
10. Ковалишин В.В. Швидкісні режими руху автомобіля у гірських умовах з урахуванням психофізіологічних особливостей водія : дис. канд. техн. наук: 05.22.01/ Ковалишин Володимир Володимирович. – Л., 2013 – 167 с.

#### References

1. Calvi A., F. Bella, Parameters for evaluation of speed differential: contribution using driving simulator, *Transp. Res. Rec.* 2023 (2007) P. 37-43.
2. Armas, J.; Laugis, J. (2007). Road Safety by Improved Road Lighting: Road Lighting Measurements and Analysis. Lahtmets, R. (Toim.). 4th International Symposium "Topical problems of education in the field of electrical and power engineering". Doctoral school of energy and geotechnology : Kuressaare, Estonia, January 15-20, 2007 P. (83 - 90)
3. Wanvik, P O, 2009, Effects of road lighting: An analysis based on Dutch accident statistics 1987– 2006, *Accident Analysis and Prevention* (41) P. 123–128
4. Garaga M.V. Analysis of psychophysiological factors of reliability of professional activity of motor transport drivers / M.V. Garaga, O.A. Panchenko, L.V. Panchenko // *European*
5. Reytsen Ye.O. Doslidzhennya operatsiy v mistobudivnytstvi / Ye.O. Reytsen // *Mistobuduvannya ta terytorial'ne planu-vannya. nauk.-tekhn. zbirnyk.* – 2008. – # 31. P. 312-316.

6. Masin, S.C.; Zudini, V.; Antonelli, M. (2009). "Early alternative derivations of Fechner's law" (PDF). *J. History of the Behavioral Sciences* 45: 56–65.
7. Yannis G., Kondyli A., Mitzalis N., "Effects of lighting on frequency and severity of road accidents", *Proceedings of the ICE - Transport*, Volume 166, Issue 5, March 2013 P. 271–281.
8. Matin S. Nabavi Niaki, Nicolas Saunier, Luis F. Method for Road Lighting Audit and Safety Screening at Urban Intersections / *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board / Volume 2458 / Visibility; Work Zone Traffic Controls; Highway-Rail Grade Crossings* 2014 P. 27-36.
9. Matin S. Nabavi Niaki, Nicolas Saunier, Luis F. Method for Road Lighting Audit and Safety Screening at Urban Intersections / *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board / Volume 2458 / Visibility; Work Zone Traffic Controls; Highway-Rail Grade Crossings* 2014 P. 27-36.
10. Kovalyshyn V.V. Shvydkisni rezhymy rukhu avtomobilya u hirs'kykh umovakh z urakhuvanniam psikhofiziologichnykh osoblyvostey vodiya : dys. kand. tekhn. nauk: 05.22.01/ Kovalyshyn Volodymyr Volodymyrovych. – L., 2013 – 167 s.

**Бойків М.В. Изменение безопасной скорости движения в темное время суток в зависимости от продолжительности ослепления водителя.**

*В статье рассматриваются результаты исследования изменения скорости движения на освещенных участках дорог в темное время суток. Поскольку изменение скорости в транспортном потоке отдельных автомобилей приводит к неравномерности всего транспортного потока. Установлено, что продолжительность адаптации*

*зрения водителя после ослепления зависит от его функционального состояния. Определены изменение скорости движения и замедления автомобиля в зависимости от продолжительности ослепления водителя, которая указывает, что процесс адаптации после ослепления может колебаться в значительных пределах. На основе результатов исследований существует связь между функциональным состоянием водителя и безопасный режим движения.*

**Ключевые слова:** *скорость движения, ослепление водителя, функциональный состояние, темное время суток.*

**Boykiv M. Change in safe speed in the night-time, based on length of blindness drivers.**

*In the article the results of research on changes in the speed of the areas covered road in the night-time. Since the change in traffic flow speeds of individual vehicles leads to uneven total traffic flow. It was established that the length adaptation of the driver after blinding depends on its functional state. The changes in speed and deceleration of the vehicle depending on the length of blinding the driver, indicating that the process of adaptation after blinding can fluctuate widely. Based on research, there is a connection between the functional state of the driver and safe mode of movement.*

**Keywords:** *speed, blinding the driver, functional status, dark time of day.*

**Бойків М.В.** – асистент кафедри транспортних технологій, Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна, [bojkiv.mykola@gmail.com](mailto:bojkiv.mykola@gmail.com).

*Рецензент:* д.т.н., проф. **Соколов В.І.**

Стаття подана 21.03.2016