

О.В. Прасоленко

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ЧАС РЕАКЦІЇ ВОДІЯ У ТЕМНУ ПОРУ ДОБИ

В роботі розглянуто підхід до визначення часу реакції водія у темну пору доби. Виконані експериментальні дослідження на міських вулицях у темну пору доби, показали взаємозв'язок часу реакції водія та умов руху. В дослідженні приймали участь водії віком від 20 до 40 років. В результаті було отримано закономірності зміни часу реакції при різних умовах освітленості та коефіцієнта завантаження вулиці рухом. Під час пересування фіксувався час реакції водія за допомогою приладу Vbox при виникненні конфліктних ситуацій з транспортним потоком та пішоходами. Встановлено, що при низькому коефіцієнті завантаження водій частіше відволікається та має гірший час реакції. Оптимальним навантаженням для водія є коефіцієнт завантаження в межах від 0,35-0,55 з кращими показниками часу реакції.

Ключові слова: водій, час реакції, транспортний потік, фактор людини.

Постановка проблеми

Основною проблемою безпеки руху у темну пору для водіїв є розпізнавання елементів дорожньої обстановки. Зміни характеристик зорового сприйняття обумовлені зміною освітленості, яскравості кольорового контрасту важливих і значимих для водія подразників під час руху. Саме розпізнавання наявних перешкод за рівнем контрастності та яскравості є найбільшою проблемою для водіїв. Під час руху у темну пору доби водії схильні до засліплення, гірше розрізняють кольори, поле зору значно зменшується [1–5]. Наявність технічних засобів регулювання дорожнього руху відповідно до дорожніх умов та характерних руху пішоходів в темну пору є головними засобами, що дозволяють водієві орієнтуватись під час руху. Час реакції водія на появу небезпеки є вирішальним під час виникнення конфліктних ситуацій у темну пору. Ступінь небезпеки таких ситуацій характеризується негативними поздовжніми і поперечними прискореннями, що виникають при маневрах автомобілів чи появи пішоходів [3]. Від часу реакції водія залежить безпека руху в таких ситуація. Проте не зовсім відомо як змінюється час реакції водія в конфліктних ситуаціях з урахуванням характеристик дорожнього руху.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Відомо [6, 7], що вночі навіть в умовах вільного режиму руху (яких практично не буває вдень), швидкість більше 85% автомобілів зменшується не менш ніж на 10%; одночасно зменшується число автомобілів, що рухаються з високими швидкостями, хоча пе-

ріод використання ближнього світла фар при фактичних інтенсивностях, порівняно невеликий. Велику частину часу водії користуються фарами ближнього світла, які від 30 до 50% випадків погано відрегульовані. Крім того, брудне вітрове скло зменшує пропускання світла на 10%, а забарвлене вітрове скло – на 30% [5].

Вплив аварійності в темний час доби на види транспорту і кваліфікацію водіїв досліджувало багато вчених [1–5]. За даними досліджень аварійність вночі збільшується для водіїв-професіоналів в 2,6 рази, мотоциклістів в 2,4 рази. Деяко несподіваним є незначне зменшення індексу аварійності в темний час доби у водіїв-новичків. Мабуть, це пов'язано зі значним зменшенням швидкості (на 15–20%) руху вночі у цій категорії водіїв. За даними [3] на перетинах неосвітлених доріг вночі відбувається 24–29%, в сутінках 6–7% ДТП, на вільних ділянках доріг у темну пору доби 26%. Вночі відбуваються найбільш важкі ДТП. Ряд досліджень показує, що в темний час доби на 30–40% збільшується тяжкість наслідків ДТП. В Великобританії кількість дорожньо-транспортних пригод, що відбуваються в темний час доби, становить 43% від загального їх числа. З числа поранень, отриманих в нічний час, 43,4% закінчуються смертю. Число подій, що припадають на 1 млн. автомобілів, для днів з вісьмома світлими годинами вдвічі більше, ніж для днів з 14–16 світлими годинами. У Франції в темний час доби відбувається 52% дорожньо-транспортних пригод. Приблизно таке ж співвідношення між кількістю дорожньо-транспортних пригод та тяжкості їх наслідків в темний і світлий час доби спостерігається по іншим Західним країнам.

Формулювання мети статті

Метою дослідження є визначення впливу характеристик руху на міських вулицях у темну пору доби на час реакції водія.

Виклад основного матеріалу

Час реакції водія є важливим показником безпеки дорожнього руху. Час реакції постійно змінюється і залежить від багатьох факторів умов праці, функціонального стану водія. Умови праці викликають втому та емоційне напруження. Зміна часу реакції залежить від стану здоров'я, прийому деяких лікарських засобів, стану наркотичного і алкогольного сп'яніння і ін. Крім того вік людини, стать і стаж теж впливають на час реакції [4].

Методом більш простим і ефективним для дослідження розподілу часу реакції та закономірностей зміни є використання індивідуального автомобіля з реєструючою апаратурою. Доведено, що водії автомобілів можуть утримувати дистанцію, виконувати синхронно гальмування і утримувати гальмівне зусилля відповідно до автомобіля-лідера, який гальмує. Тому, для дослідження параметрів руху по маршруту, в роботі ми використовували прилад gaselogic «VideoVbox» [5]. Даний прилад використовує систему GPS та дозволяє в режимі реального часу синхронно з відеофіксацією виконувати запис швидкості, прискорення, координат пересування і ін. параметрів з точністю до двох знаків після коми.

Експериментальні дослідження часу реакції водіїв у темну пору доби виконували на різних категоріях міських вулиць. В дослідженні приймали участь водії віком від 20 до 40 років. Дослідження зміни освітленості при настанні сутінок виконували за допомогою приладу «Neulog light». Експеримент виконували на вулицях міста з різними характеристиками дорожнього руху. Кожна перешкода: гальмування автомобіля лідера, раптове перелаштування в транспортному потоці одразу викликають зміну швидкості і прискорення [8]. Показником наявності конфліктної ситуації саме і є зміна швидкості або траєкторії руху автомобіля, що вимагає від водія певної реакції. Ступінь небезпеки цієї ситуації характеризується негативними поздовжніми і поперечними прискореннями, що виникають при маневрах автомобілів. Конфліктні ситуації за ступенем небезпеки поділяються на три типи: легкі, середні і критичні [7].

Щільність конфліктних ситуацій можна визначати за формулою:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n K_{Si}}{LM}, \quad (1)$$

де K_{Si} – типи конфліктних ситуацій (легкі, середні, критичні).

На рис. 1. представлено розподіл конфліктних ситуацій на вул. Шевченко.

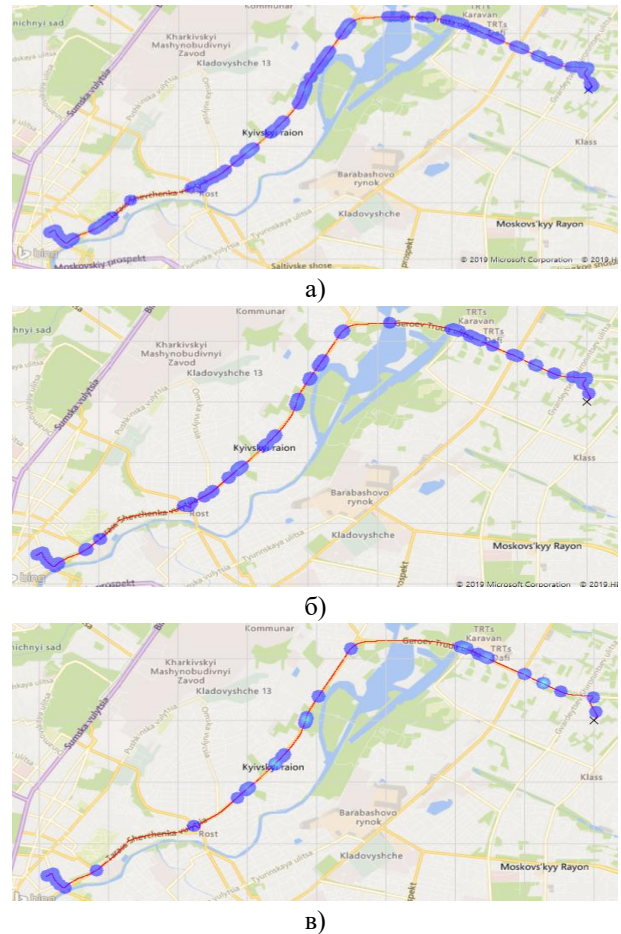


Рис. 1. Розподіл конфліктних ситуацій (КС) під час експериментальних заїздів (а – легкі КС, б – середні КС, в– критичні КС)

Під час виникнення конфлікту, що вимагає миттєвої реакції водія, реєструвались параметри вповільнення за приладом gaselogic «VideoVbox». При цьому, час реакції водія визначався з урахуванням часу реакції системи водій-автомобіль. Тобто, якщо водій бачив перешкоду у виді пішохода чи транспортного засобу що гальмує чи перешкоджає рухатись за напрямом з обраною швидкістю руху, водій гальмував з певним вповільненням. Як тільки на графіку вповільнення (рис. 2) утворювались хвилі, це і вважалося за реакцію системи «Водій-Автомобіль». Для визначення часу реакції за таких умов використовували формулу:

$$TR_{drv} = (T_{act} - TDV_{react}) - TV_{react}, \quad (2)$$

де TR_{drv} – час реакції, сек.;

T_{act} – час настання події за приладом;

TDV_{react} – повний час реакції за приладом;

$T_{V_{react}}$ – час спрацювання гальмівних механізмів, (0,1 сек.).

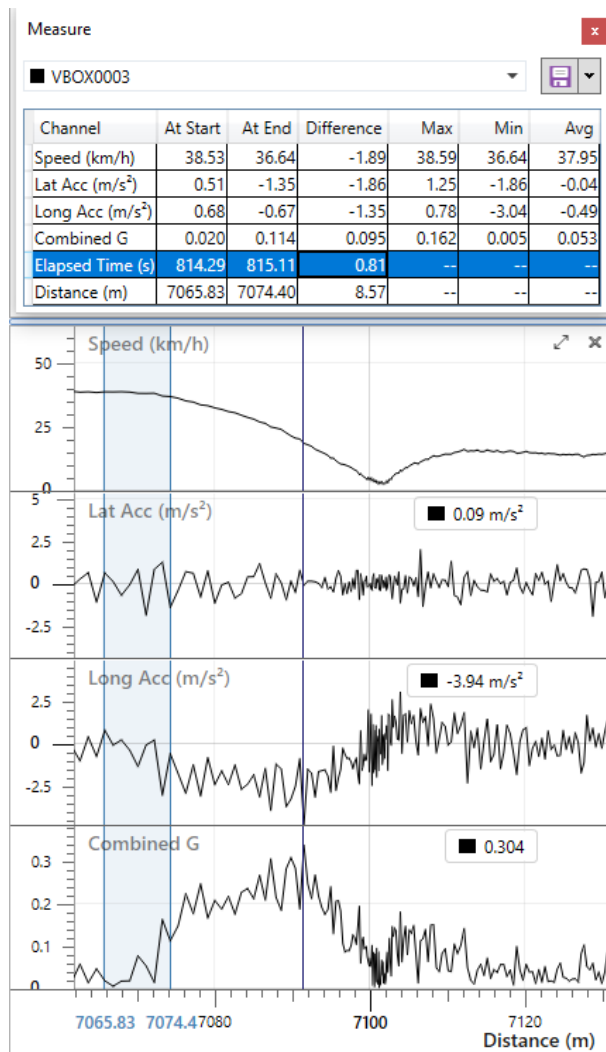


Рис. 2. Параметри руху та часу реакції системи «Водій-Автомобіль»

Використовуючи статистичні данні часу реакції водія в темну пору доби з урахуванням коефіцієнту завантаження вулиць рухом було побудовано наступну модель змінювання часу реакції водія з урахуванням впливу освітленості та коефіцієнту завантаження вулиць рухом:

$$T_p = 1,32 - 2,04 \cdot K_3 + 2,27 \cdot K_3^2 - 0,083 \cdot \ln L_x \quad (3)$$

де T_p – час реакції водія, сек.;

K_3 – коефіцієнт завантаження вулиці рухом;

L_x – середній рівень освітленості вулиці, люкс.

Отримана модель має помилку апроксимації 3,52%. Графічне представлення зміни часу реакції водія представлено на рис. 3.

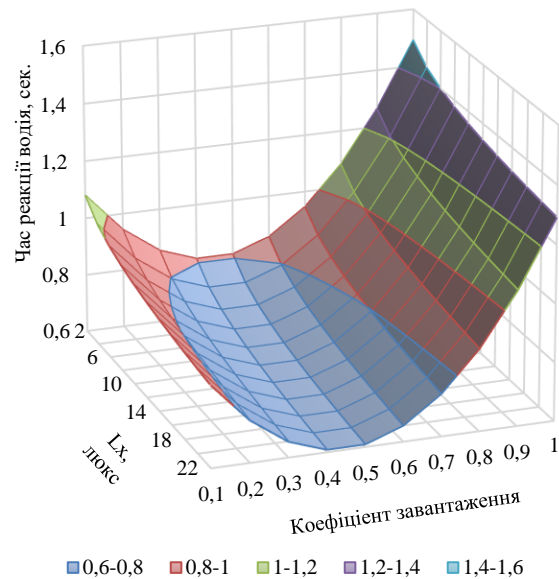


Рис. 3. Залежність часу реакції водія від коефіцієнту завантаження та рівня освітленості середовища руху

Висновки

В статті отримані залежності часу реакції водія від коефіцієнту завантаження та рівня освітленості середовища руху. Найкращий час реакції у водія спостерігається при взаємодії з іншими учасниками дорожнього руху в середньому при 0,35-0,55 коефіцієнтом завантаження вулиць рухом. Побудована модель часу реакції водія може бути використана в експертній практиці щодо встановлення обставин виникнення дорожньо-транспортних пригод.

Література

1. Гаврилов Э.В. Теоретические основы проектирования и организации условий дорожного движения с учетом закономерностей поведения водителей : дис. ... докт. техн. наук / Э.В. Гаврилов. – К. : КАДИ, 1992. – 300 с.
2. Гаврилов Э.В. Эргономика на автомобильном транспорте. / Гаврилов Э.В. – К.: Техника, 1976. – 152 с.
3. Бегма И.В. Учет психофизиологии водителей при проектировании автомобильных дорог / И.В. Бегма, Э.В. Гаврилов, Я.А. Калужский. – М. : Транспорт, 1976. – 88 с.
4. Лобанов Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя / Лобанов Е.М. – М. : Транспорт, 1980. – 311 с.
5. González-Hernández, B., Usami, D. S., Prasolenko, O., Burko, D., Galkin, A., Lobashov, O., & Persia, L. (2020). The driver's visual perception research to analyze pedestrian safety at twilight. *Transportation research procedia*, 45, 827–834.
6. Nizami Gyulyev, Oleksii Lobashov, Oleksii Prasolenko, Dmytro Burko (2018). Research of Changing the Driver's Reaction Time in the Traffic Jam. *International Journal of Engineering & Technology*, 7 (4.3), 308–314
7. Innovative Technologies for the Development of Mechanical Engineering and Efficient Operation of Transport Systems:

Materials of the 1st International Scientific and Technical Internet Conference May 21-23, 2019 in Rivne: NUVGP. 2019. – 208 p.

8. Prasolenko, O., Lobashov, O., Bugayov, I., Gyulyev, N., & Filina-Dawidowicz, L. (2019, June). Designing the conditions of road traffic in the cities taking into account the human factor. In 2019 6th International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS) (pp. 1–8). IEEE.

References

1. Gavrilov E.V. (1992). Theoretical bases of designing and the organization of conditions of traffic taking into account laws of behavior of drivers. The dis. doctor of technical sciences. Sciences, KADI, 300 p.
2. Gavrilov E.V. (1976). Ergonomics on the automobile transport. / Gavrilov E.V. K.: Technika, 152 p.
3. I.V. Begma, E.V. Gavrilov, Y.A. Kaluzhsky (1976). Accounting for the psychophysiology of drivers in the design of highways. M.: Transport, 88 p.
4. Lobanov E.M. (1980). Designing roads and organizing traffic, taking into account the driver's psychophysiology. M.: Transport, 311 p.
5. González-Hernández, B., Usami, D.S., Prasolenko, O., Burko, D., Galkin, A., Lobashov, O., & Persia, L. (2020). The driver's visual perception research to analyze pedestrian safety at twilight. *Transportation research procedia*, 45, 827–834.
6. Nizami Gyulyev, Oleksii Lobashov, Oleksii Prasolenko, Dmytro Burko (2018). Research of Changing the Driver's Reaction Time in

the Traffic Jam. *International Journal of Engineering & Technology*, 7 (4.3), 308–314

7. Innovative Technologies for the Development of Mechanical Engineering and Efficient Operation of Transport Systems: Materials of the 1st International Scientific and Technical Internet Conference May 21–23, 2019 in Rivne: NUVGP. 2019. – 208 p.
8. Prasolenko, O., Lobashov, O., Bugayov, I., Gyulyev, N., & Filina-Dawidowicz, L. (2019, June). Designing the conditions of road traffic in the cities taking into account the human factor. In 2019 6th International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS) (pp. 1–8). IEEE.

Рецензент: доктор технічних наук, професор Гюлев Н.У., Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

Автор: ПРАСОЛЕНКО Олександр Володимирович
кандидат технічних наук, доцент
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – prasolenko@gmail.com
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7248-9915>

IMPACT OF ROAD TRAFFIC ON DRIVER REACTION TIME

O. Prasolenko

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

The main problem of driving safety in the dark for drivers is the recognition of elements of the traffic situation. Changes in the characteristics of visual perception are due to changes in illumination, brightness of the color contrast of important and significant for the driver stimuli during movement. It is the recognition of existing obstacles in terms of contrast and brightness that is the biggest problem for drivers. When driving at night, drivers are prone to dazzle, they are less able to distinguish colors, and the field of view is significantly reduced. The availability of technical means for regulating traffic in accordance with road conditions and pedestrian traffic in the dark are the main means that allow the driver to navigate while driving. The driver's reaction time to the appearance of danger is decisive in the event of conflict situations in the dark. Driver reaction time is an important indicator of road safety. The reaction time is constantly changing and depends on many factors of working conditions, the functional state of the driver. Working conditions cause fatigue and emotional stress. The change in reaction time depends on the state of health, the intake of certain medications, the state of drug and alcohol intoxication, etc. etc. In addition, a person's age, gender and experience also affect the reaction time. A simpler and more effective method for studying the distribution of reaction time and patterns of change is the use of an individual car with recording equipment. It has been proven that car drivers can keep their distance, brake synchronously and maintain braking force in accordance with the leading car braking and being in front. Therefore, to study the parameters of movement along the route, we used the device racellogic "VideoVbox". Experimental studies on city streets at night have been carried out, have shown the relationship between the driver's reaction time and traffic conditions. The study involved drivers between the ages of 20 and 40. As a result, regularities were obtained for the change in the reaction time under different lighting conditions and the traffic load factor of the streets. It has been found that with a low load factor, the driver is more likely to be distracted and has a worse reaction time. The optimal load for the driver is a load factor ranging from 0.35-0.55 with the best response times. The constructed model of the driver's reaction time can be used in expert practice to establish the circumstances of the occurrence of road accidents.

Keywords: driver, reaction time, traffic flow, human factor.