

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ВОДІЯ У ТРАНСПОРТНОМУ ПРОЦЕСІ

Степанов Олексій Вікторович

доктор технічних наук, професор
Харківський національний автомобільний університет
ORCID: 0000-0003-4954-2532,
email: cc_7@ukr.net

Гецович Євген Моїсейович

доктор технічних наук, професор
Сумський національний аграрний університет
ORCID 0000-0003-4868-1573
email: e.getsovich@i.ua

Стаття присвячена вирішенню проблеми безпеки дорожнього руху в транспортному процесі яка може виникнути через погіршення фізіологічного стану водія під час руху автомобіля. Показано, що надмірне стомлення водія автотранспорту, його психофізіологічне навантаження в кінцевому підсумку впливає на безпеку дорожнього руху. Автори приходять до висновку, що з метою зниження аварійності на дорогах використання мобільних систем, які автоматично контролюють функціональний стан водія автомобіля на всіх системно-структурних рівнях, є перспективним напрямком підвищення безпеки дорожнього руху.

Ключові слова: безпека дорожнього руху, система, транспортний процес, стомлення, функціональний стан водія.

DOI: <https://doi.org/10.32845/msnau.2020.2.8>

Вступ. Недостатній темп модернізації транспортної та дорожньої інфраструктури, низький рівень контролю безпеки автотранспортних засобів (АТЗ) з боку відповідальних осіб викликають погіршення безпеки дорожнього руху (БДР) у транспортному процесі. Згідно даних Центру безпеки дорожнього руху та автоматизованих систем при МВС України «у 2019 році в Україні зареєстровано 160675 дорожньо-транспортних пригод, із них загинуло 3454 особи і травмувалося 32736 осіб...» [3, 9]. Крім того, в Стратегії підвищення БДР в Україні до 2024 р також відзначено, що «в Україні рівень смертності та травматизму внаслідок дорожньо-транспортних пригод є достатньо високим, а рівень організації безпеки дорожнього руху залишається вкрай низьким...» [3].

Наведене дозволяє зробити висновок, що причини виникнення багатьох дорожньо-транспортних подій (ДТП) залежать як від недостатньої організації дорожнього руху на деяких автошляхах України, так і від надійності водіїв АТЗ. При цьому людські втрати від ДТП для суспільства досить високі та загрозові [1–3, 8, 9]. Однією з основних причин, які загострюють проблему, є збільшення ДТП через так звані «фактор людини», який характеризується надмірним стомленням водія під час руху АТЗ [5, 8].

Аналіз основних досліджень і публікацій. Питання БДР розглядається в різних наукових джерелах, де розвиток отримують нові підходи до проблеми забезпечення БДР. Так шляхам вдосконалення БДР та безпеки АТЗ у транспортному процесі присвячені різнопланові праці А. Б. Абрамова, О. В. Бажінова, Ю. Б. Біленького, Л. А. Бігунова, В. О. Богомолова, Г. В. Борисенка, В. М. Варфоломєєва, М. Я. Говорущенка, О. С. Грінченка, Н. А. Гесслера, І. Е. Дюміна, О. П. Кравченка, Є. С. Кузнєцова, Р. В. Кугеля, А. Т. Лебедєва, М. А. Подригало, А. С. Полянського, В. Ю. Степанова, А. М. Туренка й ін. Науковцями з'ясовано, що безпека АТЗ та БДР у транспортному процесі супроводжується певними ризиками виникнення ДТП, які призводять до людських втрат.

Аналіз наукових джерел дозволив дійти висновку, що найменш вивченим і найскладнішим у БДР є так званий «фактор людини» [8]. При цьому немає оптимальних критеріїв для оцінки впливу психофізіологічного стану водія АТЗ на БДР, а тому вплив фактора людини на БДР у транспортному процесі в реальному соціально-економічному середовищі і надалі залишається нерегульованим, що викликає необхідність розгляду зазначеної проблеми.

Постановка задачі. Розглянути концепцію системи контролю фізіологічного стану водія під час руху АТЗ у транспортному процесі, яка б підвищувала БДР за рахунок зниження ймовірності ДТП.

Система контролю функціонального стану водія у транспортному процесі. Багато ДТП відбуваються через фізичне, розумове та емоційне стомлення водія, що позначається на функціональному стані водія АТЗ [4, 5, 8]. Проблема стомлення водія за кермом АТЗ досліджується давно, при цьому відомі технології її вирішення більшого чи меншого ступенів ефективності.

Так відома система підтримки працездатності водія «Вігітон» (Vigiton) призначена для підвищення БДР шляхом моніторингу працездатності водія, який здійснюється на основі постійного спостереження за електричними характеристиками шкіри руки (Патенти РФ №2107460, №2025731, №2111134). При виявленні ознак можливого зниження працездатності «Вігітон» проводить перевірку пильності водія, включаючи світлову і звукову сигналізацію.

Разом з цим розробляються і способи боротьби із засипанням за кермом АТЗ. Більшість розробок зводяться до контролю стану водія, в першу чергу – його головного мозку за допомогою безперервного зняття з нього електроенцефалограми і подачі відповідного сигналу тривоги, після якої водій повинен прийняти необхідні заходи перестороги.

Відомий спосіб контролю стану водія за допомогою пристрою, обладнаного датчиком ЕКГ, який розміщують на кермі АТЗ. Під час керування водій охоплює долонями кермо АТЗ і встановлені на ньому електроди пристрою, які

вимірюють та передають до мікрокомп'ютера дані щодо стану серцево-судинної системи водія. У разі зафіксованого порушення серцевої діяльності водія, мікрокомп'ютер подає сигнал на зупинку АТЗ (Патент РФ № 2435681, МПК В60К 28/06, А61В 5/0295, А61В 5/0402).

Недоліком зазначених вище способів є те, що вони лише здійснюють моніторинг фізичного стану водія з обмеженими функціональними можливостями.

Відомий спосіб гармонізації функціонального стану водія АТЗ, який здійснюють за допомогою електростимулятора, що складається з джерела напруги, перемикачів та набору електродів (Патент України № 85142). Недоліком способу є незручність для водія, його «прив'язка» до електростимулятора з джерелом живлення та необхідність спостереження за показниками вимірювального пристрою.

Відзначимо, наведені вище способи не враховують ще багато різних факторів. Фахівцями доведено, що фізичні та психофізіологічні вимоги до водіїв АТЗ визначаються аналізом його діяльності [5, 10]. Водій АТЗ постійно сприймає великий обсяг інформації про характер і режим руху всіх учасників дорожнього руху. Весь процес від сприйняття до вчинення дії вимагає певної психофізіологічної напруги водія. Функціональний стан водія, як результат динамічної взаємодії організму із зовнішнім середовищем, відбиває комплекс наявних характеристик якостей і властивостей організму водія (так званий «фактор людини»). Вони прямо чи опосередковано визначають його діяльність, що в кінцевому підсумку і впливає на БДР.

З урахуванням наведеного, розроблена модель системи контролю функціонального стану водія АТЗ (надалі – Система) [6].

Для побудови Системи були поставлені наступні завдання: 1) створення мобільної системи контролю, що забезпечує бездротовий контроль за функціональним станом водія АТЗ; 2) передача інформації про критичний функціональний стан водія диспетчеру та службі порятунку з необхідністю примусової автоматичної зупинки АТЗ; 3) попередження про це інших учасників дорожнього руху; 4) при відсутності водія в кабіні АТЗ – неможливість використання АТЗ.

У відповідність з поставленими завданнями розроблена Система контролює психофізіологічну активність організму водія АТЗ у інтервалах від нормального стану до стану сну або до стану психологічного стресу. У разі критичних ситуацій, зокрема, перевищення допустимої норми показників функціонального стану водія які запрограмовані заздалегідь, Система надає команди для включення виконавчих пристроїв безпеки АТЗ. Тобто вмикаються: звукова та світлова сигналізація в кабіні водія АТЗ; виконується примусове гальмування і зупинка АТЗ; вмикається аварійна світлова сигналізація для інформування інших учасників дорожнього руху; передається інформація по стільниковому каналу диспетчеру і службі швидкої допомоги. Можливе програмування інших аварійних команд.

Система відрізняється від відомих систем тим, що блок збору первинної інформації виконується за допомогою ручного браслета для водія АТЗ. У ручний браслет вмонтовано: блок реєстрації показань частоти пульсу і артеріального тиску водія; блок передачі даних по радіоканалу

до інформаційно-аналітичного блоку, що складається з аналізатора відхилень і наявності водія в кабіні АТЗ; інформаційно-аналітичного пристрою; блоку живлення; блоку пам'яті, який через шину пов'язаний з інформаційно-виконавчим блоком, що складається з блоку рекомендацій, який видає команди блоку запуску-зупинки двигуна АТЗ, включення аварійної сигналізації, передачу по каналу стільникового зв'язку диспетчеру, службі швидкої допомоги, поліції тощо.

На рис. 1 представлена структурна блок-схема Системи. Система містить: *I* - блок збору первинної інформації, тобто: 1 – обсяг контролю; 2 – аналізатор діагностування артеріального тиску водія; 3 – аналізатор діагностування частоти пульсу водія; 4 – реєстратор показань і телеметричної передачі інформації; 5 – блок живлення; 6 – блок пам'яті («чорна скринька»).

II - інформаційно-обчислювальний блок, тобто: 7 – телеметричний блок прийому інформації; 8 – накопичувач діагностичних показань і наявності водія в кабіні АТЗ; 9 – інформаційно-аналітичний блок; 10 – блок пам'яті («чорна скринька»); 11 – блок живлення.

III - інформаційно-виконавчий блок, тобто: 12 – блок допустимого контролю прийняття рішень; 13 – пристрій примусової зупинки АТЗ; 14 – пристрій запуску-зупинки двигуна АТЗ при «наявності-відсутності» водія в кабіні АТЗ; 15 – блок стільникового зв'язку і передачі-прийому інформації; 16 – аварійна сигналізація; 17 – звукова і світлова сигналізація в кабіні АТЗ; 18 – передача інформації диспетчерській службі АТП; 19 – передача службі медичної допомоги «03»; 20 – передача службі «102».

Принцип роботи Системи заснований на постійному автоматичному моніторингу функціонального стану водія АТЗ. У разі виникнення критичних ситуацій через телеметричний канал здійснюється зв'язок з інформаційно-виконавчою системою для автоматичного включення пристроїв систем безпеки АТЗ з подальшою автоматичною передачею інформації спеціальним службам.

Система працює наступним чином. Реєстратор показань 4 на підставі даних аналізаторів діагностики 2, 3 водія АТЗ блоку *I* по каналу телеметричного зв'язку (4, 7) передає інформацію інформаційно-обчислювальному блоку *II*. У блоці *II* показання діагностування водія накопичуються у блоці 8. Наявність показників служить підтвердженням присутності водія в кабіні АТЗ. При наявності водія в кабіні АТЗ і позитивних фізіологічних параметрів водія надається допуск на запуск двигуна АТЗ. Одночасно показання передаються інформаційно-аналітичному блоку 9 для порівняння з номінальними показниками функціонального стану водія АТЗ, які зберігаються в блоці пам'яті 10.

При наявності відхилень від показників нормального стану водія інформація надходить на інформаційно-виконавчий блок *III*. Контроль діагностичних показань водія 12 аналізує інформацію відхилень показань від норми і приймає рішення про попередження водія. У випадку наростання критичного функціонального стану водія починає працювати пристрій 13 примусової зупинки АТЗ і пристрій 14 зупинки двигуна АТЗ.

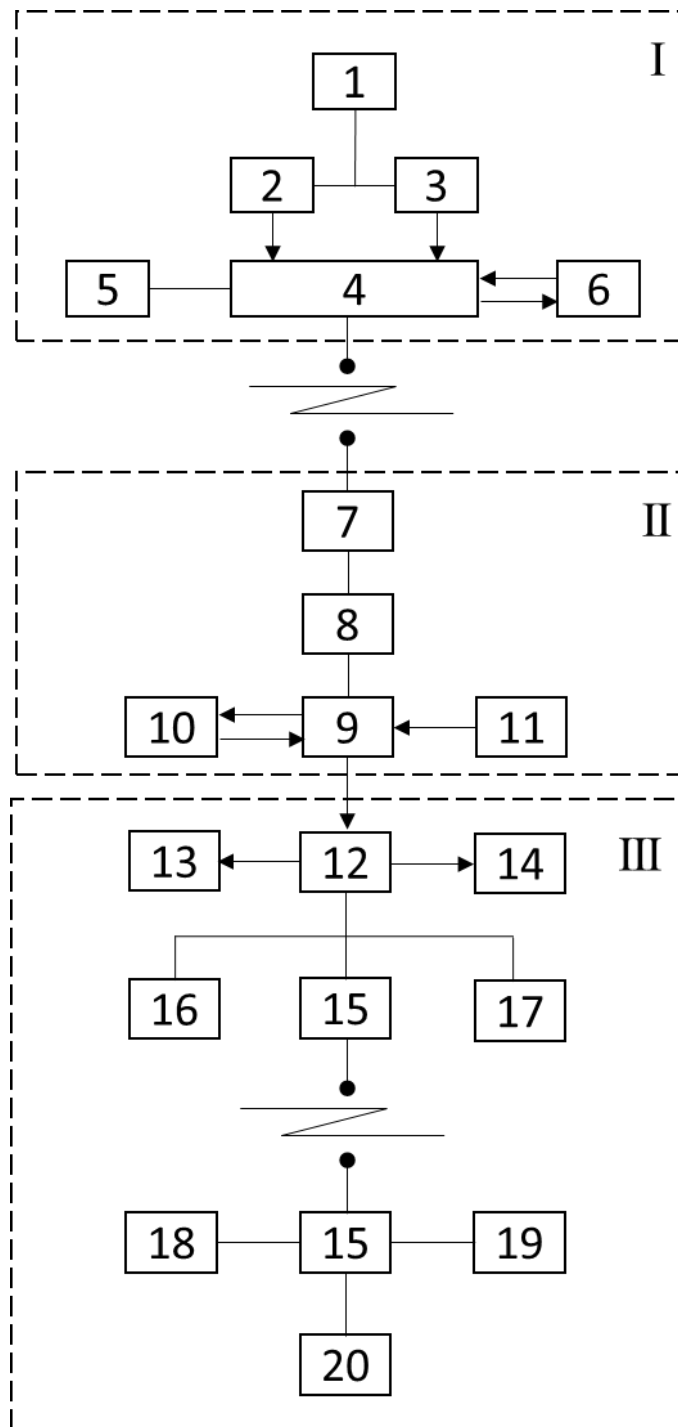


Рис. 1. Структурна Блок-схема Системи для забезпечення БДР у транспортному процесі

Крім того, автоматично задіюються блоки 16, 17 аварійної, світлової та звукової сигналізації в кабіні АТЗ. Додатково вся інформація кодується і через дистанційно-передавальну систему стільникового зв'язку 15 передається диспетчеру АТП 18, службі медичної допомоги «03» 19 та службі «102» 20.

Таким чином поставлені завдання були вирішені за рахунок того, що побудована Система має новий склад елементів та нову організацію взаємозв'язків між ними, які забезпечують нові технічні властивості для БДР.

Висновки. Розроблена Система призначена для

підвищення БДР завдяки контролю функціонального стану водія під час руху АТЗ у транспортному процесі. При цьому стан водія визначається відповідно до встановлених нормативних критеріїв за результатами безперервного контролю.

Система є мобільною і може бути використана для будь-яких транспортних засобів. При цьому автономні блоки пам'яті («чорна скринька») фіксують функціональну роботу кожного блоку і можуть використовуватися контролюючими службами для аналізу психофізіологічного стану водія під час руху транспортних засобів у транспортному процесі.

References:

1. Zakon Ukrainy «Pro dorozhnyj ruh» Vidomosti Verhovnoyi Radi Ukrainy (VVR), 1993, № 31, st.338 (redakciya vid 16.10.2020) iz zminami i dopovnenniyami.
2. Pro shvalennya Nacionalnoyi transportnoyi strategiyi Ukrainy na period do 2030 roku. [Elektronnij resurs] : Rozpor-yadzhennya Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 30 travnya 2018 r., № 430-r.
3. Pro shvalennya Strategiyi pidvishennya rivnya bezpeki dorozhnogo ruhu v Ukrainy na period do 2024 roku. Rozpor-yadzhennya KМУ vid 21 zhovtnya 2020 r. № 1360-r.
4. Novye podhody k povysheniyu BDD: Otchet o rabote issledovatel'skoj grupy VOZ / Vsemirnaya organizaciya zdra-voohraneniya. — M.: Medicina, 1991.— 36 s.
5. Osoblivosti vidnovlennya psihofiziologichnih funkcij vodiiv avtotransportu na etapah medikopsihologichnoyi reabilitaciyi / L.M. Shafran, Yu.V. Chumayeva, O.P. Ogulenko, S.G. Sidorenko // Aktualni problemi transportnoyi medicini. — 2016. — № 4 (46). — S. 34–43.
6. Patent № 107974, Ukrainy, (51) MPK V 60K 28/06. Sistema kontrolyu funkcionalnogo stanu vodiya avtotransportnogo zasobu / Stepanov O. V., zayavnik i patentovlasnik Harkivskij nac. avtom.-dorozhnyj universitet. — № u 201600110. — Byul.№ 12.
7. Centr bezpeki dorozhnogo ruhu ta avtomatizovanih sistem // Avarijnist na avtoshlyahah Ukrainy [Elektronnij resurs]. — Rezhim dostupu: <http://www.sai.gov.ua/ua/people/5.htm>.
8. Introduction to Human Factors Engineering by Cristopher D. Wickens et al. — 2003.

Oleksii Stepanov, professor, Doct. of Science, organization and road safety Department, Kharkov National Automobile and Highway University,

Evgeniy Hetsovich, doctor of technical sciences, professor department of tractors, agricultural machines and transportation technologies.

Monitoring system of the functional condition of the driver in the transport process

The article is devoted to solving the problem of road safety in the transport process due to the deterioration of the physiological condition of the driver while driving. It is shown that one of the main reasons that aggravate the problem is the increase in road accidents due to the so-called "human factor", which is characterized by excessive driver fatigue, his psychophysiological stress while driving. It was found that there are no optimal criteria for assessing the influence of the psychophysiological state of the driver of vehicle on road safety, and therefore the influence of the human factor on road safety in the transport process in the real socio-economic environment remains unregulated.

It is noted that the problem of driver fatigue while driving a vehicle has been studied for a long time, while technologies for its solution are known to a greater or lesser degree of efficiency. Most of the developments lead to monitoring the driver's condition, first of all, his brain by continuously reading his electroencephalogram and sending an appropriate alarm, after which the driver must take the necessary precautions. The disadvantage of the above methods is that they only monitor the physical condition of the driver with disabilities.

To control the functional state of the driver while driving, a system of control of the functional state of the driver has been developed, which monitors the psychophysiological activity of the driver's body in the intervals from normal to psychological stress. In the event of critical situations, in particular, exceeding the permissible norm of the indicators of the functional state of the driver, which are programmed in advance, the System provides commands to turn on the executive devices for the safety of vehicles. That is, the following are activated: sound and light alarm in the driver's cab; forced braking and stopping of motor vehicle; emergency light signaling to inform other road users; issuance of information on the cellular channel of the dispatcher and ambulance. It is possible to program other emergency commands that provide new technical properties for road safety.

Key words: road safety, system, transport process, fatigue, functional condition of the driver.

Дата надходження до редакції: 09.09.2020 р.