

274 АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ

УДК 656.052:612.821

doi: 10.31498/2225-6733.47.2023.300123

© Фалендиш А.П.¹, Помазков М.В.², Ганжеєв Д.І.³**РОЗВИТОК МЕТОДІВ ВПЛИВУ НА ПСИХОЕМОЦІЙНИЙ СТАН
УЧАСНИКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ЯК ТРАНСПОРТНУ НАДСИСТЕМУ**

Для ефективної організації дорожнього руху на вулично-дорожній мережі міста, планування обсягів і властивостей транспортних потоків, оперативного управління ними та зменшення рівня небезпеки у критичних точках мережі необхідно враховувати низку різних за природою факторів, деякі з яких мають непрогнозований характер. До таких факторів відноситься, зокрема, і психоемоційний стан кожного з учасників руху, який зумовлює поведінкові алгоритми водіїв і пішоходів, впливає на час їх реакції та кількість можливих помилок, а в загальному розумінні формує також певну соціокомунікативну атмосферу, в якій співпрацює та взаємодіє велика кількість осіб. Це стає передумовою виникнення неочікуваних внутрішніх впливів. Тобто, множини психоемоційних станів, зв'язків між ними, зовнішніх факторів і рівнів їх вагомості, засобів контролю та моніторингу, методик і алгоритмів втручання в зазначені процеси доцільно розглядати, як розвинену багаторівневу систему, яка може досліджуватися за допомогою системного аналізу, моделювання та засобів теорії вірогідності.

Ключові слова: транспорт, транспортна система, вулично-дорожня мережа міста, водії, пішоходи, психологічний стан, емоційний стан, управління, організація руху, безпека руху.

A.P. Falendysh, M.V. Pomazkov, D.I. Ganzheev. Development of methods of influence on the psycho-emotional state of traffic participants as a transport supersystem. For the optimal organization of vehicular movement within the urban street-road infrastructure, meticulous consideration of the magnitude and characteristics of traffic flows, the judicious operational oversight thereof, and the mitigation of perilous circumstances at critical nodal points within the network, a comprehensive acknowledgment of a myriad of diverse factors is imperative. It is noteworthy that some of these factors exhibit an inherent unpredictability. Among these factors, the psycho-emotional states inherent to each participant in the vehicular and pedestrian milieu hold particular significance. These states intricately govern the behavioral paradigms of drivers and pedestrians alike, thereby exerting influence over their reaction times and proclivity towards committing errors. Furthermore, these psycho-emotional states contribute, in a broader context, to the cultivation of a socio-communicative ambiance within which cooperation ensues, and a multitude of individuals engage in reciprocal interactions. This phenomenon, in turn, establishes a foundation for the emergence of unforeseen internal influences. Ergo, the amalgamation of psycho-emotional states, their interconnections, external determinants and their respective magnitudes of influence, the mechanisms of control and surveillance, as well as the methodologies and algorithms facilitating intervention in the aforementioned processes should be conceptualized as components of a sophisticated multi-level system.

¹ д-р техн. наук, професор, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Дніпро, ORCID: 0000-0003-3602-7945, fap_hiit@ukr.net

² канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Дніпро, ORCID: 0009-0008-8787-2907, Pomazkovmik1@gmail.com

³ асистент, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Дніпро, ORCID: 0000-0002-3438-0086, dmitrgan9@gmail.com

This system, in its entirety, lends itself amenable to scrutiny through the prism of systematic analysis, modeling techniques, and the application of probabilistic methodologies. The proposed research provides a theoretical basis for taking into account the stochastic effects of the psycho-physiological state of drivers, pedestrians and other road users on safety parameters and other target functions of the sustainable development of city road networks. The issues are important for the strategic and operational control of the functioning of transport systems, the improvement of the means of researching transport operations, modeling processes, the intellectualization of transport and traffic management.

Key words: *transport, transport system, urban street-road infrastructure, drivers, pedestrians, psychological state, emotional state, management, traffic organization, traffic safety.*

Постановка проблеми. Питання психічних станів, емоційних і когнітивних реакцій учасників дорожнього руху потребує детального вивчення, бо є одним з основних факторів, що впливають на безпеку і надійність функціонування транспортних мереж міст.

Сучасні світові тенденції, такі, як збільшення кількості транспортних засобів і, як наслідок, інтенсивності потоків на вулично-дорожній мережі (ВДМ), а також загальне розростання міст й агломерацій, формують стресостимулюючу атмосферу на дорогах. В містах України ситуація додатково ускладнюється постійними ризиками, пов'язаними з військовими діями. Аналізуючи їх вплив на транспортні системи, важливо враховувати не тільки фактичні збитки, але і пригнічений, напружений стан водіїв, пасажирів і пішоходів. Це підвищує вірогідність ДТП й інших критичних ситуацій у містах нашої держави.

Задля зменшення інтенсивності впливу негативних психоемоційних станів, важливо розуміти їх природу, вміти структурувати причинно-наслідкові зв'язки в системі взаємовідносин учасників руху та зовнішнього середовища, а також мати дієві алгоритми організаційно-управлінських заходів. На детальне опрацювання зазначених аспектів і спрямовано дане дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Поодинокі впливи фізіологічного, психічного, емоційного стану окремих учасників дорожнього руху і їх вплив на транспортний процес широко освітлені в українській науці. Зокрема, у працях В.А. Гайдукевича та О.Б. Потійчука з Національного університету водного господарства та природокористування [1]; О.М. Рудковського із Академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного [2]; О.В. Степанова із Харківського національного автомобільно-дорожнього університету [3]; І.О. Трунової, Т.Ю. Затравської, Р.Є. Стеця, І.П. Пістуна із Сумського державного університету [4] та інших підіймаються загальні питання індивідуальних станів кожного з фактичних і потенційних учасників руху.

Важливий внесок у розуміння загальної картини взаємозалежностей негативних психічних станів і поведінкових реакцій водіїв висвітлені в роботах вчених Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського А.В. Боярчука, М.М. Іванової, М.І. Гученка, [5] та Т.П. Гречко із Національної академії державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького [6].

Серед наукових праць іноземних дослідників особливий інтерес представляють роботи Т. Arakawa, R. Hibi, T. Fujishiro, (Технологічний університет Аіти, Гамагорі, Японія) [7], S. Milardo, P. Rathore, M. Amorim, U. Fugiglando, P. Santi and C. Ratti (Массачусетський технологічний інститут, США) [8], в яких всебічно розглянуті питання психоемоційних і психофізіологічних станів учасників дорожнього руху. Автоматизація відстеження цих станів розглядається у спільній праці Кембриджського університету і холдингової компанії JLR, авторами якої є Z. Ma, M. Mahmoud, P. Robinson, E. Dias, L. Skrypchuk [9].

Важливо зазначити, що систематизація психоемоційних станів різних учасників дорожнього руху як окремих компонентів загальної надсистеми і, тим більше, питання їх апроксимації й імплементації в процеси оперативного управління рухом на ВДМ міст, розглянуті дослідниками лише частково. У сучасній транспортній науці відчувається нестача чітких формалізованих алгоритмів дій, які не тільки дозволяли би врахувати фактичні рівні психоемоційного напруження певних груп на ВДМ, але й сприяли б зниженню негативних впливів. Для досяг-

нення цієї мети доцільним є використання системних методів, що базуються на чіткому структуруванні внутрішніх компонентів і підсистем та можливості їх алгоритмізації.

Метою дослідження є пошук оптимальних методів комплексного впливу на психоемоційний стан учасників дорожнього руху для зменшення суб'єктних ризиків, кризових станів та загальної нестабільності в системі ВАДС.

Для досягнення поставленої мети необхідно провести фундаментальний аналіз і синтез інформації щодо поодиноких і комплексних психоемоційних впливів, визначити й узагальнити внутрішньосистемні причинно-наслідкові зв'язки, характери й інтенсивності різнонаправлених впливів. Це дасть змогу сформувати теоретичний базис алгоритмізації управлінських впливів на загальний психоемоційний стан учасників дорожнього руху.

Виклад основного матеріалу. Розглядаючи транспортну систему міста як мережу інфраструктурних об'єктів і шляхів сполучення, по яким рухаються транспортні одиниці, можна дійти висновку, що стабільність її роботи цілком пов'язана зі стабільністю і прогнозованістю поведінки кожної з цих одиниць. Водій, що керує транспортним засобом, в одиницю часу знаходиться у певному психофізіологічному стані [10], на який впливають такі фактори, як:

- темперамент, особливості характеру та інші індивідуальні якості людини;
- наявність хронічних хвороб й інших довготривалих порушень фізіологічного характеру;
- наявність гострих хвороб й інших короткотривалих станів;
- довго- та короткотривалі психічні порушення;
- емоційний стан і загальний рівень нервового напруження, зокрема, фактори стресу і втоми, панічні атаки, хибні відчуття;
- фармакологічні впливи.

Ці фактори тісно пов'язані між собою, а також з низкою зовнішніх чинників. Вони є структурною основою загального стану водія чи іншого учасника транспортного процесу у його проекції на умовну шкалу часу. Сукупність таких станів для певної групи осіб, об'єднаних, наприклад, територіальними чинниками (рухом по певній ділянці ВДМ), формує загальний стан вибірки, який, в свою чергу, є основною структурною одиницею підсистеми мікрокомпонентів [11] (рис. 1).

Макрокомпоненти доцільно формувати для окремого району, міста або міської агломерації. Окрім зазначених підсистем до них мають включатися узагальнені стани груп, сформованих за різними критеріями, наприклад:

- усіх осіб, задіяних у транспортному процесі;
- осіб, об'єднаних у певну групу за соціальними критеріями;
- за демографічними критеріями;
- за економічними критеріями;
- за професійними критеріями тощо.

Фактори, здатні здійснити глобальний психоемоційний вплив на населення регіону, країни чи світу, не слід включати в склад макрокомпоненту системи, але обов'язково треба враховувати, наприклад, у вигляді коефіцієнтів кореляції [8, 12].

Зворотній (інформаційний) зв'язок компонентів і підсистем з умовним центром прийняття управлінських рішень здійснюється на засадах послідовного і безперервного аналізу, формування статистичних масивів та вибірок із них, створення апроксимацій, придатних до масового комп'ютеризованого обчислення та використання в моделювальних комплексах. Прямий (управлінський) зв'язок може носити особистісний характер і бути спрямований на окремих учасників руху чи малі групи [13] або мати вигляд заздалегідь спланованих організаційних заходів, що націлені на покращення інформаційного, технічного, технологічного забезпечення макрогрупи і, як наслідок, впливу на психоемоційний стан її учасників або на загальну соціально-економічну забезпеченість системи як структурної одиниці транспортного комплексу країни [14]. В останньому випадку вплив здійснюється не на муніципальному, а на державному рівні.

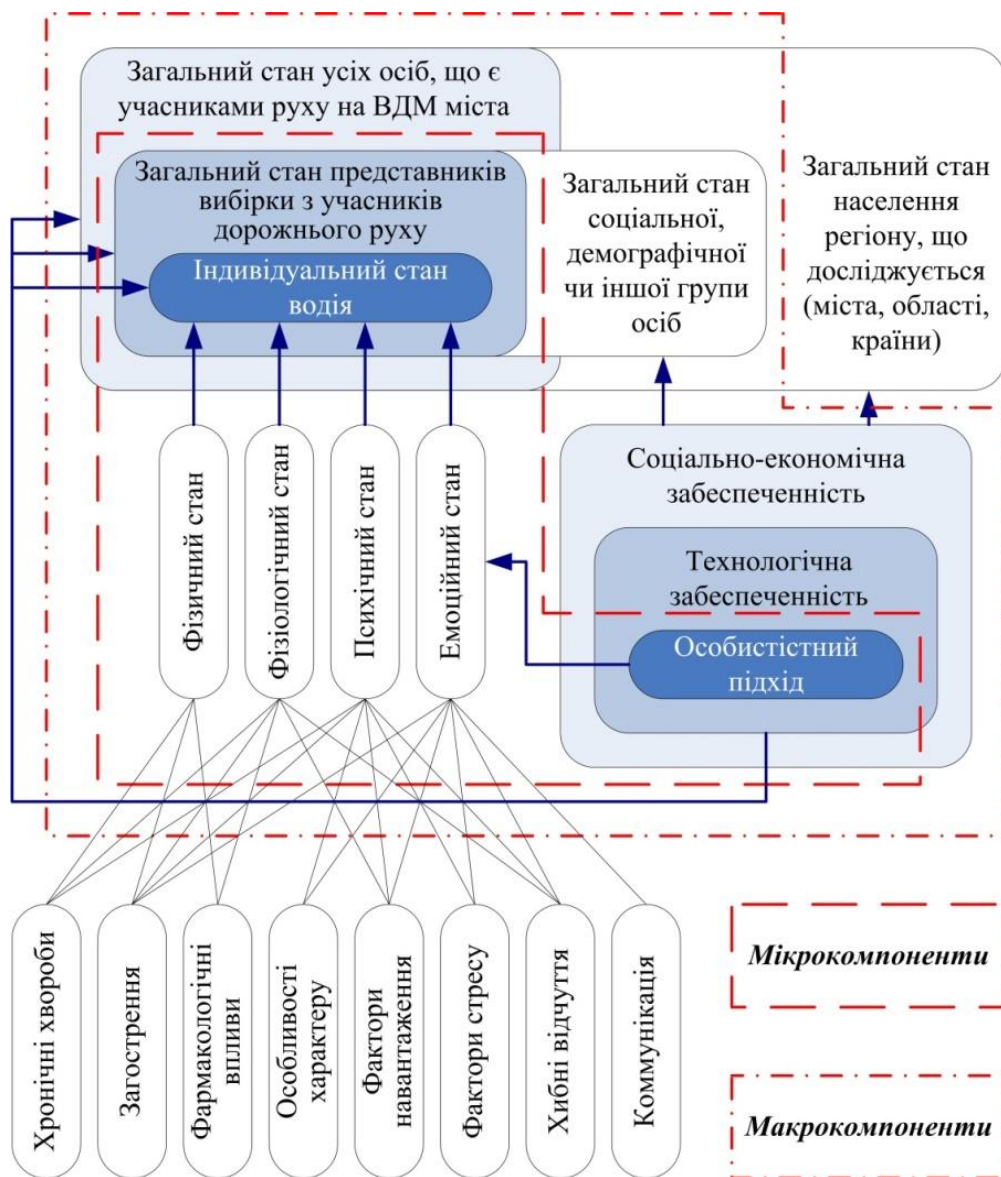


Рис. 1 – Спрощена структура системи психофізіологічних станів учасників дорожнього руху

Збір первинної інформації щодо поточного та довготривалого психоемоційного стану учасників дорожнього руху є складним завданням, для вирішення якого мають застосовуватися специфічні технічні засоби і методики [1]. Дослідження індивідуального стану водія, пасажир чи пішохода може бути суб'єктивним або об'єктивним. Під суб'єктивним мається на увазі оцінка психоемоційного стану безпосередньо особою, наприклад, за допомогою засобів анкетування та психологічних тестів. Таку інформацію легко зібрати, узагальнити та використати, але її достовірність викликає сумніви [6, 15].

Об'єктивна оцінка надається спеціалістом, групою спеціалістів або автоматизованими системами відстеження [7]. Експертний метод оцінки психоемоційного стану доцільно використовувати:

- перед випуском на лінію водіїв пасажирського транспорту і водіїв, задіяних у перевезенні небезпечних вантажів;
- безпосередньо на маршруті, якщо виконання транспортної роботи пов'язано з високим рівнем фізичного або нервового напруження, а також при подовженому (більше 9,5 год.) трудовому дні;

- у разі виникнення ДТП, інших фактично чи потенційно небезпечних ситуацій для покращення розуміння їх причин і зниження ризиків у майбутньому;
- масово-вибірковим методом серед певної групи учасників дорожнього руху з метою збору статистичних даних.

Наразі експертний метод є найбільш точним, але повільним і ресурсоємним [16]. Він потребує залучення сторонніх спеціалістів та індивідуальної роботи з кожним суб'єктом транспортного процесу, що досліджується. Значно пришвидшити збір даних можна за допомогою автоматизованих систем відстеження психоемоційних станів, розробкою яких зараз займаються провідні вчені європейських та американських університетів. У склад подібних систем входять:

1. *Засоби відеофіксації* – камери, встановлені безпосередньо у транспортних засобах, у транспортних вузлах або на навантажених ділянках ВДМ, які здійснюють постійну зйомку обличчя водія та надають потік даних до обчислювального блоку. Роль засобу фіксації може виконувати також особистий пристрій (смартфон, планшет, регістратор тощо) із спеціалізованим програмним забезпеченням. Важливо наголосити, що зйомка має організовуватися лише з інформованої згоди осіб.
2. *Обчислювальний блок* – представляє собою SoC або інший спрощений комп'ютеризований модуль з виділеним сховищем для зберігання інформації та процесором, на який покладено аналітичні завдання.
3. *Програмне забезпечення* – середовище, яке на базі сформованих алгоритмів знаходить залежності між змінами в зображенні (наприклад, напруженням лицьових м'язів, швидкості рухів) і задалегідь наданими зразками психоемоційних станів. У більш складних системах аналіз може здійснюватися на основі нейромереж.
4. *Блок інтерпретації і зв'язку* – слугує для подачі зібраних даних у дискретному або безперервному вигляді до кінцевого аналітичного центру, де інформація використовується для прийняття оперативних управлінських рішень.

Індивідуальна інформація, отримана будь-яким із зазначених методів, не має практичної цінності, поки не об'єднана в формалізовані масиви [9]. Доцільним є формування матриць психоемоційних станів для певної групи учасників дорожнього руху, наприклад, водіїв на під'їзді до небезпечного перехрестя або водіїв при старт-стопному русі у заторі. Матричний вигляд дозволяє ідентифікувати не тільки стани суб'єктів транспортного процесу, але і їх поточне положення на ВДМ, оперативно відстежувати будь-які зміни у них, а також проводити обчислювальні операції.

З точки зору ефективності, найдоцільнішим методом впливу на психоемоційний стан учасників дорожнього руху є особистісний підхід, який базується на комплексному аналізі причин виникнення негативних станів і реакцій, розробці методів зменшення їх впливу, впровадженні заходів з ліквідації можливих наслідків нестабільної поведінки [17]. Проте, в умовах сучасних, складних і розгалужених транспортних систем особистісний вплив потребує надзвичайно великих трудових і матеріальних витрат, тому його використання обмежене низкою критичних ситуацій, коли потребується точковий вплив на певну транспортну одиницю або велику їх групу [18].

Для здійснення комплексного впливу на психоемоційний стан групи учасників дорожнього руху треба узагальнити групоутворюючі фактори та розробити оптимізаційні заходи, спираючись на виявлені комплексні проблеми. Наприклад, у групах, сформованих за професійними критеріями (водії-далекобійники, водії міського пасажирського транспорту тощо), поліпшення психоемоційного фону може досягатися шляхом реорганізації праці, створення адаптивних графіків, проведення масових заходів і, вже як підсистемний компонент, – індивідуальною роботою з членами тієї чи іншої вибірки. При цьому важливо пам'ятати, що учасники транспортного процесу – це і пішоходи, і пасажери громадського транспорту, й інші категорії населення, які теж потребують аналізу. Для них важливим критерієм буде рівень задоволення якістю транспортних послуг і функціонування транспортної системи міста в цілому. Це підводить нас до третьої, найбільш об'ємної групи впливів – оптимізації макрокомпонентів.

Вплив на психоемоційний стан надгруп (наприклад, усіх водіїв чи пішоходів), а також на узагальнений психоемоційний стан усіх осіб, що є учасниками руху на ВДМ міста, може здійснюватися декількома способами, зокрема:

- покращенням інформаційного, техніко-технологічного забезпечення транспортного процесу;
- покращенням матеріально-технічного забезпечення транспорту та інфраструктури;
- покращенням загальної соціально-економічної забезпеченості;
- соціополітичними впливами на населення;
- за допомогою медійних засобів тощо.

При будь-якому зовнішньому впливі на макрокомпонент повинен здійснюватися моніторинг змін в режимі реального часу, постійна оцінка ефективності заходів і, у разі необхідності, оперативне коригування прийнятої стратегії дій.

Висновки

Аналіз праць по впливу на психоемоційний стан учасників дорожнього руху, як транспортну надсистему, показав, що сучасні дослідження сформували надійний фундамент для розробок алгоритмів оперативного втручання в транспортний процес, але власне алгоритми ще не були детально розглянуті та апробовані. Синтез інформації про поодинокі впливи на водія як суб'єкт транспортного процесу, на їх групи та вибірки дозволяє пропонувати й впроваджувати конкретні управлінські методики, які, тим не менш, потребують постійного моніторингу для оцінки ефективності функціонування.

При розробці методів впливу на психоемоційний стан учасників дорожнього руху важливо проводити структурування системи за об'єктно-орієнтованими признаками, виділяти підсистеми мікро- та макрорівня, які мають аналізуватися та коригуватися різними методами. У складі цих підсистем вказуються внутрішні та зовнішні зв'язки, проводяться заходи зі збору деталізованої первинної інформації, створюються формалізовані матриці станів, придатні для опрацювання автоматизованими системами. Структура і обсяг інформації при цьому будуть залежати не лише від структури групи, що досліджується, але і від її положення у системній ієрархії. Після комплексних аналітичних заходів розробляються адаптивні заходи оптимізації психоемоційного стану формалізованої групи, які можуть застосовуватися для неї в цілому або для її компонентів в окремоті. Кінцевий вплив здійснюється на особистісному рівні для мікрокомпонентів або на різних структурних рівнях для макрокомпонентів. В останньому випадку найбільш дієвими є інформаційні, техніко-технологічні, матеріально-технічні та соціальні заходи.

В послідовних дослідженнях необхідно з'ясувати деталізовану структуру кожного зі вказаних механізмів впливу, розробити засоби моніторингу та контролю, сформувати адаптивні елементи алгоритмів, за допомогою яких можливо суттєво зменшити статистичні похибки в аналітичних даних. Для цього доцільно поєднувати натурні дослідження з заочними й анонімними емпіричними методами збору інформації безпосередньо у учасників дорожнього руху.

Перелік використаних джерел:

1. Гайдукевич В.А., Потійчук О.Б. Основи транспортної психології : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2012. 207 с.
2. Рудковський О.М. Особливості методики підготовки водія автомобіля з використанням сучасних технологій моделювання з урахуванням його психофізіологічних якостей. *Військово-технічний збірник*. 2013. № 1(8). С. 107-112. DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.8.2013.107-112>.
3. Степанов О.В. Вплив психофізіологічних характеристик водія на безпеку дорожнього руху. *Механіка та машинобудування*. 2010. № 1. С. 14-22.
4. Психофізіологічна надійність водіїв автотранспортних засобів / Трунова І.О., Затравська Т.Ю., Стець Р.Є., Пістун І.П. *Вісник Національного транспортного університету*. 2011. № 19. С. 271-277.
5. Боярчук А.В., Іванова М.М., Гученко М.І. Дослідження взаємозв'язку між психофізичними характеристиками водія та його здатністю уникати зіткнень. *Нові технології*. 2009. № 2. С. 30-36.
6. Гречко Т.П. Негативні емоційні стани водіїв автотранспорту в екстремальних умовах професійної діяльності та особливості їх психокорекції : дис. ... канд. псих. наук : 19.00.09. Хмельницький, 2011. 232 с.

7. Arakawa T., Hibi R., Fujishiro T. Psychophysical assessment of a driver's mental state in autonomous vehicles. *Transportation Research, Part A: Policy and Practice*. 2019. Vol. 124. Pp. 587-610. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.05.003>.
8. Understanding Drivers' Stress and Interactions With Vehicle Systems Through Naturalistic Data Analysis / S. Milardo, P. Rathore, M. Amorim, U. Fugiglando, P. Santi, C. Ratti. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 2022. Vol. 23. Iss. 3. Pp. 14570-14581. DOI: <https://doi.org/10.1109/TITS.2021.3130438>.
9. Automatic detection of a driver's complex mental states / Z. Ma, M. Mahmoud, P. Robinson, E. Dias, L. Skrypchuk. *Computational Science and Its Applications : Proceedings of the 17th International Conference, Trieste, Italy, 3-6 July 2017*. Pp. 678-691. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-62398-6_48.
10. Гюлев Н.У. К вопросу о зависимости функционального состояния водителя от его индивидуально-типологических свойств. *Комунальне господарство міст : наук.-техн. зб. Харків : ХНАМГ, 2011. Вип. 97. С. 314-319.*
11. Гюлев Н.У. Особливості ергономіки та психофізіології в діяльності водія : навч. посібник. Харків : ХНАМГ, 2012. 185 с.
12. Експертний аналіз дорожньо-транспортних пригод / П.В. Галаса, В.Б. Кисельов, А.С. Куйбіда, Ю.О. Лахно, Г.М. Надгорний. Київ : Експерт-сервіс, 1995. 192 с.
13. Назаркін О.А., Сазонов О.Г. Підготовка до прийняття самостійних рішень в оперативних нестандартних ситуаціях при водінні автомобіля : метод. розробка з дисципліни «Автомобільна підготовка». Харків : НУВС, 2005. 25 с.
14. Поліщук В.П., Кунда Н.Т. Інформаційне забезпечення учасників дорожнього руху. Київ : ВПОЛ, 1998. 129 с.
15. Раціборинський В.В., Раціборинська-Полякова Н.В., Мацко Л.А. Індивідуально-психологічні характеристики водія як фактор безпеки дорожнього руху. *Наукові нотатки : міжвузівськ. зб. Луцьк, 2014. № 45. С. 465-471.*
16. Трофімов Ю.Л. Інженерна психологія : підручник. Київ : Либідь, 2002. 264 с.
17. Шапенко Є.М. Визначення комплексу факторів, які впливають на роботу водіїв на маршрутах міського пасажирського транспорту. *Вісник Національного транспортного університету*. 2012. Вип. 26. С. 355-358.
18. Burlakova G.Y., Ganzheev D.I. Psychophysiological status of the driver as a stochastic factor of traffic. *SWorldJournal*. 2022. Iss. 11. Part 2. Pp. 7-14. DOI: <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2022-11-02-074>.

References:

1. V.A. Haidukevych, and O.B. Potiichuk, *Osnovy transportnoi psykholohii : navch. posibnyk* [Basics of transport psychology: a study guide]. Rivne, Ukraine: NUWEE Publ., 2012. (Ukr.)
2. О. Rudkov's'kyi, «Osoblyvosti metodyky pidhotovky vodiia avtomobilia z vykorystanniam suchasnykh tekhnolohii modeliuvannia z urakhuvanniam yoho psykhofiziolohichnykh yakosteï» [«Features of methods of preparation of car driver with the use of modern technologies of design taking into account his psychological and physiological qualities»], *Viiskovo-tekhnichnyi zbirnyk – Military Technical Collection*, № 1(8), pp. 107-112, 2013. doi: **10.33577/2312-4458.8.2013.107-112**. (Ukr.)
3. O.V. Stepanov, «Vplyv psykhofiziolohichnykh kharakterystyk vodiia na bezpeku dorozhnoho rukhu» [«The influence of psychophysiological characteristics of the driver on road safety»], *Mekhanika ta mashynobuduvannia – Mechanics and Mechanical Engineering*, № 1, pp. 14-22, 2010. (Ukr.)
4. I.O. Trunova, T.Iu. Zatravska, R.Ie. Stets, and I.P. Pistun, «Psykhofiziolohichna nadiinist vodiiv avtotransportnykh zasobiv» [«Psychophysiological reliability of motor vehicle drivers»], *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu – The National Transport University Bulletin*, № 19, pp. 271-277, 2011. (Ukr.)
5. A.V. Boiarchuk, M.M. Ivanova, and M.I. Huchenko, «Doslidzhennia vzaiemozviazku mizh psykhofizychnymy kharakterystykamy vodiia ta yoho zdatnistiu unykaty zitknen» [«Research on the relationship between the driver's psychophysical characteristics and his ability to avoid

- collisions»], *Novi tekhnologii – New technologies*, № 2, pp. 30-36, 2009. (Ukr.)
6. Т.Р. Hrechko, «Nehatyvni emotsiini stany vodiiv avtotransportu v ekstremalnykh umovakh profesiinoi diialnosti ta osoblyvosti yikh psykhhokorektsii» [«Negative emotional states of motor vehicle drivers in extreme conditions of professional activity and peculiarities of their psychocorrection»], PhD thesis, Khmelnytskyi, Ukraine, 2011. (Ukr.)
 7. T. Arakawa, R. Hibi, and T. Fujishiro, «Psychophysical assessment of a driver's mental state in autonomous vehicles», *Transportation Research, Part A: Policy and Practice*, vol. 124, pp. 587-610, 2019. doi: **10.1016/j.tra.2018.05.003**.
 8. S. Milardo, P. Rathore, M. Amorim, U. Fugiglando, P. Santi, and C. Ratti, «Understanding Drivers' Stress and Interactions With Vehicle Systems Through Naturalistic Data Analysis», *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 23, iss. 3, pp. 14570-14581, 2022. doi: **10.1109/TITS.2021.3130438**.
 9. Z. Ma, M. Mahmoud, P. Robinson, E. Dias, and L. Skrypchuk, «Automatic detection of a driver's complex mental states», in Proceedings of the 17th International Conference «Computational Science and Its Applications», Trieste, Italy, 2017, pp. 678-691. doi: **10.1007/978-3-319-62398-6_48**.
 10. N.U. Hiulev, «K voprosu o zavysymosti funktsyonalnoho sostoiannya vodytelia ot eho yndyvydualno-typolohycheskykh svoistv» [«On the issue of the dependence of the driver's functional state on his individual typological properties»], *Komunalne hospodarstvo mist – Municipal economy of cities*, vol. 97, pp. 314-319, 2011. (Rus.)
 11. N.U. Hiulev, *Osoblyvosti erhonomiky ta psykhhofiziolohii v diialnosti vodiia : navch. posibnyk* [Peculiarities of ergonomics and psychophysiology in the activity of a driver: study guide]. Kharkiv, Ukraine: O. M. Beketov NUUE Publ., 2012. (Ukr.)
 12. P.V. Halasa, V.B. Kyselov, A.S. Kuibida, Yu.O. Lakhno, and H.M. Nadhornyi, *Ekspertnyi analiz dorozhno-transportnykh pryhod* [Expert analysis of traffic accidents]. Kyiv, Ukraine: Ekspert-servis Publ., 1995. (Ukr.)
 13. O.A. Nazarkin, and O.H. Sazonov, *Pidhotovka do pryiniattia samostiinykh rishen v operatyvnykh nestandardnykh sytuatsiakh pry vodinni avtomobilia : metod. rozrobka z dystsypliny «Avtomobilna pidhotovka»* [Preparation for making independent decisions in operational non-standard situations when driving a car: methodical development from the discipline «Automotive training»]. Kharkiv, Ukraine: KNUUA Publ., 2005. (Ukr.)
 14. V.P. Polishchuk, and N.T. Kunda, *Informatsiine zabezpechennia uchasnykiv dorozhnoho rukhu* [Information support for road users]. Kyiv, Ukraine: VIPOL Publ., 1998.
 15. V.V. Ratsyborynskiy, N.V. Ratsyborynska-Poliakova, and L.A. Matsko, «Indyvidualno-psykhholohichni kharakterystyky vodiia yak faktor bezpeky dorozhnoho rukhu» [«Individual and psychological characteristics of the driver as a factor of road traffic safety»], *Naukovi notatky – Scientific notes*, № 45, pp. 465-471, 2014. (Ukr.)
 16. Yu.L. Trofimov, *Inzhenerna psykhholohiia : pidruchnyk* [Engineering psychology: a textbook]. Kyiv, Ukraine: Lybid Publ., 2002. (Ukr.)
 17. Ye.M. Shapenko, «Vyznachennia kompleksu faktoriv, yaki vplyvaiut na robotu vodiiv na marshrutakh miskoho pasazhyrskoho transportu» [«Determination of a complex of factors that affect the work of drivers on urban passenger transport routes»], *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu – The National Transport University Bulletin*, vol. 26, pp. 355-358, 2012. (Ukr.)
 18. G.Y. Burlakova, and D.I. Ganzheev, «Psychophysiological status of the driver as a stochastic factor of traffic», *SWorldJournal*, iss. 11, part 2, pp. 7-14, 2022. doi: **10.30888/2663-5712.2022-11-02-074**.

Рецензент: О.В. Клецька
канд. техн. наук, доц., ДВНЗ «ПДТУ»

Стаття надійшла 7.07.2023
Стаття прийнята 15.08.2023