

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПСИХОЛОГІЧНОГО СПРИЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ ВОДИЄМ ТА ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ РОЗПІЗНАВАННЯ ДОРОЖНІХ ЗНАКІВ

Національний університет «Львівська політехніка»

У даній статті проаналізовано психофізіологічне сприйняття водіями інформації на дорозі та переваги використання засобів автоматичного використання знаків (TSR). Проведено опитування водіїв на ділянці дороги, на якій відбулася зміна організації дорожнього руху. Водіїв вибирали з різним досвідом водіння, різної вікової категорії та потребами у використанні автомобіля, але вони користувалися проїздом досліджуваної ділянки дороги і до її реконструкції. Водії транспортних засобів були поділені за віком на три категорії: віком до 25 років (1 категорія), 42 % – водії віком від 26 до 50 років (2 категорія) та 19 % – водії від 50 років і старші (3 категорія). Встановлено, що 47 % водіїв 1 категорії користуються автоматичними засобами розпізнавання дорожніх знаків, 31 % водіїв 2 категорії використовують систему TSR і тільки 22 % водіїв 3 категорії використовують систему розпізнавання дорожніх знаків. Під час опрацювання проектних схем організації дорожнього руху в середньому на ділянці відстанню 50 м встановлено 4 нових дорожніх знаки. На основі цього, було проведено додаткове опитування про запам'ятовування водіями конкретних нових знаків встановлених на досліджуваній ділянці дороги. До уваги бралися результати опитування водіїв різних вікових категорій. Досліджено, що найбільша кількість сприйнятих дорожніх знаків для 3-х категорій водіїв спостерігається на відстані від 50 до 150 м. На відстані від 50 до 150 м сконцентровують свою увагу, після 150 м забувають про змінену схему в організації дорожнього руху. Як висновок можна сказати, що водії, зважаючи до маршрутів руху, втрачають пильність, менше звертають увагу на існуючі інформаційні сигнали, що спричиняє їхні помилкові рішення при зміні організації руху на певних ділянках дороги. Запропоновано для підвищення надійності водіїв та забезпечення безпеки дорожнього руху використання автоматичних засобів розпізнавання дорожніх знаків, які не підпадають під вплив зовнішніх та внутрішніх чинників.

Ключові слова: психофізіологія водія, засоби автоматичного розпізнавання знаків, traffic sign recognition (TSR), "розумні" транспортні засоби, "Advanced Driving Assistance Systems" (ADAS).

Вступ

Важливе значення у безпечному, плавному, якісному дорожньому русі відіграє водій та його сприйняття навколишнього середовища, своєчасне та результативне отримання інформації. Відомо, що одним із способів подачі інформації водієві є дорожні знаки. Від їхньої якості та правильності розміщення великою мірою залежить процес водіння. Численні дослідження показують, що чим більш досвідчений водій, особливо, коли він рухається, по знайомій місцевості, тим меншу кількість знаків він свідомо помічає. Така неуважність нерідко призводить до критичних ситуацій на дорозі, особливо, коли відбулися зміни в регулюванні дорожнього руху.

Психологічні причини виникнення ДТП можна поділити на дві групи. Одна з них, власне, включає помилки водіїв у прийнятті рішення не з власної волі чи бажання, а через неправильно або несвоєчасно отриману інформацію в процесі водіння. Для зменшення кількості таких помилок потрібно створити водіям умови для швидкого отримання і опрацювання інформації. Це можуть бути не тільки якісні та правильно розміщені дорожні знаки, але і допомога у подачі їх безпосередньо в автомобілі. Виробники автотранспортних засобів удосконалюють авто таким чином, щоб допомогти водіям у прийнятті рішень. Також, надійність водія, як оператора, підпадає під залежність від багатьох інших чинників таких як вік, темперамент, втома, стан здоров'я, стан органів сприйняття інформації тощо.

Розумні транспортні засоби з можливостями автономного водіння "Advanced Driving Assistance Systems" (ADAS), суттєве досягнення в автомобілебудівній промисловості, покликані допомагати водієві у сприйнятті інформаційного забезпечення. Система автоматичного розпізнавання "Traffic sign recognition" (TSR) дорожніх знаків є найважливішою частиною ADAS. Вона може відчувати оточення та реагувати на нього. Розпізнавання дорожніх знаків є важливим інструментом для автономного водіння. Система покликана повідомляти водія про наявність їх на дорозі, наприклад, може допомогти водієві дотримуватися встановленого на ділянці обмеження на проїзд, здійснення обгону. Фактично відбувається часткова заміна водія, як оператора. Відбувається це таким чином, що камери встановлені в транспортному засобі фіксують дорожні знаки на дорозі, які необхідно чітко розпізнати для запуску відповідної дії.

Проведенні дослідження в [1] показали, що водії реагують більше на знаки, коли вони вперше перебувають на маршруті і частота сприйняття знаків суттєво зменшується при повторному русі. Більшу увагу звертають на випадкові подразники. Тобто є ймовірність не виявити зміни в регулюванні дорожнього руху, що може призвести до небезпечних ситуацій.

Крім того, на видимість, а отже, і на сприйняття дорожніх знаків, впливає низка чинників від суб'єктивних характеристик водія та оточення, серед яких найважливішими є їх розбірливість і оптичні характеристики або світловідбиваючі властивості [2].

Крім того, різні типи знаків по-різному впливають на сприйняття водія, так знаки з логотипами привертають більше уваги та займають трохи більше часу для обробки, ніж інформаційно вказівні знаки. Однак це не пов'язано з керуванням транспортним засобом водія, оскільки керування автомобілем гірше за наявності вказівних знаків порівняно з логотипами та навіть гірше в середовищі без знаків [3]. Також можна говорити про вплив інформаційної ємності знаку, а не тільки про вплив типу знаку [4]. Чим більше інформації міститься на знаку, тим більшу складність він являє собою для сприйняття водієм і, відповідно, для прийняття рішення.

Рух по відомому маршруту із знайомою організацією руху має як позитивні, так і негативні сторони. Очікувані сигнали зменшують час реакції водіїв, але в свою чергу доводять рухи до автоматизму, тобто до частково вимкненої уваги [5]. Відсутність активної уваги водія та автоматизація водіння процес, що тягне за собою ризик, і саме збої в цьому автоматичному режимі водіння, як видається, є причиною найпоширеніших ДТП [6].

Суперечливим моментом впливу на сприйняття водієм дорожніх знаків є придорожня реклама. В [7] пропонується концептуальна основа для розуміння зв'язку між придорожніми рекламними знаками, поведінкою водія та результатами безпеки дорожнього руху. Придорожні рекламні знаки є зовнішніми відволікаючими чинниками, які можуть відволікати увагу водія від важливих для безпеки завдань водіння, потенційно збільшуючи ризик ДТП через неухважність водія. Незважаючи на те, що дослідники висловлюють занепокоєння щодо безпеки, загалом сукупність досліджень у цій галузі є непереконливою, через що чітких зв'язків між придорожною рекламою та дорожніми травмами ще не виявлено.

Загалом, як наведено у [8] існує чотири методи дослідження міри сприйняття дорожніх знаків водієм. Ці методи включають реєстрацію рухів очей, словесні звіти під час водіння, поведінку за кермом у відповідь на знаки та пригадування після проходження цих знаків. Кожен із методів має свої переваги та недоліки. Найкращі результати дослідження показує спільне або частково спільне їхнє використання.

Розглядаючи чинники, що впливають на сприйняття водієм дорожніх знаків та інших сигналів у навколишньому довкіллі можна вивчати питання допомоги водієві через системи автоматичного розпізнавання знаків (TSR). У [9] проведено дослідження кількох груп водіїв, частина з яких використовували засоби автоматичного керування автомобілем. З дослідження видно, що час реакції у водіїв, які рухалися самостійно, є меншим, ніж у водіїв, які використовували круїз контроль. Власне можна говорити про те, що автоматичні засоби керування спричиняють часткове зменшення уваги водіїв.

Інший ефект дає використання системи розпізнавання дорожніх знаків TSR, як частини advanced driver assistant systems (ADAS). Більшість систем розпізнають два класи дорожніх знаків: знаки обмеження швидкості та заборони здійснення обгону. Проблеми із розпізнаванням інших видів дорожніх знаків виникають через різні вигляди їх у різних країнах за кольором, формою та піктограмами розпізнавання для системи, не для водія.

Візуальна інформація про дорожні знаки надає учасникам дорожнього руху основні вказівки щодо вибору маршруту, безпеки на перехрестях, попередження про фізичні перешкоди на дорозі та безпечне маркування маршруту.

Вперше система розпізнавання дорожніх знаків (TSR) була використана в 2008 році для автомобілів моделі Insignia фірми Opel, пізніше у 2009 цю технологію застосували у моделі BMW X7 та Mercedes-Benz S-Class. Системи другого покоління дозволили вже розпізнавати не тільки знаки обмеження швидкості, але і обмеження обгону [10].

Важливою частиною інтелектуальної транспортної системи є розпізнавання дорожніх знаків з високою точністю, та в режимі реального часу. В [11] пропонується новий та гнучкий двоетапний підхід, що базується на великомасштабних дорожніх знаках і внутрішньому конфлікті між регресією розташування та класифікацією дорожніх знаків. Він поєднує в собі легкий детектор суперкласу з уточненим класифікатором. Основна його перевага полягає у трьох аспектах, одним з яких є використання розташування та розмірів знаків, як попередніх даних для встановлення моделі розподілу

ймовірностей, що може значно зменшити діапазон пошуку знаків і підвищити швидкість обробки, а також зменшити помилкове виявлення сигналів. Точність виявлення сигналів близько 92 % .

Правильне розміщення дорожніх знаків відіграє важливу роль як для автоматичних систем, так і для водіїв. Водій першочергово сприймає ті сигнали, які подають йому найбільш важливий зміст, або найбільшу небезпеку, тоді інформація, яка подається конкретними знаками може не сприйматися. При здійсненні обгонів увага водія зосереджена на зустрічному потоці, автомобілі лідері та автомобілях, що маневрують позаду, в такі моменти розміщені праворуч знаки привертають менше уваги [12]. Якщо розміщена група знаків водієві потрібно більше часу на сприйняття та осмислення їхнього змісту і прийняття рішення [13].

На поведінку водія в потоці та на сприйняття ним дорожньої інформації крім психофізіологічних функцій впливає вік та темперамент [14]. Особливо відчутній цей вплив при ускладнених умовах руху, таких як затори. Найбільші зміни функціонального стану водія у старших осіб з холеричним темпераментом. Найбільш оптимальний стан у водіїв флегматиків.

Зорове сприйняття водія впливає не лише на психофізіологічний стан водія, але й на швидкість руху автотранспорту [15]. Візуально сприймаючи вулицю та прилеглі до неї території, водій визначає оптичну ширину, довжину та просторість.

Мета дослідження: аналіз переваги використання систем розпізнавання дорожніх знаків та психологічне сприйняття дорожньої інформації водієм.

Результати дослідження

Протягом 2022 року за допомогою Google Form проводилося опитування водіїв із різними індивідуальними характеристиками, які користуються проїздом по вул. Б. Хмельницького та користувалися нею до реконструкції. Це дало змогу порівняти власні відчуття водіїв на дорозі та їхню оцінку психологічного сприйняття ситуації на дорозі. Бланк для проведення опитування водіїв наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Бланк для проведення опитування водіїв

№ з/п	Питання з варіантами відповіді	№ з/п	Питання з варіантами відповіді
1	Ваш вік: а) 18–25 років; б) 26–50 років; в) 50 і старші;	6	Чи використовуєте ви засоби автоматичного розпізнавання дорожніх знаків (TSR): а) так, завжди; б) коли рухаюся по незнайомій території; в) ні, довіряю тільки своїй увазі
2	Ваша стать: а) ч; б) ж;	7	Як ви звертаєте увагу на дорожні знаки: а) помічаю і запам'ятовую всі знаки, що трапляються; б) виділяю тільки ті, які найважливіші для мене; в) рухаюся автоматично по знайомій території
3	Ваш тип темпераменту; а) холерик; б) сангвінік; в) меланхолік; г) флегматик; д) змішаний тип, який?	8	Рухаючись по незнайомій ділянці увагу звертаєте на: а) всі дорожні знаки; б) як і на знайомій ділянці, тільки на ті, що важливі для вас; в) системі навігації у автомобілі або телефоні; г) неважливо яка ділянка завжди уважно звертаю увагу на знаки
4	Ви використовуєте автотранспорт: а) для власних потреб; б) для виконання робочих завдань та власних потреб; в) для виконання робочих завдань; г) професійний водій	9	Зміна організації руху на знайомій ділянці дороги: а) призводить до прийняття неправильних рішень в процесі руху, через інші звиклі рішення; б) не впливає на прийняття правильних рішень; в) покладається на засоби навігації завжди
5	Відстань, яку ви проїжджаєте протягом місяця: а) 150–500 км; б) 501–1500 км; в) 1501–3000 км; г) 3001 км і більше	10	Після проїзду досліджуваної ділянки дороги, який тип нових дорожніх знаків можете назвати? а) всі типи дорожніх знаків; б) наказові та заборонні знаки; в) інформаційні та вказівні знаки; г) не особливо звертаю увагу на знаки, розраховую на TSR

Для дослідження інформаційного сприйняття водіями було вибрано водіїв, які користуються ділянкою дороги по вул. Б. Хмельницького у м. Львові, на перегоні між перехрестями з вул. Промисловою до вул. Волинської. Реконструкція на цій ділянці дороги тривала протягом 2020–2021 років. Ця вулиця є однією з найстаріших, найдовших та високоінтенсивних вулиць міста, що з'єднує центральну частину міста з північним виїздом із нього. Велика кількість точок притягання населення спричиняє високу інтенсивність руху автомобілів, наявність громадського транспорту, в результаті утворюються транспортні затримки в пікові періоди. Дослідження інформаційного сприйняття водіями дорожніх знаків проводили на головному напрямку (вул. Хмельницького) довжиною 250 м.

Для аналізу переваги використання системи розпізнавання дорожніх знаків через психологічне сприйняття інформації водіїв було опитано 310 водіїв кожні 50 м. Вікова категорія: 39 % водіїв молоді люди віком до 25 років (1 категорія), 42 % – водії віком від 26 до 50 років (2 категорія) та 19 % – водії від 50 років і старші (3 категорія). Стать: 66 % – водії чоловічої статі, 34 % – жіночої. Більшість опитаних мають змішаний тип темпераменту, переважно сангвінічно-холеричний, найменше водіїв з меланхолічним темпераментом. Досліджувані водії використовують транспортні засоби для особистих потреб, проїжджаючи в місяць від 500 до 1500 км, і тільки 10 % з опитаних є професійними водіями, які долають до 10 000 км на місяць.

Як зазначалося раніше, було опитано 310 водіїв, що користуються проїздом через досліджувану ділянку вулично-дорожньої мережі. Варто зазначити, що не всі автомобілі були обладнані системою розпізнавання дорожніх знаків (TSR). На основі проведення опитування для 3-х категорій водіїв побудовано графічну залежність, яка описує відсоток водіїв, які орієнтуються на систему TSR (рис. 1).

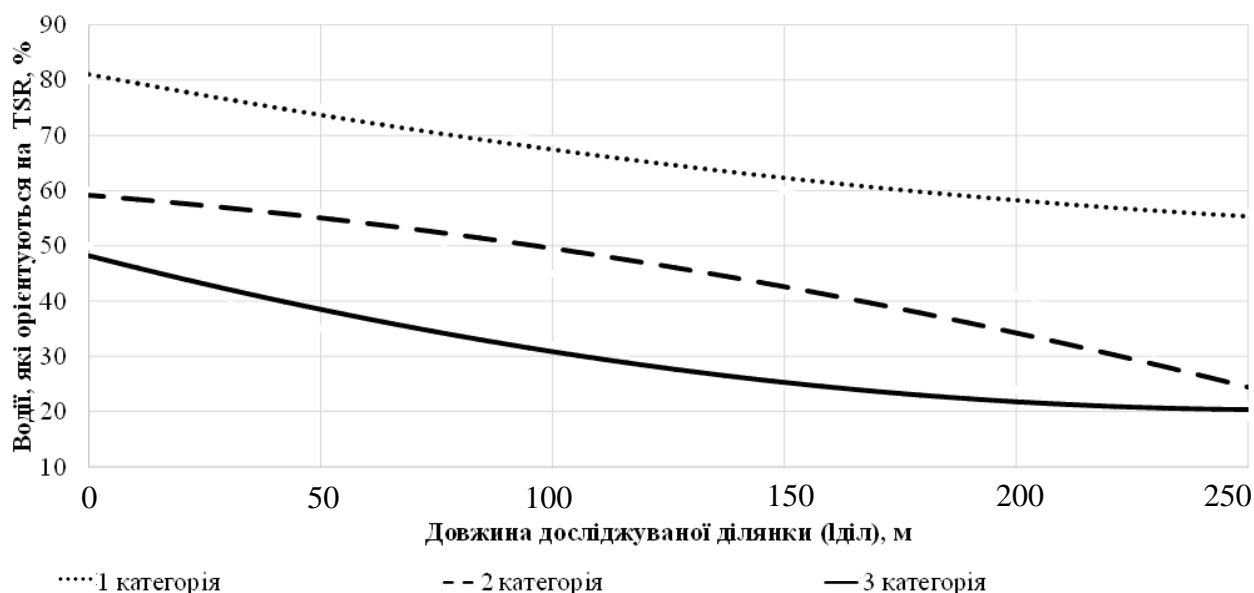


Рис. 1. Водії, які орієнтуються на систему TSR

Згідно з рис. 1 можна побачити, що 47 % водіїв 1 категорії користуються автоматичними засобами розпізнавання дорожніх знаків, 31 % водіїв 2 категорії використовують систему TSR і тільки 22 % водіїв 3 категорії використовують систему розпізнавання дорожніх знаків.

Варто зазначити, що під час опрацювання проектних схем організації дорожнього руху в середньому на ділянці відстанню 50 м встановлено 4 нових дорожніх знаки. Тому додатково водіїв запитували про запам'ятовані конкретні нові знаки встановлені на досліджуваній ділянці дороги. До уваги бралися результати опитування водіїв різних вікових категорій.

Як показують результати проведення досліджень (рис. 2) найбільша кількість сприйнятих дорожніх знаків для 3-х категорій водіїв спостерігається на відстані від 50 до 150 м. Це явище можна пояснити тим, що водії проїхали відстань від 0 до 50 м побачили, що на ділянці установлені нові дорожні знаки, проте кількість сприйнятих дорожніх знаків є не значною. На відстані від 50 до 150 м сконцентровано свою увагу, після 150 м забувають про змінену схему в організації дорожнього руху.

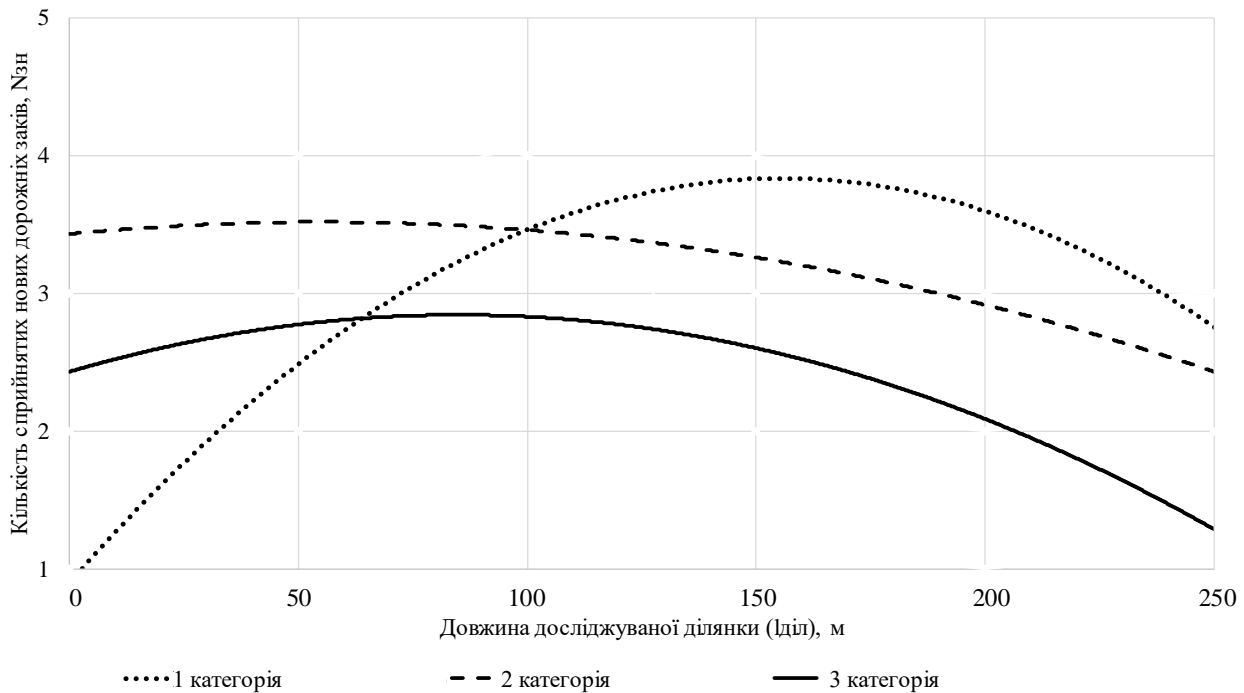


Рис. 2. Результати проведення опитування залежно від різної категорії водіїв

Отже, можна зробити висновок, що 70 % водіїв 3-х категорій вважають, що помічають всі знаки, які трапляються на їх шляху, але водії 2 та 3 категорії вважають, що досвід водіння притуплює увагу і частіше сприйняття знаків відбувається інтуїтивно.

Висновки

Проведення дослідження психологічного сприйняття водієм дорожньої інформації та впливу зовнішніх чинників показують, що водій підпадає під вплив навколишнього світу, його надійність залежить від багатьох факторів, і віку, і досвіду, і виду діяльності. Особливо цей вплив відчувається, коли відбуваються якісь зміни у звичному для водія середовищі. Певний період часу, в який відбувається адаптація до нового середовища та інформаційного забезпечення, водій може здійснювати помилки у прийнятті рішень. В такий час йому на допомогу прийде засіб автоматичного розпізнавання знаків (TSR) або «розумні» транспортні засоби з можливостями автономного водіння (ADAS). Засоби автоматичного розпізнавання дорожніх сигналів не залежать ні від психофізіологічних властивостей, ні від темпераменту, ні від інформаційного завантаження. Недоліками цих сучасних засобів може бути не розпізнавання усіх знаків, через старішу модель автомобіля та через погодні умови. Тому для підвищення безпеки дорожнього руху, покращення сприйняття інформації водієм та підвищення його надійності використання засобів автоматичного розпізнавання сигналів (TSR) дасть позитивний результат.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Babić, Dario, Darko Babić, and Anđelko Šćukanec. "The impact of road familiarity on the perception of traffic signs – eye tracking case study." *Environmental Engineering. Proceedings of the International Conference on Environmental Engineering. ICEE*. Vol. 10. Vilnius Gediminas Technical University, Department of Construction Economics & Property, 2017.
- [2] Pašagić, Senka, Jasmina Pašagić, and Anđelko Šćukanec. "Influence of driver's experience on textual traffic sign efficiency depending on visibility." *Promet-Traffic&Transportation* 12.3 (2000): 109-114.
- [3] Kaber, David, et al. "Driver behavior in use of guide and logo signs under distraction and complex roadway conditions." *Applied ergonomics* 47 (2015): 99-106. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.09.005>.
- [4] Sun, Lishan, et al. "Simulation analysis on driving behavior during traffic sign recognition." *International Journal of Computational Intelligence Systems* 4.3 (2011): 353-360. <https://doi.org/10.1080/18756891.2011.9727793>.
- [5] Charlton, Samuel G., and Nicola J. Starkey. "Driving without awareness: The effects of practice and automaticity on attention and driving." *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour* 14.6 (2011): 456-471. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2011.04.010>.
- [6] Iden, Rebecca, and Scott A. Shappell. "A human error analysis of US fatal highway crashes 1990–2004." *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. Vol. 50. No. 17. Sage CA: Los Angeles, CA: Sage Publications, 2006. <https://doi.org/10.1177/154193120605001761>.
- [7] Hinton, Jane, Barry Watson, and Oscar Oviedo-Trespalacios. "A novel conceptual framework investigating the relationship between roadside advertising and road safety: the driver behaviour and roadside advertising conceptual framework." *Transportation*

research part F: traffic psychology and behaviour 85 (2022): 221-235. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2021.12.002>.

[8] Martens, Marieke H. "Assessing road sign perception: a methodological review." *Transportation Human Factors* 2.4 (2000): 347-357.

[9] Pipkorn, Linda, Emma Tivesten, and Marco Dozza. "It's about time! Earlier take-over requests in automated driving enable safer responses to conflicts." *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour* 86 (2022): 196-209. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2022.02.014>.

[10] https://en.wikipedia.org/wiki/Traffic-sign_recognition.

[11] Wang, Zhengshuai, et al. "Traffic sign recognition with lightweight two-stage model in complex scenes." *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* (2020).

[12] І. В. Кіяшко, і Р. О. Золотухін, "Обґрунтування відстаней розташування засобів інформаційного забезпечення." *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*, № 86, с. 167-172, 2019.

[13] І. В. Кіяшко. "Врахування психофізіологічних особливостей водіїв щодо сприйняття ними засобів інформаційного забезпечення." *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*, № 1, с. 57-61, 2014.

[14] Н. У. Гюлев, В. С. Зозулевський, С. О. Клименко. "Вплив віку водія на динаміку змінювання його стану у дорожньому заторі." *Комунальне господарство міст. Серія: Технічні науки та архітектура*, № 132, с. 104-109, 2016.

[15] В. В. Швець, О. Г. Веремій, К. С. Маснюк. "Вплив містобудівної ситуації на психологічний стан водіїв." *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*, № 1(12), с. 109-112, 2012.

Барвінська Христина Анатоліївна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри транспортних технологій, e-mail: khrystyna.a.barvinska@lpnu.ua

Грицунь Олег Михайлович – канд. техн. наук, доцент кафедри транспортних технологій, e-mail: oleh.m.hrytsun@lpnu.ua

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Kh. Barvinska
O. Hrytsun

Comparative analysis of the driver's psychological perception of information and the use of road sign recognition systems

Lviv Polytechnic National University

This article analyzes drivers' psychophysiological perception of information on the road and the advantages of using means of automatic use of signs (TSR). A survey of drivers was conducted on the road section where traffic organization changed. The drivers were chosen with different driving experiences, age categories, and needs for using the car, but they used the road section under investigation even before its reconstruction. Drivers of vehicles by age category were divided into three categories: under 25 years of age (category 1), 42% of drivers aged 26 to 50 years (category 2), and 19% of drivers aged 50 and older (category 3). It was established that 47% of the first drivers' category use automatic road sign recognition tools, 31% of the second category use the TSR system, and only 22% of the third category use the road sign recognition system. Four new road signs were installed during the development of the design schemes for organizing traffic in the middle section at a distance of 50 m. Based on this, an additional survey was conducted on drivers' memorization of specific new signs installed on the investigated section of the road. The results of the survey of drivers of different age categories were taken into account. It was studied that the most perceived number of road signs for the third category of drivers are observed at a distance of 50 to 150 m. At a distance of 50 to 150 m, they concentrate their attention, and after 150 m, they forget about the changed scheme in the traffic organization. In conclusion, drivers, getting used to traffic routes, lose vigilance, and pay less attention to existing information signals, which causes them to make wrong decisions when changing traffic organization on certain road sections. It is proposed to use automatic road sign recognition tools that are not affected by external and internal factors to increase the reliability of drivers and ensure road safety.

Key words: Driver's psychophysiology, automatic sign recognition, traffic sign recognition (TSR), smart vehicles, "Advanced Driving Assistance Systems" (ADAS).

Barvinska Khrystyna – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of Transport Technology Department, e-mail: khrystyna.a.barvinska@lpnu.ua

Hrytsun Oleh – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of Transport Technology Department; e-mail: oleh.m.hrytsun@lpnu.ua