

АКТУАЛЬНІ ТРЕНДИ РОЗИТКУ БЕЗПІЛОТНОГО АВТОТРАНСПОРТУ: ЕКОНОМІКА ТА ЕКОЛОГІЯ, ЗБЕРЕЖЕННЯ ЖИТТЯ ТА ЗДОРОВ'Я

Порфіренко В.І., кандидат економічних наук, Національний транспортний університет, Україна, porfirenko@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0329-6217

Сандулов Є.Г., Національний транспортний університет, Україна, iSandulov@iCloud.com, orcid.org/0009-0003-2576-3063

ACTUAL TRENDS OF UNMANNED AUTOTRANSPORT: ECONOMICS AND ECOLOGY, SAVING LIFE AND HEALTH

Porfirenko V., Ph.D, National Transport University, Kyiv, Ukraine, porfirenko@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0329-6217

Sandulov Y., National Transport University, Kyiv, Ukraine, iSandulov@iCloud.com, orcid.org/0000-0003-0329-6217

Вступ.

Транспорт на протязі всієї історії змінювався і адаптувався відповідно до розвитку науки, технологій та суспільства. Наразі започаткувалась тенденція до революційної зміни автотранспорту в бік безпілотного керування. Першими з головних учасників цієї трансформації є літальні апарати та рейковий транспорт, але настає черга водного та автомобільного транспорту.

В різних джерелах поширені наступні визначення автотранспортних засобів, що діють без водія: «дистанційний», «автономний», «безпілотний», «самокерований», «мобільний» автотранспорт тощо.

Важливо проаналізувати найпоширеніші на сьогодні проблеми, пов'язані з автотранспортом, та те, наскільки можливо їх вирішити завдяки переходу на безпілотне керування.

Негативний вплив автотранспорту для людей та держави має різноманітні аспекти:

– Соціальні втрати. Травматизм та смерті на дорогах внаслідок дорожньо-транспортних пригод (ДТП). На жаль, на сьогоднішній день внаслідок ДТП щодня гине та травмується багато людей. За даними ВООЗ смертність унаслідок аварій на дорогах зросла до 1,35 млн людей на рік, або в середньому близько 3700 летальних випадків щодня. Окрім загиблих, десятки мільйонів отримують поранення та дістають інвалідність, через що їхнє життя змінюється назавжди [1]. Ці негативні наслідки дорожньо-транспортних пригод істотно впливають на економіку та суспільство загалом. Кількість ДТП з загиблими та/або травмованими в Україні за останні роки в середньому становить 25000 на рік, що відображено на рис 1 (складено авторами на основі даних [2]);



Рисунок 1 – Кількість ДТП з загиблими та/або травмованими в Україні за останні 7 років
Figure 1 – Number of road accidents with fatalities and/or injuries in Ukraine over the past 7 years

– Економічні втрати від ДТП. За оцінками вітчизняних фахівців, економічні збитки держави від загибелі однієї людини у ДТП, розраховані за моделлю «дохід-витрати», складають майже 1 млн. грн. а відповідно до оцінок Світового банку, загальні соціально-економічні втрати держави від ДТП становлять понад 4,5 млрд. дол. США щороку [3]. Дані також враховують матеріальні витрати, пов'язані з пошкодженням майна та зниженням продуктивності праці та людських втрат внаслідок травм або смерті в ДТП;

– Екологічні проблеми. Автотранспорт залишається основним джерелом забруднення атмосферного повітря серед усіх транспортних засобів. Переважаюча більшість автотранспортних засобів використовує видобувне паливе з різних видів нафтопродуктів, і мастила, забруднюючі речовини яких у складі відпрацьованих газів дизельних та бензинових двигунів внутрішнього згоряння, негативно впливають на екологію, що підтверджується багатьма науковими публікаціями [4, 5];

– Затори і проблеми з паркуванням. Ці аспекти призводять до втрати часу та збільшення витрат енергії (нафтове паливо, водневе, електроенергія та ін.), яке витрачається на зайву роботу автотранспорту при заторах. Збільшується шум від перевантаження доріг. Також затори призводять до збільшення ДТП та шкідливих викидів в атмосферу.

Основна частина

Розглянемо, які наразі є тенденції в інших країнах стосовно безпілотного автотранспорту. Проаналізуємо кожен з негативних впливів автотранспорту та дізнаємось, які зміни принесе впровадження безпілотного автотранспорту. Також дізнаємось, які перешкоди і виклики спіткають на шляху впровадження цієї інновації. Але спочатку відповімо на питання що ж таке безпілотний автотранспорт і як він працює.

Безпілотний автотранспорт можна описати як систему, що забезпечує роботу та пересування автотранспортного засобу за допомогою програмного забезпечення з інтегрованим штучним інтелектом або його елементами, та сукупністю різних датчиків, які взаємодіють з навколишнім середовищем. Сутність безпілотного автотранспорту зводиться до того, щоб передати певні функції людини, яка здійснює керування транспортним засобом (водій, оператор, диспетчер та ін.), штучному інтелекту, програмі, технологіям, здатним повністю або частково замінити людину.

Усі автономні транспортні засоби працюють за одним принципом. Керування автотранспортом здійснюється завдяки сенсорам: радарам, лідарам та камерам які встановлені в різній кількості на автотранспортному засобі. За допомогою оптичного та лазерного сканування простору програма може точно визначити об'єкти, їх форму, швидкість та відстань до них, обчислювати напрямок їх руху. Комбінації таких приладів та програмного забезпечення здатні направляти автотранспорт і орієнтувати його на дорозі. Камери фіксують та визначають об'єкти. Радари фіксують швидкість об'єктів та виявляють їх за допомогою радіохвиль. Вся отримана інформація з обладнання передається до системи управління, яка планує подальші дії на основі цих даних, а також завантажених до системи карт місцевості та автомобільних доріг. Системи керування передають команди системі керування автотранспортом, яка направляє транспорт заданою траєкторією. Всіма вузлами керує програмне забезпечення, яке прискорює, змінює швидкість, гальмує та змінює напрямок руху [6].

Для більш детального розуміння сутності безпілотного автотранспорту наведемо їх класифікацію в залежності від рівня автоматизації (табл. 1), прийнятого Національною адміністрацією з безпеки дорожнього руху США [7, с. 162].

Таблиця 1 – Класифікація безпілотного автотранспорту за рівнем автоматизації
Table 1 – Classification of unmanned vehicles by level of automation

Рівень автоматизації безпілотного автотранспорту	Функції, які виконує програмне забезпечення
0-й рівень	Передбачає повне керування транспортним засобом водієм.
1-й рівень	Передбачає повне керування автомобілем водієм з використанням автоматизованої системи як допоміжного засобу, що в змозі керувати прискоренням/уповільненням, попереджати водія про можливий виїзд з дороги тощо

Рівень автоматизації безпілотного автотранспорту	Функції, які виконує програмне забезпечення
2-й рівень	Містить більше функцій, котрі здатна виконувати система (керувати як рухом, так і прискоренням/гальмуванням), проте водіям не дозволяється знімати руки з керма, вони й далі повинні виконувати всі інші дії, пов'язані з керуванням транспортом
3-й рівень	Можливість системи виконувати всі завдання з водіння за деякими виключеннями, наприклад, паркування автомобіля. Це вже більш схоже на «автопілот», так як машина може робити все сама, використовуючи камери, лідари, датчики та, зокрема, штучний інтелект, проте водій-людина повинен бути уважним до дорожньої обстановки та все ще бути напоготові взяти на себе керування транспортним засобом, отримавши відповідний запит від системи
4-й рівень	Водієві не обов'язково слідкувати за дорожньою обстановкою, проте його перебування в автомобілі досі не ставиться під сумнів, тому що після подання системою запиту на втручання в ситуацію він має бути напоготові взяти керування на себе, хоча й у зворотному випадку автопілот намагатиметься не допустити настання аварійної обстановки
5-й рівень	Не передбачає наявності водія в транспортному засобі, обмеживши завдання людини увімкненням системи та навігацією місця призначення

Таблиця 2 – Причини настання ДТП з загиблими та/або травмованими в Україні за останні 7 років

Table 2 – Causes of road accidents with fatalities and/or injuries in Ukraine over the past 7 years

ПРИЧИНА НАСТАННЯ ДТП \ РІК	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Перевищення безпечної швидкості	7568	8279	8761	5522	5022	7561	9215
Порушення правил маневрування	5201	5252	5676	9999	9466	3846	5191
Порушення правил проїзду перехресть	2959	1911	2132	1445	1457	1467	2014
Порушення правил проїзду пішохідних переходів	1683	1602	1673	2352	2115	1443	1642
Недотримання дистанції	2420	1716	1967	911	843	843	1148
Керування транспортним засобом у стані сп'яніння	1819	968	1216	245	558	790	942
Перехід пішоходів у невстановленому місці	1095	1057	1102	1860	247	593	781
Перевищення встановленої швидкості	608	575	576	643	1854	469	642
Виїзд на смугу зустрічного руху	1024	830	778	522	575	418	470
Порушення правил надання безперешкодного проїзду	469	261	264	60	59	236	290
Невиконання водіями вимог сигналів регулювання	392	306	338	335	259	233	273
Порушення правил обгону	458	289	317	285	250	184	267
Неочікуваний вихід на проїзну частину	640	510	511	992	877	184	266
Порушення техніки безпеки пасажиром	45	92	79	12	14	48	84
Порушення правил перевезення пасажирів	106	110	86	64	413	47	81

ПРИЧИНА НАСТАННЯ ДТП \ РІК	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Невиконання пішоходами вимог сигналів регулювання	104	82	93	403	58	46	77
Порушення правил зупинки і стоянки транспортних засобів	58	54	52	15	10	46	66
Перевтома, сон за кермом	107	79	90	111	80	44	66
Керування несправним транспортним засобом	61	82	67	40	38	43	40
Порушення ПДР пішоходами у стані сп'яніння	211	110	120	78	95	39	31
Порушення правил проїзду залізничних переїздів	74	51	54	88	71	16	13
Порушення правил перевезення вантажів	29	19	16	65	71	10	11
Порушення правил користування зовнішніми світловими приладами транспортних засобів	37	21	22	6	65	7	11
Порушення правил буксирування	11	6	15	54	6	6	7
Порушення правил утримання автодоріг та вулиць	21	14	21	6	3	5	5
Порушення правил проїзду зупинок громадського транспорту	14	7	11	13	6	2	4
Порушення вимог ПДР погоничем тварин	3	5	6	11	6	2	3
Порушення правил проїзду великогабаритних та великовагових транспортних засобів	3	6	9	3	3	0	2

На основі даних табл.2 побудуємо діаграму, в якій відобразимо середню кількість ДТП з загиблими та/або травмованими за останні сім років в відсотковому відношенні основних причин настання ДТП.

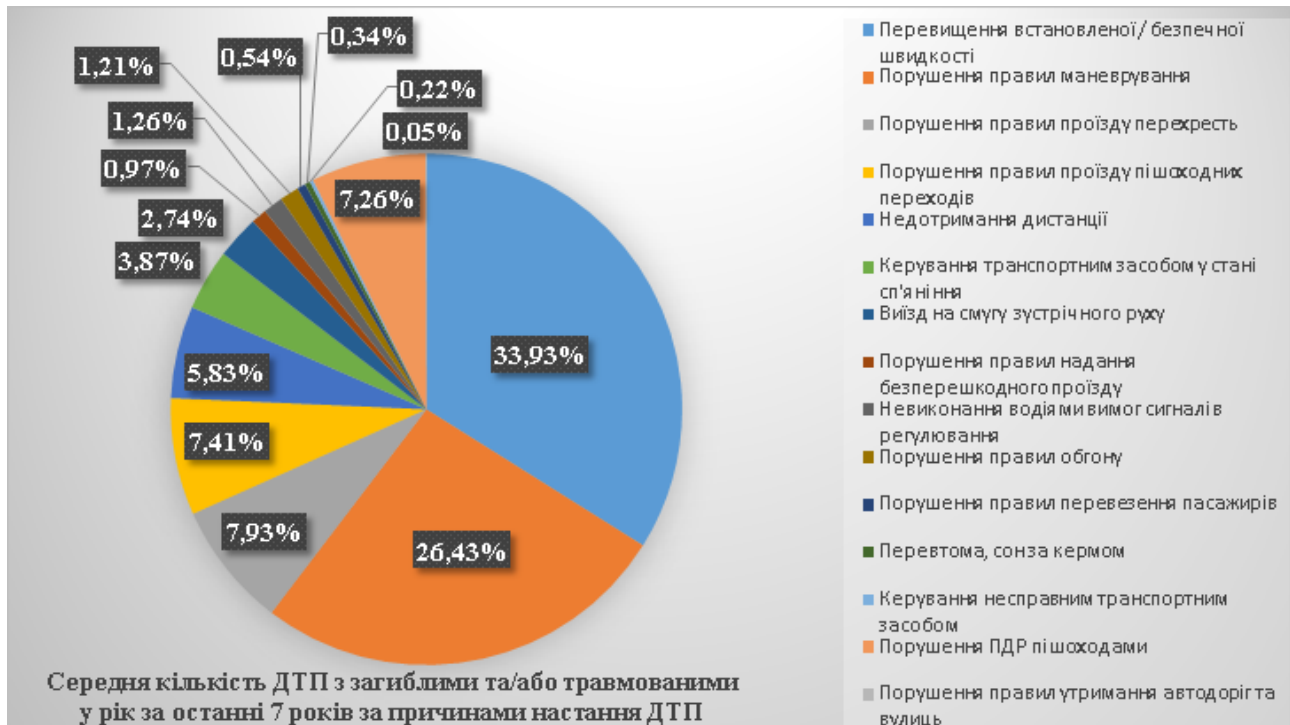


Рисунок 2– Середня кількість ДТП з загиблими та/або травмованими 2017-2023 р.р.
Figure 2 – Average number of road accidents with fatalities and/or injuries 2017-2023

Розглядаючи діаграму на рис.2, можна дійти висновку, що майже 93% ДТП із загиблими та/або травмованими можна було б запобігти, якби автотранспортом керувала програма, оскільки програма не перевищить швидкість, не виїде на зустрічну смугу та не може знаходитись у стані

сп'яніння. Дев'яносто три відсотки – це майже 23 000 ДТП із загиблими та/або травмованими людьми тільки в Україні. Якщо згадати, що за оцінками Світового банку, загальні соціально-економічні втрати України від ДТП становлять понад 4,5 млрд. доларів США щороку [3], то окрім життів та здоров'я громадян України, що вже немало, можливо заощадити близько 4,1 млрд. доларів США державних коштів щороку. Якщо екстраполювати ці данні на загальні показники у світі то, єдиного висновку, якого можна дійти – безпілотний автотранспорт врятує від загибелі на дорогах близько трьох з половиною тисяч людей в день, і це не рахуючи десятки тисяч травмованих.

Що стосується екологічних складових переходу автотранспорту на безпілотні моделі, то спершу слід зауважити, що усі безпілотні автотранспортні засоби, які вже в експлуатації, які розробляються і які ще проектується, використовують як основний вид палива – електроенергію. Це автотранспорт з електродвигунами в якості силової установки та акумуляторними батареями у якості джерела живлення. І хоча це значно покращить екологію, що підтверджується багатьма працями і дослідженнями [4, 5], це не наслідок переходу на безпілотний автотранспорт, тому припустимо, що безпілотний автотранспорт працює на ДВЗ, що звісно цілком можливо, хоча і недоцільно, та проаналізуємо, чи зменшиться викид шкідливих речовин шляхом впровадження в автотранспорт безпілотних технологій.

Якщо оцінювати внесок автомобільного транспорту в загальне забруднення атмосферного повітря в Україні, то його частка за оксидом вуглецю становитиме 49%, за вуглеводнями – 32%, за оксидами азоту – 20%. Разом з тим в багатьох містах України викиди автотранспорту становлять від 60 до 90% загальної кількості викидів [8].

Отже, як впровадження безпілотного автотранспорту зможе позитивно вплинути на екологію? Шляхом зменшення заторів на автодорогах. Дорожній затор зменшує пропускну спроможність, збільшуючи час переїзду та роботи двигун, що збільшує викиди в атмосферу відпрацьованих газів.

Щоб зрозуміти, чи зможе безпілотний автотранспорт зменшити кількість заторів на дорогах, розберемо основні причини виникнення заторів:

- Інфраструктура. Основою будь-якої транспортної системи є її інфраструктура. На жаль, переважна більшість міст не справляються з безупинно зростаючою кількістю автотранспорту та невгамовними потребами свого населення та виробництва-розподілу. Недостатньо розвинена дорожня мережа, погано спроектовані перехрестя та транспортні розгалуження, недостатні можливості громадського транспорту – все це посилює перевантаженість автошляхів;

- Погане управління дорожнім рухом. Ефективне управління дорожнім рухом необхідне для підтримки безперебійного потоку автомобілів на дорозі. Однак відсутність синхронізованих світлофорів, застарілі системи управління дорожнім рухом та відсутність достатньо спланованої стратегії розвитку інфраструктури, можуть призвести до утворення недостатньої пропускну здатності автодоріг та збільшенню заторів. Без належної координації та оптимізації, затори стають очікуваним наслідком;

- Дорожньо-транспортні пригоди. ДТП створюють затори через блокування смуг руху;

- Недотримання правил паркування. Порушення правил паркування призводить до зменшення пропускну здатності доріг, що сповільняє рух і призводить до заторів;

- Дорожні роботи. Будівельні проекти необхідні для розвитку інфраструктури, хоч і можуть посилити дорожні затори. Перекриття доріг, об'їзди і перенаправлення руху транспорту, порушують потік автотранспорту і призводять до заторів;

- Погодні умови. Погана погода, включно зі снігопадами взимку та грозами, зливами влітку, погіршують умови на дорогах, що призводить до заторів.

Автопілот, а точніше програма, яка керує автотранспортними засобами, працює як один злагоджений механізм, чого не можна сказати про тисячі водіїв (учасників дорожнього руху). Програми достатньо мілісекунди, щоб вирішити, хто першим має проїхати перехрестя, чи поступитися дорогою. Амбіції водіїв, їх соціальна псевдо значущість та вартість авто, в розрахунок програмою не приймаються. Рух автотранспорту дорогами стане злагодженим механізмом без затримок і заторів спричинених половиною основних чинників, таких як управління дорожнім рухом, порушення ПДР та ДТП.

Оптимізація руху транспорту досягається завдяки системам комунікацій між автотранспортними засобами та навколишнім середовищем (рис.3). Суть такої системи полягає в побудові чіткого ефективного алгоритму руху автомобіля завдяки позиціонуванню в даний момент

часу [9]. Такий підхід дозволяє знизити кількість заторів на дорозі, за рахунок завчасного вибору траєкторії та швидкості автотранспорту в щільному транспортному потоці.

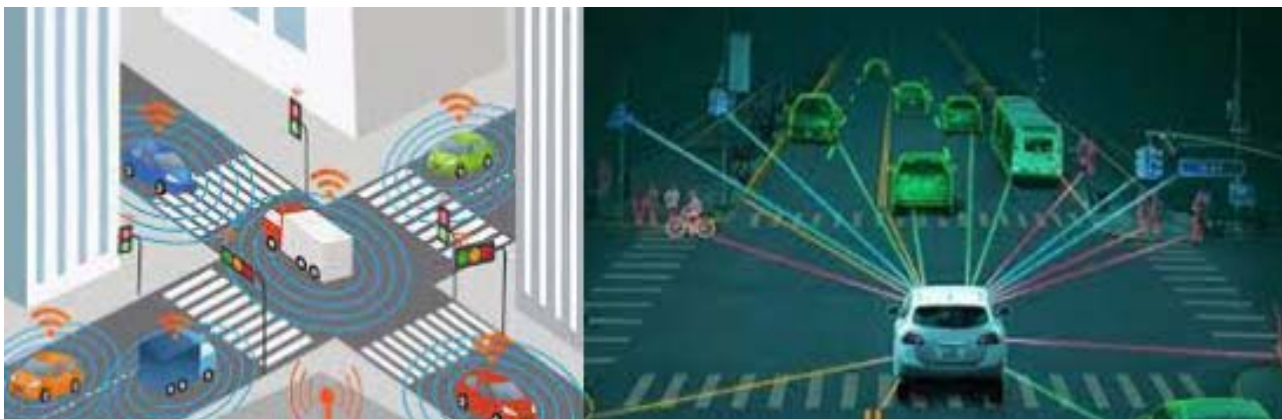


Рисунок 3 – Комунікація між безпілотними автотранспортними засобами та навколишнім середовищем

Figure 3 – Communication between unmanned vehicles and the environment

Зменшення заторів на дорогах позитивно вплине не тільки на екологію, це підвищить фінансові статки шляхом зменшення енергоресурсів, витрачених на роботу автотранспорту у заторах.

Перший автомобіль без водія світ побачив майже сто років тому. В далекому 1925 році вулицями Нью-Йорку проїхав автомобіль 1926 Chandler, оснащений антеною, керований з другого, наступного за ним, автомобіля (рис. 4). З допомогою радіосигналу оператор обертав електродвигуни, встановлені на рульовому колесі, гальма, педалі акселератора і перемикачі коробки передач [10]. І хоч це був далекий від «автономії» автомобіль, з того часу багато змінилось.

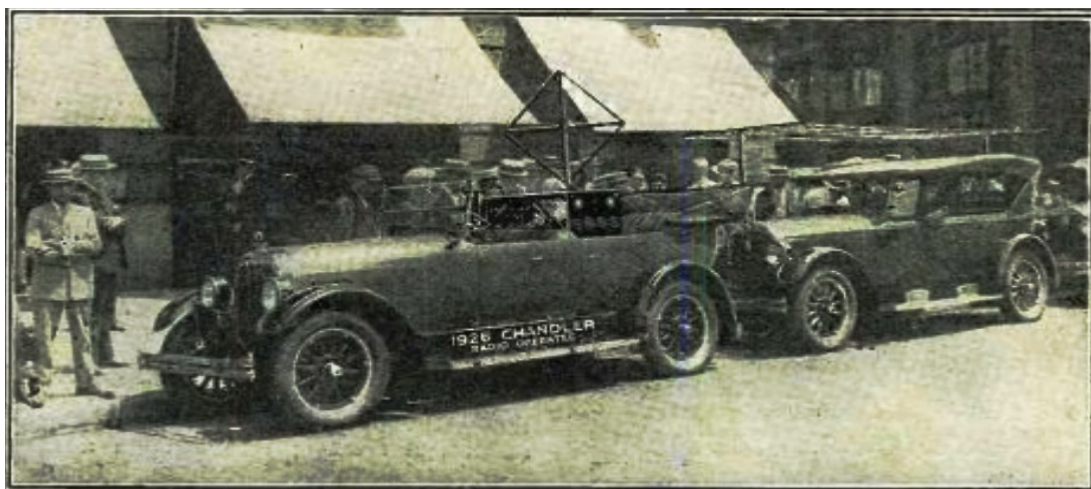


Рисунок 4 – 1926 Chandler оснащений антеною

Figure 4 – 1926 Chandler equipped with antenna

Значущим фактором, який впливає на прискорення створення та впровадження в експлуатацію безпілотного автомобільного транспорту, – це розвиток цифрових технологій та мереж передачі даних.

На сьогодні безпілотні автобуси вже використовуються в США, Канаді і Європі. У Китаї підприємство AutoX, засноване компанією Alibaba, запустило сервіс безпілотних таксі без водіїв у м. Шеньчжене [11].

У 2021 році новий безпілотний електричний автобус на 60 пасажирів почав курсувати в м. Малага (Іспанія) [12], а в Анкарі (Туреччина) презентовано безпілотний пасажирський електробус Otonom Atak Elektrik [13].

Інший тип автотранспорту – це вантажівки. Над безпілотними вантажівками працюють багато компаній у всьому світі, серед них Mercedes-Benz, WeRide, Volvo, Otto, Waymo та багато інших.

Компанія Volvo Trucks у вересні 2018 року представила безпілотну вантажівку Vera, яка має практично плоску кабіну, а її висота не набагато перевищує діаметр коліс (рис.5). Тягач із напівприцепом обладнаний камерами, радарами та має зв'язок з оператором.



Рисунок 5 – Безпілотна вантажівка Volvo Vera
Figure 5 – Volvo Vera unmanned truck

У 2019 році безпілотні вантажівки компанії TuSimple почали перевозити посилки UPS, а навесні 2021 року вантажівка цієї компанії здійснила 1500 кілометровий рейс.

Як бачимо, сьогодні створення безпілотних транспортних засобів набирає стрімких обертів. З постійним вдосконаленням штучного інтелекту, технологій передачі даних, сенсорів та іншого обладнання, масштабне виробництво та використання безпілотного автотранспорту в майбутньому не викликає сумніву.

Враховуючи європейський вектор України, ми безумовно маємо розглядати, вивчати та впроваджувати інноваційні рішення і технології для поліпшення екології, економіки, життя та соціальних благ людей. І безпілотний автотранспорт не виключення.

Для впровадження безпілотного автотранспорту, головними речами, які потрібно врегулювати на рівні держави, є подальший інтенсивний розвиток відповідної інфраструктури та законодавства.

Необхідна передумова для впровадження безпілотного автотранспорту, – це цифровізована інфраструктура, яка здатна забезпечити комунікацію з безпілотними транспортними засобами. Потрібно цілеспрямовано «оцифрувати» дороги. Для злагодженого і, головне, безпечного пересування автотранспорту без водія, необхідна фізична ідентифікація доріг, вулиць, дорожніх знаків за допомогою радіоелектронних міток чи передавачів, що встановлюються безпосередньо на бордюри, дорожню розмітку, дорожні знаки, дорожні таблички тощо. Розмітка та дорожні знаки не мають суперечити один одному та правилам дорожнього руху. Потрібно забезпечити безперебійну та коректну роботу передавачів як під шаром снігу так і в густий туман. Безпечне функціонування самокерованого автотранспорту також залежить від стійкого та стабільного сигналу GPS та високошвидкісного та безперебійного інтернету.

У сфері правового регулювання безпілотного транспорту теж доведеться попрацювати. Чинне законодавство України вбачає в якості суб'єкта, який керує транспортним засобом, водія, як фізичну особу, що містить п. 1.10 Правил дорожнього руху [14] та відповідає ст. 8 «Конвенції про дорожній рух» від 08.11.1968 р., ратифікований Україною 25.04.1974 року, де вказано що: «Кожний транспортний засіб або склад транспортних засобів, що знаходяться в русі, повинні мати водія» [15].

Таким чином, факт відсутності водія в автотранспорті під час дорожнього руху прямо суперечить вказаному припису, а отже необхідні зміни на законодавчому рівні.

Висновки.

Безперечно, користь від переходу до автономного автотранспорту очевидна і доведена. Це і фінансові вигоди, і екологічні. Безумовно, це збереження життів і здоров'я людей, одночасно і

поштовх для розробки нових технологій і впровадження інноваційних ідей, розвитку супутніх бізнесів та багато інших користностей.

Проте існують важливі виклики, які потрібно вирішити, включаючи проблеми законодавства, нестачу розвиненої інфраструктури для ефективної роботи безпілотних автотранспортних засобів.

Стратегії переходу автомобільного транспорту на безпілотне керування включають:

- Впровадження інфраструктури для її взаємодії з безпілотними транспортними засобами шляхом оцифрування дорожніх знаків, розмітки, бордюрів тощо;

- Державне стимулювання шляхом зміни транспортного законодавства. Це дозволить бізнесу бути впевненими, що держава зацікавлена у впровадженні автономних транспортних засобів, і їх розвиток та фінансові вкладення не будуть марними;

- Розробка національної Програми переходу автомобільного транспорту на безпілотне керування. Ця програма повинна включати конкретні заходи та терміни їхнього виконання.

Сьогодні на шляху безпілотного автотранспорту все ще багато перешкод. Їх потрібно підготувати до роботи в різних погодних умовах, захистити від хакерів, навчити реагувати на всі можливі дорожні ситуації. Але потенційні переваги переважають труднощі на шляху до безпілотного автотранспорту, тому доцільно впроваджувати пілотні проекти та продовжувати дослідження.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. КІЛЬКІСТЬ ДТП У СВІТІ ЗРОСТАЄ — ВООЗ : *Центр громадського здоров'я МОЗ України*. URL: <https://phc.org.ua/news/kilkist-dtp-u-sviti-zrostaevooz#:~:text=%D0%A1%D0%BC%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D1%83%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%BE%D0%BA%20%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%B9%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D1%85,%D0%B6%D0%B8%D1%82%D1%82%D1%8F%20%D0%B7%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%8E%D1%94%D1%82%D1%8C%D1%81%D1%8F%20%D1%87%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B7%20%D0%BE%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D1%96%20%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BC%D0%B8> (дата звернення: 11.04.2024 р.).

2. Патрульна поліція України : веб-сайт. URL: <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/> (дата звернення: 11.04.2024 р.).

3. Дячкіна А. ДТП в Україні під час війни: про що говорять цифри та як це впливає на економіку : *Інтернет видання Економічна правда*. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2023/10/11/705356/#:~:text=%D0%97%D0%B0%20%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%80%D0%B0%D1%85%D1%83%D0%BD%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B8%20%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%82%D1%96%D0%B2%20%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D1%83,%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%BE%203%2C4%25%20%D0%92%D0%92%D0%9F/>

4. Порфіренко В.І. Інноваційний модульний розвиток мережі електробусних пасажирських перевезень в мегаполісах : « Інноваційний розвиток транспортного комплексу: монографія / За загал. редакцією проф. Ложачевської О.М. Київ: Міленіум, 2021. С. 130-140.

5. Porfirenko V. Ways of Optimizing the Environmental and Operational Mobility of Passenger Transportation in Megacities / Volodymyr Porfirenko, Dmytro Dekhtiarenko, Liliia Lytvyshko, Mykola Hrebelyuk, Valentyna Artemchuk, Oleksii Parokhnenko// Book Title : Digitalisation: Opportunities and Challenges for Business. Lecture Notes in Networks and Systems. Volume 2. Publisher Springer Cham. Scopus issue. March 2023. P. 720-732. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-26956-1>

6. Todd Lassa. The Beginning of the End of Driving : *Internet edition «Motor Trend»* URL: <https://www.motortrend.com/news/the-beginning-of-the-end-of-driving/> (дата звернення: 11.04.2024 р.).

7. Мисливий В. А. Безпілотний автотранспорт як резерв запобігання аварійності. Науковий журнал «Наука і правоохорона». 2018. № 1. С. 158-167.

8. Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И. Токсичность отработавших газов дизелей. – 2.изд., перераб. и доп. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. – 375с.

9. Durst, PJ; Goodin, CT; Bethel, CL; Anderson, DT; Carruth, DW; Lim, H (2018) A Perception-Based Fuzzy Route Planing Algorithm for Autonomous Unmanned Ground Vehicles UNMANNED SYSTEMS Том: 6 Выпуск: 4 Стр.: 251-266 DOI: 10.1142/S2301385018500073

10. Carl Engelking. The 'Driverless' Car Era Began More Than 90 Years Ago : веб-сайт. URL: <https://www.discovermagazine.com/technology/the-driverless-car-era-began-more-than-90-years-ago> (дата звернення: 11.04.2024 р.).
11. Paul Ridden. AutoX rolls out first fully autonomous taxi fleet in China : *Internet edition New Atlas*. URL: <https://newatlas.com/automotive/autox-fully-autonomous-taxi-fleet-shenzhen/> (дата звернення: 11.04.2024 р.).
12. Christopher Carey. Málaga launches Europe's first driverless electric bus: *Internet edition Cities Today*. URL: <https://cities-today.com/malaga-launches-europes-first-driverless-electric-bus/> (дата звернення: 11.04.2024 р.).
13. A FIRST IN HISTORY: A PRESIDENT TRAVELS IN A LEVEL-4 AUTONOMOUS ELECTRIC BUS: *Official site KARSAN*. URL: <https://www.karsan.com/tr/basin-odasi/guncel-haberler/avrupa-ve-amerikanin-ilk-seri-uretim-surucusuz-otobusu-karsan-otonom-atak-electric-cumhurbaskanligi-kulliyesinde/> (дата звернення: 11.04.2024 р.).
14. Про Правила дорожнього руху: Постанова Кабінету Міністрів України від 10.10. 2001 р. № 1306 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-%D0%BF#Text> (дата звернення: 11.04.2024 р.).
15. Конвенція про дорожній рух (Відень, 8 листопада 1968 року) URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_041#Text (дата звернення: 11.04.2024 р.).

REFERENCES

1. THE NUMBER OF TRAFFIC ACCIDENTS IN THE WORLD IS GROWING — WHO: *Public Health Center of the Ministry of Health of Ukraine*. URL: <https://phc.org.ua/news/kilkist-dtp-u-sviti-zrostaevooz#:~:text=%D0%A1%D0%BC%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D1%83%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%BE%D0%BA%20%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%B9%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D1%85,%D0%B6%D0%B8%D1%82%D1%82%D1%8F%20%D0%B7%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%8E%D1%94%D1%82%D1%8C%D1%81%D1%8F%20%D1%87%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B7%20%D0%BE%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D1%96%20%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BC%D0%B8.> [in Ukrainian] (date of application: 04/11/2024).
2. Patrol police of Ukraine: website. URL: <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/> [in Ukrainian] (date of application: 04/11/2024).
3. Dyachkina A. Road accidents in Ukraine during the war: what the numbers say and how it affects the economy: *Internet edition Ekonomichna pravda*. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2023/10/11/705356/#:~:text=%D0%97%D0%B0%20%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%80%D0%B0%D1%85%D1%83%D0%BD%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B8%20%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%82%D1%96%D0%B2%20%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D1%83,%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%BE%203%2C4%25%20%D0%92%D0%92%D0%9F/> [in Ukrainian] (date of application: 04/11/2024).
4. Porfirenko V.I. Innovative modular development of the network of electric bus passenger transportation in megacities: "Innovative development of the transport complex: monograph / In general. edited by Prof. Lozhachevska O.M. Kyiv: Millennium, 2021. P. 130-140.
5. Porfirenko V. Ways of Optimizing the Environmental and Operational Mobility of Passenger Transportation in Megacities / Volodymyr Porfirenko, Dmytro Dekhtiarenko, Liliia Lytvyshko, Mykola Hrebelynyk, Valentyna Artemchuk, Oleksii Parokhnenko// Book Title : Digitalisation: Opportunities and Challenges for Business. Lecture Notes in Networks and Systems. Volume 2. Publisher Springer Cham. Scopus issue. March 2023. P. 720-732. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-26956-1>
6. Todd Lassa. The Beginning of the End of Driving. *Internet edition «Motor Trend»* URL: <https://www.motortrend.com/news/the-beginning-of-the-end-of-driving/> (date of application: 04/11/2024).
7. Myslivy V. A. Unmanned vehicles as a reserve for accident prevention. Science and law enforcement scientific journal. 2018. No. 1. P. 158-167.
8. Markov V.A., Bashirov R.M., Gabytov I.I. Toxicity of diesel exhaust gases. – 2nd edition, revised. and additional – M.: Publishing House of the Moscow State Technical University named after N.E. Bauman, 2002. – 375p.

9. Durst, PJ; Goodin, CT; Bethel, CL; Anderson, DT; Carruth, DW; Lim, H (2018) A Perception-Based Fuzzy Route Planing Algorithm for Autonomous Unmanned Ground Vehicles UNMANNED SYSTEMS Volume: 6 Issue: 4 Pages: 251-266 DOI: 10.1142/S2301385018500073

10. Carl Engelking. The 'Driverless' Car Era Began More Than 90 Years Ago : веб-сайт. URL: <https://www.discovermagazine.com/technology/the-driverless-car-era-began-more-than-90-years-ago> (date of application: 04/11/2024).

11. Paul Ridden. AutoX rolls out first fully autonomous taxi fleet in China : *Internet edition New Atlas*. URL: <https://newatlas.com/automotive/autox-fully-autonomous-taxi-fleet-shenzhen/> (date of application: 04/11/2024).

12 Christopher Carey. Málaga launches Europe's first driverless electric bus: *Internet edition Cities Today*. URL: <https://cities-today.com/malaga-launches-europes-first-driverless-electric-bus/> (date of application: 04/11/2024).

13. 13. A FIRST IN HISTORY: A PRESIDENT TRAVELS IN A LEVEL-4 AUTONOMOUS ELECTRIC BUS: *Official site KARSAN*. URL: <https://www.karsan.com/tr/basin-odasi/guncel-haberler/avrupa-ve-amerikanin-ilk-seri-uretim-surucusuz-otobusu-karsan-otonom-atak-electric-cumhurbaskanligi-kulliyesinde/> (date of application: 04/11/2024).

14. About Traffic Rules: Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 10.10. 2001 No. 1306 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-%D0%BF#Text> [in Ukrainian] (date of application: 04/11/2024).

15. Convention on Road Traffic (Vienna, November 8, 1968) URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_041#Text (date of application: 04/11/2024).

РЕФЕРАТ

Порфіренко В.І. Актуальні тренди розвитку безпілотного автотранспорту: економіка та екологія, збереження життя та здоров'я / В.І. Порфіренко, Є.Г. Сандулов // // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Економічні науки». Науковий, науково-виробничий журнал. – К.: НТУ, 2024. – Вип. 2 (59).

Автомобільний транспорт відіграє надзвичайно важливу роль у сучасному житті людей, забезпечуючи відносно швидкий і зручний трансфер населення, переміщення вантажів і забезпечення логістичних потреб сучасного господарства. Він дозволяє підтримувати постачання товарів та послуг, що є необхідним для функціонування суспільства. Однак разом з усіма цими перевагами існують і виклики, пов'язані з автомобільним транспортом, такі як забруднення повітря, затори на дорогах, аварії та інші проблеми. Тому важливо розвивати та впроваджувати інновації, спрямовані на зменшення негативного впливу автомобільного транспорту і на підтримку сталого розвитку.

Є багато напрямків розвитку для зменшення негативних наслідків сфери автотранспорту. Серед них і перехід на екологічно чисті джерела енергії (водень, гелій 3, зелена енергія тощо), і розвиток інфраструктури для велосипедного транспорту (EUROPEAN DECLARATION ON CYCLING C/2024/2377), та інші, включаючи самокерований автотранспорт, який і розглядається у цій статті.

У статті розглянуто різні аспекти переходу автомобільного транспорту на безпілотне керування: розвиток екологічно чистого автотранспорту, економічні переваги, соціальний ефект, збереження життя та здоров'я.

Перехід на безпілотне керування для автомобільного транспорту є складним завданням, яке потребує зусиль з боку всіх державних органів та суспільства. Однак, це завдання є необхідним для збереження життя та здоров'я людей, захисту навколишнього середовища, зміцнення економіки та інноваційного розвитку держави.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БЕЗПІЛОТНИЙ АВТОТРАНСПОРТ, ІННОВАЦІЙНИЙ АВТОТРАНСПОРТ, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ, ЕКОЛОГІЯ, ЕКОНОМІКА, ЖИТТЯ ТА ЗДОРОВ'Я, АВТОМАТИЗАЦІЯ БЕЗПІЛОТНОГО ТРАНСПОРТУ, ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.

ABSTRACT

Porfirenko V., Sandulov Y. Actual trends of unmanned autotransport: economics and ecology, saving life and health. Visnyk National Transport University. Series «Economic sciences». Scientific, scientific and industrial journal. – K.: NTU, 2024. – Issue 2 (59).

Motor transport plays an extremely important role in the modern life of people, providing a relatively quick and convenient transfer of the population, the movement of goods and ensuring the logistical needs of

the modern economy. It allows maintaining the supply of goods and services necessary for the functioning of society. However, along with all these benefits, there are challenges associated with road transport, such as air pollution, traffic jams, accidents and other problems. Therefore, it is important to develop and implement innovations aimed at reducing the negative impact of road transport and supporting sustainable development.

There are many areas of development to reduce the negative consequences of the motor vehicle sector, among them the transition to environmentally friendly energy sources (hydrogen, helium 3, green energy, etc.) and the development of infrastructure for bicycle transport (EUROPEAN DECLARATION ON CYCLING C/2024/2377) and others, including self-driving motor vehicles which the author considers in this article.

The article considers various aspects of the transition of road transport to unmanned driving: the development of environmentally friendly vehicles, economic advantages, social effect, preservation of life and health.

The transition to driverless driving for road transport is a complex task that requires the efforts of all government bodies and society. However, this task is necessary for the preservation of life and health of people, protection of the environment, strengthening of the economy and innovative development of the state.

KEYWORDS: UNMANNED VEHICLES, INNOVATIVE VEHICLES, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, ROAD SAFETY, ECOLOGY, ECONOMY, LIFE AND HEALTH, AUTOMATION OF UNMANNED VEHICLES, ATMOSPHERIC AIR POLLUTION.

АВТОРИ:

Порфіренко Володимир Іванович, кандидат економічних наук, Національний транспортний університет, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 242, e-mail: porfirenko@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0329-6217>.

Сандулов Євген Геннадійович, Національний транспортний, університет, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 242, e-mail: iSandulov@iCloud.com ,<https://orcid.org/0009-0003-2576-3063>.

AUTHORS:

Porfirenko Volodymyr, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: porfirenko@gmail.com, tel.: +380675034433, Ukraine, 01010, Kyiv, str. M. Omelyanovich-Pavlenko, 1, k. 242. <https://orcid.org/0000-0003-0329-6217>

Sandulov Yevhen, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: iSandulov@iCloud.com, tel.: +380950971266, Ukraine, 01010, Kyiv, str. M. Omelyanovich-Pavlenko, 1, k. 242. <https://orcid.org/0000-0003-0329-6217>

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Гречан А.П., доктор економічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри економіки, Київ, Україна.

Карпенко О.О., доктор економічних наук, професор, перший проректор Закладу вищої освіти «Міжнародний науково-технічний університет імені академіка Юрія Бугая», Київ, Україна.

REVIEWERS:

Grechan A.P, Doctor of Economic Sciences, Professor, National Transport University, Professor of the Department of Economics, Kyiv, Ukraine.

Karpenko O.O., Doctor of Economic Sciences, Professor, HEI «Academician Yuriy Bugay International Scientific and Technical University», the First Vice-Rector, Kyiv, Ukraine.