

УДК 656.13
UDC 656.13

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ
АВТОНОМНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В УКРАЇНІ

Червякова В.В., кандидат економічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, ChervyakovaV@bigmir.net, <https://orcid.org/0000-0003-3568-3836>

Червякова Т.І., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, Cherti2015@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3672-9173>

PROSPECTS OF IMPLEMENTATION AND OPERATION OF
AUTONOMOUS VEHICLES IN UKRAINE

Cherviakova V.V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine, ChervyakovaV@bigmir.net, <https://orcid.org/0000-0003-3568-3836>

Cherviakova T.I., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine, Cherti2015@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3672-9173>

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В УКРАИНЕ

Червякова В.В., кандидат экономических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, ChervyakovaV@bigmir.net, <https://orcid.org/0000-0003-3568-3836>

Червякова Т.И., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, Cherti2015@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3672-9173>

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Кілька років тому мало хто вірив, що автономні транспортні засоби коли-небудь стануть реальністю. Зараз вони тестуються в ряді країн на дорогах загального користування, зокрема в місті Фенікс (штат Арізона, США) та Сінгапурі. Нині питання не в тому, чи стануть дорожні транспортні засоби повністю автономними (безпілотними або роботизованими), а в тому, коли це трапиться і як вплине на майбутні умови подорожей, планування доріг, систем паркування, громадського транспорту та чи повинна державна політика заохочувати або обмежувати їх використання [1–7]. Наслідки їх появи настільки далекосяжні та всеохоплюючі, що планувати їх впровадження та використання необхідно вже сьогодні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано вирішення даної проблеми. Дослідженню проблем, пов'язаних з плануванням впровадження, функціонування та регулювання автономних транспортних засобів присвячені роботи здебільшого зарубіжних науковців і практиків, зокрема Т. Літмана, Т. Кіні, М. Сівака, Б. Граша, Е. Гуерра, Б. Шхутла, Д. Хенаган та ін.

Цілі статті – дослідження проблем і перспектив появи та експлуатації автономних автомобілів в Україні.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Деякі прихильники автономних автомобілів прогнозують, що до 2030 року вони стануть достатньо зручними та доступними для витіснення більшості машин, що експлуатуються людьми, забезпечать незалежну мобільність «неводіям», зменшать стрес та нудьгу від водіння та стануть панацеєю від заторів, аварій та забруднення навколишнього середовища [8–10]. Проте є вагомі підстави скептично ставитися до таких оптимістичних заяв.

Незважаючи на те, що транспортні засоби можуть працювати автономно за певних умов, існує багато технічних проблем, які потрібно вирішити перш ніж вони зможуть працювати автономно в реальних умовах і багато років витратити на тестування, перш ніж такі транспортні засоби будуть адекватно перевірені, дозволені для комерційного продажу та доступні для більшості споживачів. Помилки в системах автономних автотранспортних засобів можуть бути смертельними для пасажирів та інших учасників дорожнього руху. Автономне пересування може спричинити зайві переміщення автомобіля і збільшити транспортні проблеми. Таким чином, розробка і вдосконалення автономних транспортних засобів, швидше за все, займе більше часу та принесе менші чисті вигоди, ніж прогнозують оптимісти.

Ці фактори зумовлюють значні виклики для транспортної політики та планування [11,12]. Автономні автомобілі покладатимуться на загальнодоступну інфраструктуру, спричинятимуть зовнішні ефекти і потребуватимуть більшого державного регулювання та інвестицій, ніж більшість

інших технологій. Наприклад, автономні транспортні засоби можуть бути запрограмовані або на основі переваг користувача (максимального збільшення швидкості руху та безпеки пасажирів) або цілей суспільства (обмеження швидкості та захисту інших учасників дорожнього руху). Багато передбачуваних переваг автономного автотранспорту, включаючи зменшення заторів і забруднення, вимагатимуть спеціальних смуг для руху «караваном» (близько один до одного на відносно високих швидкостях). Органи влади повинні будуть вирішувати, як регулювати та оцінювати автономне пересування автомобілів, а також, коли потенційні переваги виправдають виділення смуг руху виключно для них.

The Society of Automotive Engineers (SAE) визначило шість рівнів автоматизації управління автомобілем (табл.1). Рівні 1-3 вимагають наявності ліцензованого водія, а рівні 4 та 5 дозволяють працювати без водія, що є необхідним для багатьох прогнозованих переваг.

Таблиця 1 – Рівні автоматизації управління автомобілем
Table 1 – Automated driving levels

Рі- вень	Назва	Характеристика	Виконан- ня рульо- вого уп- равління і розгону/ гальму- вання	Моніто- ринг нав- колишньо- го середо- вища водіння	Резервне динамічне керування автомо- білем	Системні можливості (режими водіння)
Людина-водій спостерігає за зміною навколишнього середовища						
0	Автоматизація відсутня	Постійне виконання людиною-водієм усіх аспектів динамічного керування, навіть за наявності систем попередження або втручання.	Людина-водій	Людина-водій	Людина-водій	–
1	Допомога водіям	Виконання руху за допомогою системи щодо або рульового управління, або прискорення/гальмування з використанням інформації про навколишнє середовище та очікуванням, що людина-водій виконає всі інші аспекти динамічного керування.	Людина-водій і система	Людина-водій	Людина-водій	Деякі режими водіння
2	Часткова автоматизація	Виконання руху однією або декількома системами допомоги водіям як щодо рульового управління, так і прискорення/гальмування, з використанням інформації про навколишнє середовище та очікуванням, що людина-водій виконає всі інші аспекти динамічного керування.	Система	Людина-водій	Людина-водій	Деякі режими водіння
Автоматизована система керування – «система» контролює навколишнє середовище						
3	Умовна автоматизація	Виконання руху за допомогою автоматизованої системи керування всіма аспектами динамічного керування з очікуванням, що людина-водій буде відповідним чином відповідати на запит про втручання.	Система	Система	Людина-водій	Деякі режими водіння
4	Висока автоматизація	Виконання руху за допомогою автоматизованої системи керування всіма аспектами динамічного керування, навіть якщо людина-водій не відповідає належним чином на запит.	Система	Система	Система	Деякі режими водіння

Продовження табл. 1

Рі-вень	Назва	Характеристика	Виконання рульового управління і розгону/гальмування	Моніторинг навколишнього середовища водіння	Резервне динамічне керування автомобілем	Системні можливості (режими водіння)
5	Повна автоматизація	Виконання руху за допомогою автоматизованої системи керування всіма аспектами динамічного керування з урахуванням дорожньої обстановки та всіх умов навколишнього середовища, які здатна контролювати людина-водій.	Система	Система	Система	Всі режими водіння

Автономні автомобілі зможуть бути як особистими, так і спільного використання. Кожна модель має свої переваги та недоліки. У табл. 2 наведено три основні моделі експлуатації автономних транспортних засобів.

Таблиця 2 – Порівняння операційних моделей автономних транспортних засобів
Table 2 – Autonomous vehicle operational models compared

Операційна модель автономного транспортного	Переваги	Недоліки	Користувачі
Особисті автономні транспортні засоби. Автолюбители володіють або винаймають в оренду безпілотні автомобілі.	– Висока зручність: доступність у будь-який час; можливість залишити в транспортних засобах різні речі (обладнання, інструменти).	– Високі витрати. – Неможливість вибрати різні транспортні засоби для різних поїздок, наприклад автомобілі для їзди по дорозі або вантажівки для перевезень.	Люди, які багато подорожують, проживають у віддалених місцевостях, хочуть певний транспортний засіб або залишають речі у своїх автомобілях.
Спільні автономні транспортні засоби. Самохідне таксі – транспортування окремих людей та груп до пунктів призначення.	– Можливість вибору автомобіля, який найкраще відповідають їх потребам. – Обслуговування від дверей до дверей.	– Очікування транспортних засобів. – Обмежений сервіс (без водія, який допоможе перенести багаж, безпечно дістатися до своїх дверей; транспортні засоби можуть бути брудними).	Люди, які мало подорожують.
Спільні автономні поїздки. Автофургони (мікротранзит) перевозять пасажирів до/поблизу пунктів призначення.	– Найменші витрати.	– Найменша зручність, комфорт і швидкість, особливо у віддалених місцевостях.	Міські жителі з низьким рівнем доходу.

Автономні транспортні засоби можуть як надавати різні переваги, так і зумовлювати різні проблеми та витрати. З одного боку, автономні транспортні засоби зможуть зменшити стрес водія і нудьгу під час водіння. Автономні автомобілі можуть мати мобільні спальні, ігрові кімнати та офіси, що дозволить пасажиром відпочивати або залишатись продуктивними під час подорожі [13].

З іншого боку, автономні автомобілі можуть спричинити нові стреси та незручності, зокрема мандрівники будуть відчувати занепокоєння через побоювання, що їх транспортний засіб може не досягти бажаного пункту призначення [2]. Для того, щоб звести до мінімуму прибирання і збитки від вандалізму, безпілотні таксі і автобуси матимуть «загартовані» інтер'єри (вінілові сидіння і поверхні з нержавіючої сталі), мінімальні аксесуари і камери стеження. Реалізація запиту на спільні поїздки зменшить безпеку (пасажиром, можливо, знадобиться поділитися простором з незнайомими людьми), а також скоротить швидкість та надійність поїздок, оскільки кожна додаткова посадка/висадка спричинить кілька хвилин затримки для інших пасажирів (особливо у віддалених місцевостях з тупиковими вулицями).

Автономні транспортні засоби можуть забезпечити незалежну мобільність для «неводіїв», у тому числі людей з обмеженими можливостями, підлітків та інших осіб, які з якоїсь причини не можуть або не повинні керувати автомобілем. Це може забезпечити пряму вигоду для таких мандрівників, зменшуючи тягар на членів їхніх сімей та друзів, та доступ до освітніх та кар'єрних можливостей, підвищуючи їх економічну продуктивність. Деякі заможні «неводії», які живуть у віддаленій місцевості, можуть купувати особисті автономні транспортні засоби, а міські «неводії», ймовірно, будуть використовувати автономні таксі.

Разом з тим, оптимістичні прогнози щодо переваг автономного автотранспорту можуть призвести до того, що деякі громади зменшать підтримку громадського транспорту, що може погіршити можливості пересування для «неводіїв». Виділення смуг руху на дорогах для пересування автономних транспортних засобів може зменшити їх пропускну спроможність для автомобілів під керуванням людей, погіршуючи умови для їх пасажирів.

Автономні транспортні засоби потребуватимуть додаткового обладнання та послуг (табл. 3). Такі технології можуть додати тисячі доларів США до вартості автомобіля та сотні доларів США щорічних витрат. Наприклад, пакет додаткових електронних функцій, таких як дистанційний запуск, допомога дальнього світла, допомога активної смуги руху, адаптивний круїз-контроль і камера виду зверху, як правило, збільшують ціну автомобіля більш ніж на 5000 дол. США, а навігаційні і охоронні послуги, такі як OnStar і TomTom, коштують 200-600 дол. США на рік. Оскільки збої можуть бути смертельними, автономні системи керування потребуватимуть надійних, достатніх та стійких до зловживань компонентів, що експлуатуються фахівцями, подібно до стандартів авіаційного сервісу, що зумовить подальше збільшення витрат.

Таблиця 3 – Вимоги до обладнання та обслуговування автономних транспортних засобів
Table 3 – Autonomous vehicle equipment and service requirements

Всі транспортні засоби	Спільні транспортні засоби (автономні таксі)
<ul style="list-style-type: none"> – Датчики (оптичні, інфрачервоні, радіолокаційні, лазерні й ін.). – Автоматизовані засоби управління (рульове управління, гальмування, сигнали тощо). – Програмне забезпечення, сервери та джерела живлення. – Бездротові мережі. Системи короткохвильового зв'язку для зв'язку між транспортними засобами та системи довгохвильового зв'язку для доступу до карт, оновлення програмного забезпечення та дорожніх звітів. – Навігація. Системи GPS і спеціальні карти високої якості. – Тестування та технічне обслуговування критичних компонентів. 	<ul style="list-style-type: none"> – Часте прибирання та ремонт. – Диспетчеризація та управління парком. – Бізнес-адміністрування та страхування. – Прибуток від підприємницької діяльності. – Безпека. – Порожні пробіги, щоб забрати і висадити пасажирів.

Отже, автономні можливості керування 4 та 5 рівнів, ймовірно, значно збільшать ціни на автомобілі та вартість додаткових річних послуг та витрат на технічне обслуговування. Досвід попередніх інновацій транспортних засобів, таких як автоматичні коробки передач і подушки безпеки, свідчить про те, що автономні можливості керування спочатку будуть доступні тільки на більш дорогих моделях, і знадобиться від одного до трьох десятиліть, поки вони будуть включені в моделі середнього і нижчого цінового діапазону. Як результат, автономна керуваність, швидше за все, збільшить річні транспортні витрати на кілька тисяч доларів у найближчому майбутньому.

Прибічники автономних автомобілів стверджують, що ці додаткові витрати будуть компенсовані за рахунок страхування та економії палива, але це здається малоімовірним. Наприклад,

якщо автономне керування дозволить знизити витрати на страхування відповідальності вдвічі, то середня річна економія у сумі 300-500 доларів США становить лише 5-10% від оціночних додаткових витрат. Додаткове обладнання та збільшення розмірів транспортних засобів для обслуговування мобільних офісів і спалень збільшить споживання енергії. Електричні транспортні засоби мають низькі експлуатаційні витрати частково тому, що в даний час вони не платять дорожніх зборів, порівнянних з податками на пальне. Введення дорожньо-транспортних податків і платежів для електромобілів збільшить їх експлуатаційні витрати на 5-10 центів за автомобіле-милю [7].

Отже, в найближчому майбутньому (наступне десятиріччя або два) витрати автономного транспортного засобу (сукупні річні витрати, поділені на річний пробіг) будуть коливатися від \$0,80 до \$1,20 за милю та можуть з часом знизитися до \$0,60- \$1,00 за милю, але в середньому будуть більшими, ніж для машини, що керується людиною (0,40-0,60 дол. США) [14]. Джонсон і Уолкер прогнозують, що експлуатація спільних електричних автономних транспортних засобів (безпілотних таксі) коштуватиме близько 85 центів за автомобіле-милю в 2018 році та до 2035 року зменшиться до 35 центів за милю, але вони не розглядають вищезгадані дорожньо-транспортні податки і платежі, тому фактичні витрати, ймовірно, будуть дещо вищими, ніж вони прогнозують [8]. Спільні автономні поїздки для 3-6 пасажирів (автономний громадський транспорт), ймовірно, коштуватимуть 0,20-0,40 доларів США за кожен милю [15].

Деякі дослідження показують нижчі витрати [9]. Наприклад, І. Кок та ін. прогнозують, що на спільні електричні автономні транспортні засоби будуть менше 10 центів за милю, тому їх використання буде часто безкоштовним і фінансуватиметься через рекламу. Однак в цих оцінках ігноруються значні витрати на технічне обслуговування та мийку автомобілів, прибуток від підприємницької діяльності, вартість порожніх пробігів, витрати на страхування автомобілів (на основі оптимістичних припущень щодо безпеки автономних транспортних засобів) та витрати на дорожньо-транспортні податки і платежі (вони припускають, що електричні транспортні засоби і надалі їх не платитимуть). Тому зазначені загальні експлуатаційні витрати, ймовірно, недооцінені.

На сьогоднішній день автомобіль передбачає постійні витрати у розмірі 3600 доларів США (фінансування придбання, амортизація, страхування, реєстраційні збори, оплачувана автостоянка та планове технічне обслуговування) та змінні витрати у розмірі 2400 доларів США (паливо, мастило, знос шин та паркування); в середньому проїжджає 12000 миль на рік, що означає близько 50 центів за милю, з яких приблизно 20 центів за милю – операційні витрати. Таксі під керуванням людини коштує \$2,00- \$3,00, сервіси з підвезення (Uber і Lyft) – близько \$1,50-2,50, а звичайний громадський транспорт – 20-40 центів за милю [7].

Хоча абсолютні суми витрат можуть відрізнятися, відносні витрати, ймовірно, залишатимуться незмінними. У майбутньому особисті автономні транспортні засоби коштуватимуть дорожче, ніж машини, що експлуатуються людьми, однак спільні автономні транспортні засоби будуть дешевші, ніж послуги з підвезення і таксі, що надаються людьми. Оскільки більшість транспортних витрат є постійними, власники особистих автономних транспортних засобів матимуть небагато фінансових стимулів для використання спільних транспортних засобів. Проте наявність спільних транспортних засобів може захопити більше домашніх господарств скоротити власний автопарк, а отже зменшити використання автомобілів.

Автономні автотранспортні засоби можуть забезпечити великі вигоди для комерційних перевезень вантажів і пасажирів, де заробітна плата водія є основною частиною загальних витрат, хоча багато служб доставки вимагають від водія здійснювати також вивантаження вантажів.

Прибічники стверджують, що автономне керування дозволить скоротити зовнішні витрати, включаючи затори в дорожньому русі, споживання енергії, шкідливі викиди, витрати на дороги та стоянку, хоча ці вигоди є невизначеними [16]. Для підвищення енергоефективності автономних транспортних засобів потрібні спеціальні смуги руху, які можливо організувати лише на деяких автомагістралях. Крім того, автономні транспортні засоби можуть навіть збільшити затори, енергоспоживання, забруднення та дорожні витрати. Якщо вони суворо дотримуватимуться правил дорожнього руху та підвищуватимуть обережність, наприклад обмеження швидкості та оптимальний проміжок між транспортними засобами, вони часто затримуватимуть інших учасників дорожнього руху. Оскільки пасажири, як правило, більш чутливі до прискорення, ніж водії, а деякі пасажири відпочиватимуть або працюватимуть, багато користувачів можуть програмувати свої транспортні засоби для поступового прискорення і гальмування, зменшуючи швидкість руху [17]. Якщо буде запрограмовано зачекати людські інструкції в несподіваних умовах, вони можуть часто блокувати рух. Автономні технології вимагають додаткового обладнання і виробники транспортних засобів, ймовірно, пропонуватимуть місця, які перетворюються на ліжка та мобільні офіси, що може збільшити споживання енергії та викиди. Також автономні транспортні засоби можуть вимагати

більш високі стандарти технічного обслуговування доріг, наприклад чіткіше фарбувати дорожню розмітку та спеціальні сигнали дорожнього руху. Теоретично автономні автомобілі можуть зменшити витрати на паркування, дозволяючи автомобілям паркуватися далі від пунктів призначення, але більшість користувачів, ймовірно, захочуть, щоб їхні машини були доступні протягом п'яти-десяти хвилин, і тому вони повинні будуть стояти в межах 1-2 км.

Загальна завантаженість доріг, споживання енергії, викиди та аварії будуть залежати від впливу технології автономного руху на загальні тенденції подорожей та розвитку міст. Автономні транспортні засоби можуть забезпечувати різні переваги та недоліки для користувачів, а також наслідки для всього суспільства (табл. 4) [6].

Деякі наслідки (збільшення вартості автомобіля і експлуатаційних витрат, зниження стресу водія та підвищення продуктивності тощо) безпосередньо впливають на користувачів. Інші (зміни кількості нещасних випадків, заторів, витрат на дорожню інфраструктуру, забруднення навколишнього середовища та варіанти мобільності для «неводіїв») є зовнішніми впливами. Загальна величина цих впливів буде залежати від технології використання автомобілів. Так, поліпшення комфорту та продуктивності зумовить зростання транспортних подорожей, а проблеми дорожнього руху (затори, аварії, шкідливі викиди та витрати на утримання доріг) можуть збільшитися, як це трапилось у випадках із сервісами підвезення у великих містах [18]. Але якщо більш доступні спільні варіанти мобільності дозволять домашнім господарствам скоротити власні автопарки, проблеми з дорожнім рухом повинні зменшитись.

Таблиця 4 – Потенційні переваги та недоліки автономного автотранспорту
Table 4 – Autonomous vehicle potential benefits and costs

Переваги	Недоліки
Внутрішній вплив (вплив на користувача)	
<ul style="list-style-type: none"> – Зниження стресу водіїв і підвищення продуктивності праці (дозволяє автомобілістам відпочивати, грати і працювати під час подорожей). – Забезпечує незалежну мобільність для неводіїв, що може зменшити тягар для автомобілістів та скоротити потребу в субсидюванні громадського транспорту. – Знижує вартість керування для таксі та комерційного транспорту. 	<ul style="list-style-type: none"> – Збільшення вартості автомобіля через встановлення додаткового обладнання для транспортних засобів, послуг і платежів. – Додаткові ризики для користувачів, спричинені аваріями через системні збої, щільний рух, вищу швидкість, додаткову ризикованість та збільшення загального пересування автомобіля. – Зниження безпеки та конфіденційності через вразливість до зловживання інформацією (хакерство), а також функції відстеження місцезнаходження та обміну даними.
Зовнішній вплив (вплив на інших)	
<ul style="list-style-type: none"> – Може зменшити ризики аварій, витрати на страхування, зменшити ризиковане водіння. – Більш ефективний рух транспортних засобів може зменшити затори (підвищити пропускну спроможність) та дорожні витрати. – Зниження вартості паркування через зменшення попиту на парковку у пунктах призначення. – Підвищення ефективності використання палива і зменшення забруднення навколишнього середовища. Може підвищити ефективність використання палива і скорочення викидів забруднюючих речовин. – Підтримка спільного використання автомобілів. Може сприяти спільному використанню автомобілів, що допомагає зменшити загальний обсяг транспортних засобів та подорожей, а також пов'язані із цим витрати. 	<ul style="list-style-type: none"> – Додатковий ризик аварії може зашкодити іншим учасникам дорожнього руху. – Посилення проблем з дорожнім рухом через додатковий рух автономних транспортних засобів, затори, забруднення навколишнього середовища і наростання пов'язаних витрат. – Зниження безпеки, оскільки може використовуватися для злочинної та терористичної діяльності (наприклад, доставки бомб та аварій). – Створення соціальних проблем нерівності, несправедливих наслідків, наприклад, за рахунок зниження зручності та безпеки неавтоматизованого руху. – Зниження зайнятості та ділової активності внаслідок зниження підтримки реалізації інших транспортних поліпшень та стратегій управління.

Багато переваг і недоліків буде залежати від впливу автономних транспортних засобів на загальний пробіг автомобілів. В деяких випадках вони можуть збільшити пробіг транспортних засобів, в інших – зменшити його (табл. 5).

Таблиця 5 – Вплив автономних транспортних засобів на загальний пробіг автомобілів
Table 5 – Autonomous vehicle impacts on total vehicle travel

Збільшує пробіг транспортних засобів	Знижує пробіг транспортних засобів
<p>Збільшення обсягу подорожей «неводіями».</p> <p>Збільшення зручності та продуктивності збільшує обсяги подорожей.</p> <p>Порожній пробіг транспортних засобів, щоб підібрати і висадити пасажирів.</p> <p>Розвиток віддалених територій.</p> <p>Зниження завантаженості доріг та витрат на експлуатацію автомобіля може спонукати до додаткових подорожей.</p>	<p>Більш зручні послуги, що надаються спільними транспортними засобами, дозволяють домашнім господарствам скорочувати автопарки та використання автомобілів.</p> <p>Спільні автономні транспортні засоби зменшують кількість особистих автомобілів.</p> <p>Автономні автобуси можуть поліпшити послуги з перевезень.</p> <p>Зниження ризику дорожнього руху та можливості для паркування можуть зробити міське життя більш привабливим.</p> <p>Зниження пробігу автомобілів у пошуку парковки.</p>

Автономні транспортні засоби можуть збільшити мобільність людей з обмеженими можливостями та підлітків, як «неводіїв». У типовому суспільстві вони становлять 10-30%, мають відносно низькі потреби щодо поїздок, їх часто підвозять члени сім'ї або друзі. Тому автономні автомобілі можуть збільшити загальний обсяг їх поїздок лише на кілька відсотків.

Автономне водіння також збільшує зручність та продуктивність водія, що може стимулювати пробіг автомобіля, наприклад, заохочуючи користувачів вибирати довші маршрути проїзду, далекі подорожі, а також віддалені місця проживання [14]. Автономні транспортні засоби можуть також стимулювати порожні пробіги, наприклад, підбираючи або висаджуючи пасажирів або чекаючи, поки їх буде викликано; часто буде дешевше їздити навколо, а не платити за паркування. Спільні автономні транспортні засоби, ймовірно, зменшують кількість особистих транспортних засобів, але збільшують обсяг пробігу, що припадатиме на транспортний засіб [19]. З чинною політикою ці фактори, ймовірно, збільшують загальний обсяг переміщення автомобіля. Задоволення попиту «неводіїв» з прихованими потребами до подорожей може збільшити загальний обсяг перевезень до 11% [20-21]. Деякі дослідники прогнозують, що автономні транспортні засоби призведуть до збільшення загального пробігу перевезень на 3-9% до 2035 року [22]. Т.Кіні передбачає трикратне збільшення трафіку, але не надає ніяких доказів на підтвердження [9].

З іншого боку, доступне автономне таксі і мікротранзит можуть дозволити домогосподарствам перейти від володіння особистими транспортними засобами до їх спільного використання. Це важливо, оскільки власні і спільні транспортні засоби мають дуже різні профілі витрат, які впливають на поїздки. Власні транспортні засоби мають високі постійні (зазвичай \$ 4000 щорічно) і низькі змінні витрати (зазвичай 20 центів за милю), що дає власникам стимул максимізувати їх використання для того, щоб «окупити свої витрати», в той час як спільні транспортні сервіси, такі як каршеринг і таксі, мають мінімальні постійні витрати і високі змінні витрати (зазвичай \$0,50-2,50 за милю), надаючи користувачам стимул мінімізувати їх пересування. В результаті, домогосподарства, як правило, на 25-75% зменшують свої поїздки, коли переходять від володіння до спільного використання транспортних засобів [23].

Вплив автономних транспортних засобів буде варіюватися також за типом перевезень (табл. 6).

Розвиток автономних транспортних засобів – це лише одна з багатьох тенденцій, яка вплине на майбутні вимоги до транспортних послуг та потреби в їх плануванні. Зміни у демографічних показниках, споживчі переваги, ціни, інформація про користувача, варіанти мобільності та інші інноваційні плани також вплинуть на вибір способу здійснення поїздок. Ці фактори можуть мати більший вплив на планування, ніж автономні транспортні засоби, принаймні до 2040-х років.

Таблиця 6 – Вплив автономних автомобілів на різні види перевезень
 Table – 6 Impact of autonomous vehicles on various travel demands

Тип перевезень	Вплив автономних автомобілів	Частка подорожей
Вантажні	Особливо придатні для далеких поїздок через високу вартість робочої сили та обмежені маршрути, переважно на автомагістралях.	10%
Малі комерційні (торгівля та доставка)	Торгівці (сантехніки, технічні працівники тощо) перевозять обладнання в своїх транспортних засобах, часто змушені їх розвантажувати, ймовірно, будуть використовувати власні автономні транспортні засоби.	5%
Громадський транспорт	Особливо підходять для подорожей у громадському транспорті, завдяки високим витратам на робочу силу та обмеженим маршрутам. Можливий мікро-транзит: 6-12 пасажирських фургонів на замовлення.	В даний час 2%, але може збільшитися.
Особисті поїздки на далекі відстані	Особливо підходять для особистих поїздок на далекі відстані для запобігання виникненню нудьги. Може збільшити подорожі на більш далекі відстані.	В даний час 20%, але може збільшитися.
Місцеві, приміські та сільські поїздки	Заможні заміські і сільські жителі, ймовірно, придбають приватні автономні транспортні засоби та збільшать їх використання. Жителі з меншим рівнем доходу, ймовірно, продовжуватимуть водити власні транспортні засоби або покладатися на спільні автономні транспортні сервіси (автомобілі, мікро-транзит та безпілотні таксі), що, ймовірно, зменшить використання ними власних автомобілів.	50%
Місцеві міські поїздки	Багато людей, ймовірно, перейдуть від власних автомобілів до спільних автономних транспортних сервісів, що, ймовірно, зменшить використання ними автомобілів.	20%
Поїздки «неводіїв»	Особливо підходять для «неводіїв». Багато хто з них, швидше за все, збільшить використання автомобілів.	В даний час 2-4%, але може збільшитися.

Деякі переваги, такі як зменшення стресу водія, можуть виникати з 2-3 рівня автоматизації, але інші переваги, включаючи незалежну мобільність для «неводіїв» та підвищення безпеки пасажирів, вимагають 4-5 рівня, а більшість зовнішніх переваг (зменшення ризику аварії, зменшення заторів, шкідливих викидів та вартості паркування) залежатимуть від спільних транспортних засобів та спільних поїздок, які зменшують загальний обсяг переміщення автомобілів. Виділені смуги руху для автономних транспортних засобів можуть стати перевагою для користувачів, але можуть мати непередбачувані наслідки, особливо якщо вони збільшуватимуть проблеми руху на інших смугах (табл. 7).

Таблиця 7 – Переваги автономних транспортних засобів
 Table 7 – Autonomous vehicle benefits

Переваги	Мобільність для «неводіїв»	Знижений водійський стрес	Економія користувачів	Безпека пасажирів	Зовнішні переваги
Рівень 1-3 особистих транспортних засобів		+		?	
Рівень 4-5 особистих транспортних засобів	+	+		+	+
Спільні автономні транспортні засоби	+		+		+
Спільні автономні поїздки	+		+		+
Виділені смуги руху		+			?

У табл. 8 підсумовуються основні проблеми планування і регулювання автономних транспортних засобів [11].

Таблиця 8 – Основні проблеми планування автономних транспортних засобів
Table 8 – Key autonomous vehicle planning issues

Проблеми	Оптимістичний результат	Песимістичний результат
Спільний доступ	Спільне використання автономних автомобілів буде популяризуватись з самого початку.	Автономні автомобілі будуть рекламуватися як приватні предмети розкоші для заможних еліт.
Соціальна ізоляція	Використання автономних автомобілів буде доступним для більшості людей за рахунок політики, спрямованої на максимальну соціальну інклюзію. Будуть прийняті заходи, спрямовані на їх максимальну доступність.	Автономні автомобілі будуть корисними для людей, здатних та готових платити за привілейований транспортний засіб. Вразливі групи людей будуть заохочуватись до використання автономних автомобілів і подорожувати під постійним контролем.
Екологічна стійкість	Розвиток та впровадження автономних автомобілів будуть регулюватися з урахуванням можливих екологічних проблем.	Автономні автомобілі будуть розроблені та впроваджені з недостатньою увагою до забезпечення безпеки навколишнього середовища.
Оперативне співробітництво	Операційні системи автономних автомобілів будуть запрограмовані на основі кооперативних, альтруїстичних та етичних принципів.	Операційні системи автономних автомобілів будуть запрограмовані за конкурентними, агресивними та захисними принципами.
Громадський транспорт	Національна та місцева політика передбачатиме підтримку громадського транспорту.	Національна та місцева політика приділятиме занадто багато уваги автономним автомобілям і не підтримуватиме громадський транспорт, що призведе до скорочення можливостей отримання транспортних послуг в багатьох місцевостях.
Правила інтермодальних перевезень	Політика щодо автономних автомобілів та їх програмування поважатимуть людське життя. Вони мінімізуватимуть ризики аварій та захищатимуть вразливих учасників дорожнього руху (наприклад, через меншу швидкість).	Громадська політика надаватиме перевагу пасажиром автономних автомобілів перед іншими учасниками дорожнього руху і таким чином сприятиме заможним в порівнянні з більш уразливими групами населення.
Мережеві інформаційні системи	Мережі передачі даних будуть розроблені таким чином, щоб зробити більш стабільними та ефективними рішення щодо вибору маршруту та паркування на рівні автопарку.	Не буде практично ніяких розробок державних інформаційних систем, які сприятимуть загальній ефективності та стійкості. Інформація буде доступна залежно від здатності користувачів платити.
Управління чутливими даними	Особисті дані будуть ретельно оброблятися і збиратись на основі загальнодержавного інтересу.	Дані зберігатимуться та використовуватимуться в комерційних цілях або для суспільного контролю. Автономні автомобілі використовуватимуться для збору більш чутливої приватної інформації.
Паркування	Політика сприятиме перетворенню паркувальних об'єктів у рекреаційні, зелені та будівельні райони або в активну транспортну інфраструктуру.	Політика паркування залишиться такою як є, тому парковки продовжать займати цінні землі, які можна використовувати для більш стабільних або соціальних цілей.
Політика щодо землекористування	Створений простір стане більш привабливим місцем проживання. Транспортна політика сприятиме підвищенню якості життя.	Простір змінюватиметься, щоб задовольняти постійно зростаючі потреби автономних автомобілів, на шкоду інших соціальних груп.
Конструкція транспортної мережі	Транспортні мережі будуть розроблені таким чином, щоб бути безпечними для всіх. Планування міського транспорту сприятиме стабільним режимам руху.	Транспортні мережі реструктуризуються для задоволення потреб автономних автомобілів. Інші режими руху не отримають порівняного захисту або інвестицій.

Дослідники визначають принципи планування для того, щоб автономні машини підтримували життєві цілі громад завдяки вдосконаленню керованості (зменшення швидкості, покращення здатності гальмувати і зупинятися), поліпшенню умов для пішоходів та велосипедистів, а також зменшенню потреби у паркуванні. Однак це можливо лише за умови відповідної державної політики [24]. Політики та проєктувальники мають безліч можливостей максимізувати переваги та мінімізувати проблеми впровадження автономних транспортних засобів. У ході розвитку автономних автомобілів спеціалісти з транспорту повинні допомогти створити стандарти їх функціонування, аналізувати наслідки та вносити зміни до політики щодо них [25]. Необхідні умови і вимоги до планування для отримання бажаних результатів розвитку автономних транспортних засобів представлено у табл. 9.

Таблиця 9 – Необхідні умови та вимоги щодо планування автономних автомобілів
Table 9 – Autonomous vehicle planning needs and requirements

Результат	Необхідні дії	Вимоги	Часовий горизонт
Стати законними	Продемонстрована функціональність та безпека.	Встановлення засад використання, тестування і вимог до збору даних для автоматизованого керування на дорогах загального користування.	2018-25-ті
Підвищення щільності руху за допомогою координації автомобілів	Дорожні смуги, виділені для транспортних засобів з можливістю координованого руху.	Оцінка впливу. Визначення вимог. Виявлення смуг руху, які можуть бути виділені для скоординованого руху транспортних засобів.	2020-40-ві
Незалежна мобільність для «неводіїв»	Повністю автономні автомобілі доступні для продажу.	Можливість заможним «неводіям» користуватися незалежною мобільністю.	2020-30-ті
Автоматизований каршеринг / таксі	Помірковані ціни. Успішна бізнес-модель.	Можливість надавати послуги для задоволення попиту в заможних районах. Підтримка каршерингу.	2030-40-ві
Незалежна мобільність для людей з низьким рівнем доходу	Доступні автономні автомобілі для продажу.	Зменшення потреби в громадському транспорті в деяких районах.	2040-50-ті
Зниження попиту на паркування	Більшість транспортних засобів є автономними.	Зниження вимог до паркування.	2040-50-ті
Скорочення заторів	Більшість міських поїздок є автономними.	Зниження потреби в дорогах.	2050-60-ті
Підвищена безпека	Більшість поїздок є автономними.	Зниження ризику дорожнього руху. Можливе збільшення пішохідної та велосипедної активності.	2040-60-ті
Енергозбереження та скорочення викидів	Більшість поїздок є автономними. Прогулянки та їзда на велосипеді стають безпечнішими.	Підтримка збереження енергії та зусиль по скороченню викидів.	2040-60-ті
Поліпшення управління транспортними засобами	Більшість або всі автомобілі є автономними.	Звуження смуг руху та інтерактивні елементи управління рухом.	2050-70-ті
Необхідність планувати змішаний трафік	Більшість транспортних засобів є автономними.	Більш складний трафік. Можливі обмеження для керованих людиною транспортних засобів.	2040-60-ті
Обов'язкові автономні транспортні засоби	Більшість транспортних засобів є автономними, і їх великі переваги доведено.	Прогресивне управління трафіком.	2060-80-ті

Часовий горизонт впровадження і розвитку автономних автомобілів в окремих країнах залежатиме від ступеня готовності цих країн до появи автономних автомобілів. З метою оцінки відкритості та готовності країн до використання автономних транспортних засобів міжнародна аудиторська компанія KPMG розробила Autonomous Vehicles Readiness Index [26]. При складанні рейтингу фахівці KPMG оцінювали країни за 4 напрямками: політика та законодавство, технології та інновації, інфраструктура та ставлення споживачів. В сфері політики та законодавства оцінювались 7 показників: якість законодавчого регулювання автономних автомобілів, наявність окремого департаменту з питань автономних автомобілів в спеціалізованому міністерстві, державні інвестиції в розробку автономних автомобілів, кількість фінансованих державою пілотних проектів в сфері автономних автомобілів, спроможність уряду, ефективність законодавчих органів та ефективність правової системи у регулюванні складних правовідносин. В сфері технологій та інновацій оцінювались 9 показників: галузеві партнерства з метою досліджень, науково-дослідні розробки в сфері автономних автомобілів, наявність штаб-квартир технологічних компаній, кількість патентів, пов'язаних з автономними автомобілями, загальний обсяг інвестицій, частка ринку електромобілів, присутність Uber на ринку, доступність новітніх технологій та інноваційний потенціал. Для оцінювання інфраструктури використовувались такі показники: щільність зарядних станцій для електромобілів, глобальний індекс підключення GSMA для інфраструктури, 4G-покриття, якість доріг, оцінка інфраструктури LPI та індекс готовності до змін KPMG. Ставлення споживачів оцінювалось за 4 параметрами: населення, яке проживає в районах випробувань автономних автомобілів, дані опитування споживачів про сприйняття автономних автомобілів, індекс готовності до змін KPMG та технологічна готовність. У 2018 році даний рейтинг очолюють Нідерланди, далі йдуть Сінгапур, США, Швеція, Великобританія, Німеччина та Канада. Китай посів 16 сходинку, Росія – 18, Індія – 20.

Україна в даний рейтинг не увійшла. В нашій країні відсутнє нормативно-правове регулювання автономних автомобілів, відсутній державний орган, який має розробити стратегію і тактику впровадження і експлуатації автономних автомобілів, відсутні державні інвестиції в розробку і тестування автономних автомобілів, а правова система перебуває в стані реформування і не забезпечує повною мірою захист прав та інтересів учасників інвестиційних та інноваційних процесів. Незважаючи на зростання кількості електромобілів та присутність Uber на ринку таксі, проведення досліджень і розробка новітніх технологій в сфері автономних автомобілів залишається справою окремих приватних фірм та не має належної організаційної та фінансової підтримки з боку держави. Кількість та щільність зарядних станцій для електромобілів є недостатньою, зв'язок стандарту 4G тільки починає впроваджуватись і поки не забезпечує належного покриття та швидкості передачі даних, а за якістю доріг Україна посідає 130 місце серед 137 країн світу [27]. Тестування автономних автомобілів та опитування населення щодо ставлення до них в Україні не проводилось.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Враховуючи викладене, можна зробити висновок про низьку готовність України по появи автономних автомобілів в містах та на автошляхах. Однак, зважаючи на світові тенденції глобалізації, Україна не зможе залишатися осторонь технологічних змін у світі. Тому необхідно вже сьогодні на державному та місцевому рівнях влади вживати заходи, спрямовані на забезпечення умов для появи та успішного функціонування автономних автомобілів на українських дорогах, зокрема:

- ✓ забезпечення координуючої ролі держави в реалізації національної інноваційної політики із застосуванням принципів державно-приватного партнерства, організації наукових досліджень, розвитку людського потенціалу;
- ✓ удосконалення законодавства з питань залучення і захисту інвестицій та забезпечення його стабільності;
- ✓ посилення захисту прав власності шляхом реформування законодавства, правоохоронних органів та судової системи;
- ✓ боротьба з корупцією та зменшення адміністративного тиску на бізнес;
- ✓ організаційна та фінансова підтримка наукових досліджень і розробок в сфері автономних транспортних засобів з боку держави;
- ✓ створення законодавчої та нормативно-правової бази щодо тестування, експлуатації, технічного обслуговування автономних автомобілів, а також страхування відповідальності їх власників;
- ✓ будівництво нових автомобільних шляхів та реконструкція існуючих з метою приведення їх до відповідності вітчизняним і міжнародним стандартам;
- ✓ створення необхідної інфраструктури для електромобілів, зокрема будівництво розгалуженої мережі зарядних станцій;
- ✓ впровадження і розвиток швидкісних стандартів передачі даних, зокрема 4G;

- ✓ забезпечення належного рівня освітньої та професійної підготовки фахівців в сфері автомобільного транспорту;
- ✓ проведення освітньо-роз'яснювальної кампанії з метою популяризації електромобілів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. APA (2016), Planning for the Autonomous Vehicle Revolution, American Planning Association Blog (www.planning.org); at www.planning.org/blog/blogpost/9105024.
2. Bern Grush (2016), Driverless Cars Ahead: Ontario Must Prepare for Vehicle Automation, Residential and Civil Construction Alliance of Ontario (RCCAO); at http://rccao.com/research/files/RCCAO_Vehicle-Automation_OCT2016_WEB.pdf.
3. Erick Guerra (2015), "Planning for Cars That Drive Themselves: Metropolitan Planning Organizations, Regional Transportation Plans, and Autonomous Vehicles," Journal of Planning Education and Research, pp. 1–15 (DOI: 10.1177/0739456X15613591); at <http://bit.ly/1RqcBaZ>.
4. Kara Kockelman, et al. (2016), Implications of Connected and Automated Vehicles on the Safety and Operations of Roadway Networks, University of Texas Center for Transportation Research (<http://ctr.utexas.edu>), for Texas DOT; at <http://library.ctr.utexas.edu/ctr-publications/0-6849-1.pdf>.
5. David Levinson (2015), "Climbing Mount Next: The Effects of Autonomous Vehicles on Society," Minnesota Journal of Law Science and Technology, Vo. 16, No. 2, pp. 787-809; at <http://nexus.umn.edu/Papers/MountNext.pdf>.
6. Dimitris Milakis, Bart van Arem and Bert van Wee (2017), "Policy and Society Related Implications of Automated Driving: A Review of Literature and Directions for Future Research," Journal of Intelligent Transportation Systems, Vol. 21, No. 4, pp. 324–348; at www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15472450.2017.1291351.
7. Todd Litman (2018), "Autonomous Vehicle Implementation Predictions. Implications for Transport Planning" Victoria Transport Policy Institute; at <https://www.vtpi.org/avip.pdf>
8. Charlie Johnston and Jonathan Walker (2017), Peak Car Ownership: The Market Opportunity for Electric Automated Mobility Services, Rocky Mountain Institute (www.rmi.org); at <http://bit.ly/2rhJRNi>.
9. Tasha Keeney (2017), Mobility-As-A-Service: Why Self-Driving Cars Could Change Everything, ARC Investment Research (<http://research.ark-invest.com>); at <http://bit.ly/2xz6PNV>.
10. Irem Kok, et al. (2017), Rethinking Transportation 2020-2030: The Disruption of Transportation and the Collapse of the Internal-Combustion Vehicle and Oil Industries, RethinkX (www.rethinkx.com); at <http://bit.ly/2pL0cZV>.
11. Enrica Papa and António Ferreira (2018), "Sustainable Accessibility and the Implementation of Automated Vehicles: Identifying Critical Decisions," Urban Science, Vol. 2, No. 1 (doi:10.3390/urbansci2010005); at www.mdpi.com/2413-8851/2/1/5.
12. Jeff Speck (2017), Autonomous Vehicles, United Conference of Mayors; at www.youtube.com/watch?v=2kBEvg8bftE.
13. WSJ (2017), "Why Your Next Car May Look Like a Living Room," Wall Street Journal (www.wsj.com); at <http://on.wsj.com/2tlCvYp>.
14. T. Stephens, et al. (2016), Estimated Bounds and Important Factors for Fuel Use and Consumer Costs of Connected and Automated Vehicles, Technical Report, National Renewable Energy Laboratory (www.nrel.gov); at www.nrel.gov/docs/fy17osti/67216.pdf.
15. Patrick Bösch, Felix Becker, Henrik Becker and Kay W. Axhausen (2017), Cost-based Analysis of Autonomous Mobility Services, Working Paper 1225, Institute for Transport Planning and Systems (www.ivt.ethz.ch), Swiss Federal Institute of Technology; at www.ivt.ethz.ch/institut/vpl/publikationen/papers/1225.html.
16. John Eddy and Ryan Falconer (2017), A Civil Debate: Are Driverless Cars Good for Cities?, Doggerel (<http://doggerel.arup.com>); <http://doggerel.arup.com/a-civil-debate-are-driverless-cars-good-for-cities>.
17. Scott Le Vine, Alireza Zolfaghari and John Polak (2015), "Autonomous Cars: The Tension Between Occupant-Experience and Intersection Capacity," Transportation Research Part C: Emerging Technologies (www.journals.elsevier.com/transportation-research-part-c-emerging-technologies).
18. Bruce Schaller (2017), Empty Seats, Full Streets: Fixing Manhattan's Traffic Problem, Schaller Consulting (<http://schallerconsult.com>); at <http://schallerconsult.com/rideservices/emptyseats.pdf>.
19. Michael Sivak and Brandon Schoettle (2015a), Road Safety With Self-Driving Vehicles: General Limitations And Road Sharing With Conventional Vehicles, Sustainable Worldwide Transportation Program (www.umich.edu/~umtriswt), University of Michigan.
20. Michael Sivak and Brandon Schoettle (2015b), Potential Impact of Self-Driving Vehicles on Household Vehicle Demand and Usage, Sustainable Worldwide Transportation Program (www.umich.edu/~umtriswt), University of Michigan.

21. Michael Sivak and Brandon Schoettle (2015b), Influence of Current Nondrivers on the Amount of Travel and Trip Patterns with Self-Driving Vehicles, Sustainable Worldwide Transportation Program (www.umich.edu/~umtriswt), University of Michigan; at www.umich.edu/~umtriswt/PDF/UMTRI-2015-39_Abstract_English.pdf.

22. Stefan Trommer, et al. (2016), Autonomous Driving: The Impact of Vehicle Automation on Mobility Behaviour, Institute of Transport Research (www.ifmo.de); at <http://bit.ly/2kIAOOQ>.

23. Kristin Lovejoy, Susan Handy and Marlon G. Boarnet (2013), Technical Background Document on Impacts of Carsharing Based on a Review of the Empirical Literature, California Air Resources Board (www.arb.ca.gov); at www.arb.ca.gov/cc/sb375/policies/carsharing/carsharing_bkgd.pdf.

24. Bruce Appleyard and William Riggs (2018), 10 Principles Toward More Sharing and Less Sprawl: A Manifesto for Street Livability, Health, and Humanity in the Era of Driverless Cars, Planetizen (www.planetizen.com); at www.planetizen.com/node/96769.

25. Jennifer Henaghan (2018), Preparing Communities for Autonomous Vehicles, American Planning Association (www.planning.org); at <https://planning-org-uploaded-media.s3.amazonaws.com/document/Autonomous-Vehicles-Symposium-Report.pdf>.

26. Autonomous Vehicles Readiness Index. Assessing countries' openness and preparedness for autonomous vehicles. (2018), KPMG International Cooperative <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/nl/pdf/2018/sector/automotive/autonomous-vehicles-readiness-index.pdf>.

27. World Economic Forum. The Global Competitiveness Report 2017–2018. Insight Report. <http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2017%E2%80%932018.pdf>.

REFERENCES

1. APA (2016), Planning for the Autonomous Vehicle Revolution, American Planning Association Blog (www.planning.org); at www.planning.org/blog/blogpost/9105024.

2. Bern Grush (2016), Driverless Cars Ahead: Ontario Must Prepare for Vehicle Automation, Residential and Civil Construction Alliance of Ontario (RCCAO); at http://rccao.com/research/files/RCCAO_Vehicle-Automation_OCT2016_WEB.pdf.

3. Erick Guerra (2015), "Planning for Cars That Drive Themselves: Metropolitan Planning Organizations, Regional Transportation Plans, and Autonomous Vehicles," *Journal of Planning Education and Research*, pp. 1–15 (DOI: 10.1177/0739456X15613591); at <http://bit.ly/1RqcBaZ>.

4. Kara Kockelman, et al. (2016), Implications of Connected and Automated Vehicles on the Safety and Operations of Roadway Networks, University of Texas Center for Transportation Research (<http://ctr.utexas.edu>), for Texas DOT; at <http://library.ctr.utexas.edu/ctr-publications/0-6849-1.pdf>.

5. David Levinson (2015), "Climbing Mount Next: The Effects of Autonomous Vehicles on Society," *Minnesota Journal of Law Science and Technology*, Vol. 16, No. 2, pp. 787-809; at <http://nexus.umn.edu/Papers/MountNext.pdf>.

6. Dimitris Milakis, Bart van Arem and Bert van Wee (2017), "Policy and Society Related Implications of Automated Driving: A Review of Literature and Directions for Future Research," *Journal of Intelligent Transportation Systems*, Vol. 21, No. 4, pp. 324–348; at www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15472450.2017.1291351.

7. Todd Litman (2018), "Autonomous Vehicle Implementation Predictions. Implications for Transport Planning" Victoria Transport Policy Institute; at <https://www.vtpi.org/avip.pdf>

8. Charlie Johnston and Jonathan Walker (2017), Peak Car Ownership: The Market Opportunity for Electric Automated Mobility Services, Rocky Mountain Institute (www.rmi.org); at <http://bit.ly/2rhJRNi>.

9. Tasha Keeney (2017), Mobility-As-A-Service: Why Self-Driving Cars Could Change Everything, ARC Investment Research (<http://research.ark-invest.com>); at <http://bit.ly/2xz6PNV>.

10. Irem Kok, et al. (2017), Rethinking Transportation 2020-2030: The Disruption of Transportation and the Collapse of the Internal-Combustion Vehicle and Oil Industries, RethinkX (www.rethinkx.com); at <http://bit.ly/2pL0cZV>.

11. Enrica Papa and António Ferreira (2018), "Sustainable Accessibility and the Implementation of Automated Vehicles: Identifying Critical Decisions," *Urban Science*, Vol. 2, No. 1 (doi:10.3390/urbansci2010005); at www.mdpi.com/2413-8851/2/1/5.

12. Jeff Speck (2017), Autonomous Vehicles, United Conference of Mayors; at www.youtube.com/watch?v=2kBEvg8bftE.

13. WSJ (2017), "Why Your Next Car May Look Like a Living Room," *Wall Street Journal* (www.wsj.com); at <http://on.wsj.com/2tlCvYp>.

14. T. Stephens, et al. (2016), Estimated Bounds and Important Factors for Fuel Use and Consumer Costs of Connected and Automated Vehicles, Technical Report, National Renewable Energy Laboratory (www.nrel.gov); at www.nrel.gov/docs/fy17osti/67216.pdf.

15. Patrick Bösch, Felix Becker, Henrik Becker and Kay W. Axhausen (2017), Cost-based Analysis of Autonomous Mobility Services, Working Paper 1225, Institute for Transport Planning and Systems (www.ivt.ethz.ch), Swiss Federal Institute of Technology; at www.ivt.ethz.ch/institut/vpl/publikationen/papers/1225.html.
16. John Eddy and Ryan Falconer (2017), A Civil Debate: Are Driverless Cars Good for Cities?, Doggerel (<http://doggerel.arup.com>); <http://doggerel.arup.com/a-civil-debate-are-driverless-cars-good-for-cities>.
17. Scott Le Vine, Alireza Zolfaghari and John Polak (2015), “Autonomous Cars: The Tension Between Occupant-Experience and Intersection Capacity,” Transportation Research Part C: Emerging Technologies (www.journals.elsevier.com/transportation-research-part-c-emerging-technologies).
18. Bruce Schaller (2017), Empty Seats, Full Streets: Fixing Manhattan's Traffic Problem, Schaller Consulting (<http://schallerconsult.com>); at <http://schallerconsult.com/rideservices/emptyseats.pdf>.
19. Michael Sivak and Brandon Schoettle (2015a), Road Safety With Self-Driving Vehicles: General Limitations And Road Sharing With Conventional Vehicles, Sustainable Worldwide Transportation Program (www.umich.edu/~umtriswt), University of Michigan.
20. Michael Sivak and Brandon Schoettle (2015b), Potential Impact of Self-Driving Vehicles on Household Vehicle Demand and Usage, Sustainable Worldwide Transportation Program (www.umich.edu/~umtriswt), University of Michigan.
21. Michael Sivak and Brandon Schoettle (2015b), Influence of Current Nondrivers on the Amount of Travel and Trip Patterns with Self-Driving Vehicles, Sustainable Worldwide Transportation Program (www.umich.edu/~umtriswt), University of Michigan; at www.umich.edu/~umtriswt/PDF/UMTRI-2015-39_Abstract_English.pdf.
22. Stefan Trommer, et al. (2016), Autonomous Driving: The Impact of Vehicle Automation on Mobility Behaviour, Institute of Transport Research (www.ifmo.de); at <http://bit.ly/2kIAOOQ>.
23. Kristin Lovejoy, Susan Handy and Marlon G. Boarnet (2013), Technical Background Document on Impacts of Carsharing Based on a Review of the Empirical Literature, California Air Resources Board (www.arb.ca.gov); at www.arb.ca.gov/cc/sb375/policies/carsharing/carsharing_bkgd.pdf.
24. Bruce Appleyard and William Riggs (2018), 10 Principles Toward More Sharing and Less Sprawl: A Manifesto for Street Livability, Health, and Humanity in the Era of Driverless Cars, Planetizen (www.planetizen.com); at www.planetizen.com/node/96769.
25. Jennifer Henaghan (2018), Preparing Communities for Autonomous Vehicles, American Planning Association (www.planning.org); at <https://planning-org-uploaded-media.s3.amazonaws.com/document/Autonomous-Vehicles-Symposium-Report.pdf>.
26. Autonomous Vehicles Readiness Index. Assessing countries' openness and preparedness for autonomous vehicles. (2018), KPMG International Cooperative <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/nl/pdf/2018/sector/automotive/autonomous-vehicles-readiness-index.pdf>.
27. World Economic Forum. The Global Competitiveness Report 2017–2018. Insight Report. <http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2017%E2%80%932018.pdf>.

РЕФЕРАТ

Червякова В.В. Перспективи впровадження та експлуатації автономних транспортних засобів в Україні / В.В. Червякова, Т.І. Червякова // Економіка та управління на транспорті. – К.: НТУ, 2018. – Вип. 7.

Стаття присвячена дослідженню проблем і перспектив впровадження та експлуатації автономних транспортних засобів в Україні.

Об'єкт дослідження – автономні транспортні засоби.

Мета роботи – дослідження проблем впровадження та експлуатації автономних транспортних засобів в Україні.

Методи дослідження – аналіз, синтез, узагальнення, систематизація.

У статті досліджуються переваги та недоліки автономних транспортних засобів та їх вплив на транспортне планування. Наведено характеристику рівнів автоматизації управління автомобілем. Встановлено переваги і недоліки основних моделей експлуатації автономних транспортних засобів, визначено їх можливих користувачів. Зазначено, що автономні транспортні засоби можуть як надавати різні переваги, так і зумовлювати різні проблеми та витрати. Досліджено вимоги до обладнання та обслуговування автономних транспортних засобів, проаналізовано витрати на їх придбання та експлуатацію. Зазначено, що загальна завантаженість доріг, споживання енергії, викиди та аварії будуть залежати від впливу технології автономного руху на загальні тенденції подорожей та

розвитку міст. Багато переваг і недоліків буде залежати від того, як (яким способом) автономні транспортні засоби впливатимуть на загальний пробіг автомобілів. Встановлено, що вплив автономних транспортних засобів буде варіюватися також залежно від типів перевезень (вантажні; малі комерційні; громадський транспорт; особисті поїздки на далекі відстані; місцеві, приміські та сільські поїздки; місцеві міські поїздки; поїздки «неводіїв»). Досліджено необхідні умови для впровадження автономних транспортних засобів та особливості планування дорожньо-транспортної інфраструктури. Встановлено, що такі переваги, як зменшення завантаженості доріг та парковок (заощадження на інфраструктурі), мобільність для людей з низьким рівнем доходу (зниження потреби в громадському транспорті), підвищена безпека, енергозбереження, скорочення забруднення тощо будуть суттєвими тоді, коли автономні транспортні засоби стануть масовими та доступними за ціною. Проаналізовано рівень готовності України до використання автономних автомобілів та запропоновано заходи щодо забезпечення умов для появи та успішного функціонування автономних транспортних засобів на українських дорогах.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОНОМНІ ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ, ЕЛЕКТРОМОБІЛІ, АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ, СПІЛЬНІ АВТОНОМНІ ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ, СПІЛЬНІ АВТОНОМНІ ПОЇЗДКИ.

ABSTRACT

Chervyakova V.V., Chervyakova T.I. Prospects of implementation and operation of autonomous vehicles in Ukraine. Economics and management on transport. Kyiv. National Transport University. 2018. Vol. 7.

The article investigates the problems and prospects of implementation and operation of autonomous vehicles in Ukraine.

Object of study – autonomous vehicles.

Purpose – study of problems of implementation and operation of autonomous vehicles in Ukraine.

Methods of research – analysis, synthesis, generalization, systematization.

The article explores the benefits and costs of autonomous vehicles and their impact on transport planning. The characteristics of automated driving levels were presented. The advantages and disadvantages of the basic models of operation of autonomous vehicles were defined, their potential users were determined. It was noted that autonomous vehicles can both provide different benefits, and cause various problems and costs. The requirements for equipment and maintenance of autonomous vehicles were investigated and expenses on their purchase and operation were analyzed. It was noted that total road load, energy consumption, emissions, and accidents would depend on the impact of autonomous driving technology on general travel trends and urban development. Many advantages and disadvantages will depend on how (in what way) autonomous vehicles will affect the total mileage of cars. It has been established that the impact of autonomous vehicles may also vary depending on the types of transportation (freight, small commercial, public transport, personal travel for long distances, local, suburban and rural trips, local city trips, trips of "non-drivers"). The necessary conditions for implementation of autonomous vehicles and features of road and transport infrastructure planning were explored. It has been established that such benefits as reduced traffic and parking congestion (and therefore infrastructure savings), mobility for low-income people (and therefore reduced the need for public transport), increased safety, energy conservation and pollution reduction will only be significant when autonomous vehicles become common and affordable. The level of readiness of Ukraine for autonomous cars has been analyzed, and measures have been proposed to provide conditions for the emergence and successful operation of autonomous cars on Ukrainian roads.

KEYWORDS: AUTONOMOUS VEHICLES, ELECTRIC VEHICLES, AUTONOMOUS DRIVING, SHARED AUTONOMOUS VEHICLES, SHARED AUTONOMOUS RIDES.

РЕФЕРАТ

Червякова В.В. Перспективы внедрения и эксплуатации автономных транспортных средств в Украине / В.В. Червякова, Т.И. Червякова // Экономика и управление на транспорте. – К.: НТУ, 2018. – Вып. 7.

Статья посвящена исследованию проблем и перспектив внедрения и эксплуатации автономных транспортных средств в Украине.

Объект исследования – автономные транспортные средства.

Цель работы – исследование проблем внедрения и эксплуатации автономных транспортных средств в Украине.

Методы исследования – анализ, синтез, обобщение, систематизация.

В статье исследуются преимущества и недостатки автономных транспортных средств и их влияние на транспортное планирование. Приведена характеристика уровней автоматизации управления автомобилем. Выявлены преимущества и недостатки основных моделей эксплуатации автономных транспортных средств, определены их возможные пользователи. Отмечено, что автономные транспортные средства могут как предоставлять различные преимущества, так и вызывать различные проблемы и расходы. Исследованы требования к оборудованию и обслуживанию автономных транспортных средств, проанализированы затраты на их приобретение и эксплуатацию. Указано, что общая загруженность дорог, потребление энергии, выбросы и аварии будут зависеть от влияния технологии автономного движения на общие тенденции путешествий и развития городов. Много преимуществ и недостатков будет зависеть от того, как (каким образом) автономные транспортные средства будут влиять на общий пробег автомобилей. Установлено, что влияние автономных транспортных средств будет варьироваться также в зависимости от типов перевозок (грузовые; малые коммерческие; общественный транспорт; личные поездки на дальние расстояния; местные, пригородные и сельские поездки; местные городские поездки; поездки «неводителей»). Исследованы необходимые условия для внедрения автономных транспортных средств и особенности планирования дорожно-транспортной инфраструктуры. Установлено, что такие преимущества, как уменьшение загруженности дорог и парковок (сбережения на инфраструктуре), мобильность для людей с низким уровнем дохода (снижение потребности в общественном транспорте), повышенная безопасность, энергосбережение, сокращение загрязнения и т.п. будут существенными тогда, когда автономные транспортные средства станут массовыми и доступными по цене. Проанализирован уровень готовности Украины к использованию автономных автомобилей и предложены меры по обеспечению условий для появления и успешного функционирования автономных транспортных средств на украинских дорогах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АВТОНОМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА, ЭЛЕКТРОМОБИЛИ, АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ, СОВМЕСТНЫЕ АВТОНОМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА, СОВМЕСТНЫЕ АВТОНОМНЫЕ ПОЕЗДКИ.

АВТОРИ:

Червякова Валентина Володимирівна, кандидат економічних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри економіки, e-mail: ChervyakovaV@bigmir.net, тел.: +380679571074, <https://orcid.org/0000-0003-3568-3836>.

Червякова Тетяна Іванівна, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри електроніки та обчислювальної техніки, e-mail: Cherti2015@gmail.com, тел.: +380674450896, <https://orcid.org/0000-0002-3672-9173>.

AUTHOR:

Chervyakova Valentyna V., Ph.D., National Transport University, associate professor, department of Economics, e-mail: ChervyakovaV@bigmir.net, tel.: +380679571074, <https://orcid.org/0000-0003-3568-3836>.

Chervyakova Tetiana I., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor, department of Electronics and Computing Equipment, e-mail: Cherti2015@gmail.com, tel.: +380674450896, <https://orcid.org/0000-0002-3672-9173>.

АВТОРЫ:

Червякова Валентина Владимировна, кандидат экономических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры экономики, e-mail: ChervyakovaV@bigmir.net, тел.: +380679571074, <https://orcid.org/0000-0003-3568-3836>.

Червякова Татьяна Ивановна, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры электроники и вычислительной техники, e-mail: Cherti2015@gmail.com, тел.: +380674450896, <https://orcid.org/0000-0002-3672-9173>.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Воркут Т.А., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри транспортного права та логістики Національного транспортного університету, м. Київ, Україна.

Бондаренко Є.В., доктор економічних наук, професор, президент Української академії інвестицій в науку і будівництво, Київ, Україна.

REVIEWER:

Vorkut T.A., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, head, department of Logistics and Transport Law, National Transport University, Kyiv, Ukraine.

Bondarenko Ye.V., Ph.D., Economics (Dr.), professor, President of Ukrainian Academy of Investment in Science and Construction, Kyiv, Ukraine.