

МОДЕЛЬ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОЇ СКЛАДОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА

*Нешева А. Д., аспірант кафедри управління;
Павленко О.О., к.е.н., доцент;
Касьяненко В.О., д.е.н., доцент
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, 40007, Суми, Україна;
o.pavlenko@management.sumdu.edu.ua*

У статті запропонована модель екологізації транспортної складової інфраструктури міста. Стаття спрямована на пошук шляхів та підходів до моделювання екологізації інфраструктури міст, при цьому транспорт обрано ключовою складовою дослідження. Особливої уваги надано аналізу впливу зростання обсягів використання транспорту на якість атмосферного повітря.

*Ключові слова: екологізація, інфраструктура міста, інтелектуальна транспортна система.
DOI: 10.21272/ 1817-9215.2018.4-5*

ВСТУП

Легкові автомобілі та вантажні автомобілі, автобуси, мотоцикли та скутери, сільськогосподарські трактори та будівельна техніка, кораблі та літаки - є одними з основних джерел забруднення повітря [1].

Наслідки тривалого впливу дрібних частинок, оксидів азоту, вуглеводнів, оксиду вуглецю, токсинів в повітрі та інших забруднюючих речовин, що містяться у вихлопних газах транспорту викликають рак легень, серцеві захворювання, інсульт, астму, затримки росту легень у дітей та інші шкідливі наслідки. І в деяких випадках, як наприклад у випадку чорного вуглецю та вуглекислого газу, які є складовою викидів твердих часток, ці забруднювачі також викликають короткотермінове потепління клімату [2].

Згідно проведених Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) досліджень, лише в ЄС понад 390 000 випадків передчасної смерті можна віднести щорічно до забруднення повітря, по світу ця цифра становить близько 4 мільйонів щорічно [3].

За результатами дослідження Європейського альянсу громадського здоров'я витрати на здоров'я, пов'язані із забрудненням повітря, спричиненим автомобільним транспортом в Європі, оцінюються в 67 мільярдів - 80 мільярдів євро щорічно Крім того, забруднення повітря також зменшує врожайність сільського господарства, завдає незворотної шкоди екосистемам та спричинює скорочення біорізноманіття, а також деградацію історичних будівель та пам'яток [4]. Саме тому, проблеми зменшення викидів та підвищення якості атмосферного повітря набувають надзвичайної актуальності.

Враховуючи також той факт, що повна відмова від дизельного та бензинового транспорту залишається неможливою на даному етапі розвитку людства, актуальності також набувають питання екологізації їх використання.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Метою даної статті є пошук шляхів та побудова моделі екологізації інфраструктури міст, а саме їх транспортної складової задля забезпечення її більш раціонального функціонування, що сприятиме скороченню обсягів викидів вуглекислого газу та чорного вуглецю в повітря.

РЕЗУЛЬТАТИ

Проведемо аналіз забруднення атмосферного повітря у співставленні з пасажирооборотом громадського транспорту у міському сполученні в Україні за останні роки (таблиця 1).

Таблиця 1 – Аналіз забруднення атмосферного повітря у співставленні з пасажирооборотом громадського транспорту у міському сполученні в Україні за 2010-2018 роки [5]

Показник	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Викиди забруднюючих речовин пересувними джерелами, тис. т	2546,4	2502,7	2485,8	2424,7	1996,2	1663,9	1420	1389,2	1358,4
Пасажирооборот громадського транспорту у міському сполученні, млн. пас. км	37112,9	37132	36331,2	35104	30575,5	25056,6	23433,5	24336,4	23846,7

Результати кореляційно-регресійного аналізу свідчать про наявність кореляційного зв'язку між досліджуваними компонентами. Коефіцієнти кореляції r становить 0,99. Це свідчить про те, що на протязі періоду спостереження була висока ступінь прямого лінійного взаємозв'язку між пасажирооборотом громадського транспорту у міському сполученні в Україні та викидами забруднюючих речовин пересувними джерелами. Коефіцієнт детермінації показує, що варіація Y зумовлюється варіацією X на 98 % по досліджуваним компонентам.

На рисунку 1 прослідковується прямопропорційний зв'язок між пасажирооборотом громадського транспорту та викидами забруднюючих речовин пересувними джерелами. Це свідчить про можливість впливу на обсяги викидів через удосконалення роботи транспортної галузі.

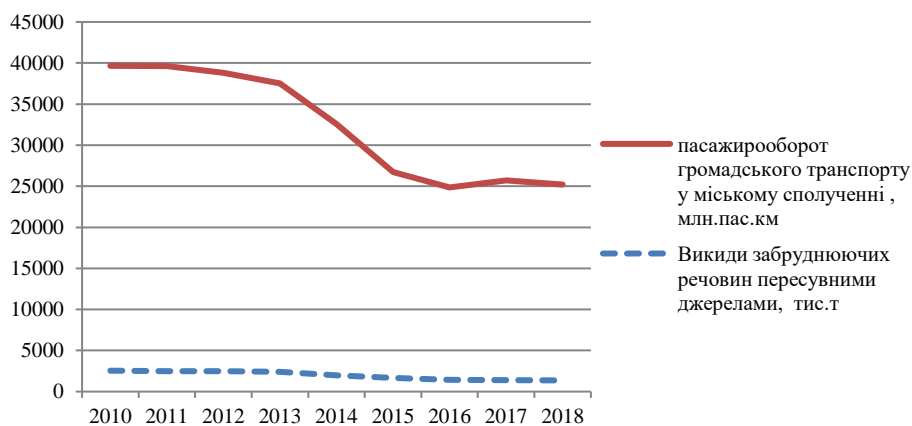


Рисунок 1 – Співставлення між пасажирооборотом громадського транспорту у міському сполученні в Україні та викидами забруднюючих речовин пересувними джерелами за 2010-2018 роки

Зазначені проблеми, пов'язані з забрудненням повітря, можна значною мірою полегшити шляхом впровадження Інтелектуальної Транспортної Системи (ІТС). Досвід країн-членів ЄС та США, де широко застосовується ІТС, показує, що використання ІТС є високоефективним не лише з точки зору реорганізації функціонування публічного транспорту, а й у вирішенні питань забруднення повітря. ІТС стали важливим елементом як для покращення життя людей, так і для сучасної економіки [6], основною їх метою є оптимізація дорожнього руху шляхом управління пропускнуною спроможністю доріг, підвищення безпеки водія, зниження енергоспоживання та підвищення якості навколишнього середовища, серед багатьох інших речей.

Без сумнівів, можна сказати, що впровадження та використання інтелектуальних транспортних систем є одним із найпопулярніших питань в провідних країнах світу. Це відображено в кількості законодавчих та технологічних проєктів, що були прийняті та розпочаті протягом останніх років, таких як ті, що передбачають інвестиції в реорганізацію існуючих транспортних систем, щоб зробити їх "інтелектуальними" або фінансування проєктів, спрямованих на розробку нових компонентів ІТС і т.д.

Переважно, Інтелектуальна транспортна система визначається як мережа інтелектуально синхронізованих взаємопов'язаних технологій, де добре організовані зв'язки між підрозділами системи дозволяють автоматизувати збір інформації, її аналіз та практичне застосування.

Логістична структура ІТС зазвичай включає дев'ять гілок функціональних процесів, які охоплюють усі її функціональні складові, серед них: управління рухом, управління комерційним транспортом, моніторинг та контроль за транспортними засобами, управління транзитними перевезеннями, управління під час надзвичайних ситуацій, послуги для водіїв та подорожуючих, послуги електронної оплати, архівація даних, а також управління технічним обслуговуванням та будівництвом [6].

При побудові моделі ІТС для екологізації транспортної складової інфраструктури міст, пріоритетними були визначені наступні компоненти (рисунок 2):

- управління сигналами дорожнього руху та управління мережею
- система управління рухом (і транспортом);
- управління вантажним транспортом;
- управління громадським транспортом;
- електронна оплата за квитки на транспорт різних видів.

Розглянемо докладніше компоненти ІТС.

Управління сигналами дорожнього руху та управління мережею. Традиційно системи управління сигналами дорожнього руху оптимізовані для мінімізації затримки трафіку в мережі. Сьогодні сигнальні системи контролю за рухом транспорту можуть також настроюватися для мінімізації забруднювачів повітря - або загальної мінімізації забруднення або ж просто шляхом орієнтації на зменшення конкретного забруднювача. Крім того, управління сигналами може переміщувати затори із закритих на відкриті простори, щоб природна вентиляція могла більш ефективно розповсюджувати забруднення.

Більшість використовуваних зараз стратегій управління сигналами дорожнього руху, при вирішенні питань утворення заторів, не зменшують викиди як такі, а переміщують ці викиди туди, де вони заподіють менше шкоди. Такі технології, як світлодіодні дорожні знаки змінної інформації для повідомлень про обмеження швидкості для уповільнення руху, або автоматизовані системи паркування для скорочення часу пошуку паркувальних місць, як правило, впроваджуються в містах і відіграють важливу роль у зменшенні викидів забруднюючих речовин.

Клемент та ін. описали інтелектуальну систему автоматичного просування транспортних засобів через сигнальне перехрестя [8]. Основний принцип полягає в тому, що чергу транспортних засобів, зібраних на червоний сигнал, можна переміщувати одночасно як окремий блок або групу, як тільки сигнал перейде на зелений. Після виходу з вузла транспортні засоби блоку поступово відпускаються назад до індивідуального управління водієм. Ця технологія може зіграти важливу роль у зменшенні викидів, взявши під контроль швидкість руху блоку транспортних засобів, нівелюючи агресивні прискорення та згладжуючи потоки.

Управління громадським транспортом. Управління громадським транспортом має на меті забезпечення дотримання різними видами громадського транспорту графіків функціонування, мінімізації впливу заторів на їх роботу та досягнення більш раціонального розподілу працівників та ресурсів. Передбачає використання заздалегідь розроблених маршрутів, а також поточних даних, зібраних за допомогою датчиків. Окремі автобусні смуги з пріоритетом сигналу для публічного транспорту на перехрестях можуть сприяти підвищенню якості послуг з пасажироперевезення.

Затори з міських вулиць, що спричинені громадським транспортом можуть бути усунені за допомогою збільшення швидкості руху автобусів. З точки зору навколишнього середовища, це надасть змогу перерозподіли викиди більш рівномірно, уникаючи створення особливо забруднених зон.

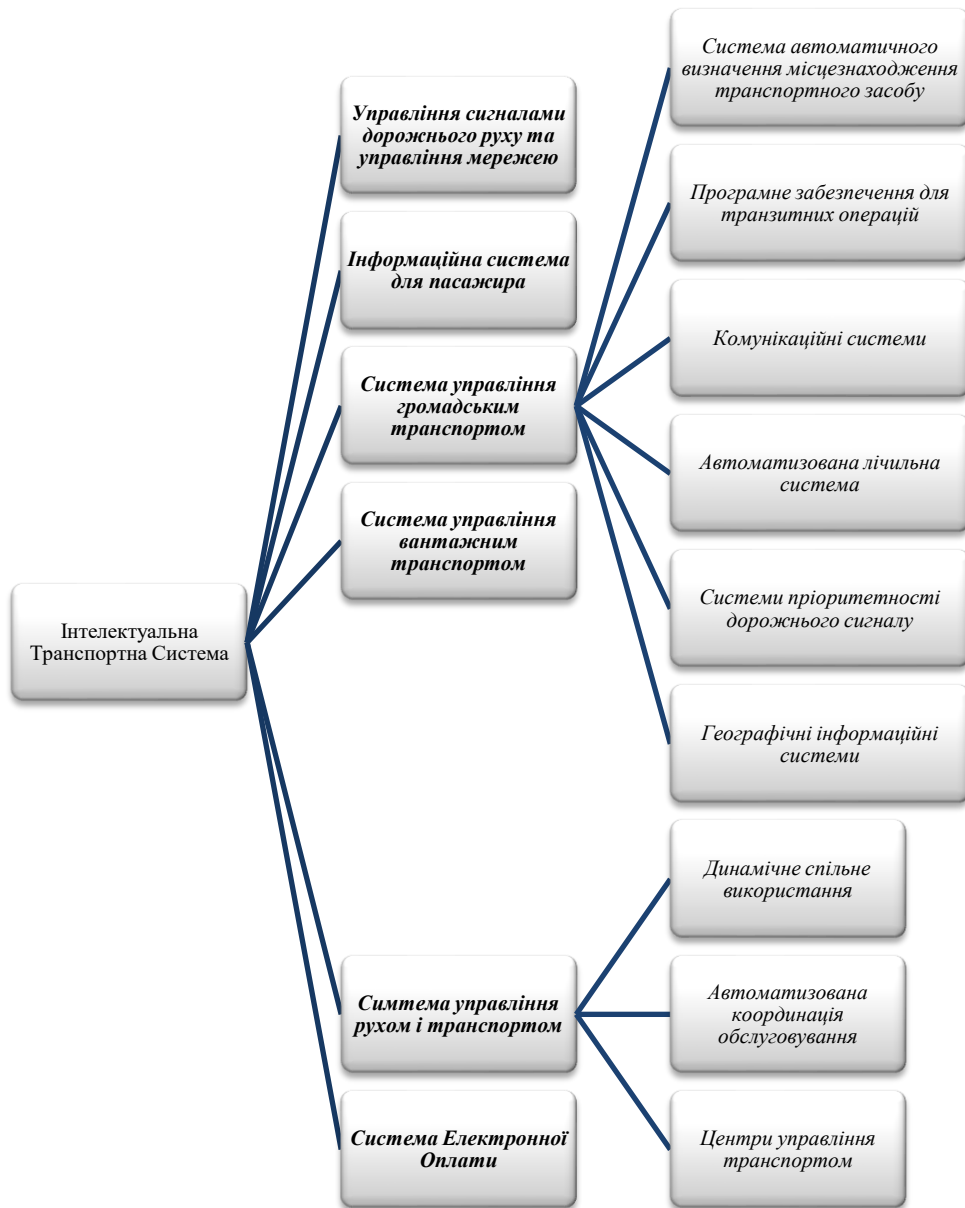


Рисунок 2 – Модель ІТС для екологізації транспортної складової інфраструктури міст

Інформаційна система для пасажирів. Інформаційна система для пасажирів спрямована на те, щоб допомогти подорожуючим приймати кращі рішення стосовно подорожі. При наявності повної та актуальної, легкодоступної інформації про місцезнаходження, завантаженість доріг, наповненість та час прибуття пасажирського транспорту, користувачі, що володіють приватним транспортним засобом (ТЗ) будуть

більш мотивовані залишити їх вдома та скористатися публічним транспортом для подорожі на короткі дистанції в межах міста, що сприятиме скороченню кількості приватних ТЗ на дорогах.

Система управління рухом (і транспортом. Інтелектуальна транспортна система також включає такі компоненти, які безпосередньо не пов'язані з громадським транспортом, але мають значний вплив на розвиток інфраструктури міст. Системи управління рухом (і транспортом) пов'язані з набором процедур і програм, які використовуються транспортними агенціями та незалежними організаціями для кращого управління та використання існуючої інфраструктури.

Система управління рухом (і транспортом) має на меті зменшення попиту ТЗ особистого користування і надання переваги на дорогах автобусам, тролейбусам, іншим ТЗ неособистого користування, що зробить його ще більш комфортним для використання в межах міста, а також максимізація потенціалу поточної транспортної мережі для задоволення зростаючого попиту на транспортні послуги.

Існує три основні стратегії управління трафіком:

1. *Dynamic Ridesharing* може зменшити кількість одиноких водіїв, надаючи можливість мешканцям, які не можуть або не хочуть користуватися публічним транспортом в певний день або під час певного візиту, приєднатися до іншої особи чи осіб, які здійснюють поїздки на приватному автомобілі.

У програмах *Dynamic Ridesharing*, які організовуються муніципалітетами, люди надсилають заявки на поїздки до оперативного центру або в центральну базу даних за допомогою телефону, електронної пошти або безпосередньо через Інтернет.

Потенційні збіги заявок надсилаються запитувачу разом із контактною інформацією тих, хто пропонує ці поїздки. Особа, яка подає заявку на поїздку, повинна самостійно зв'язатися з потенційним постачальником по телефону, електронній пошті чи факсу.

Dynamic Ridesharing корисний як для водія, так і для пасажирів. Пасажири отримують альтернативу у випадках, коли їх звичайний спосіб подорожі недоступний і, можливо, уникають потреби в придбанні додаткового транспортного засобу для епізодичного користування. Водії, у свою чергу, мають змогу поділити вартість поїздки (хоча це не завжди так) або зібрати достатню кількість пасажирів, щоб отримати право користуватися лінією руху для транспортних засобів з великою кількістю пасажирів (смуга для транспортних засобів високої пасажирозавантаженості), тим самим скорочуючи час подорожі та викиди забруднюючих речовин в повітря.

2. Автоматизована координація обслуговування. Працює за принципом "одне вікно". Користувачі, одночасно отримують інформацію про всю транзитну мережу (залізничний, автобусний транспорт тощо) в одному місці. Впровадження таких послуг вимагає координації та співпраці декількох перевізників у регіоні з використанням передових технологій для автоматизації рутинних транзитних операцій. Таким чином, існує можливість побудови маршруту з точки А в точку Б користуючись різними видами публічного транспорту.

3. Центри управління транспортом створені задля допомогти перевізникам, надаючи їм інформацію про ситуацію на дорогах. Це дозволяє державному чи приватному транспорту уникати заторів і затримок, обираючи альтернативні шляхи подорожі.

Управління вантажним транспортом. Управління вантажним транспортом передбачає зменшення впливу вантажних транспортних засобів на громаду та завантаженість доріг і підвищення ефективності їх використання.

Перевезення вантажів автомобільним транспортом має істотний вплив на навколишнє середовище. По-перше, вони потребують набагато міцніших дорожніх фундаментів, роблячи дорожнім будівництво доріг і потребуючи більших витрат природних ресурсів. Ремонт зношених вантажним транспортом доріг вимагає високого рівня обслуговування та часу. Подальший вплив на навколишнє середовище,

спричинений заторами, пов'язаними з дорожніми роботами, може бути значним. Вантажні транспортні засоби виробляють більш високий рівень забруднюючих речовин завдяки потужності, необхідній для переміщення великих вантажів.

У даний час використовуються технології примусового регулювання, які обмежують рух вантажних транспортних засобів по основних дорогах, спрямовуючи їх на маршрути побудовані для їх переміщення, що зазвичай розташовуються далеко від екологічно чутливих районів, таких як житлові вулиці. Регулювання їх переміщення в часі, а саме дозвіл на переміщення виключно в ранні години ранку або в нічний час приносять значну екологічну вигоду. Будь-яка інформаційна технологія або технологія відстеження транспортних засобів, яка робить вантажні операції більш ефективними, також має позитивні екологічні результати. [9]

Системи електронної оплати. Електронна оплата за квитки на транспорт різних видів зробить вело- та автопрокат (наприклад, прокат електрокарів або прокат автомобілів з метою карпулінгу для віддалених поїздок) більш комфортним та привабливим для користувачів.

Перелічені вище компоненти моделі екологізації транспортної складової інфраструктури міста сприятимуть значному скороченню викидів забруднюючих речовин у повітря, як за рахунок покращення послуг надаваних публічним транспортом, так і за рахунок реорганізації та раціоналізації транспортних мереж.

ВИСНОВКИ

У даній статті продемонстровано, як інтелектуальні транспортні системи можуть відігравати важливу роль у зменшенні негативного впливу транспорту на навколишнє середовище та здоров'я. Створено модель екологізації транспортної складової інфраструктури міст та окреслено шляхи зменшення викидів забруднюючих речовин з її допомогою. Варто зазначити, що кожна окрема технологія сама по собі не принесе значної користі. Натомість необхідний комплексний підхід. Саме це і пропонує презентована модель.

Екологічність міських транспортних мереж у довгостроковій перспективі буде залежати значною мірою від технологій, які впливатимуть на користування публічними транспортними системами та змінять погляди та спосіб життя суспільства в сторону зменшення потреб в індивідуальних подорожах. Важливим також є втручання уряду для регулювання викидів. Потрібні жорсткі рішення та жорстка державна політика, радикальні та інноваційні рішення, якщо людство прагне вирішити проблему забруднення навколишнього середовища викидами від транспортних засобів.

SUMMARY

In the article the model of greening of transport component of city infrastructure is proposed. The paper is aimed to the search the pathways and approaches to modeling the greening process in the urban areas. Particular attention was devoted to the analysis of the effect of transportation system on the air quality. The authors offered the analysis of air pollution dynamics in the comparison with passengers' number dynamics to reveal the negative consequences of pollution, and as a solution they offered smart systems for the urban transport management. The high technologies that are implemented in European countries and the US became the case for further replication in Ukraine.

Keywords: greening, city infrastructure, intelligent transport system, smart transport system.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Нешева, А.Д. Екологізація транспортної інфраструктури міста як невід'ємна складова сталого розвитку України [Текст] / А.Д. Нешева // Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка. – 2018. – № 1. – С. 22-32. – DOI: 10.21272/1817-9215.2018.1-03. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <<http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/71903>>
2. icct (2019). The International Council on Clean Transportation/ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <<https://theicct.org/clean-air>>
3. WHO (2018). Ambient (outdoor) air quality and health. World Health Organization. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <[http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-airquality-and-health](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-airquality-and-health)>

4. CE Delft (2018). Health impacts and costs of diesel emissions in the EU. European Public Health Alliance (EPHA). [Електронний ресурс] – Режим доступу: <<https://epha.org/wp-content/uploads/2018/11/embargoed-until-27-november-00-01-am-cet-time-ce-delft-4r30-health-impacts-costs-diesel-emissions-eu-def.pdf>>
5. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
6. Bekiaris E, Nakanishi Y. J. (2004). Economic Impacts of Intelligent Transportation Systems: Innovations and Case Studies / E. Bekiaris, Y. J. Nakanishi // Elsevier, 24 July 2004. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Economic%20impacts%20of%20intelligent%20transportation%20systems&author=E.%20Bekiaris&author=Y.%20Nakanishi&publication_year=2004>
7. Саєг, Чарльз (2007). Інтелектуальні транспортні системи. Стійкий розвиток системи: Збірник матеріалів для політиків міст / Філ Саєг, Філ Чарльз. // Німецьке товариство з технічної співпраці (GIZ). [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/A_Sourcebook/SB4_Vehicles-and-Fuels/GIZ_SUTP_SB4e_Intelligent-Transport-Systems_UA.pdf>
8. Clement, S.J. Taylor, M.A.p., and Yue, W.L.: (2004) ‘Simple platoon advancement: a model of automated vehicle movement at signalised junctions’. Transp. Res. C: Emerg Technol., 2004, 12, pp. 293–320 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.academia.edu/13521302/Simple_platoon_advancement_a_model_of_automated_vehicle_movement_at_signalised_intersections>
10. Bell. M. C. (2006). Environmental factors in intelligent transport systems. / IEE Proceedings - Intelligent Transport Systems 153(2):113-128. DOI: 10.1049/ip-its:20060017 // Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/3465169_Environmental_factors_in_intelligent_transport_systems>