

Шифр «Вільні дороги»

**«Комплексне вирішення еколого-економічних
проблем автотранспортних заторів»**

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАТОРІВ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ	5
1.1 Статистичний та еколого-економічний аналіз розвитку автотранспорту на світовому та національному рівнях.....	5
1.2 Проблематика завантаженості автотранспортних шляхів урбанізованих територій.....	12
РОЗДІЛ 2 ОЦІНКА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ НАСЛІДКІВ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ	14
2.1 Екологічний аспект завантаженості автотранспортних шляхів	14
2.2 Економічні збитки та упущені вигоди від автотранспортних заторів	16
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИ ВИРІШЕННЯ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ШЛЯХІВ	20
3.1 Методи альтернативного вирішення проблем автотранспортних заторів	20
3.2 Екологізація міста шляхом врахування рози вітрів при архітектурному плануванні міста.....	22
3.3 Компенсаційний ефект зелених насаджень від негативного впливу викидів автотранспорту	24
ВИСНОВКИ	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	29

ВСТУП

Актуальність дослідження. Кожен день мільярди людей користуються послугами автотранспорту, які є кінцевим споживчим благом із забезпечення комунікацій соціуму. Активізація процесів впровадження європейських та світових стандартів у транспортно-дорожню систему України залишається передовою ціллю прогресу автотранспортного комплексу України в період як мінімум наступних десяти років. Проте, розвитку ефективних комунікацій, особливо у невеликих містах України, особливо гостро перешкоджає проблема заторів. Крім того, нині особливої гостроти та важливості набуває проблема, пов'язана екологічними та економічними втратами, спричиненими перевантаженістю транспортних потоків, яка потребує якнайшвидшого вирішення. У даній науковій роботі оцінено різні види втрат та упущених вигід від заторів та приведено шляхи вирішення перевантаженості транспортних шляхів та зменшення їх впливу на навколишнє середовище, що говорить про актуальність дослідження.

Питанням еколого-економічної оптимізації транспортних систем України було присвячено чимало праць О. Балацького, В. Благі, М. Бурмаки, В. Гіжевського, М. Говорущенка, Д. Горового, К. Горової, Ю. Гутаревича, В. Диканя, І. Дмитрієва, О. Криворучко, Є. Кузнецова, В. Рудзінського, Є. Сича, І. Шевченко, В. Шинкаренка та ін. Втім, питання негативних наслідків від впливу викидів автотранспорту та перевантаженості цих систем зовсім залишаються без відповіді.

Метою роботи є розгляд еколого-економічного аспекту впливу заторів та викидів автотранспорту в Україні та пошук ефективних шляхів вирішення цієї проблеми. Поставлена мета реалізується за допомогою постановки таких завдань:

- проаналізувати розвиток автотранспорту на світовому та національному рівнях;

- визначити проблему завантаженості автотранспортних шляхів урбанізованих територій;
- проаналізувати екологічний аспект завантаженості автотранспортних шляхів;
- розрахувати економічні збитки та упущені вигоди від простоїв в заторах;
- запропонувати альтернативні методи вирішення проблеми завантаженості автотранспортних шляхів;
- розглянути питання екологізації міста шляхом врахування рози вітрів при його архітектурному плануванні;
- розрахувати компенсаційний ефект зелених насаджень від негативного впливу викидів автотранспорту.

Використана методика: системно-структурний і порівняльний аналіз – при аналізі еколого-економічних проблем сучасних автотранспортних систем; методи формально-логічного аналізу – при формуванні методів впровадження інноваційної інфраструктури автотранспортних шляхів, визначенні напрямів зменшення негативних впливів заторів; економіко-статистичні методи – при дослідженні тенденцій розвитку та структури впливу завантаженості автодоріг на еколого-економічну сферу.

Загальна характеристика роботи: наукова робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний її обсяг становить 31 сторінку, у тому числі 7 рисунків, 4 таблиці, список літератури з 29 джерел. Обсяг роботи (без літератури) – 28 сторінок.

Ключові слова: автотранспорт, завантаженість, затор, автотранспортний засіб, екологізація, роза вітрів, упущені вигоди, збитки.

1. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАТОРІВ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

1.1 Статистичний та еколого-економічний аналіз розвитку автотранспорту на світовому та національному рівнях

Ефективне функціонування автотранспортних систем є однією із умов ефективності сучасної економіки. За даними міністерства інфраструктури України на 2018 рік автомобільна транспортна система налічує більше 9,2 млн. транспортних засобів, у тому числі:

- 6,9 млн легкових автомобілів;
- $\approx$ 250 тис. автобусів;
- $\approx$ 1,3 млн. вантажних автомобілів;
- понад 840 тис. од. мототранспорту.

Кількість автомобілів, що припадає на 1000 громадян, становила у 2018 році 219 авто, хоча ще у 2016 р. даний показник був на рівні 202 авто. Бачимо, що наявна позитивна тенденція до збільшення кількості автотранспорту в Україні. Найбільш автомобілізованим містом є Київ. У столиці України на 1000 жителів у 2018 році припадає 364 автівки. Суттєво відстає від столиці Київська область – 276 авт. /1000 громадян. Далі – Одеська, Харківська, Рівненська, Волинська області.

Мережа доріг загального користування поділяється на дороги державного значення – 53,0 тис .км і дороги місцевого значення – 117,9 тис. км [7]. Структура комплексів автодоріг загального користування показана на рис. 1.1.

Дороги з удосконаленими типами покриття (цементобетон, асфальтобетон, чорні шосе) становлять 82 % від сумарної протяжності доріг з твердим покриттям, інші шляхи – з перехідними типами (білі щебеневі і гравійні, бруківки). Частки доріг загального користування за типами покриттів представлено на рис 1.2.

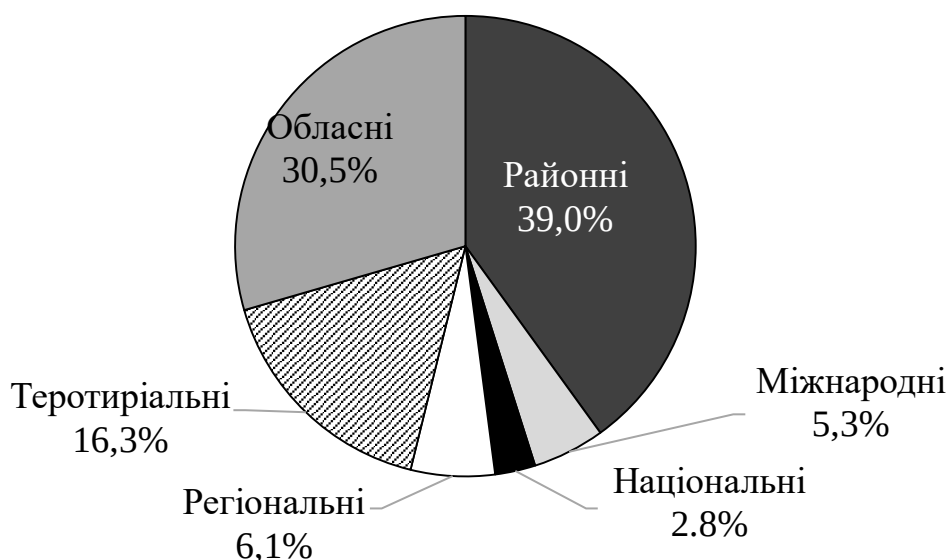


Рисунок 1.1 – Структура мережі автомобільних доріг загального користування, Україна, 2018р.



Рисунок 1.2 – Розподіл доріг загального користування за типами покриттів, Україна, 2018 р.

За умов обмеженості фінансування на різних рівнях склалася складна ситуація з точки зору стану майже 90% автомобільних доріг загального користування: останній раз ґрунтовно вони ремонтувалися більш ніж три десятиріччя тому. Звідси, не дивно, що ці транспортні мережі не відповідають нинішнім вимогам за критеріями міцності та рівності.

Частку впливу автотранспорту в забруднення атмосферного повітря доцільно оцінювати в порівнянні з іншими галузями національного

господарства. Як видно з рис. 1.3, автомобільний транспорт зараз є лідером серед головних забруднювачів атмосферного повітря.

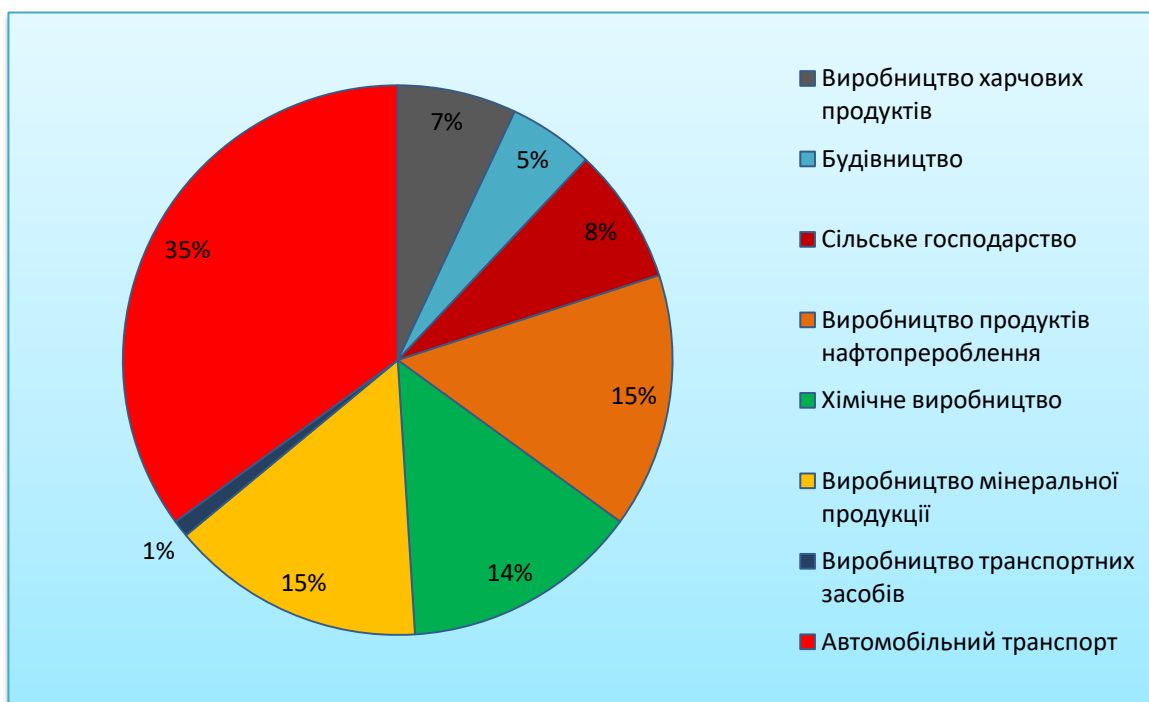


Рисунок 1.3 – Викиди забруднюючих речовин в атмосферу в результаті діяльності основних галузей національного господарства

На основі аналізу цих даних, можна вивести тенденцію до збільшення кількості автотранспорту в Україні, в той час як з кожним роком зростання кількості доріг з твердим покриттям є непропорційно малим (за даними Державної служби статистики України) [6]. Вже на цьому етапі постає чимала проблема завантаженості автотранспортних шляхів України.

На світовому рівні транспортний сектор також характеризується проблемою високої завантаженості. Чи не щодня кожне велике місто чи навіть країна несе чималі фінансові втрати від простоїв автотранспорту. Наприклад, в таблиці 1.1 наведено деякі з таких країн чи окремих їх територій.

Таблиця 1.1 – Економічні втрати від завантаженості транспортних потоків на різних територіях чи країнах за 2018 рік [22].

Територія чи країна	Втрати в млрд дол.
США	305
Великобританія	52,01
Нью-Йорк	33,7
Лос-Анджелес	19,2
Маніла	18.615
Бангладеш	11,4
Сан Франциско	10,6
Атланта	7,1
Джакарта	5
Дака	4,463
Великий Торонто і Гамільтон	3,3

Країни світу також впроваджують заходи підвищення ефективності автотранспортних мереж. Зокрема цілями політики міжнародного співробітництва ЄС в пріоритетах досліджень та транспортної політики для досягнення конкурентоспроможних і стійких транспортних систем є:

- зростання транспорту та підтримка мобільності при досягненні цілі 60%-відсоткового скорочення викидів;
- ефективна базова мережа для мультимодальних міжміських поїздок і перевезень;
- глобальна майданчик для далеких подорожей і міжконтинентальних перевезень;
- чистий міський транспорт і проїзд [13].

На сьогодні людство важко уявити без автомобілів. У зв'язку зі зростанням кількості машин, виникає необхідність вирішувати проблему вуличних заторів. Опишемо зарубіжний досвід у цьому напрямі.

Китайське місто Пекін почало політику нормування дорожнього простору, починаючи з 2008 року, в результаті чого кожне авто має заборону на в'їзд в місто на один робочий день на тиждень, в залежності від останньої

цифри його номерного знаку. Станом на 2016 рік, 11 великих міст Китаю проводили подібну політику. Наприкінці 2010 року Пекін оголосив про низку різких заходів щодо подолання хронічних заторів у місті, таких як обмеження кількості нових табличок, що випускаються для легкових автомобілів, до 20 000 на місяць, забороняючи в'їзду транспортних засобів, які не мають пекінських табличок в межах району П'ятої кільцевої дороги в години пік та розширення її системи метро. До кінця 2020 року уряд прагне обмежити кількість автомобілів, зареєстрованих на місцях, до менш ніж 6,3 мільйона. Крім того, більше дев'яти великих китайських міст, включаючи Шанхай, Гуанчжоу та Ханчжоу, почали обмежувати кількість нових табличок, виданих на легкові автомобілі, намагаючись приборкати зростання власності автомобілів. У відповідь на підвищений попит на громадський транзит, викликаний цією політикою, зараз в багатьох містах Китаю проводяться агресивні програми швидкого розширення систем громадського транспорту [31].

Одним із найбільш переповнених автотранспортом міст є Сінгапур. Тут вжили досить рішучих заходів, встановивши ліміт на кількість придбаних автомобілів, подібно до політики, проведеної в Пекіні. У Стокгольмі запровадили платні дороги: якщо в годину пік їдеш на авто в центральну частину міста – ти мусиш платити. Міська влада у Парижі постійно розглядає нові концепції дорожнього руху. Тому там відкрили вулиці для електричних самокатів. Електричний ролер за останні місяці став справжнім хітом у Парижі. Він екологічний та дешевший, ніж усі інші транспортні засоби. Їхати можна по вулиці чи по тротуару. З 30 листопада 2018 року міська рада Мадриду почала впроваджувати широкомасштабні обмеження, спрямовані на боротьбу з забрудненням повітря і трафіком. Після впровадження нових жорстких обмежень щодо в'їзду старих бензинових автівок та дизелів до центральної частини іспанської столиці, рух громадського транспорту пришвидшився, стало менше заторів на дорогах, а також рівень забруднення знизився на 32% [11].

Для того, щоб вирішити проблему заторів у Люксембурзі і поліпшити екологічну обстановку, влада міста вирішила зробити громадський транспорт

максимально доступним. Саме тому Люксембург став першою державою, у якій громадський транспорт повністю безкоштовним. І це нововведення почало діяти уже в 2019 році.

У багатьох містах Італії центр взагалі закритий для іншого транспорту. У Великобританії, в'їжджаючи в центр, водії платять за затори, таким чином в Лондоні вдалося скоротити запізнення, спричинені інтенсивним дорожнім рухом на 30% [3]. А в Мехіко машини можуть потрапити в центр лише в певні дні тижня і відповідно до реєстраційного номера. Міська влада також вкладає значні кошти у покращання громадського транспорту, ремонт автострад та будівництво окружних доріг. Встановлюються комп'ютеризовані системи, які регулюють роботу світлофорів та сповіщають поліцейських про затори, спричинені автоаваріями. Смуги, призначені для автобусів, а також смуги, на яких залежно від потреб можна змінювати напрямок руху, допомагають упорядкувати пересування транспортних засобів.

Закордонний досвід показує, що багато залежить саме від самих людей, а не лише від регулювання транспортних потоків державою. Якщо відстань невелика, можливо, краще піти пішки або проїхатись на велосипеді. Зазвичай так буде швидше, легше та корисніше для здоров'я. А довші відстані варто долати на громадському транспорті. Нерідко такий варіант найоптимальніший. Аби люди менше користувалися власними транспортними засобами, багато міст намагаються вдосконалити системи міського та приміського сполучення громадським транспортом. Одночасно це дає можливість мешканцям міст заощаджувати власні кошти.

У США люди, розуміючи суть проблеми заторів, домовляються та прямують на роботу на одному автомобілі. До того ж у багатьох містах існують смуги, призначені для автомобілів з пасажирами. Водіям без пасажирів не дозволяється користуватися цими смугами [16].

В останні роки столичний муніципалітет Стамбулу зробив величезні інвестиції в інтелектуальні транспортні системи та громадський транспорт. Незважаючи на це, рух транспорту є значною проблемою тут. Час подорожі до

найбільшого міста Туреччини займає в середньому на 55 відсотків довше, ніж слід, навіть у порівняно менш насичені години [18].

Державні органи в Німеччині з 1930-х років традиційно приділяють велику увагу розвитку мережі автодоріг вищого класу – автострад, що не мають перетинів на одному рівні, загальна довжина яких наблизилася до 12 тис. км.

Китайське рибальське селище Шеньчжень за 30 років перетворилось на місто, в якому мріють жити усі китайці, а іноземці хочуть відкрити там свій бізнес. Шеньчжень ще 30 років тому був звичайним селищем, де жили всього 30 тисяч людей, а зараз тут біля 20 млн осіб. Диво цього міста полягає в тому, що на вулицях жодних заторів, ніякої штовханини та масових крадіжок. У Шеньчжені відсутні перевищення швидкості та затори. Секрет полягає у технологіях. На табло, яких сотні на дорогах, водій бачить куди їхати не варто, де аварія, чи занадто жвавий рух, а ще камери на дорогах постійно нагадують про чималі штрафи за будь-які порушення [26].

Кожна країна використовує свої методи ефективного регулювання автотранспортних потоків. Але особливого успіху у вирішенні даної проблеми досягають там, де не лише держава докладает зусиль для уникнення заторів, а й люди, працюючи злагодженою командою з органами влади, долають цю проблему.

1.2 Проблематика завантаженості автотранспортних шляхів урбанізованих територій

Як вже згадувалося, з кожним роком кількість автомобілів в Україні росте. Тому, набуває все гострішої актуальності проблема завантаженості автотранспортних шляхів. Найбільшого впливу зазнають великі міста України: Київ, Харків, Львів, Одеса тощо. Але дана проблема стосується всіх регіонів країни.

Перевантаження може бути викликане перфорованими дорогами, відсутністю дорожнього знаку, недисциплінованістю водіїв, потужністю доріг, появою незаконного паркування та неправильним використанням тротуарів. Крім того, непропорційний цикл світлофора також слугує причиною перевантаження [4].

Розглянемо найбільш актуальні проблеми, породжені завантаженістю автотранспортних потоків. По-перше, перевантаження автотранспортного потоку – є затримкою, що веде до виникнення нових проблем. Вранці виникає додатковий стрес, тому що простій, спричинений заторами, може затримати людей на роботу, що в свою чергу зумовлює зменшення продуктивності різних підприємств. Окремо навіть виділяють поняття «дорожня лють» (Road rage) для характеристики агресивної або гнівної поведінки водіїв авто. Внаслідок інтенсивного дорожнього руху, перевантажених доріг та психологічного напруження у великих українських містах, особливо в Києві, трапляються аварії [25].

По-друге, зупинка і запуск автомобіля зумовлює більше згоряння палива, ніж висока швидкість руху на відкритій дорозі, а це в свою чергу сприяє кількості викидів, що виділяються транспортними засобами. Ці викиди створюють забруднення повітря і пов'язані з глобальним потеплінням. На частку автотранспорту припадає близько 55% шкідливих надходжень загального обсягу. Одне авто за 1 км пробігу виділяє в середньому 30 г чадного газу, який утилізується дуже повільно, 4 г оксидів азоту і 2 г отруйних

вуглеводнів. Надзвичайно шкідливим є етиловий бензин, адже містить високотоксичні сполуки свинцю, які, потрапляючи до організму людини, викликають низку захворювань, в тому числі онкологічних. Крім того, прискорюється знос та розрив транспортних засобів внаслідок холостого ходу та частого прискорення та гальмування, що призводить до частіших ремонтів та заміни. Збільшення витрат на споживання пального у свою чергу збільшує економічні втрати. Акустичне (шумове) забруднення на центральних магістралях – ще один негативний наслідок впливу автотранспорту [9].

Наступною, не менш важливою проблемою є затримка служб екстреної допомоги у зв'язку з заторами. Не важко здогадатися, що ця причина прямо може мати негативний вплив на життя та здоров'я людини. Як бачимо, автотранспортні затори можуть стати причиною втрат в багатьох сферах соціуму, яких можна було б уникнути.

Наявний тісний взаємозв'язок усіх цих проблем між собою, за якого навіть важко виявити першопричину, пускову. Такий стан нагадує ефект метелика, за якого з маленьких заторів виникають проблеми міжнародного масштабу.

РОЗДІЛ 2 ОЦІНКА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ НАСЛІДКІВ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ

2.1 Екологічний аспект завантаженості автотранспортних шляхів

Затори на дорогах є нагальною проблемою в міській транспортній системі. Великий вплив вони мають на екологічну ситуацію в містах. Шкідливі речовини, під час експлуатації автотранспорту, потрапляють у повітря з вихлопними газами, випарами з паливних систем, а також під час заправки автомобіля паливом. На викиди оксидів вуглецю (вуглекислий газ і чадний газ) впливає також рельєф дороги та режим і швидкість руху автомобіля. Наприклад, якщо збільшувати швидкість авто і різко зменшувати її під час гальмування, то у вихлопних газах кількість оксидів вуглецю збільшується у 8 разів. Кількість небезпечних газів, що виділяють автомобілі, в основному визначається витратою палива автомобілями. Іноземною компанією INRIX було визначено, що під час заторів автомобілі за 1 годину витрачають додатково 0,8 л бензину або 0,6 л дизелю [14].

В ході дослідження нами було проаналізовано кількість авто в Києві та викиди від заторів у столиці України у 2009-2018 рр. (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. – Статистичні дані для дослідження [24]

Роки	Викиди від заторів в Києві, т							Кількість авто в Києві, тис. шт.
	Окис вуглецю	Вуглеводні	Окисли азоту	Ангідрид сірчаної кислоти	Альдегіди	Са-жа	Свинець	
2009	6064	340	407	117	22	71	7	906
2010	6312	354	424	122	23	74	7	936
2011	6569	369	441	127	23	77	7	951
2012	6838	384	459	132	24	80	8	1026
2013	7117	399	478	138	25	84	8	1064
2014	7407	415	497	143	26	87	8	1055
2015	7709	432	518	149	28	91	9	1048
2016	8024	450	539	155	29	94	9	1051
2017	8352	468	561	161	30	98	9	1052
2018	8692	488	584	168	31	102	10	1060

З даної таблиці можемо спостерігати, що кількість авто у столиці зростала з 2009 по 2013 р., з 2014 по 2016 маємо негативну тенденцію на спад, а з 2017 кількість автотранспорту знову підвищувалась. У структурі викидів найбільшу частку має окис вуглецю, а викиди свинцю – найменшу.

Користуючись програмним забезпеченням STATISTICA, розраховано лінійний коефіцієнт кореляції Пірсона. Він становить 0.82, що свідчить про високу залежність між зростанням кількості викидів від заторів в Києві та кількістю авто в столиці України [19]. Також за допомогою даної програми визначено коефіцієнт b для семи основних видів викидів від автотранспорту, який показує на скільки збільшувалася кількість кожного викиду при збільшенні автомобілів на 1000 штук (табл.2.2).

Таблиця 2.2. – Коефіцієнт b для семи основних видів викидів від автотранспорту

Викиди	Окис вуглецю	Вуглеводні	Окисли азоту	Ангідрид сірчаної кислоти	Альдегіди	Сажа	Свинець
Коефіцієнт b	12,21	0,685	0,82	0,236	0,0436	0,1436	0,0137

Так в Києві при зростанні на 1000 автомобілів викиди окису вуглецю в середньому збільшувалися на 12,21 т, вуглеводнів на 0,685 т, окислів азоту на 0,82 т, ангідридів сірчаної кислоти на 0,236 т, альдегідів на 0,0436 т, викиди сажі на 0,1436 т, а свинцю на 0,0137 т.

Транспорт не лише забруднює навколишнє середовище, він також є джерелом шуму. Рівень шуму вимірюють у децибелах (дБа). Для людини межа дорівнює 90 дБа, якщо звук перевищує цю межу, то це може викликати у людини нервові розлади і постійний стрес. Останнім часом транспортний шум став дуже гострою проблемою для населення. Близько 40% населення Києва проживає в умовах так званого шумового дискомфорту, при чому половина з них знаходиться під впливом шуму, рівень якого перевищує 70 дБа [24].

Таким чином, можна стверджувати, що збільшення викидів в заторах залежить на 82 % від зростання автопарку в Києві, а окрім впливу небезпечних викидів від автотранспорту людина зазнає шумового дискомфорту.

2.2 Економічні збитки та упущені вигоди від автотранспортних заторів

Крім негативного впливу завантаженості автотранспортних потоків з екологічної точки зору, не менш руйнівними є й економічні наслідки цього явища.

Загальними негативними наслідками заторів, що мають економічні аспекти, є:

- марна втрата часу водіїв і пасажирів, затримка людей в дорозі;
- надмірна витрата пального (у заторах питомий вжиток автомобільного палива значно збільшується через холостий хід, «старт-стопні» режими руху);
- більш інтенсивне зношування вузлів і механізмів автомобілів;
- стрес і роздратування водіїв транспортних засобів, що негативно позначаються на здоров'ї і активній безпеці руху;
- позбавлення можливості служб екстреної допомоги (швидка допомога, пожежники, міліція) оперативно дістатися до місця призначення;
- спроби «об'їхати затор» поширюють затор на сусідні вулиці, тим самим впливаючи на екологічну ситуацію сусідніх районів [21].

Слід зазначити, що це далеко не всі негативні явища.

Основною причиною заторів на київських дорогах є хаотичне планування столиці. Київ і більшість великих міст України страждають від асиметрії: адміністративний, діловий та культурний центри сконцентровані в одній частині міста, на одному березі Дніпра, а спальні райони - на іншому. Як наслідок, щоденні затори на Південному мосту в ранкову годину пік у бік правого берега стали буденністю для киян. Довгі каравани із сотень автомобілів

повільно долають понад десять світлофорів, які стоять на кожній дорозі, що примикає до шестисмугової траси Дніпровської набережної.

Інша причина заторів - високі темпи приросту кількості автомобілів у великих містах і низька пропускна спроможність українських доріг. У столиці, наприклад, загальна кількість машин сягає 1,5 млн. (в т.ч. 800 тис. зареєстрованих авто і близько 400-500 тис. транзитних) [7]. При цьому на дороги в Києві припадає лише 2% загальної площі міста. Для порівняння: у Москві дороги займають 7% площі міста, Мадриді – 17% , Лондоні та Нью-Йорку – 20 % [5].

В Україні, окрім міста Києва, найбільша кількість дорожніх заторів виникає у Львові, Івано-Франківську, Дніпропетровську, Одесі, Тернополі. Систематичні затори почали з'являтися не тільки в містах з кількістю жителів більше одного мільйона, а вже і в значно менших містах з кількістю жителів 200 тисяч і більше.

Вирішення проблеми заторів в Україні за допомогою інженерних рішень, як це практикується у високо розвинутих країнах (а саме: спорудження нових доріг і тунелів, багатоярусних транспортних розв'язок, паркінгів - підземних і на дахах будинків), потребує величезних інвестицій, що в умовах економічної кризи та військової агресії на Сході України вбачається таким, що не може бути реалізовано повною мірою найближчим часом з об'єктивних причин.

Проводилось безліч досліджень щодо економічних втрат від автомобільних заторів. Зокрема, за даними Німецького клубу автомобілістів, у 2010 році загальна довжина автомобільних заторів у ФРН зросла до 400 тис. км, що дорівнює відстані від Землі до Місяця, а німці проводять у заторах у середньому 2,5 доби на рік, економічні збитки від заторів перевищили 100 млрд. євро. В цілому у Європі такі втрати становлять щонайменше 250 мільярдів євро, у Пекіні - цей показник сягає \$35 млрд. Фахівці Московського автодорожнього інституту підраховали, що одна автомобіле-година у Москві коштує 5 доларів США (тобто простій машини в заторі впродовж 1 години зменшує ВВП країни на \$5). Американцям затори на дорогах коштують понад

68 мільярдів доларів кожного року, і це стосується лише втраченого часу й палива. Державне дослідження 75 міст США, проведене Техаським інститутом транспорту, виявило, що через надмірне скупчення транспорту люди марнують дедалі більше часу. За останні 10 років кількість годин інтенсивного дорожнього руху зросла з 4,5 до 7 годин на добу [23].

Згідно з даними TomTom Traffic Index у 2018 році Київ зайняв 13 місце у рейтингу міст світу за завантаженістю автотранспортних шляхів. Значення цього рівня сягнуло 46%, що на 2% більше, ніж в попередньому році [28]. Таким чином, ми «обігнали» Лос-Анджелес та Токіо, які покращили свої показники та опинилися на 24-25 місцях відповідно. Як бачимо, хвалитися особливо нічим.

За підрахунками фахівців Національного транспортного університету України, київські автомобілісти проводять у заторах по 45 днів на рік. Виходячи з погодинних розрахунків економічних втрат, столиця щороку втрачає на заторах \$8 млрд. За інформацією Київської міськдержадміністрації, щодня в місті налічується до 70 заторів і тягучок [1].

Розрахуємо, скільки грошей втрачає простий житель столиці за рік, простоюючи в заторах. За даними Національного транспортного університету України, кияни проводять в пробках 350 годин на рік. На основі даних про витрати деяких видів палива (бензин, дизель), річну кількість часу, витраченого у заторах, середню годинну заробітну плату в Києві, можемо поррахувати небажані витрати автомобілістів (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Фінансові втрати для одного автомобіліста на рік за даними 2018 року

Грошове вираження втрат при простої в пробках залежно від пального на 1 автомобіліста				
Пальне	Час простою, год/рік	Витрата за 1 годину в заторі, л	вартість грн/1 л	Всього, грн
Бензин	350	0,8	33,2	9296
Дизель	350	0,6	31,7	6657

Окрім зазначених явних втрат можемо обчислити і неявні,- так звані упущені, альтернативні вигоди. Як вже згадувалося, кожного року жителі столиці витрачають у середньому 350 годин марно, простоюючи в заторах. Проведемо аналогію із середньою погодинною заробітною платою в Києві, яка в 2018 році становила 81 грн. Таким чином, неважким математичним розрахунком отримаємо:

$$\text{Упущена вигода} = 81 * 350 = 28\,350 \text{ грн/рік.}$$

Годі й казати про матеріальні збитки, спричинені навіть легкими дорожньо-транспортними пригодами, які також мають тенденцію зростати при збільшенні завантаженості смуг руху. Разом із тим, будь-яка автоаварія, як правило, повністю блокує рух транспорту мінімум по одній-двом смугам руху, що суттєво ускладнює і так значно перевантажені вулично-дорожні мережі. Враховуючи зазначене, наряду із методами зменшення негативних впливів завантаженості автотранспортних потоків, запропонованими у третьому розділі цієї роботи, пропонується збільшити пропускну спроможність українських доріг і за рахунок нестандартного кроку – суттєвого зменшення дорожньо-транспортних пригод як чинника впливу на виникнення заторів.

РОЗДІЛ 3 МЕТОДИ ВИРІШЕННЯ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ШЛЯХІВ

3.1 Методи альтернативного вирішення проблем автотранспортних заторів

Однією з неприємних сторін міського життя є інтенсивний дорожній рух. Особливо велику проблему становлять вуличні затори. На жаль, для мільйонів міських жителів така ситуація ще довго залишатиметься щоденним лихом. Але вже сьогодні необхідно боротися з даною проблемою.

Перший і невідкладний етап вирішення проблеми заторів в Україні – введення автоматизованої системи управління дорожнім рухом у місті, який необхідно реалізовувати вже сьогодні. АСКДР, як частина інтелектуальних транспортних систем, виконує керуючі та інформаційні функції, основними з яких є:

- керування транспортними потоками;
- забезпечення транспортною інформацією;
- керування безпекою та керування в особливих ситуаціях [17].

У загальному вигляді підсистеми міської АСКДР можуть бути представлені як сукупність пристроїв дорожньої телематики, контролерів та автоматизованих робочих місць (АРМ), включених до мережі обміну даними, з організацією центрального та місцевих центрів керування – залежно від щільності та інтенсивності дорожнього руху. Для цифрового моніторингу та хмарного управління пропонується система FANSCI (fast handover scheme for car-to-car communication), призначена для адаптації стандарту IEEE 802.21 передачі даних, необхідних для безперервного і безперебійного зв'язку в гетерогенних мережах. FANSCI складається з двох компонентів: вишка (встановлюється в центрі управління мережею) та автомобільний компонент (встановлюється в автомобілі). З технологічної точки зору, технологія FANSCI

може бути імплементована у будь-які бездротові мережі, оскільки вона заснована на стандарті IEEE 802.21, який базується на IEEE 802.11 (Wi-Fi) [30].

По-друге, необхідно навести лад із паркуванням. Не таємниця, що часто узбіччя вулиць зайняті припаркованими автомобілями з обох боків. Іноді водії кидають автівки, перекриваючи дві смуги руху (рис. 3.1). Іншим аспектом є будівництво перехоплюючих паркінгів на в'їздах у місто) [12].



Рисунок 3.1 – Паркування на вулицях України

Задля вирішення проблеми перевантаженості транспортних шляхів, також було створено деякі організаційно-технічні методи розподілу автотранспортних потоків у часі, а саме: реверсивний рух, дорожні розв'язки, «розумні» світлофори, розширення доріг. Затори на дорогах не лише забирають гроші (паливо) і час. А ще й сприяють зростанню ДТП, що збільшують і без того складну обстановку. Одним із найефективніших шляхів вирішення заторів є впровадження транспортних розв'язок, зокрема турбінно-кільцевої розв'язки (рис. 3.2) [29].



Рисунок 3.2 – Турбінно-кільцева розв’язка

Досвід Європи показує, що шлях задоволення потреби у приватних автомобілях є хибним, тому нам всім необхідно більше дізнаватися про інші, безпечніші види транспорту, і користуватися ними. Адже альтернативний транспорт (велосипед, ролики, гіроскутер, сігвей) не тільки вирішує проблеми забруднення повітря та шуму, а й поліпшує якість життя у місті.

3.2 Екологізація міста шляхом врахування рози вітрів при архітектурному плануванні міста

Важливим кроком до підвищення екологізації урбанізованих територій є оцінка взаємозв'язку між транспортними потоками і переважаючими рівнями забруднювачів повітря, вивчення взаємозв'язку цих забруднювачів повітря між собою і з різними метеорологічними умовами. Або іншими словами доцільним буде і врахування рози вітрів щодо певного регіону.

Роза вітрів – векторна діаграма, яка характеризує напрямки вітру в досліджуваному місці на основі багаторічних спостережень. Довжини променів, що розходяться від центру діаграми у різних напрямках, пропорційні повторюваності вітрів цих напрямів. Повторюваність напрямків вітру показує,

яку частину часу протягом аналізованого періоду (місяця, року) дули вітри того чи іншого напрямку. Наприклад така діаграма показана на рисунку 3.3 [2].

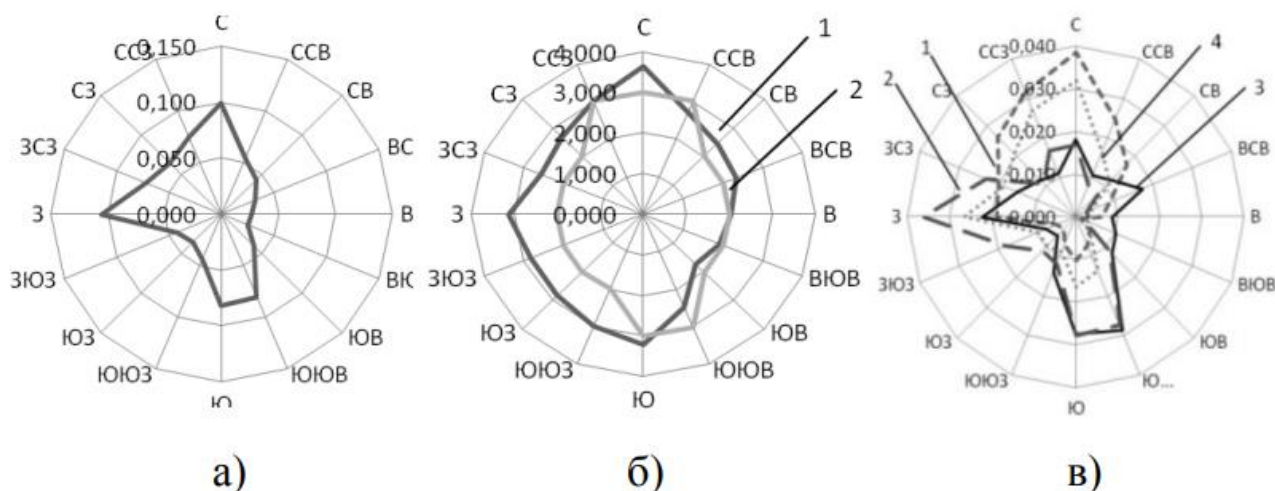


Рисунок 3.3 – Роза вітрів для м. Києва, де а) повторюваність напрямів швидкостей вітру; б) 1- середньорічні швидкості за напрямками; 2- найбільш вірогідні швидкості для повторення в даному напрямку; в) роза вітрів повторюваності напрямків вітру за сезонами: 1- літо, 2 - зима, 3 - весна, 4 – осінь

Правильний облік напрямків вітру грає важливу роль при архітектурному плануванні міста, в тому числі розміщенні дорожніх сполучень та їх розв'язок. В залежності від пори року роза вітрів і домінуючий напрямок вітру зазнають суттєвих змін, що може позначитися і на концентраціях різних речовин, що забруднюють атмосферу

В цілому, мінливість рівнів концентрації забруднюючих речовин сильно залежить від походження повітряних мас, що надходять на місце відбору проб, а на концентрацію забруднюючих речовин в атмосферному повітрі впливає напрямок, з якого дме вітер. Щоб оцінити роль метеорології в зміні рівнів чорного вуглецю, СО і NO в навколишньому середовищі, можна оцінити коефіцієнти кореляції між рівнями забруднювачів, швидкістю вітру і напрямком вітру. Слід зазначити, що напрямок вітру може мати різні кореляції з концентраціями забруднювачів повітря протягом періоду вимірювання, що вказує на незначну зміну рівнів забруднення повітря при зміні напрямку вітру.

Причиною таких різниць може бути той факт, як близькість до морів та океанів, вітри яких приносять чисте морське повітря, що призводить до відносно низьких концентрацій забруднювачів повітря. Під впливом антропогенної діяльності маса сухопутного повітря призводить до підвищення рівня забруднювачів повітря [21].

Загалом, швидкість вітру вважається одним з важливих параметрів, що впливають на концентрацію забруднювачів повітря. Він визначає час, необхідний для переміщення від джерела до даного рецептора, і загальну площу, на якій буде розсіюватися забруднювач повітря. Більш високі швидкості вітру приводять до кращого змішування забруднювачів повітря, викликаючи їх розведення. Коли швидкість вітру знижується, забруднюючі речовини в повітрі накопичуються швидше. Таким чином, більш низька швидкість вітру головним чином відповідальна за накопичення забруднювачів повітря в місці відбору проб через погане розсіювання повітря.

3.3 Компенсаційний ефект зелених насаджень від негативного впливу викидів автотранспорту

Все більше мегаполісів покращують систему громадського транспорту, шукають альтернативу автівкам та застосовують нові інструменти, аби мотивувати громадян відмовлятися від шкідливих для екології засобів пересування.

Значний вплив викидів від дорожнього руху на міське населення у всьому світі мотивував дослідження методів зменшення впливу цих забруднюючих речовин. Так, доведено, що посадка дерев між автомобільними дорогами та будинками зменшує кількість забруднення, якому піддаються люди.

Окрім якості повітря та загальних переваг для здоров'я, придорожня рослинність може покращити естетику, зменшити викиди парникових газів, контролювати стік поверхневих вод та зменшити шумове забруднення (із щільними, товстими та високими насадженнями).

За 2018 рік в повітряний басейн Києва під час заторів потрапило більше 10 тис. т забруднюючих речовин. Дану проблему можна вирішити, посадивши достатню кількість зелених насаджень. «Чемпіоном» серед дерев не тільки за очищенням повітря, а й за виділенням кисню визнано тополь. Відомо, що одна тополя у віці 25-30 років за 5 місяців з травня по вересень поглинає у 7 разів більше шкідливих викидів ніж будь-яке інше дерево. За рік таке одне дерево може поглинати та затримувати до 26 кг виділень небезпечних речовин у повітря [8]. Розрахуємо скільки дерев необхідно посадити в Києві задля того, щоб компенсувати викиди від транспортних заторів на 2018 рік:

$$10074596,5/26=387485 \text{ (тополь).}$$

Крім цього, висота цих насаджень повинна бути не меншою 4 метрів. На цій висоті бар'єр буде вище висоти викиду вихлопних газів автомобілів, що працюють на сусідніх дорогах, змушуючи шлейф забруднюючих речовин підніматися над насадженнями або проходити через рослинність. Висота нижче 4 метрів може призвести до того, що викиди забруднюючих речовин безперешкодно продовжуватимуть свій рух вниз вздовж насаджень. Бар'єри такої висоти будуть ефективними лише за умови повного покриття від землі до верху дерев.

Товщина бар'єру, необхідна для ефективного пом'якшення забруднення повітря, буде змінюватися залежно від пористості / щільності рослинного покриття. Загалом товщина насаджень повинна коливатися від 5 до метрів.

Таким чином, бар'єр рослинного покриття повинен бути подібний до твердого шумового бар'єру, перешкоджаючи всьому потоку повітря з магістралі (рис.3.4).



Рисунок 3.4 – Бар'єр із зелених насаджень

Для довгострокового оптимального використання таких рослинних бар'єрів необхідне постійне технічне обслуговування, вимоги до нього включають потреби в поливі та добривах, вимоги до обрізки та загального догляду за рослинами. Технічне обслуговування повинно також включати заміну рослинності внаслідок вимирання чи хвороби. Правильно оформлена придорожня рослинність також може мінімізувати потребу в широкому скошенні та обрізанні, заощаджуючи гроші та зменшуючи викиди забруднення повітря [20].

Отже, дослідження показують, що придорожня рослинність позитивно впливає на якість повітря поблизу, чим вище «зелений» бар'єр та більша його товщина, тим більше зменшення забруднюючих речовин у повітрі.

ВИСНОВКИ

Аналізуючи усе вище приведене, можна зробити висновки, що кількість автомобілів з кожним роком зростає, що у свою чергу веде до збільшення заторів. Вони породжують низку нових проблем, таких як забруднення навколишнього середовища та економічні втрати від простою. Найбільшого негативного впливу зазнають великі міста, зокрема Київ.

У ході дослідження встановлено, що збільшення викидів в заторах залежить на 82 % від зростання автопарку в Києві, а окрім впливу небезпечних викидів від автотранспорту людина зазнає шумового дискомфорту.

Крім негативного впливу завантаженості автотранспортних потоків з екологічної точки зору, не менш руйнівними є й економічні наслідки цього явища. На 2018 рік одна людина втрачає 350 годин, простоюючи в заторах. Витрачаючи додатковий бензин, водії бензинових авто позбавляються 9296 грн, а водії дизельних – 6657 грн. Базуючись на середній погодинній заробітній платі в Києві, було обчислено упущені альтернативні вигоди у сумі 28350 грн/рік.

Одним із шляхів вирішення проблеми заторів є введення автоматизованої системи управління дорожнім рухом. Для цифрового моніторингу та хмарного управління пропонується система FANSCI.

Іншим аспектом є будівництво перехоплюючих паркінгів на в'їздах у місто. Задля вирішення проблеми завантаженості транспортних шляхів, також було створено деякі організаційно-технічні методи розподілу автотранспортних потоків у часі, а саме: реверсивний рух, дорожні розв'язки, «розумні» світлофори, розширення доріг. Одним із найефективніших шляхів вирішення заторів є впровадження транспортних розв'язок, зокрема турбінно-кільцевої. А перехід на альтернативний транспорт (велосипед, ролики, гіроскутер, сігвей) не тільки вирішує проблеми забруднення повітря та шуму, а й поліпшує якість життя у місті.

Правильний облік напрямків вітру грає важливу роль при архітектурному плануванні міста, в тому числі розміщенні дорожніх сполучень та їх розв'язок. Загалом, швидкість вітру вважається одним з важливих параметрів, що впливають на концентрацію забруднювачів повітря. Таким чином, більш низька швидкість вітру головним чином відповідальна за накопичення забруднювачів повітря в місці відбору проб через погане розсіювання повітря.

Також, доведено, що посадка дерев між автомобільними дорогами та будинками зменшує кількість забруднення, якому піддаються люди. Окрім якості повітря та загальних переваг для здоров'я, придорожня рослинність може покращити естетику, зменшити викиди парникових газів, контролювати стік поверхневих вод та зменшити шумове забруднення. Щоб компенсувати викиди від транспортних заторів в столиці України необхідно посадити 387485 тополь.

Таким чином, стала міська транспортна система може бути створена шляхом комплексного підходу до планування, який враховує всі види транспорту в містах та передмістях. Плани сталої міської мобільності (Sustainable Urban Mobility Plans) визначають сукупність взаємопов'язаних заходів, які дозволять вам крок за кроком наблизитися до задоволення транспортних потреб громадян і бізнесу при одночасному підвищенні якості життя у вашому місті. Ці плани прагнуть збалансувати якість навколишнього середовища, рівень економічного розвитку і соціальну справедливість.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Беспалов Д. Моделювання транспортного потоку на перетинах в різних рівнях. 2014 – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://bespalov.me/2014/01/08/modelyuvannya-transportnogo-potoku-na-peretynah-v-riznyh-rivnyah/>
2. Визначення характеристик вітрового потоку. Методичні рекомендації. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28321/1/VITER-KomPr.pdf>
3. Затонацька Т.Г. Розвиток транспортного сектору економіки України: існуючий стан та європейський досвід / Т.Г. Затонацька // Економіка: реалії часу. – 2015. – № 1(17). – С. 180–189.
4. Маценко О.М., Ткаченко О.М., Чорна Я. В. Організаційно-економічні підходи до вирішення проблеми транспортних заторів // Тези доповідей 25-ої міжнародної науково-практичної конференції «Технології XXI сторіччя» (15-20 вересня 2019 р.). – Суми, Одеса, 2019 – С. 121-122.
5. Руденко В. Шкарпова О. Дорогі дороги – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://archive.kontrakty.ua/gc/2007/46/19-domike.html?lang=ua>
6. Статистична інформація: Транспорт [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
7. Статистичні дані [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://mtu.gov.ua/>.
8. Стаття прес-служби Тернопільського облуправління ЛМГ «Скільки часу потрібно «працювати» лісові, аби повітря на Тернопільщині звільнилося від забруднень?» – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ternopillis.gov.ua/pres-sluzhba/novina/article/skilki-chasu-potribno-pracjuvati-lisovi-abi-povitlja-na-ternopilshchini-zvilnilosja-vid-zabrudnen.html>
9. Транспортна екологія: навчальний посібник / О. І. Запорожець, С. В. Бойченко, О. Л. Матвєєва, С. Й. Шаманський, Т. І. Дмитруха, С. М.

Маджд; за заг. редакцією С В. Бойченка. - К. : «Центр учбової літератури», 2017. - 508с.

10.Устенко М.О «Основні проблеми транспортної логістики» Укр ДАЗТ // Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2010. – № 29. – С. 2–5

11.Ярликова О. Как победить пробки на дорогах? Опыт зарубежных столиц. 2019 – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://rubryka.com/ru/article/peremogty-probky-na-dorogah/>.

12.Aliyah, I., & Aulia S. (2019). The Flexibility of Parking Space of Traditional Market in the City Center (Case Study: Pasar Gede of Surakarta, Indonesia). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 328.

13.Bak, M, (2016). Transport Development Challenges in the Twenty-First Century, Springer Proceedings in Business and Economics.

14.Braibanti M, (2017). Traffic Congestion is Growing: So How do we Tackle it? Retrieved fom: <http://inrix.com/blog/2017/02/congestion-is-growing-so-how-do-we-tackle-it/>

15.David M. & Gollasch S., (2015). Global Maritime Transport and Ballast Water Management: Issues and Solutions, Springer Netherlands.

16.Duranton G.& Turner, Matthew A. (2018). "The Fundamental Law of Road Congestion: Evidence from U.S. Cities"

17.Gade D, (2019). ICT based smart traffic management system “iSMART” for smart cities. International Journal of Recent Technology and Engineering, 8(3), 3920–3928.Retrieved from: <https://doi.org/10.35940/ijrte.C5137.098319>

18.Gurel E. (2014) Istanbul drowning in traffic chaos, report announces. Retrieved from: <https://www.hurriyetdailynews.com/istanbul-drowning-in-traffic-chaos-report-announces-44312>

19.Matsenko O. M., Kovalev Y. S., Tkachenko O. M., Chorna Y.V. (2020). Complex solution of ecological and economic problems of road traffic. Proceedings from MIIM

20. Muchtar, F., & Ramli M. I. (2019). Estimation of CO vehicular emission on arterial roads in Makassar City based on Caline-4. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 235.

21. Nasir, A., Chaudhry, A. G., Ahmed, A., & Shamim F., (2015). Urban Traffic Jams, Health Emergencies and Architectural Perspective. Pakistan Association of Anthropology, Islamabad, Pakistan Special Issue Sci.Int.

22. Pyzuk K. (2018). Gridlock woes: Traffic congestion by the numbers. Smart Cities Dive. Retrieved from: <https://www.smartcitiesdive.com/news/gridlock-woes-traffic-congestion-by-the-numbers/519959/>

23. Site INRIX. Traffic Congestion: A Price Worth Paying? 2016. Retrieved from: <http://inrix.com/blog/2016/05/blog-congestion/>

24. Site "Oica". Motorization rate 2018 – worldwide Retrieved from: <http://www.oica.net/category/vehicles-in-use/>

25. Site "Phrases.org.". "Road rage" meaning and origin, Retrieved from: <http://phrases.org.uk>.

26. Spring J. (2016) China's Nanjing city considers limiting issuance of car plates". Retrieved from: <https://www.reuters.com/article/us-china-autos-regulations/chinas-nanjing-city-considers-limiting-issuance-of-car-plates-idUSKCN1060FI>

27. Thornton-O'Connell J. (2017) Here's How Much Sitting In Traffic Is Costing You. Money. Retrieved from: <https://www.gobankingrates.com/saving-money/car/cost-of-traffic-congestion/>

28. TomTom Traffic Index. Full Ranking 2018. Retrieved from: https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/ranking/

29. Vanderbilt T. (2008). Traffic: Why We Drive the Way We Do (and what it Says about Us) – Allen Lane, 254.

30. Widhiyasi A., Mohanan V., Fermi Pasha M. & Budiarto R., (2010). Vertical Handover Scheme for Car-to-Car Communication based on IEEE 802.21 Standard // Second International Conference on Computer Engineering and Applications. – P. 143-147

31. Xue L. (2015) 4 Lessons from Beijing and Shanghai Show How China's Cities Can Curb Car Congestion. Retrieved from: <https://www.wri.org/blog/2015/04/4-lessons-beijing-and-shanghai-show-how-china-s-cities-can-curb-car-congestion>