

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МАРІУПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЕКОНОМІКО-ПРАВОВИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА
ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

До захисту допустити:
Завідувач кафедри

_____ (підпис)

_____ (ПІБ завідувача кафедри)

«ТРАНСПОРТНЕ ЗАБРУДНЕННЯ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА»

Кваліфікаційна робота здобувача
вищої освіти другого
(магістерського) рівня вищої освіти
освітньо-професійної програми
«Екологія та охорона
навколишнього середовища»

Василенко Надії Дмитрівни

Науковий керівник:

Іванова В.В., доцент, к.е.н.

Рецензент:

*Данилова С.В., старший фахівець з
оцінювання (кліматично-екологічний
підрозділ) Міжнародної гуманітарної
організації ІМРАСТ*

Кваліфікаційна робота захищена
з оцінкою _____

Секретар ЕК _____

«___» _____ 202___ р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	6
1.1. Поняття та види транспортного забруднення.....	6
1.2. Основні джерела транспортного забруднення та екологічний вплив транспортного забруднення.....	10
1.3. Законодавче регулювання та норми транспортного забруднення в Україні та ЄС.....	17
1.4 Соціально-економічні наслідки транспортного забруднення. Здоров'я населення.....	20
Висновки до розділу 1.....	25
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ І ЗАСОБИ ЗНИЖЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ В МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ	27
2.1. Екологічні технології для зменшення транспортного забруднення.....	27
2.2. Організаційні та інфраструктурні рішення.....	31
2.3. Заходи контролю і моніторингу транспортного забруднення.....	35
Висновки до розділу 2.....	39
РОЗДІЛ 3. ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД У БОРОТЬБІ З ТРАНСПОРТНИМ ЗАБРУДНЕННЯМ ТА МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ УКРАЇНИ.....	42
3.1. Досвід країн Європейського Союзу.....	42
3.2. Використання зарубіжного досвіду в Україні.....	47
3.3. Перспективи розвитку екологічної політики щодо транспорту в Україні.....	50
Висновки до розділу 3.....	53
ВИСНОВКИ.....	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69

ВСТУП

Сучасне місто є складним організмом, у якому транспорт виконує ключову роль, забезпечуючи мобільність населення, економічну активність і розвиток інфраструктури. Однак, розвиток транспортної системи супроводжується низкою екологічних і соціальних проблем, серед яких транспортне забруднення є одним із найбільш актуальних викликів. Шкідливі викиди, шумове навантаження, а також забруднення ґрунту і водних ресурсів негативно впливають на навколишнє середовище, якість життя мешканців та стан їхнього здоров'я.

Особливо гостро проблема транспортного забруднення стоїть у міських агломераціях, де висока щільність транспортних потоків поєднується з обмеженою спроможністю природного середовища до самоочищення. За даними міжнародних досліджень, транспорт є одним із головних джерел забруднення повітря в містах, що призводить до зростання ризиків виникнення серцево-судинних та респіраторних захворювань, а також соціально-економічних втрат через зниження продуктивності населення.

Актуальність дослідження полягає у необхідності всебічного аналізу цієї проблеми, розробки та впровадження ефективних екологічних і організаційних заходів, які дозволять зменшити транспортне забруднення та його негативний вплив на міське середовище і здоров'я населення. Особливий інтерес становить вивчення зарубіжного досвіду зменшення транспортного забруднення та можливостей його адаптації в умовах України.

Мета дослідження – проаналізувати теоретичні аспекти впливу транспортного забруднення на міське середовище, визначити основні джерела та наслідки цього явища, а також розробити практичні рекомендації щодо зниження його негативного впливу з урахуванням зарубіжного досвіду.

Для досягнення поставленої мети у роботі визначено такі завдання:

- вивчити основні поняття та види транспортного забруднення, а також екологічні наслідки його впливу на міське середовище.
- проаналізувати основні джерела транспортного забруднення та оцінити їхній вплив на екологічний стан міст.
- дослідити законодавче регулювання транспортного забруднення в Україні та країнах ЄС.
- оцінити соціально-економічні наслідки транспортного забруднення, зокрема його вплив на здоров'я населення.
- розглянути екологічні технології, організаційні та інфраструктурні рішення, спрямовані на зниження транспортного забруднення.
- вивчити методи контролю та моніторингу транспортного забруднення.
- узагальнити досвід країн Європейського Союзу у вирішенні проблем транспортного забруднення та окреслити можливості його використання в Україні.
- розробити перспективні напрями розвитку екологічної політики щодо транспорту в Україні.
- проаналізувати законодавче регулювання транспортного забруднення в Україні та країнах ЄС;
- дослідити екологічний, соціально-економічний та медичний вплив транспортного забруднення;
- оцінити методи та засоби зниження транспортного забруднення в міському середовищі;
- дослідити зарубіжний досвід у боротьбі з транспортним забрудненням і можливості його використання в Україні.

Об'єктом дослідження є транспортне забруднення міського середовища. Предметом дослідження є вплив транспорту на екологічний стан міст, методи та засоби зниження транспортного забруднення, а також адаптація зарубіжного досвіду до умов України.

Практичне значення роботи полягає у формуванні бази знань, яка може бути використана для вдосконалення екологічної політики, розробки програм моніторингу та контролю, а також впровадження інноваційних рішень для зниження транспортного забруднення в містах України.

Результати дослідження можуть бути корисними для органів державної влади, місцевого самоврядування, екологів, урбаністів, а також усіх зацікавлених у створенні безпечного та комфортного міського середовища.

РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

1.1. Поняття та види транспортного забруднення

Закон екології Б. Коммонера говорить: «Глобальна екосистема є єдине ціле, у якого нічого може бути виграно чи втрачено і яке може бути об'єктом загального поліпшення. Платити потрібно енергією за додаткове очищення відходів, добривом – за підвищення врожаю, санаторіями та ліками – за погіршення здоров'я людини тощо» [1]. Це по суті закон раціонального природокористування, що нагадує людству, що за все потрібно платити, і за шкоду, що завдається довкіллю, також, у тому числі власним здоров'ям і життям. Серед галузей економіки, які завдають найбільшої шкоди довкіллю, окремо слід назвати транспорт. Він забруднює всі компоненти довкілля: повітря, ґрунт, воду. «За останнє 10-річчя проблема негативного впливу транспорту на стан довкілля стала глобальною. У зв'язку з цим комісія Європейського Співтовариства (ЄС) визначила транспорт як одне із найбільших джерел забруднення». Забруднення навколишнього середовища транспортом відбувається, в першу чергу, через шум, вібрацію, теплове та електромагнітне випромінювання, потрапляння в атмосферу продуктів згоряння палива, випаровування та протікання на ґрунт і у воду нафтопродуктів, які, включаючись у кругообіг речовин та енергії, засмічують собою навколишнє середовище завдають шкоди існуванню всіх живих організмів. Транспорт як одна з важливих галузей економіки призначений для надання послуг з перевезення, переміщення людей та вантажів з одного пункту призначення до іншого, тобто задоволення потреб як населення, так і громадського виробництва. Транспорт використовує значні обсяги палива, забруднює довкілля, вимагає вилучення сільськогосподарських угідь під колії та стаціонарні споруди, часто стає причиною травмування та загибелі людей. У складі транспортної системи виділяють автомобільний, водний,

залізничний, авіаційний і трубопровідний транспорт, кожен з яких робить свій внесок у забруднення навколишнього середовища. У структурі вантажообігу в Україні у 2020 році переважав залізничний (58%) та трубопровідний (27%) транспорт, а у структурі пасажирообігу – автомобільний (38%) та залізничний (37%) транспорт (рис. 1.1).

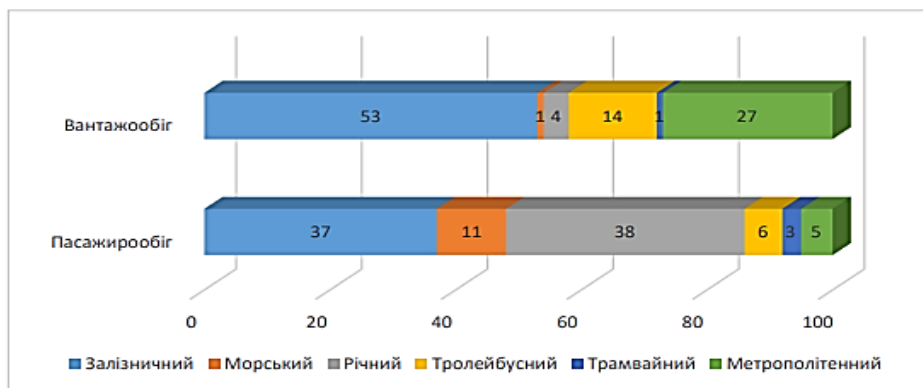


Рис. 1.1. Структура вантажообігу та пасажирообігу в Україні у 2020 році, %

За підрахунками вітчизняних учених, найбільшої шкоди навколишньому середовищу завдає автомобільний транспорт, на частку якого у структурі викидів забруднюючих речовин та парникових газів в атмосферу у 2020 році в Україні припадало 96,98 %, питома вага забруднень від інших видів транспорту виявилася незначною (рис. 1.2).

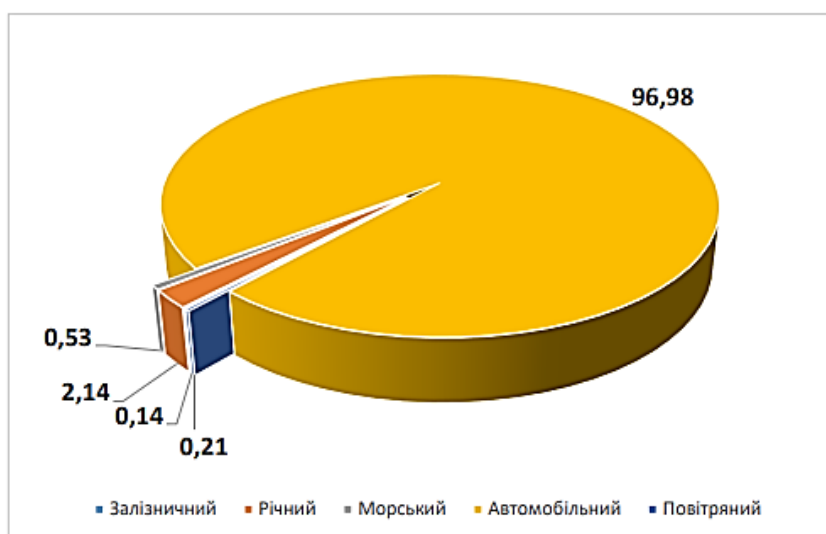


Рис. 1.2. Структура викидів забруднюючих речовин та парникових газів в атмосферу в Україні у 2020 році, %

У вихлопних газах автомобілів міститься близько 200 різних речовин, серед яких можна виділити альдегіди (токсичні речовини, які здатні накопичуватися в організмі людини і мають подразнюючу, збуджуючу, нейротоксичну дію), бензопірен (сильний канцероген і мутаген, речовина першого класу небезпеки, оскільки вивести з організму його неможливо, а його накопичення призводить до розвитку онкологічних захворювань та генетичних змін у майбутніх поколіннях), свинець (викликає загальну слабкість, біль у животі, анемію, хвороби нирок, опорно-рухового апарату), канцерогенні речовини (що викликають ракові захворювання) тощо. На автомобільний транспорт припадає 55% викидів вуглеводневих сполук, 47% оксиду вуглецю, 98,6% оксидів азоту від загальної кількості цих речовин, що надходять в атмосферу України. Концентрація токсичних речовин значною мірою залежить від технічного стану автомобіля, швидкості його руху та терміну експлуатації. При порушенні регулювання карбюратора викиди CO₂ збільшуються в 4-5 разів [2].

Постійно зростаюча інтенсивність транспортних потоків щорічно супроводжуються посиленням техногенного навантаження на населення сучасних міст. Слід відмітити, що сьогодні проблема шумового забруднення транспортними магістралями оточуючого середовища є не менш актуальною, ніж хімічного, оскільки проведені дослідження визначають нові аспекти негативного акустичного впливу на здоров'я мешканців значних міст. Із збільшенням кількості транспортних засобів та швидкості їх пересування вулицями промислових міст світова спільнота визначила шум як один з головних чинників, що погіршують рівень життя людей в містах.

Транспортне забруднення – це невід'ємна частина сучасного міського життя, що стала значною екологічною проблемою. Щодня ми користуємося автомобілями, автобусами, поїздами чи іншими засобами пересування, навіть не задумуючись, який слід це залишає на нашому довкіллі. Але чи замислювалися ви, що кожен автомобіль чи вантажівка, яка проїжджає вулицями, несе в собі потенційну небезпеку для навколишнього середовища?

Під поняттям "транспортне забруднення" розуміють шкідливий вплив транспорту на природу, людей та міське середовище. Воно охоплює весь спектр негативних наслідків, починаючи від токсичних викидів у повітря до шумового і навіть вібраційного навантаження.

Найпоширенішим видом транспортного забруднення є забруднення повітря. Коли автомобілі рухаються вулицями, їхні двигуни виділяють величезну кількість шкідливих речовин. Ви, напевно, чули про вуглекислий газ (CO₂), який сприяє глобальному потеплінню, але це лише частина проблеми. Є ще й оксиди азоту (NO_x), які викликають кислотні дощі, та тверді частки, настільки маленькі, що вони проникають глибоко в наші легені.

Проте транспорт впливає не лише на повітря. Уявіть собі жваву міську вулицю: постійний гул автомобілів, сигнали клаксона, шум від важких вантажівок. Це все – шумове забруднення, яке щодня переслідує мешканців великих міст. Постійний шум не лише дратує, але й негативно впливає на нервову систему, спричиняючи стрес, безсоння і навіть серцево-судинні захворювання.

Не менш серйозним є і вібраційне забруднення. Особливо в районах із високою інтенсивністю руху великогабаритного транспорту. Постійні вібрації можуть поступово руйнувати будівлі, дороги, інфраструктуру та навіть створювати дискомфорт для людей, які живуть поруч.

І, звичайно, не можна забувати про забруднення ґрунтів і води. Уявіть, як після дощу на вулицях утворюються калюжі, в які потрапляють залишки мастил, пального чи антифризу з автомобілів. Всі ці речовини поступово проникають у землю або змиваються в найближчі річки та озера, завдаючи шкоди природним екосистемам.

Отже, транспортне забруднення – це не лише проблема екологів чи місцевої влади. Це виклик, з яким стикається кожен із нас, мешкаючи у сучасному місті. Усвідомлення його сутності та видів – це перший крок до пошуку рішень, які дозволять зберегти довкілля для майбутніх поколінь.

1.2. Основні джерела транспортного забруднення

Діяльність транспортних підприємств пов'язана з виконанням процесів перевезення, вантажно-розвантажувальних робіт, зберіганням вантажів та виконанням робіт з технічного обслуговування пересувного складу та шляхів сполучення. Основними споживачами природних ресурсів і забруднювачами навколишнього середовища є транспортні засоби. Наприклад, один вантажний автомобіль, пробігаючи за рік біля 15 тис. км, спалює 1,8 т бензину, для отримання якого слід переробити 3 т нафти. Для спалювання цієї кількості бензину витрачається біля 27 т повітря (5,6 т кисню). Процеси технічного обслуговування і ремонту рухомого складу також потребують енергетичних затрат і пов'язані зі значним водоспоживанням, викидом забруднюючих речовин в атмосферу, водойми та утворенням інших відходів, у тому числі токсичних [3]. Для виконання технічного обслуговування транспортних засобів задіюють різні ділянки, де використовують різне обладнання. При цьому обладнання, верстати, засоби механізації, котельні тощо є стаціонарними джерелами викидів забруднюючих речовин. Склад викидів під час здійснення технологічних процесів з технічного обслуговування транспортних засобів. Під час багатьох технологічних процесів утворюються стічні води. Склад та кількість цих вод різні. Вони утворюються в результаті миття рухомого складу, очищення вузлів і деталей у спеціальних мийних машинах, під час ремонту акумуляторних батарей, гальванічної та механічної обробки деталей, гідравлічних випробовувань різних ємностей тощо. Ремонтні роботи супроводжуються також забрудненням ґрунтів, накопиченням відходів технологічних процесів поблизу виробничих ділянок. Під час будівництва шляхів сполучення та об'єктів інфраструктури транспортної галузі відбувається порушення природних ландшафтів, видалення з природних екосистем ґрунту, води, мінеральних речовин, необхідних для їх нормального функціонування, відбувається втручання у рослинний і тваринний світ. Для збереження природного різноманіття усі види втручання в екосистеми й

порушення їх нормального функціонування не повинні виходити за межі здатності цих екосистем до самовідновлення. В іншому разі екосистеми деградують і можуть навіть повністю зникати .

Транспорт є одним із найголовніших чинників забруднення міського середовища. Щоденний рух автомобілів, автобусів, потягів та інших видів транспорту створює значне навантаження на екологію. Щоб зрозуміти, як транспорт впливає на навколишнє середовище, важливо розібратися в основних джерелах транспортного забруднення.

1. Викиди шкідливих речовин у повітря

Найбільш очевидним і значущим джерелом транспортного забруднення є викиди, що потрапляють у повітря внаслідок спалювання пального. Автомобілі з двигунами внутрішнього згоряння виділяють різноманітні шкідливі речовини, такі як:

• **Вуглекислий газ (CO_2)** – основний парниковий газ, що сприяє глобальному потеплінню. Діоксид вуглецю, або вуглекислий газ, не вважається токсичною речовиною. Незважаючи на це, висока концентрація CO_2 , поєднана із низькою концентрацією кисню, призводить до несприятливих наслідків для здоров'я людини, включаючи головні болі, напади запаморочення, погіршення пам'яті і здатності до концентрації уваги, труднощі зі сном, шум у вухах, двоїння, світлобоязнь, втрату рухливості очей, дефекти поля зору, збільшення «сліпих плям», недостатню адаптацію до темряви і змін особистості. Вуглекислий газ також відноситься до так званих парникових газів, які сприяють зміні клімату і виникненню парникового ефекту. Збільшення викидів CO_2 підвищило кислотність океанів на 30 %, що зачіпає широкий спектр організмів.

• **Оксиди азоту (NO_x)** – вони викликають кислотні дощі та негативно впливають на дихальну систему людей. Оксиди азоту — це група дуже реактивних газів, які утворюються в результаті діяльності автомобільного транспорту. Кількість оксидів азоту збільшується в міру того як росте температура двигуна. Викиди NO_x у процесі горіння в основному викидаються

у вигляді оксиду азоту (NO), який може окислюватися до діоксиду азоту (NO₂), що є потужним забруднювачем повітря. Леткі оксиди азоту, що проникають в атмосферу, становлять серйозну небезпеку для екологічної Транспорт та викиди шкідливих речовин ситуації. Вони здатні спричиняти кислотні дощі і самі по собі є отруйними: ці речовини подразнюють слизові оболонки людини, провокують астму та респіраторні алергічні реакції. Діоксид азоту впливає переважно на дихальні шляхи і легені, а також змінює склад крові, зокрема зменшує вміст у крові гемоглобіну. Вплив діоксиду азоту на організм людини знижує її опірність до захворювань, призводить до кисневого голодування тканин, особливо у дітей, підсилює дію канцерогенних речовин, сприяючи виникненню злякисних новоутворень.

• **Тверді частки (PM_{2.5} і PM₁₀)** – мікроскопічні речовини, які можуть проникати в легені і викликати серйозні захворювання. Двигуни внутрішнього згоряння можуть продукувати дуже дрібні тверді частинки у діаметрі 10 нанометрів і менше у досить великій кількості. Дослідження показали, що наявні у повітрі тверді частинки чинять негативний вплив на здоров'я людини. Спектр їх впливу на організм людини досить широкий, але головним чином дрібнодисперсійні тверді частки впливають на дихальну і серцево-судинну системи. Згідно із даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, приблизно на кожні додаткові 10 µg/m³ твердих часток з діаметром 2,5 рівень смертності зростає на 6 %⁷. Розвинена мережа пасажирського автомобільного транспорту здатна не тільки задовольняти потреби щоденної мобільності городян, а й бути причиною постійного забруднення густонаселених районів, сприяти розвитку хронічних захворювань у мешканців прилеглих до автомобільних доріг територій. Згідно з даними лабораторних досліджень, відсоток проб атмосферного повітря. Стала мобільність українських міст на допустимій концентрації (ГДК) на центральних вулицях Харкова у 5-7 разів більше, ніж відсоток проб з перевищенням ГДК у зоні впливу промислових підприємств. Дослідження стану здоров'я підлітків міста Харкова показало, що екологічні та соціально-економічні фактори зовнішнього середовища істотно впливають

на стан здоров'я населення. Виявлено, що здорових підлітків, які мешкають у центральній частині міста, з більш високою концентрацією викидів від транспорту, істотно менше, ніж здорових підлітків у спальних районах міста, де концентрація викидів від транспорту у повітрі нижче, ніж в центральній частині міста. За даними Головного управління статистики в Харківській області: за останні роки зменшуються обсяги викидів від стаціонарних джерел (промислових підприємств) і зростають обсяги викидів від пересувних джерел — автотранспорту. Найбільше забруднення атмосферного повітря виявлено на великих транспортних магістралях міста.

•**Вуглеводні та сажеві відкладення** – продукти неповного згорання пального, які забруднюють не лише повітря, але й осідають на поверхнях міського середовища.

Особливу небезпеку становлять старі автомобілі з відсутніми або неефективними системами очищення викидів, а також транспортні засоби, що використовують низькоякісне пальне.

2. Шумове забруднення

Шум, що створюється транспортом, є ще одним джерелом забруднення, хоч і менш помітним на перший погляд. Рух автомобілів, сигнали клаксона, звуки двигунів, шум потягів і авіації – все це негативно впливає на мешканців міст. Постійний транспортний шум призводить до:

- порушень сну;
- стресу і тривожності;
- підвищення ризику серцево-судинних захворювань.

Особливо серйозною проблемою є шумове навантаження в районах із щільним рухом або поблизу великих транспортних вузлів, таких як вокзали чи аеропорти.

3. Забруднення ґрунту і води

Транспорт забруднює не лише повітря, а й ґрунт та водні ресурси. Як це відбувається?

- Продукти зносу шин і гальмівних колодок осідають на дорогах, а потім змиваються дощовими водами в ґрунт і водойми.

- Рідини, такі як моторні масла, антифриз та залишки пального, часто потрапляють у навколишнє середовище через несправності транспортних засобів або неправильну утилізацію.

- Соляні та хімічні реагенти, які використовуються для обробки доріг у зимовий період, також негативно впливають на екосистеми.

4. Теплове забруднення

Менш відоме, але не менш важливе джерело транспортного забруднення – це теплове випромінювання. Двигуни транспортних засобів під час роботи виділяють тепло, яке нагріває довкілля. У густонаселених міських районах це сприяє підвищенню температури, створюючи ефект міського "теплого острова".

5. Парковки та дорожня інфраструктура

Навіть нерухомий транспорт може бути джерелом забруднення. Бензинові випари з автомобільних баків, зношені поверхні дорожнього покриття та виділення від паркувальних майданчиків із асфальтобетонним покриттям – усе це завдає шкоди екології.

6. Залізничний та авіаційний транспорт

Окрім автомобілів, серйозний вплив на навколишнє середовище мають потяги та літаки.

- **Залізничний транспорт**

Дизельні локомотиви виділяють викиди у повітря, а також створюють шум і вібраційне забруднення.

- **Авіаційний транспорт**

Літак під час зльоту і посадки виділяє величезну кількість шкідливих речовин, які впливають на екосистеми навколо аеропортів.

Основні джерела транспортного забруднення формують комплексну проблему, що зачіпає всі аспекти міського середовища – від якості повітря до стану здоров'я населення. Усвідомлення цих джерел є першим кроком до

впровадження ефективних рішень для їх зменшення. Це вимагає не лише технічних інновацій, але й активної участі суспільства, зміни транспортної поведінки та впровадження сучасної екологічної політики.

Транспортне забруднення є одним із головних чинників негативного впливу на екологію міських середовищ. Усе більше міст стикаються з проблемами, спричиненими викидами від автомобільного, залізничного, авіаційного та водного транспорту. Ці проблеми включають деградацію повітряного, водного та ґрунтового середовища, а також знищення природних екосистем .

Забруднення атмосферного повітря

Основним наслідком транспортного забруднення є погіршення якості повітря. Викиди транспорту містять широкий спектр шкідливих речовин, таких як:

- **Оксиди азоту (NO_x)** – сприяють утворенню смогу, кислотних дощів і парникового ефекту.
- **Чадний газ (CO)** – токсичний для людей і тварин, викликає зменшення кисню в атмосфері.
- **Тверді частки (PM10 і PM2.5)** – мікрочастинки, що осідають у легенях і спричиняють респіраторні захворювання.
- **Леткі органічні сполуки (ЛОС)** – взаємодіють із сонячним світлом і утворюють озон біля поверхні землі, що шкідливий для дихальної системи.

У великих містах, таких як Київ, Харків чи Одеса, забруднення повітря від транспорту досягає критичних рівнів у години пік, значно перевищуючи рекомендовані норми Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ).

Забруднення ґрунту та вод

Транспортні засоби, особливо ті, що працюють на дизельному паливі, залишають значні забруднення у ґрунті та воді. Основними джерелами є:

- **Масла, паливні та хімічні викиди**, які потрапляють у ґрунт та водойми через опади чи витіки.

- **Тверді частки зношення шин та гальмівних систем**, які осідають на поверхнях і промиваються дощовою водою.

- **Розливи пального** при аваріях або неправильному зберіганні.

Ці речовини змінюють хімічний склад ґрунту, роблячи його непридатним для рослинного покриву, а також отруюють підземні та поверхневі води.

Парниковий ефект

Транспорт є одним із головних джерел викидів парникових газів, таких як вуглекислий газ (CO₂) і метан (CH₄). У 2022 році, за даними Європейського агентства з навколишнього середовища, транспорт відповідав за близько 25% усіх викидів парникових газів у Європі. В Україні цей показник також високий, враховуючи значну залежність від приватного автотранспорту. Наслідками парникового ефекту є глобальне потепління, зміна клімату, підвищення рівня світового океану та інші катастрофічні явища.

Шумове та вібраційне забруднення

Окрім хімічного забруднення, транспорт впливає на міське середовище через шум та вібрації.

- **Шумове забруднення** – постійний вплив звуків, спричинених транспортними засобами, перевищує комфортний рівень для людини (50-60 дБ). Високий рівень шуму призводить до стресу, порушень сну та зниження продуктивності.

- **Вібраційне забруднення** – характерне для залізничного транспорту або важких вантажівок, викликає мікротріщини в будівлях і негативно впливає на здоров'я мешканців.

Вплив на міські екосистеми

Транспортне забруднення також руйнує природні екосистеми. Забруднюючі речовини отруюють міські рослини, які є основними фільтрами повітря, знижують біорізноманіття і сприяють поширенню інвазійних видів. Особливо вразливими є зелені зони біля автострад, які страждають від надмірної концентрації шкідливих речовин .

Перспективи вирішення

Екологічний вплив транспортного забруднення є серйозною проблемою, яка вимагає комплексного підходу до її вирішення. Основними шляхами є:

- Розробка та впровадження технологій чистого транспорту (електромобілі, водневі двигуни).
- Стимулювання використання громадського транспорту.
- Розвиток інфраструктури для велосипедного та пішохідного руху.
- Активний моніторинг і контроль викидів на рівні міст та держави.

Таким чином, транспортне забруднення є багатогранною проблемою, яка зачіпає не лише стан довкілля, а й якість життя населення. Усвідомлення екологічного впливу транспорту – перший крок до сталого розвитку міського середовища.

1.3. Законодавче регулювання та норми транспортного забруднення в Україні та ЄС

Ефективне зниження транспортного забруднення значною мірою залежить від чіткого законодавчого регулювання. Правові норми визначають вимоги до транспорту, технологій його експлуатації, екологічних стандартів пального, а також механізми контролю і відповідальності. Розглянемо особливості законодавчого регулювання транспортного забруднення в Україні та країнах Європейського Союзу [4].

Законодавче регулювання в Україні

Українське законодавство у сфері екології та транспорту орієнтоване на адаптацію до стандартів ЄС, але має свої особливості. Основними документами, які регулюють питання транспортного забруднення, є:

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»

- Встановлює основні принципи захисту довкілля від шкідливого впливу транспорту.

- Передбачає обов'язок контролювати викиди шкідливих речовин транспортними засобами.

2. Закон України «Про атмосферне повітря»

- Регламентує обмеження викидів шкідливих речовин транспортними засобами.
- Забезпечує контроль за дотриманням екологічних стандартів у сфері транспорту.

3. Державні стандарти і технічні регламенти

- В Україні діє стандарт екологічних вимог до пального та двигунів – **Євро-5** (введений з 2016 року). Він обмежує кількість шкідливих речовин у викидах автомобілів.

4. Національний план дій щодо зменшення транспортного забруднення

- Уряд України розробляє програми, спрямовані на зменшення негативного впливу транспорту на довкілля. Серед таких ініціатив – розвиток громадського електротранспорту, стимулювання використання електромобілів та впровадження інноваційних технологій.

5. Митні та податкові стимули

- Держава пропонує пільги на ввезення електротранспорту та гібридних авто, що сприяє поступовій екологізації автопарку.

Законодавче регулювання в ЄС

Країни Європейського Союзу приділяють значну увагу боротьбі з транспортним забрудненням, що обумовлено масштабною інтеграцією екологічної політики у всі сфери суспільного життя. Основними документами, які регламентують транспортне забруднення в ЄС, є [5]:

1. Європейський зелений курс (European Green Deal)

- Стратегія, спрямована на досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року.

- Значна увага приділяється скороченню викидів від транспорту, включаючи автомобільний, авіаційний і залізничний сектори.

2. Директиви ЄС щодо якості повітря

- Директива 2008/50/ЄС регулює рівні концентрацій забруднюючих речовин у повітрі та встановлює обов'язковий моніторинг.

3. Екологічні стандарти Євро-1 – Євро-7

- В ЄС діє стандарт **Євро-6** для автомобілів, що обмежує рівень викидів оксидів азоту, вуглекислого газу, вуглеводнів і твердих часток. Очікується впровадження стандарту **Євро-7**, який буде ще жорсткішим.

4. Регіональні програми скорочення викидів

- Наприклад, міста ЄС активно впроваджують зони низьких викидів (Low Emission Zones), де рух транспорту з високим рівнем викидів заборонено або обмежено.

5. Підтримка інновацій та технологій

- ЄС активно фінансує розробку та впровадження електротранспорту, а також інфраструктури для нього. Такі програми, як Horizon 2020, стимулюють розвиток екологічних транспортних технологій.

Порівняння та перспективи

Хоча Україна поступово адаптує свої нормативи до стандартів ЄС, існують значні розбіжності. Зокрема:

- У ЄС діє жорсткіший контроль за викидами завдяки сучасній системі моніторингу. В Україні цей механізм лише розвивається.
- Європейські країни мають ширшу практику стимулювання переходу на екологічний транспорт, тоді як в Україні такі програми реалізуються повільніше.
- В ЄС значна увага приділяється інтеграції зеленої енергетики у транспортну систему, що поки не є пріоритетом в Україні.

Проте перспективи розвитку законодавчого регулювання в Україні позитивні. Зокрема, поступова гармонізація екологічного законодавства з нормами ЄС, розробка нових стандартів пального та підвищення інвестицій у розвиток екологічного транспорту можуть сприяти значному зменшенню транспортного забруднення в Україні .

Таким чином, законодавче регулювання транспортного забруднення є важливим елементом боротьби за чисте довкілля. Поєднання зусиль національного законодавства та досвіду ЄС створює основу для формування екологічно сталого транспорту майбутнього.

1.4 Соціально-економічні наслідки транспортного забруднення. Здоров'я населення

Транспортне забруднення має широкий спектр соціально-економічних наслідків, які впливають як на добробут окремих громадян, так і на економіку країни в цілому. Забруднення повітря, шумове навантаження, транспортні затори та інші чинники створюють витрати, які несуть як державні інституції, так і суспільство загалом [6].

Зниження продуктивності праці

Одним із основних наслідків транспортного забруднення є погіршення здоров'я населення, що прямо впливає на продуктивність праці:

- Хвороби органів дихання, серцево-судинної системи та хронічна втома призводять до збільшення кількості лікарняних днів.
- Психологічні проблеми, викликані шумовим і вібраційним впливом, знижують здатність до концентрації та виконання складних завдань.
- Затори на дорогах збільшують час, витрачений на дорогу до роботи, що зменшує час для відпочинку та знижує ефективність працівників.

Витрати на охорону здоров'я

Транспортне забруднення викликає значне збільшення витрат на охорону здоров'я. Держава та громадяни витрачають кошти на:

- Лікування хронічних та гострих захворювань, спричинених транспортними викидами.
- Реабілітацію та профілактичні заходи для осіб, які страждають на алергії, астму чи серцево-судинні захворювання.
- Дослідження впливу забруднення на здоров'я та впровадження нових екологічних стандартів.

Економічні втрати через зниження тривалості життя

Забруднення, спричинене транспортом, зменшує середню тривалість життя, що впливає на демографічну ситуацію та продуктивність економіки:

- Передчасна смертність, спричинена забрудненням, скорочує робочу силу, що уповільнює економічний розвиток.
- Зниження якості життя людей похилого віку через вплив токсичних речовин викликає додаткові соціальні витрати.

Негативний вплив на нерухомість

Транспортне забруднення знижує привабливість певних районів для проживання та інвестицій. У зонах із високим рівнем шуму та забруднення:

- Вартість житла та землі знижується.
- Інвестори менш охоче вкладають кошти у розвиток інфраструктури.
- Збільшується міграція населення у більш сприятливі екологічні райони, що призводить до нерівномірного розподілу людських ресурсів.

Витрати на усунення наслідків забруднення

Екологічні наслідки транспортного забруднення вимагають значних витрат на їх усунення:

- Очищення ґрунту, води та повітря від токсичних речовин.
- Створення нових зелених зон для відновлення екосистем.
- Впровадження інноваційних технологій для зменшення викидів та покращення якості повітря.

Вплив на туристичну галузь

Рівень транспортного забруднення негативно впливає на розвиток туризму. Міста з високим рівнем забруднення:

- Втрачають частину туристів, які віддають перевагу екологічно чистим місцям.

- Зазнають збитків у галузі готельного бізнесу, ресторанів та розваг через зниження привабливості.

Зростання соціальної напруженості

Проблеми, пов'язані із забрудненням, можуть викликати соціальну напруженість:

- Громадяни вимагають посилення екологічного контролю та змін у транспортній політиці.

- Зростає невдоволення відсутністю ефективних заходів зі зменшення забруднення.

- Нерівність між районами з різним рівнем забруднення призводить до соціальних конфліктів.

Перспективи вирішення

Для зменшення соціально-економічних наслідків транспортного забруднення необхідно:

- Впроваджувати державні програми з розвитку екологічного транспорту.

- Розвивати громадський транспорт та велосипедну інфраструктуру.

- Встановлювати зони з низьким рівнем викидів у містах.

- Забезпечувати прозорий моніторинг забруднення та звітувати перед громадянами.

Таким чином, соціально-економічні наслідки транспортного забруднення є комплексними й потребують системного підходу до їх вирішення. Інтеграція екологічних та економічних політик може значно зменшити негативні впливи на суспільство та сприяти сталому розвитку міських територій.

Транспортне забруднення є однією з головних екологічних проблем, що безпосередньо впливає на здоров'я населення. Викиди транспорту містять широкий спектр токсичних речовин, які негативно впливають на всі аспекти

фізичного та психічного здоров'я людини, особливо у великих міських агломераціях.

Респіраторні захворювання

Одним із найсерйозніших наслідків транспортного забруднення є респіраторні захворювання, спричинені дрібнодисперсними частками (PM_{2.5} і PM₁₀), які проникають глибоко в легені. Вони можуть викликати:

- **Хронічний бронхіт** та інші запальні процеси в органах дихання.
- **Астму**, особливо у дітей, які є більш вразливими до впливу забруднення.
- **Рак легенів**, пов'язаний із довготривалим впливом канцерогенних речовин, таких як бензопірен.

Велика кількість випадків передчасної смерті, пов'язана саме із забрудненням повітря, є свідченням глибокого впливу транспорту на респіраторну систему.

Серцево-судинні захворювання

Забруднення, спричинене транспортом, підвищує ризик серцево-судинних захворювань через:

- Зниження кисню в крові, викликане впливом чадного газу (CO).
- Збільшення ризику утворення тромбів через системне запалення, викликане вдиханням дрібнодисперсних часток.
- Підвищення артеріального тиску через тривалий вплив шуму, викликаного інтенсивним транспортним рухом.

Дослідження показують, що у районах із високим рівнем транспортного забруднення кількість інфарктів міокарда та інсультів значно перевищує середній рівень.

Онкологічні захворювання

Токсичні компоненти транспортних викидів, такі як поліциклічні ароматичні вуглеводні, формальдегід і бензол, є канцерогенами, що сприяють розвитку онкологічних хвороб, зокрема:

- Раку легенів.

- Раку шкіри при тривалому контакті із забрудненим середовищем.
- Лейкемії, пов'язаної із впливом бензолу, що міститься у викидах транспорту.

Вплив на нервову систему

Високий рівень забруднення негативно впливає на центральну нервову систему. Постійний вплив токсичних речовин може викликати:

- Порушення когнітивних функцій.
- Депресію та тривожність, які посилюються через шумове забруднення.
- Підвищений рівень стресу через постійний вплив шуму та вібрацій від транспорту.

У дітей вплив забруднення може призводити до затримки розвитку, зниження концентрації уваги та порушень пам'яті.

Здоров'я дітей та вагітних жінок

Найбільше від транспортного забруднення страждають діти та вагітні жінки. У дітей викиди транспорту спричиняють порушення розвитку легенів, алергії та послаблення імунітету. У вагітних жінок високий рівень забруднення може спричинити:

- Передчасні пологи.
- Зниження ваги новонароджених.
- Вроджені дефекти розвитку через вплив токсичних речовин на плід.

Шумове забруднення та його вплив

Шум, спричинений інтенсивним транспортним рухом, має низку негативних наслідків для здоров'я:

- Порушення сну, що веде до хронічної втоми.
- Зниження слуху в результаті тривалого впливу інтенсивного шуму (понад 85 дБ).
- Психологічні розлади, такі як дратівливість, депресія і тривожність.

Перспективи вирішення

Для зменшення впливу транспортного забруднення на здоров'я населення необхідно впроваджувати комплексні заходи:

- Перехід на екологічно чисті види транспорту, такі як електромобілі та громадський транспорт із низькими викидами.

- Запровадження зон із низьким рівнем викидів у містах.

- Розвиток зелених насаджень у міському середовищі для очищення повітря та зниження шуму.

- Активна інформаційна кампанія, спрямована на підвищення обізнаності населення про ризики транспортного забруднення.

Таким чином, транспортне забруднення становить серйозну загрозу для здоров'я населення, особливо в умовах інтенсивної урбанізації. Вирішення цієї проблеми вимагає активних дій на рівні держави, місцевих органів влади та кожного окремого громадянина.

Висновки до розділу 1

У процесі дослідження було встановлено, що транспортне забруднення є багатогранним явищем, яке охоплює хімічні, фізичні та біологічні аспекти. Основними видами транспортного забруднення є викиди шкідливих речовин в атмосферу, шумове, теплове, вібраційне та світлове забруднення. Це вимагає комплексного підходу до аналізу впливу транспорту на довкілля. Основними джерелами транспортного забруднення є автомобільний транспорт (через спалювання ископного палива), залізничний, морський та авіаційний транспорт. Найбільший екологічний вплив мають викиди парникових газів (CO_2 , CH_4 , N_2O), оксидів азоту (NO_x), часток $\text{PM}_{2.5}$ та PM_{10} . Ці речовини сприяють глобальному потеплінню, кислотним дощам, деградації ґрунтів і водних ресурсів, а також порушенням екосистем. Дослідження виявило значну різницю у рівні законодавчого регулювання транспортного забруднення між Україною та Європейським Союзом. У ЄС впроваджені суворі екологічні стандарти, такі як «Євро-6», які обмежують викиди транспортних засобів. В Україні аналогічні заходи лише починають запроваджуватись. Адаптація

національного законодавства до європейських екологічних норм є важливим кроком для мінімізації негативного впливу транспорту на довкілля.

Транспортне забруднення має значний вплив на якість життя населення та здоров'я людей. Зокрема, тривала дія забруднювачів повітря підвищує ризик респіраторних та серцево-судинних захворювань, а також онкологічних патологій. Шумове забруднення транспорту викликає стрес, порушення сну і зниження продуктивності. Соціально-економічні наслідки включають підвищення витрат на охорону здоров'я, втрати робочої сили через захворювання та скорочення тривалості життя.

Виявлено, що ефективне управління транспортним забрудненням потребує багаторівневих підходів, які включають:

- технічні заходи (модернізація транспортних засобів, перехід на електротранспорт);
- впровадження більш суворих екологічних стандартів і моніторингу;
- підвищення обізнаності населення про екологічні наслідки транспортної діяльності.

Для України важливо впровадити системний моніторинг транспортного забруднення, адаптувати законодавство до норм ЄС, а також стимулювати перехід на екологічно чисті види транспорту. Це дозволить мінімізувати негативний вплив транспорту на навколишнє середовище та здоров'я населення, а також забезпечити стале соціально-економічне зростання.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ І ЗАСОБИ ЗНИЖЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ В МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ

2.1. Екологічні технології для зменшення транспортного забруднення

В Україні забруднення довкілля транспортною інфраструктурою є однією з найактуальніших екологічних проблем. Транспорт, зокрема автомобільний, залізничний, авіаційний та водний, а також антропогенний вплив під час проектування, будівництва та експлуатації лінійних транспортних об'єктів значно впливають на навколишнє середовище. Найбільшу загрозу довкіллю становить саме автомобільний транспорт, який є основним джерелом забруднення атмосферного повітря та екологічного дисбалансу [7].

Автомобільний транспорт є значним джерелом забруднення атмосферного повітря, особливо в міських умовах, де концентрація автотранспорту максимальна. Під час роботи двигунів внутрішнього згоряння автомобілі викидають шкідливі гази, такі як окис вуглецю, азотні оксиди, формальдегіди та інші канцерогени. Викиди цих речовин потрапляють в атмосферу, негативно впливаючи на здоров'я населення та навколишнє середовище.

При згорянні одного кілограма бензину автомобіль споживає 15 кг повітря, з яких 5,5 кг — кисню. Викиди від одного автомобіля на 1 т пального складають 200 кг окису вуглецю, що є серйозною загрозою для здоров'я людей, оскільки цей газ є отруйним і може призвести до хвороб дихальної системи та серцево-судинних розладів. З огляду на статистику, на автотранспорт припадає понад 55% шкідливих надходжень до атмосфери, включаючи більше 200 різних сполук, таких як свинець, бенз(а)пірен, ароматичні вуглеводи та інші мутагенні речовини.

Не менш важливим є акустичне забруднення, яке також пов'язане з діяльністю автотранспорту. Міські магістралі, вулиці, зокрема в центральних частинах міст, створюють високі рівні шуму, що негативно впливає на здоров'я мешканців. Результати соціологічних досліджень показують, що кожен другий житель міста страждає від шумового забруднення, що сприяє розвитку стресу, погіршення сну і навіть підвищення ризику серцево-судинних захворювань.

Джерелом значного акустичного забруднення є також відкриті ділянки метрополітену та трамвайні лінії, де вібрація, що виникає в результаті руху транспорту, має негативний вплив не тільки на здоров'я людей, але й на споруди, що знаходяться поблизу. Враховуючи наявність цієї проблеми, важливо відзначити, що законодавчо-нормативна база, що регулює рівні допустимих звукових навантажень, не є достатньо ефективною, що призводить до зростання шумового забруднення.

Одним із можливих шляхів зниження забруднення є перехід на альтернативні види палива, такі як водень. Водень має низку переваг, зокрема, він є екологічно чистим паливом, оскільки його згоряння не виділяє шкідливих газів, а замість них викидається лише водяна пара. Водень як паливо також знижує рівень шуму в порівнянні з традиційними двигунами внутрішнього згоряння, що також позитивно впливає на акустичне забруднення.

Крім того, важливим є впровадження нових технологій для зниження шкідливих викидів від автомобільного транспорту, таких як електричні автомобілі, вдосконалення двигунів з меншим викидом шкідливих газів, а також покращення інфраструктури для розвитку безпечного і екологічно чистого транспорту.

Транспорт є важливим елементом сучасної інфраструктури, однак його вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини є значним і потребує системного підходу до вирішення. Для покращення ситуації необхідно вдосконалювати законодавчі норми щодо забруднення довкілля, розвивати інфраструктуру для альтернативних видів палива, а також активно пропагувати перехід на екологічно чисті види транспорту, такі як електричні

автомобілі та водневі технології. Одночасно важливо знижувати рівень акустичного забруднення через оптимізацію транспортних мереж і введення більш строгих стандартів для шумового контролю.

В Україні проблеми забруднення довкілля через транспортну інфраструктуру є важливою екологічною проблемою, що має значний вплив на стан навколишнього середовища та здоров'я населення. Транспортні засоби, зокрема автомобільний, залізничний, авіаційний та водний транспорт, є основними джерелами забруднення, що проявляється у вигляді шкідливих викидів у повітря, шумового забруднення та антропогенного впливу на екосистеми.

Автотранспорт є найбільшим джерелом забруднення атмосферного повітря в Україні. Викиди від двигунів внутрішнього згоряння, зокрема оксидів вуглецю, свинцю, азоту, формальдегідів і бенз(а)пірену, негативно впливають на екологічну рівновагу та здоров'я людей. Окис вуглецю, що виділяється при згорянні пального, є одним з головних забруднювачів атмосферного повітря. На частку автотранспорту припадає близько 55% загального обсягу шкідливих викидів у повітря, включаючи понад 200 різних сполук, багато з яких є канцерогенними та мутагенними.

Екологічний вплив транспорту також проявляється у вигляді акустичного забруднення. Наявність великої кількості автомобілів на центральних вулицях міст сприяє зростанню шумового забруднення, що негативно впливає на здоров'я мешканців міських агломерацій, збільшуючи ризики розвитку серцево-судинних захворювань та стресових розладів.

Згідно з результатами акустичних вимірів, лише на відстані 50 м від магістральних вулиць рівень шуму відповідає гігієнічним нормативам, в той час як для районних вулиць цей показник становить лише 30 м, а для вулиць міського значення – 25 м. Це свідчить про значний акустичний дискомфорт, який створюється внаслідок інтенсивного руху транспорту. Шум, що виникає від руху автомобілів та інших транспортних засобів, сприяє формуванню хронічного стресу серед міського населення, погіршуючи якість життя.

Залізничний транспорт в Україні займає важливу роль у перевезенні вантажів і пасажирів, але також є значним джерелом забруднення. Викиди, що утворюються під час роботи дизельних і тепловозів, а також викиди від діяльності залізничних підприємств (в тому числі аерозолі від нанесення антикорозійних покриттів) забруднюють атмосферу та воду. Залізничний транспорт також є джерелом значного акустичного забруднення, що впливає на навколишнє середовище, а також на стан здоров'я працівників і мешканців прилеглих до залізниць територій.

Україна має розгалужену річкову мережу, що активно використовується для перевезення вантажів і пасажирів. Проте діяльність водного транспорту також має значний екологічний вплив на довкілля. Забруднення води нафтою та нафтопродуктами, відходами харчування та іншими забруднювачами, такими як сміття, є серйозною проблемою для екосистем водоемів. Зважаючи на перспективи розвитку річкової навігації, необхідно вжити заходів для зменшення забруднення водних ресурсів та підвищення ефективності очистки води.

Авіація в Україні розвивається, але разом із цим виникають проблеми, пов'язані з застарілим парком літаків, а також з недостатньо розвиненою інфраструктурою аеропортів, що не відповідає сучасним екологічним вимогам. Авіаційний транспорт є значним джерелом акустичного забруднення та забруднення повітря, а також негативно впливає на стан підземних вод. Для мінімізації впливу авіації на довкілля потрібно модернізувати парк авіаційної техніки та покращити екологічні стандарти аеропортів.

Будівництво нових транспортних об'єктів, зокрема автомобільних доріг та залізничних ліній, часто супроводжується вирубкою лісів, що порушує екологічні коридори і руйнує природні середовища. Це також спричиняє знищення енергетичних зв'язків між компонентами екосистем, що має довготривалі негативні наслідки для біорізноманіття.

Пропозиції щодо поліпшення екологічної ситуації

1. Перехід на альтернативні види палива. Водень є перспективним варіантом, оскільки він забезпечує безвикидне, безшумне та безпечне паливо для транспорту. Перехід на водневі технології може зменшити не лише викиди CO₂, а й знизити рівень шумового забруднення.

2. Екологічні технології в залізничному транспорті. Розробка безвідходних і ресурсощадних технологій для очищення викидів, а також впровадження екологічної техніки для зменшення токсичних викидів.

3. Зелені зони та озеленення міських територій. Важливо розвивати інфраструктуру для збереження природних екосистем, а також забезпечити належне озеленення в місцях активного руху транспорту для зниження рівня забруднення.

4. Розвиток інфраструктури для електричного та водневого транспорту. Будівництво заправних станцій для водневого та електричного транспорту сприятиме зниженню забруднення та забезпечить сталий розвиток екологічно чистих транспортних засобів.

Забруднення довкілля транспортом в Україні є серйозною екологічною проблемою, яка потребує негайних заходів для зниження техногенного навантаження на довкілля. Для досягнення значних змін необхідно впроваджувати нові технології, переходити до альтернативних видів палива, модернізувати інфраструктуру та розвивати екологічно чисті види транспорту, такі як електричні та водневі транспортні засоби.

2.2. Організаційні та інфраструктурні рішення

В умовах сучасного розвитку транспортної інфраструктури і зростання екологічних проблем, важливою складовою є розробка організаційних та інфраструктурних рішень, спрямованих на зменшення негативного впливу транспорту на довкілля та покращення загальної екологічної ситуації. Ці рішення включають в себе комплекс заходів, що охоплюють як організаційні

ініціативи, так і технічні нововведення, які сприяють забезпеченню сталого розвитку транспортної інфраструктури та ефективного використання природних ресурсів [8].

Першим важливим етапом є розробка стратегії сталого розвитку транспортної інфраструктури, яка враховує як екологічні, так і соціально-економічні аспекти. Зокрема, важливу роль у цьому процесі відіграють наступні організаційні рішення:

- Перехід на безперервний транспортний рух. Одним із ключових аспектів є створення інфраструктури для швидкісних автомагістралей, які забезпечують безперервний рух транспорту, зменшуючи час перебування автомобілів на дорогах та таким чином знижуючи викиди в атмосферу. Це включає будівництво об'їзних доріг, а також розширення мережі автомагістралей, що дасть змогу зменшити затори та знизити рівень забруднення.

- Впровадження організаційних заходів для регулювання транспортного потоку. Важливим кроком є впровадження заходів для зменшення кількості автомобілів у міських умовах. Це може включати розвиток системи громадського транспорту, пішохідних зон та велосипедних доріжок, що сприятиме зменшенню залежності від приватних автомобілів, а також покращить екологічний стан міських територій.

- Модернізація транспортних засобів. Важливим напрямком організаційних заходів є сприяння переходу на нові, екологічно чисті транспортні засоби. Включаючи стимулювання виробництва електричних та водневих автомобілів, а також підтримка використання альтернативних видів палива, таких як біоетанол чи скраплений природний газ. Для цього необхідно розробити програми державного фінансування, субсидії на покупку екологічного транспорту та створення пільгових умов для їхнього використання [9].

Інфраструктурні рішення вимагають технічного підходу та включають в себе заходи, спрямовані на модернізацію існуючих транспортних об'єктів та

розбудову нових екологічно безпечних технологій. До таких рішень відносяться:

- Будівництво енергоефективних транспортних мереж. Сучасні транспортні мережі повинні бути побудовані з урахуванням енергетичної ефективності та зниження викидів. Одним із напрямків є розвиток високошвидкісних залізничних ліній та тунелів, що забезпечують мінімальні енергетичні витрати. У цьому контексті також важливо використовувати новітні технології в будівництві доріг та мостів, які знижують витрати пального у процесі руху транспортних засобів.

- Створення інфраструктури для водневого та електричного транспорту. Для впровадження водневого палива необхідно створити мережу спеціальних заправних станцій, що буде забезпечувати ефективну експлуатацію водневих автомобілів. Крім того, важливо розвивати інфраструктуру для електричних автомобілів, забезпечуючи достатню кількість зарядних станцій в різних частинах міст та на автодорогах.

- Розвиток зелених зон та екологічних коридорів. Одним з важливих етапів організаційно-інфраструктурного вирішення проблем забруднення є впровадження екологічних коридорів, які мають зберігати біорізноманіття та природний баланс. Встановлення зелених зон, парків та садів вздовж транспортних магістралей сприятиме не лише покращенню якості повітря, але й допоможе знизити шумове забруднення.

- Розбудова ефективної системи громадського транспорту. Потрібно збільшити інвестиції в розвиток екологічно чистого громадського транспорту, включаючи автобуси, трамваї та метро, які працюють на електричній енергії або інших безпечних джерелах. Створення нових зупинок і розширення маршрутної мережі сприятиме покращенню доступності громадського транспорту для населення, знижуючи таким чином потребу у використанні приватних автомобілів.

- Впровадження системи управління транспортними потоками. Для зменшення забруднення повітря та заторів важливо розвивати інтелектуальні

транспортні системи (ITS), які дозволяють оптимізувати рух транспорту, знижувати час у дорозі та скорочувати викиди шкідливих речовин в атмосферу. Такі системи використовують сенсори та датчики для моніторингу дорожнього руху, прогнозування заторів та перенаправлення потоків транспорту для мінімізації впливу на навколишнє середовище.

Одним із пріоритетних напрямків організаційно-інфраструктурних рішень є впровадження зелених технологій, таких як [10]:

- Використання сонячних батарей на транспортних засобах та інфраструктурі. Це дозволить не тільки знижувати споживання енергії, а й зробити транспортні мережі більш екологічними.

- Інноваційні матеріали для будівництва та утримання доріг. Використання перероблених матеріалів, зокрема для покриття доріг, допоможе зменшити викиди CO₂ і знизити забруднення.

Для ефективної реалізації інфраструктурних рішень важливою є співпраця держави та приватного сектору. Створення публічно-приватних партнерств для розбудови інфраструктури, що відповідає екологічним вимогам, дозволить залучити додаткові фінансові ресурси та технології, а також забезпечити ефективну реалізацію екологічних стандартів.

Забруднення довкілля внаслідок транспорту є важливою проблемою, що потребує комплексного підходу до її вирішення. Організаційні та інфраструктурні рішення, зокрема впровадження швидкісних автомагістралей, розвиток екологічно чистого транспорту, створення інфраструктури для водневих та електричних автомобілів, а також розбудова зелених зон і поліпшення громадського транспорту — є ключовими напрямками для зменшення негативного впливу транспорту на навколишнє середовище [11].

2.3. Заходи контролю і моніторингу транспортного забруднення

Транспортне забруднення є однією з основних причин екологічних проблем у багатьох країнах світу, зокрема в Україні. Забруднення атмосферного повітря, води та ґрунтів викидами транспортних засобів, а також акустичне забруднення, яке виникає внаслідок інтенсивного руху транспорту, має серйозні наслідки для здоров'я населення та стану навколишнього середовища. Для ефективного зменшення цього забруднення необхідно впроваджувати заходи контролю та моніторингу, які дозволяють своєчасно виявляти джерела забруднення, оцінювати рівень їхнього впливу на екосистеми та людське здоров'я, а також вживати відповідних заходів для покращення ситуації.

1. Моніторинг транспортного забруднення: ключові аспекти

Моніторинг транспортного забруднення — це система постійного спостереження за рівнями забруднення, що виникають через транспортні засоби, та їхнім впливом на навколишнє середовище і здоров'я людей. Моніторинг охоплює як вимірювання викидів шкідливих речовин в атмосферу, так і оцінку акустичного забруднення, викидів в водні об'єкти та забруднення ґрунтів (табл.2.1).

Таблиця 2.1

Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря в Україні протягом 2013–2020 років

Рік	Загальна кількість викидів (тис. т)	Від стаціонарних джерел (тис. т)	Від пересувних джерел (тис. т)
2013	1143,848	940,5	203,348
2014	1037,075	855,775	181,3
2015	876,6	723,9	152,6
2016	833,0*	833,0	—
2017	657,3*	657,3	—
2018	614,3*	614,3	—
2019	576,9*	576,9	—
2020	534,7*	534,7	—

**Примітка: Дані за 2016–2020 роки наведені без урахування викидів від пересувних джерел;*

- Атмосферні викиди: Транспорт є основним джерелом забруднення атмосферного повітря в міських зонах. Викиди від автотранспорту включають в себе оксиди вуглецю, азоту, тверді частинки, формальдегіди, бенз(а)пірен та інші шкідливі речовини. Вимірювання концентрації цих забруднювачів здійснюється за допомогою автоматизованих систем моніторингу, які використовують спеціальні датчики для збору даних про рівень викидів у реальному часі.

- Акустичне забруднення: Вибухи та постійний шум, що генеруються транспортними засобами, є джерелами акустичного забруднення, що впливає на здоров'я людей, зокрема на серцево-судинну систему, сприяє розвитку стресу і хронічної втоми. Для моніторингу шумового забруднення використовуються спеціальні акустичні вимірювачі та системи, які фіксують рівень шуму в різних точках міста, залежно від інтенсивності транспортного потоку.

- Водне та ґрунтове забруднення: Викиди з автомобілів можуть потрапляти в водні об'єкти та ґрунти через дощові стоки або інші шляхи. Це забруднення може містити нафтові продукти, важкі метали та інші токсичні речовини. Для моніторингу цих видів забруднення використовуються датчики на водозаборах, а також спеціальні методи взяття проб ґрунту та води [12].

2. Заходи контролю за транспортним забрудненням

Для ефективного зменшення рівня транспортного забруднення необхідно вживати ряд організаційних та технічних заходів. Ці заходи включають в себе заходи контролю за викидами, технічний моніторинг та впровадження інноваційних технологій. За даними Інформаційно-аналітичної групи AUTO-Consulting, автомобільний парк України на 1 січня 2019 року складав 10 269 268 автомобілів із середнім віком близько 21,5 років. Для порівняння, середній вік автомобілів у ЄС становив 10,5 років, у Німеччині — 9,3 роки, у Польщі — 13,6 років. Близько 53,4% автомобільного парку України було вироблено до 1991 року, тобто до впровадження екологічних стандартів Євро-0.

Таблиця 2.2

Розподіл автомобілів за екологічними стандартами в Україні

Екологічний стандарт	Частка в загальному парку автомобілів (%)
Євро-0	50
Євро-1	15
Євро-2	20
Євро-3	7
Євро-4	3
Євро-5 та вище	5–6

Кількість електромобілів станом на 1 січня 2020 року становила 18 066 одиниць.

- Контроль викидів від транспортних засобів: Контроль за викидами від транспортних засобів здійснюється через проведення обов'язкових перевірок на станції технічного огляду, де вимірюються рівні викидів CO₂, CO, NO_x та інших шкідливих газів. Впровадження екологічно чистих технологій, таких як використання каталітичних нейтралізаторів або електричних двигунів, допомагає зменшити кількість забруднюючих викидів.

- Система екологічної сертифікації транспортних засобів: Всі транспортні засоби повинні проходити сертифікацію на відповідність екологічним стандартам, які встановлюють максимальні рівні шкідливих викидів, шуму та вібрацій. Це дає можливість обмежити використання старих автомобілів з високими рівнями забруднення.

- Використання альтернативних видів палива: Для зменшення викидів шкідливих речовин важливо впроваджувати альтернативні види палива, такі як водень, біоетанол, метан, а також електричні та гібридні транспортні засоби. Перехід на такі види палива значно знижує рівень викидів CO₂ та інших забруднювачів.

- Моніторинг на основі геоінформаційних систем (ГІС): За допомогою ГІС можна здійснювати моніторинг транспортних потоків і оцінювати вплив транспортних засобів на різні екологічні показники, включаючи рівень забруднення повітря, шуму та викидів у водні об'єкти.

- **Інтелектуальні транспортні системи (ITS):** Використання інтелектуальних систем для управління рухом транспорту може допомогти зменшити затори та покращити ефективність транспортування. Це включає в себе оптимізацію сигналізації, автоматичний моніторинг трафіку та прогнозування заторів для зменшення часу в дорозі і зменшення кількості викидів [13].

3. Інфраструктурні рішення для зменшення забруднення

Інфраструктурні рішення є важливою частиною контролю транспортного забруднення і включають в себе комплексні заходи, спрямовані на покращення транспортної мережі та підтримку екологічно чистих видів транспорту.

- **Розвиток екологічно чистого громадського транспорту:** Важливо розвивати інфраструктуру для електричних автобусів, трамваїв та метро, що працюють на безпечному для навколишнього середовища паливі. Поступовий перехід на електричний транспорт не тільки зменшує викиди CO₂, але й знижує рівень шумового забруднення.

- **Створення зарядних станцій для електричних транспортних засобів:** Інфраструктура для підзарядки електричних автомобілів є важливою умовою для зниження викидів вуглекислого газу. Установка зарядних станцій на автостоянках, в житлових зонах і на основних транспортних маршрутах сприяє популяризації екологічних автомобілів.

- **Розбудова велосипедних доріжок і пішохідних зон:** Інфраструктурні рішення для підтримки пішохідних та велосипедних маршрутів є важливим аспектом у боротьбі з транспортним забрудненням. Це не лише покращує екологічну ситуацію, але й сприяє покращенню здоров'я населення та зменшенню використання приватних автомобілів.

4. Вдосконалення законодавства і нормативної бази

З метою ефективного контролю та моніторингу забруднення необхідно розвивати законодавство, яке регулює рівні забруднення, відповідальність за порушення екологічних норм та стандарти на транспортні засоби.

- Посилення екологічних стандартів: Для зниження рівня забруднення необхідно посилити екологічні стандарти для всіх типів транспорту. Це включає в себе встановлення суворіших вимог до викидів вуглекислого газу, застосування нових технологій для зниження рівня шуму та інших шкідливих викидів.

- Моніторинг і штрафи за порушення: Для забезпечення ефективного виконання екологічних стандартів необхідно створити систему моніторингу за рівнем забруднення та накладення штрафів на перевізників та власників транспортних засобів, які перевищують встановлені норми.

Заходи контролю і моніторингу транспортного забруднення є важливою складовою частиною екологічної політики будь-якої країни. Впровадження ефективних технологій моніторингу забруднення, організація контролю за викидами, розвиток інфраструктури для електричного транспорту, а також вдосконалення законодавства та нормативної бази допоможе значно зменшити негативний вплив транспорту на навколишнє середовище та покращити якість життя населення [14].

Висновки до розділу 2

Дослідження підтвердило, що використання сучасних екологічних технологій є ефективним засобом зменшення негативного впливу транспорту на довкілля. Зокрема, впровадження електромобілів, гібридних транспортних засобів, а також застосування водневих паливних елементів сприяє значному скороченню викидів парникових газів та інших шкідливих речовин. Переходу на екологічно чисті джерела енергії також сприяє розвиток інфраструктури для зарядки електромобілів.

Організаційні та інфраструктурні рішення: оптимізація транспортної інфраструктури та організаційні заходи є важливими елементами стратегії зниження транспортного забруднення. Зокрема:

- Розвиток громадського транспорту: Створення систем швидкого та доступного громадського транспорту сприяє зменшенню кількості приватних автомобілів.

- Впровадження велосипедної інфраструктури: Велодоріжки та парковки стимулюють використання велосипедів як екологічного виду транспорту.

- Транспортна логістика: Розробка схем організації дорожнього руху, що зменшують затори, дозволяє скоротити час перебування транспортних засобів на дорогах і знижує рівень викидів.

Системи контролю і моніторингу транспортного забруднення: Для ефективного управління забрудненням необхідний системний підхід до моніторингу транспортного впливу на довкілля. Висновки дослідження вказують на ефективність впровадження таких заходів:

- Мережі станцій моніторингу: Автоматичні станції для вимірювання рівня забруднення повітря дозволяють оперативно виявляти проблемні зони.

- Використання цифрових технологій: Системи збору і аналізу даних про транспортні потоки та рівень забруднення сприяють прийняттю обґрунтованих рішень.

- Зонування міст: Введення зон з низьким рівнем викидів (Low Emission Zones, LEZ) сприяє зменшенню кількості забруднюючого транспорту в центральних районах міст.

Необхідність комплексного підходу: Висновки підкреслюють, що окремі заходи не є достатньо ефективними для суттєвого зменшення транспортного забруднення. Найбільший ефект досягається при інтеграції технологічних, організаційних та контрольних методів.

Рекомендації для практичного застосування:

- Розробка міських програм переходу на екологічно чистий транспорт.
- Стимулювання інвестицій у будівництво екологічної транспортної інфраструктури.

- Активне впровадження цифрових платформ для моніторингу та аналізу забруднення.

- Підвищення обізнаності громадян щодо екологічних наслідків використання транспорту.

Таким чином, впровадження зазначених методів та засобів у міському середовищі дозволить суттєво зменшити рівень транспортного забруднення, покращити екологічну ситуацію та підвищити якість життя мешканців.

РОЗДІЛ 3. ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД У БОРОТЬБИ З ТРАНСПОРТНИМИ ЗАБРУДНЕННЯМ ТА МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ УКРАЇНИ

3.1. Досвід країн Європейського Союзу

Боротьба з транспортним забрудненням є однією з основних екологічних проблем у країнах Європейського Союзу, оскільки транспорт, зокрема автомобільний, залізничний, авіаційний та водний, є основним джерелом викидів забруднювачів, таких як діоксид вуглецю (CO₂), оксиди азоту (NO_x), тверді частинки, а також акустичне забруднення. У зв'язку з цим, багато європейських країн впроваджують різноманітні стратегії та інноваційні підходи для зменшення впливу транспорту на довкілля, підвищення енергоефективності транспортних систем та забезпечення сталого розвитку [15].

1. Впровадження європейських стандартів і законодавчих ініціатив

Одним з ключових аспектів боротьби з транспортним забрудненням є розробка та впровадження строгих екологічних стандартів. Європейський Союз розробив низку законодавчих ініціатив, які зобов'язують країни-члени вживати заходів для зменшення транспортних викидів.

- Європейські норми викидів (Euro standard): Від початку 1990-х років Європейський Союз запровадив серію стандартів для зменшення викидів транспортних засобів, які мають на меті значно знизити рівень забруднення від автомобільних і вантажних перевезень. Ці стандарти визначають максимально допустимі рівні викидів оксидів азоту (NO_x), вуглекислого газу (CO₂) і твердих частинок. Наприклад, стандарт Euro 6, що був введений для нових автомобілів у 2014 році, значно знижує дозволені рівні викидів CO₂ та NO_x, що забезпечує більш чисту роботу автомобілів.

- Законодавство про зелений транспорт: У рамках Європейського «Зеленого курсу» ЄС планує значно зменшити викиди парникових газів до

2030 року, зокрема за рахунок збільшення частки електричних і гібридних транспортних засобів. Крім того, країни ЄС активно розвивають стратегії декарбонізації транспорту, які включають перехід на водневе паливо, біопаливо та інші альтернативні джерела енергії.

2. Інфраструктурні рішення та стимулювання використання електричного транспорту

Країни Європейського Союзу інвестують у розвиток інфраструктури для екологічно чистих видів транспорту. Це включає в себе не тільки створення мережі зарядних станцій для електричних автомобілів, але й розвиток нових технологій для водневих та гібридних транспортних засобів.

•Зарядні станції для електричних автомобілів: В Європі активно розвивається мережа зарядних станцій для електричних автомобілів. Наприклад, Німеччина, Норвегія, Франція та Великобританія мають розвинену інфраструктуру для зарядки електричних автомобілів, що дає змогу значно збільшити попит на екологічно чисті транспортні засоби. Норвегія, зокрема, лідирує в Європі за кількістю електричних автомобілів на душу населення — понад 50% нових автомобілів, що продаються в країні, є електричними.

•Водневий транспорт: Країни ЄС активно працюють над створенням інфраструктури для водневих автомобілів. Наприклад, Німеччина та Франція вже почали впроваджувати водневі заправні станції для транспортних засобів. Водень, як чисте паливо, має величезний потенціал для зменшення викидів CO₂ в транспортному секторі, а також значно зменшує рівень шумового забруднення.

3. Розвиток громадського транспорту та інвестиції в екологічно чисті транспортні системи

Європейські міста активно працюють над покращенням екологічної ситуації за допомогою розвитку громадського транспорту, що базується на екологічно чистих технологіях.

- Екологічний громадський транспорт: У багатьох містах Європи громадський транспорт був переведений на електричні та гібридні автобуси. Наприклад, у столиці Норвегії, Осло, електричні автобуси складають більшу частину громадського транспорту. Великобританія та Франція також активно інвестують в електричні автобуси та трамваї.

- Транспортні мережі з нульовим викидом: ЄС сприяє розвитку транспортних систем з нульовим викидом, наприклад, за допомогою введення низьковикидних районів у великих містах. У Лондоні та Парижі введені зони, де можуть перебувати тільки електричні або гібридні автомобілі. Це дозволяє значно знизити рівень забруднення у найбільш густонаселених міських районах.

4. Платіжні механізми та екологічне оподаткування

Країни ЄС активно використовують фінансові інструменти для стимулювання зменшення транспортного забруднення.

- Екологічні податки та пільги: У багатьох країнах ЄС існують податкові пільги та субсидії для тих, хто купує електричні або гібридні автомобілі. Наприклад, у Німеччині та Франції власники таких автомобілів мають право на значні податкові знижки, а також на безкоштовну реєстрацію транспортного засобу.

- Міські збори за викиди CO₂: У деяких європейських містах, таких як Лондон, Париж та Амстердам, введено плату за викиди CO₂ для транспортних засобів, що не відповідають екологічним стандартам. Цей підхід стимулює власників старих автомобілів, які сильно забруднюють навколишнє середовище, відмовитися від їх використання або купити нові, менш забруднюючі транспортні засоби [16].

5. Міжнародне співробітництво та ініціативи на рівні ЄС

Країни ЄС активно співпрацюють один з одним у боротьбі з транспортним забрудненням. Важливими інструментами є різноманітні програми та ініціативи на рівні ЄС, спрямовані на досягнення екологічних цілей.

- Програма «Зелена угода» ЄС: з 2019 року Європейський Союз активно реалізує програму "Зелена угода", метою якої є досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року. В рамках цієї ініціативи передбачено значне зменшення викидів парникових газів, зокрема шляхом модернізації транспорту і розвитку чистих технологій.

Європейський досвід у боротьбі з транспортним забрудненням демонструє ефективність впровадження різноманітних організаційних і технологічних рішень, спрямованих на зменшення забруднення атмосфери, води, ґрунтів і зниження рівня шумового забруднення. Для України важливо взяти до уваги цей досвід і адаптувати його до власних умов, використовуючи такі заходи, як розвиток екологічного громадського транспорту, створення інфраструктури для водневого і електричного транспорту, застосування екологічних податків та стимулювання переходу на чисті технології [17].

Європейський Союз (ЄС) активно впроваджує стратегії для зменшення транспортного забруднення, прагнучи досягти кліматичної нейтральності до 2050 року. Ці заходи включають зниження викидів парникових газів, розвиток сталої мобільності та впровадження екологічно чистих технологій у транспортному секторі [18].

Статистичні дані та досягнення ЄС:

- **Зменшення викидів CO₂ від великовантажних транспортних засобів:** У січні 2024 року Рада ЄС та Європейський Парламент досягли попередньої політичної угоди щодо нових цілей зі зниження викидів CO₂ для великовантажних транспортних засобів на 2030, 2035 та 2040 роки. Це спрямовано на подальше зменшення викидів у сфері автомобільного транспорту.

- **Європейський зелений курс:** ЄС має на меті скоротити викиди від транспорту на 90% та створити кліматично нейтральний континент до 2050 року. Для цього розроблено Стратегію сталої і розумної мобільності, яка визначає 10 основних цілей до 2030 року, включаючи збільшення частки екологічно чистих транспортних засобів та розвиток інфраструктури для них.

- **План дій "Назустріч нульовому забрудненню":** У травні 2022 року ЄС прийняв амбітний план, який визначає комплексні заходи для досягнення нульового забруднення повітря, води та ґрунтів. Цей план спрямований на покращення якості життя громадян та захист екосистем. [19]

Можливості для України:

Україна, прагнучи інтегруватися до ЄС, може скористатися європейським досвідом для зменшення транспортного забруднення:

- **Адаптація європейських директив:** Україна активно адаптує своє законодавство до європейських стандартів, приймаючи закони для імплементації європейських директив у сфері екології та транспорту.

- **Участь у програмах ЄС:** Українські заявники мають доступ до програм ЄС, таких як Horizon Europe, яка фінансує дослідження та інновації, зокрема у сфері сталого транспорту. Бюджет програми становить 95,5 мільярдів євро, що відкриває значні можливості для розвитку екологічно чистих технологій в Україні.

- **Розвиток сталої мобільності:** Синхронізуючи свою політику з ЄС, Україна має намір досягти кліматичної нейтральності до 2060 року. Післявоєнний план відновлення України передбачає "зелене" відновлення транспортного сектору, що включає впровадження екологічно чистих технологій та розвиток сталої транспортної інфраструктури [20].

Рекомендації для України:

- **Впровадження екологічних стандартів:** Запровадження стандартів Євро-5 та Євро-6 для транспортних засобів сприятиме зменшенню викидів шкідливих речовин.

- **Розвиток інфраструктури для електромобілів:** Створення мережі зарядних станцій стимулюватиме перехід на електричний транспорт.

- **Підтримка громадського транспорту:** Інвестиції в екологічно чистий громадський транспорт зменшать кількість приватних автомобілів на дорогах та знизять рівень забруднення.

Використання європейського досвіду та впровадження відповідних заходів допоможе Україні ефективно боротися з транспортним забрудненням та покращити екологічну ситуацію в країні.

3.2. Використання зарубіжного досвіду в Україні

Забруднення навколишнього середовища, спричинене транспортними засобами, є однією з найбільших екологічних проблем у світі, і Україна не є винятком. Зростання кількості автомобілів, відсутність належної екологічної інфраструктури, а також використання старих транспортних засобів сприяють збільшенню викидів в атмосферу, шумового забруднення, забруднення ґрунтів і вод. У боротьбі з транспортним забрудненням Україні слід звертати увагу на досвід країн Європейського Союзу та інших розвинутих країн, де вже впроваджено ряд ефективних заходів, спрямованих на зниження впливу транспорту на екологію [21].

Одним із найбільш ефективних підходів у боротьбі з транспортним забрудненням є впровадження строгих стандартів викидів від транспортних засобів. Європейський Союз уже давно встановив жорсткі вимоги щодо викидів шкідливих речовин від транспортних засобів, зокрема через серії стандартів Euro (Euro 1 - Euro 6). Ці стандарти регулюють викиди таких шкідливих речовин, як оксиди азоту (NO_x), вуглекислий газ (CO_2), тверді частинки та інші забруднювачі [22].

В Україні також доцільно впроваджувати подібні стандарти викидів, щоб стимулювати використання екологічно чистих автомобілів. Вже зараз в Україні діють нормативи, що обмежують рівень викидів для нових транспортних засобів, однак необхідно значно посилити контроль за старими автомобілями та стимулювати заміну застарілих транспортних засобів на сучасні з низьким рівнем викидів. У цьому контексті важливо застосовувати стратегії субсидій для покупки екологічних автомобілів та забезпечити системи перевірки викидів на станціях технічного обслуговування [23].

Електричний транспорт є одним із ключових рішень для зменшення забруднення в містах. Країни ЄС активно інвестують у створення інфраструктури для зарядки електричних автомобілів, що дозволяє значно знизити викиди парникових газів та інших забруднювачів, зокрема в містах з високою щільністю населення.

В Україні розбудова інфраструктури для електричних автомобілів також є важливим кроком. Уже зараз в країні зростає популярність електромобілів, але для того, щоб цей тренд став масовим, необхідно створити достатньо зарядних станцій. Це передбачає не тільки встановлення станцій у великих містах, але й розвиток мережі зарядних пунктів на основних автодорогах, що дозволить забезпечити зручність у користуванні електричними автомобілями по всій території країни [24].

Країни ЄС активно використовують альтернативні види палива, такі як біоетанол, біодизель, скраплений природний газ (CNG) та водень. Використання таких видів палива дозволяє значно знизити рівень забруднення повітря і зменшити залежність від викопних джерел енергії.

В Україні розвиток альтернативних видів палива знаходиться на стадії формування, але є великі перспективи для впровадження таких технологій. Використання біопалива на основі відновлювальних джерел енергії може значно покращити екологічну ситуацію. Крім того, в Україні вже є перші кроки щодо використання водневих технологій, зокрема, деякі компанії працюють над розробкою водневих двигунів для автомобілів [25].

Одним із важливих аспектів для зниження транспортного забруднення є розвиток ефективного та екологічного громадського транспорту. Країни ЄС активно інвестують у екологічно чистий громадський транспорт, який працює на електричній енергії або біопаливі. Наприклад, в Норвегії та Німеччині більшість автобусів працюють на електриці, що значно знижує рівень забруднення в містах.

В Україні необхідно розвивати громадський транспорт, орієнтуючись на екологічні стандарти. Створення нових маршрутів для електричних автобусів,

трамваїв та тролейбусів, а також впровадження гібридних автобусів, допоможе значно зменшити викиди CO₂ та покращити якість повітря в містах. Для цього потрібна не тільки відповідна інфраструктура, але й державні інвестиції в оновлення парку громадського транспорту.

У ряді європейських міст, таких як Лондон, Париж і Барселона, були введені екологічні зони або зони з обмеженим рухом для старих та найбільш забруднюючих транспортних засобів. Це дозволяє зменшити кількість автомобілів, що використовують бензин чи дизель, та стимулювати використання більш чистих альтернатив [26].

В Україні вже є досвід створення подібних зон у великих містах, зокрема в Києві, де розробляються плани з обмеження руху старих автомобілів в центрі міста. Це крок до створення більш чистого та здорового міського середовища.

Одним з важливих елементів боротьби з транспортним забрудненням є підвищення екологічної свідомості громадян. У країнах ЄС активно проводяться кампанії з інформування населення про важливість використання екологічного транспорту та зменшення викидів. В Україні також необхідно проводити такі кампанії, спрямовані на популяризацію екологічно чистих видів транспорту серед громадян.

Використання досвіду публічно-приватного партнерства (PPP) є важливим для ефективної реалізації проектів у сфері екології та транспорту. В Європі державні та приватні компанії активно співпрацюють для розвитку інфраструктури, зокрема для будівництва зарядних станцій для електричних автомобілів, розвитку водневих технологій та екологічно чистого громадського транспорту [27].

Для України це означає важливість залучення приватного сектору до фінансування та реалізації екологічних проектів у сфері транспорту, зокрема через державні програми підтримки та субсидії на екологічно чисті технології.

Використання зарубіжного досвіду в Україні для боротьби з транспортним забрудненням є надзвичайно важливим для забезпечення сталого розвитку країни. Впровадження європейських стандартів викидів,

розвиток інфраструктури для електричних і водневих автомобілів, стимулювання розвитку екологічно чистого громадського транспорту, а також створення екологічних зон та підвищення екологічної свідомості громадян допоможе значно зменшити рівень забруднення в Україні [28].

3.3. Перспективи розвитку екологічної політики щодо транспорту в Україні

Екологічні проблеми, зокрема забруднення навколишнього середовища, пов'язані з транспортом, є одними з найважливіших викликів для України. З огляду на глобальні зміни клімату, зростання населення та інтенсивність урбанізації, питання сталого розвитку транспортного сектору набувають особливої актуальності. У цьому контексті перспективи розвитку екологічної політики щодо транспорту в Україні зумовлені необхідністю впровадження інноваційних рішень, інтеграції екологічних стандартів та забезпечення балансування між економічним розвитком і збереженням природного середовища [29].

Основним напрямом екологічної політики України щодо транспорту є зниження рівня забруднення, що виходить від традиційних видів транспорту, таких як автомобілі, автобуси та вантажівки, які працюють на викопних джерелах енергії. Перехід до екологічно чистих видів транспорту, зокрема електричних, гібридних і водневих автомобілів, є важливим кроком на шляху до зменшення викидів CO₂ та інших шкідливих речовин в атмосферу .

У найближчі роки Україна має потенціал для активного розвитку інфраструктури для електричних автомобілів, зокрема шляхом створення зарядних станцій по всій території країни. Зростаючий попит на електричні транспортні засоби, зокрема серед молоді та урядових установ, створює сприятливі умови для розвитку цього сектору. Перехід на водневий транспорт, який вже активно розвивається в Європі, також є багатообіцяючою перспективою для України, зокрема в міських і міжміських перевезеннях.

Наразі Україна активно шукає способи заміни традиційних видів палива на більш екологічні та сталості ресурси. Використання біоетанолу, біодизеля, метану та інших видів альтернативного палива може суттєво знизити рівень забруднення, зокрема в аграрних районах, де великі кількості сільськогосподарських відходів можуть бути використані для виробництва біопалива. Більше того, використання газу, як альтернативного палива для автомобілів, є розповсюдженою практикою в країнах Європи, і її можна впровадити в Україні, що зменшить викиди CO₂ в атмосферу.

Для підтримки такого переходу Україні необхідно розвивати нормативну та інфраструктурну базу для виробництва і використання альтернативних видів палива, включаючи створення відповідних нафтопереробних заводів, пунктів заправки та стимулювання попиту через податкові пільги і субсидії на альтернативне паливо.

Одним із важливих аспектів екологічної політики є розвиток екологічно чистого громадського транспорту. В Україні вже є досвід використання електричних автобусів та тролейбусів в великих містах, зокрема у Києві та Львові. Розвиток цього напрямку є необхідним для зниження забруднення повітря в містах, де автомобільний транспорт є основним джерелом забруднення [30].

Міста повинні інвестувати в оновлення парку громадського транспорту, замінюючи старі автобуси і тролейбуси на екологічно чисті моделі, які працюють на електричній енергії або біопаливі. Крім того, важливо створювати комфортабельні умови для пасажирів, що стимулюватиме більше людей використовувати громадський транспорт, зменшуючи залежність від приватних автомобілів.

Для зменшення забруднення повітря та покращення екології в містах Україна повинна активно розвивати інфраструктуру для велосипедистів та пішоходів. Це включає в себе створення велосипедних доріжок, пішохідних зон, зон для відпочинку на відкритому повітрі, а також сприяння популяризації екологічно чистого транспорту серед громадян.

Інвестування в розвиток велосипедної інфраструктури в Україні дозволить зменшити використання автомобілів на коротких відстанях, що значно знизить рівень забруднення повітря. Це також стане корисним для здоров'я населення, оскільки сприятиме зменшенню рівня стресу, покращенню фізичної форми та загального благополуччя.

Ще одним важливим елементом екологічної політики України є розвиток «зелених зон» і екологічних коридорів у містах та навколо них. Це можуть бути спеціально захищені території, де транспортний рух обмежений, а натомість створено екологічно чисті зони для прогулянок, відпочинку, спорту та рекреації. Такі зони допомагають знизити рівень шуму та забруднення повітря, покращуючи загальний стан екосистем.

Цей підхід є важливою частиною урбаністичної політики в країнах ЄС, зокрема в Німеччині та Норвегії, і може бути успішно реалізований в Україні.

Ключовим аспектом розвитку екологічної політики є підвищення екологічної свідомості громадян. В Україні необхідно активно проводити кампанії з інформування населення про екологічні проблеми, що спричиняються транспортними засобами, а також про альтернативні способи пересування, такі як громадський транспорт, велосипед та пішохідний рух.

Проводити інформаційні кампанії варто в школах, на підприємствах, через медіа, а також створювати спеціалізовані програми для молоді, щоб виховати нове покоління, яке буде орієнтоване на сталий розвиток і збереження навколишнього середовища.

Для успішного розвитку екологічної політики в Україні важливо вдосконалювати законодавчу базу в галузі транспорту. Це включає в себе посилення вимог до викидів від транспортних засобів, створення нових екологічних стандартів, вдосконалення технічного контролю за транспортними засобами та запровадження законодавчих ініціатив щодо екологічного оподаткування.

Перспективи розвитку екологічної політики в Україні в сфері транспорту потребують комплексного підходу, включаючи розвиток

екологічно чистого транспорту, альтернативних видів палива, громадського транспорту, велосипедної інфраструктури та зелених зон. Важливо також підвищувати екологічну свідомість громадян і забезпечувати законодавчу підтримку для стимулювання екологічно чистих технологій. Тільки за допомогою комплексного підходу Україна зможе зменшити рівень забруднення і досягти сталого розвитку транспортного сектору в умовах глобальних екологічних викликів [31].

Висновки до розділу 3

Країни ЄС демонструють високий рівень ефективності у боротьбі з транспортним забрудненням завдяки впровадженню інноваційних технологій, організаційних заходів та суворого законодавчого регулювання. Основними досягненнями є:

- впровадження стандартів викидів «Євро-6», що значно скоротило викиди парникових газів та шкідливих речовин;
- розвиток інфраструктури для електромобілів та стимулювання переходу до екологічного транспорту;
- створення зон з низьким рівнем викидів (LEZ) у містах, що зменшило рівень забруднення в густонаселених районах;
- масштабні інвестиції у громадський транспорт, велосипедну інфраструктуру та програми сталої мобільності.

Аналіз зарубіжного досвіду показує, що Україна має потенціал для адаптації ефективних європейських практик. Основними напрямками є:

- гармонізація національного законодавства з екологічними стандартами ЄС;
- стимулювання переходу на електротранспорт через державні субсидії та податкові пільги;

- впровадження систем моніторингу транспортного забруднення та зонування міст для зменшення шкідливих викидів;
- підвищення громадської обізнаності про переваги використання екологічно чистих видів транспорту.

Перспективи розвитку екологічної політики щодо транспорту в Україні: Подальший розвиток екологічної транспортної політики в Україні має ґрунтуватися на інтеграції інноваційних рішень і відповідати європейським стандартам. Ключовими перспективами є:

- Модернізація транспортного сектору: Підтримка виробництва та імпорту електромобілів, розвиток зарядної інфраструктури, а також застосування технологій водневого транспорту.

- Інвестиції у громадський транспорт: Перехід до використання електробусів та модернізація системи громадського транспорту для зменшення використання приватних автомобілів.

- Цифровізація та моніторинг: Впровадження інтелектуальних транспортних систем для управління рухом та аналізу даних про забруднення.

- Освіта та інформування: Створення освітніх програм і кампаній, які популяризують переваги екологічного транспорту серед громадян.

Для успішного використання зарубіжного досвіду Україна повинна забезпечити державну підтримку екологічних ініціатив, активізувати міжнародне співробітництво та залучати інвестиції у розвиток сталої транспортної інфраструктури. Застосування цих заходів дозволить зменшити негативний вплив транспорту на довкілля та покращити якість життя населення.

Таким чином, зарубіжний досвід є цінним ресурсом для України, який за умови грамотної адаптації здатний прискорити екологічну модернізацію транспортного сектору країни.

ВИСНОВКИ

Транспорт лежить в основі місії Світового банку з боротьби з бідністю та підвищення загального добробуту. При правильній політиці та ресурсах транспорт може просувати економіку вперед, допомагати боротися зі зміною клімату та надавати людям основні послуги, такі як охорона здоров'я чи освіта. Проте розвиток транспортної інфраструктури завдає великої шкоди довкіллю. Поряд з техніко-технологічними заходами щодо запобігання та усунення негативного впливу транспорту на навколишнє середовище, необхідно широко застосовувати й економічні заходи, такі як зниження оподаткування для підприємств, які використовують екологічно безпечну техніку, запровадження штрафів, торгівля квотами на забруднення довкілля та інші екологічні та екологоекономічні проекти, що розробляються. Автомобільний транспорт України є найбільш гнучкий і масовий вид транспорту. Він має низку важливих відмінностей від інших транспортних галузей. Сфера застосування автотранспорту широка. Він виконує більшу частину коротких внутрішньорайонних перевезень, доставляє вантажі до станцій залізниць та річкових пристаней та розвозить їх до споживачів. У північних та східних районах, де майже немає інших видів сухопутного транспорту, їм здійснюються далекі міжрайонні перевезення. До недоліків автотранспорту відноситься низька продуктивність рухомого складу, а також порівняно висока (значно вища, ніж на водному та залізничному транспорті) собівартість перевезень. Крім того, автомобільний транспорт – один із основних забруднювачів атмосфери. Крім прямого негативного впливу на людину викиди від автотранспорту завдають і непрямой шкоди. Так, підвищення концентрації кінцевого продукту горіння автотранспортного палива призводить до глобального підвищення температури земної атмосфери. Реальні кількісні оцінки шкідливих викидів від автомобільного транспорту дуже важкі. Це пов'язано з тим, що автомобіль є мобільним джерелом з несталим процесом

виділення шкідливих речовин, а в області відсутнє якесь обладнання, що дозволяє проводити екологічні дослідження подібних об'єктів. Інформація з даного аспекту українських виробників автомобілів, що складають більшість парку автотранспортних засобів у країні, дуже суперечлива і не завжди має об'єктивний характер. Екологізація транспорту є актуальною та важливою темою сьогодення. Адже в Україні досить гостро постає проблема забруднення довкілля від транспортної інфраструктури. Автомобільний транспорт стає найбільш значним джерелом забруднення атмосферного повітря та, як висновок, негативно впливає на стан здоров'я населення. Автомобільний транспорт є невід'ємною частиною в сучасній життя. Промисловість, сільське господарство, торгівля, будівельна індустрія що неспроможні функціонувати без широкого використання автомобілів. Автомобільні перевезення стали найважливішою ланкою транспортного процесу. На сьогоднішній день транспорт є найбільш потужною енергетичною базою. У якості рішення проблеми екологічної безпеки від автомобільного транспорту можна, можливо виділити створення комплексу моделей та алгоритмізації для інформаційної технології, яка буде реалізовувати принципи гібридного інтелекту, розподілених обчислювальних систем із графічними засобами, які, до речі, дуже розвинені, орієнтованими на оперативне колективне спостереження. Основними напрямками зниження забруднення довкілля автомобільним транспортом є: застосування нових видів екологічного автотранспорту, раціональна організація та керування транспортними потоками, використання більш якісних екологічно чистих видів палива, застосування досконалих каталізаторів палива та систем шумоглушення

Дослідження підтвердило, що транспорт є одним із найпотужніших джерел забруднення в міських умовах, що впливає на атмосферу, ґрунти, воду та здоров'я населення. Серед основних видів забруднення виділено викиди в атмосферу (парникові гази, дрібнодисперсний пил, оксиди азоту та сірки), шумове та вібраційне забруднення.

Основними джерелами забруднення є автомобільний транспорт, зокрема старі транспортні засоби, які не відповідають сучасним екологічним стандартам. Особливу увагу приділено аналізу законодавчого регулювання в Україні та ЄС, яке демонструє, що європейські країни значно випереджають Україну за суворістю норм і контролю. Соціально-економічні наслідки, такі як підвищення захворюваності на респіраторні та серцево-судинні хвороби, а також економічні втрати через низьку якість повітря, підкреслюють гостроту цієї проблеми.

У роботі було показано, що зменшення впливу транспорту на навколишнє середовище можливе завдяки комплексному впровадженню екологічних, організаційних та моніторингових заходів. Екологічні технології, такі як електромобілі, водневий транспорт та гібридні автомобілі, дають змогу значно скоротити викиди. Особливу увагу приділено розвитку інфраструктури для заряджання електротранспорту, яка є ключовим елементом сталого розвитку міського транспорту.

Організаційні та інфраструктурні рішення включають створення зон із низьким рівнем викидів, стимулювання використання громадського транспорту, розвиток велосипедної інфраструктури та оптимізацію міського транспортного руху. Контроль та моніторинг забруднення вимагають застосування сучасних систем аналізу даних, що дозволяє оперативно виявляти та реагувати на джерела надмірного забруднення.

Аналіз зарубіжного досвіду показав, що країни Європейського Союзу досягли значних успіхів у зниженні транспортного забруднення завдяки впровадженню стандартів «Євро-6», створенню зон із низьким рівнем викидів, активному стимулюванню електротранспорту та розвитку громадського транспорту.

Можливості адаптації цього досвіду в Україні пов'язані із гармонізацією законодавства, створенням державних програм підтримки екологічних транспортних ініціатив, а також залученням міжнародного досвіду та інвестицій. Перспективи розвитку екологічної транспортної політики в

Україні включають модернізацію транспорту, впровадження інноваційних технологій та створення програм екологічної освіти для підвищення обізнаності населення.

Проведене дослідження дозволило встановити, що транспортне забруднення міського середовища є комплексною проблемою, яка потребує інтеграційного підходу для її вирішення. Важливими аспектами є законодавчі зміни, технологічна модернізація транспорту та формування екологічної свідомості у суспільстві.

Отримані результати мають практичне значення для розробки національної політики в сфері транспорту, спрямованої на сталий розвиток міст, зменшення екологічних ризиків та підвищення якості життя населення. Впровадження інноваційних рішень у транспортному секторі може стати важливим кроком у забезпеченні екологічної безпеки та економічного зростання України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Александров Ст Ю., Кузубова Є. П., Яблокова Є. П. Екологічні проблеми автомобільного транспорту. - Харків, 2015. - 113 с.
2. Бастман Т. Криза навколишнього середовища. - Львів: Прогреспогода, 2015.
3. Воронцов А. І., Щетинський Є. А., Никодимов І. Д. Охорона природи. - К.: Агропромиздат, 2019. - 303 с.
4. ГорелінД. О., Конопелько Л. А. Моніторинг забруднення атмосфери та джерел викидів. - К.: Вид-во стандартів, 2012. - 432 с.
5. Григор'єв А. А. Екологічні уроки історичного минулого та сучасності. - Львів.: Наука, 2021. - 251 с.
6. Дьяков А. Б., Ігнат'єв Ю. В., Копшин Е. П. та ін. Екологічна безпека 45 транспортних потоків. - К.: Транспорт, 2019. - 178 с.
7. Карпінський Б., Макух Б. Транспортна система України в контексті Європейської інтеграції// Економіка України. – 2018. - №7. -С.17-23.
8. Кондратьєв К. Я. Ключові проблеми глобальної екології. - К., 2020. 454 с.
9. Легенький Г., Новікова А. Проблеми розвитку транзитних перевезень та шляхи їх вирішення// Економіка України. - 2012. - №7. - С.32-40.
10. Новіков Ю. В. Охорона навколишнього середовища. - К.: Вища школа, 2017. 287 с.
11. Новіков Ю. В., Голубєв І. Р. Навколишнє середовище та транспорт. - К.: Транспорт, 2017.-207 с.
12. Основи організації транзитного забезпечення зовнішньоторговельних зв'язків України/Ю.М.Цвєтов (наук.руків.), О.І.Єдін, М.В.Макаренко та ін. – К.: ОАТ «ІКТП-Центр», 2010. – 581 с. .

13. Основи організації транзитного забезпечення зовнішньоторговельних зв'язків України/Ю.М.Цветов (наук.руків.), О.І.Єдін, М.В.Макаренко та ін. – К.: ОАТ «ІКТП-Центр», 2010. – 581 с. .

14. Швець С.А. Економічне стимулювання екологізації транспорту в розвинених країнах та в Україні// Механізм регулювання економіки: економіка природокористування, економіка підприємства та організація виробництва. - 2021. - №1-2. -С.74-82.

15. Степанчук О.В. та ін. Негативний вплив автомобільного транспорту на вулиці та дороги населених пунктів // Проблеми розвитку міського середовища: Наук.-техн. збірник / - К., НАУ, 2011. - Вип. 5-6. – С. 224-229.

16. Солуха Б.В., Фукс Г.Б. Міська екологія: Навчальний посібник – К.: КНУБА, 2004. – 338с.

17. Екологічний вплив міського транспорту на навколишнє середовище. URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=485369>;

18. Екологія: Транспорт. URL: http://childflora.org.ua/?page_id=32;

19. Білявський Г. О. Основи екології: підручник / Білявський Г. О., Фурдуй Р. С, Костіков. І. Ю. – 2-ге вид. – К.: Либідь, 2005. — 408 с.

20. Любий Є.В. Основи теорії транспортних процесів і систем: моделювання маршрутних систем пасажирського транспорту міст / Є.В. Любий, С.В. Свічинський // Вісник НТУ «ХП»: зб. наук. праць. – Х.: НТУ «ХП» - 2012. - № 44(950). – С. 55-60.

21. Appendix E: Traffic Analysis Tools by Category / U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. URL: http://ops.fhwa.dot.gov/trafficanalysistools/tat_vol2/sectapp_e.htm#top.

22. The Future of Transportation Modeling, Final Report / M.P. Boile, K. Ozbay, N. Aboobaker: New Jersey Department of Transportation and Federal Highway Administration – 2005. – 124 p.

23. Travel Demand Modeling for the Small and Medium Sized MPOs in Illinois / M.S. Ullah, U. Molakatalla, R. Morocoima-Black, A. Z. Mohideen – Research Report ICT-11-091 – Illinois Center for Transportation, 2011. – 124 p.

24. Weeks Andrew. Vermont Statewide Travel Demand Model-A Preliminary Evaluation / A. Weeks – No. UVM TRC Report# 10-007. – Burlington, 2010. – 46 p.
25. Горбачов П. Ф. Основи теорії транспортних систем : учеб. допомога / П. Ф. Горбачов, И. А. Дмитрієв. – Харків : Изд. ХНАДУ, 2002. - с. 163-191.
26. Горев А. Э. Основи теорії транспортних систем: учеб. допомога / А. Э. Горев. – Спбгасу. – Спб., 2010. – с. 46-78.
27. Каніло П.М., Бей І.С., Ровенський О.І. Автомобіль та навколишнє середовище : навчальний посібник. Харків : Прапор, 2000. 304 с.
28. Air quality in Europe – 2014. European Environment Agency Report. European Union. 2014. № 5. 82 p.
29. Шаповалов А.Л. Оцінка якості життя населення регіонів України. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. Харків. 2010. Вип. 48. С. 135–139.
30. Вітрищак С.В. Забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту – реальна небезпека нації. Young Scientist. 2014. № 3 (06). С. 125–126.
31. Екологічний вплив міського транспорту на навколишнє середовище. URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=485369>;
32. Екологія: Транспорт URL: http://childflora.org.ua/?page_id=32;