

## ЗАХОДИ МІНІМІЗАЦІЇ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОТРАНСПОРТУ

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

*Кудін Є.Р.*, Національний транспортний університет, Київ, Україна, zheniya2003@gmail.com, orcid.org/0000-0001-6740-8789

## MEASURES TO MINIMIZE ENVIRONMENTAL POLLUTION DURING VEHICLE OPERATION

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

*Kudin Y.R.*, National Transport University, Kyiv, Ukraine, zheniya2003@gmail.com, orcid.org/0000-0001-6740-8789

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Стан навколишнього середовища в Україні має тенденцію до погіршення кожного року. Зміна клімату, погіршення якості повітря, води, ґрунту стають глобальними проблемами для України.

Автотранспорт є вагомим джерелом забруднення довкілля. В даний час на частку автомобільного транспорту припадає більше половини всіх шкідливих викидів у навколишнє середовище, які є головним джерелом забруднення атмосфери, особливо у великих містах. У середньому при пробігу 15 тис. км за рік, кожен автомобіль спалює 2 т палива і близько 26 – 30 т повітря, у тому числі 4,5 т кисню, що в 50 разів більше потреб людини. При цьому автомобіль викидає в атмосферу: чадного газу – 700 кг/рік, діоксиду азоту – 40 кг/рік, незгорілих вуглеводнів – 230 кг/рік і твердих речовин – 2 – 5 кг/рік.

Автомобільний транспорт забруднює атмосферу трьома способами: емісією шкідливих речовин з відпрацьованими газами, проривом газів у картер двигуна й емісією шкідливих речовин у результаті випару палива в паливних баках, інжекторах, карбюраторах, а також у результаті витоків палива. Головним з них є перший спосіб, на частку якого приходиться близько 2/3 шкідливих викидів автомобілів в атмосферу.

Основними нетоксичними компонентами відпрацьованих газів автотранспортних засобів є азот, кисень, пари води і вуглекислий газ. Усього нараховується близько 200 шкідливих (забруднюючих) речовин, багато яких небезпечні для здоров'я людини. До токсичних компонентів відносяться: оксиди вуглецю, оксиди азоту, альдегіди, вуглеводні, сірчистий газ, сажа, бензопірен та ін.

Для прикладу візьмемо столицю України – місто Київ. У міжнародній доповіді про якість повітря за 2020 рік Київ посів 39 місце серед світових столиць за забрудненістю повітря дрібними частинками. Також за даними порталу IQAir, протягом цього та минулого року столиця України неодноразово потрапляла у першу десятку рейтингу міст світу з найбільш забрудненою атмосферою. Ось кілька фактів, які треба знати про якість повітря у Києві[1]:

1. Якість атмосферного повітря залежить від двох основних джерел забруднення: пересувних і стаціонарних. Забруднення атмосферного повітря міста Києва до 85% спровоковано викидами від пересувних джерел – транспорту. 15% становлять забруднення від стаціонарних джерел, зокрема промислового комплексу міста.

2. Лише 4% забруднення від пересувних джерел припадає на авіа-, залізничний та водний транспорт. Решта – на автомобільний транспорт. Близько 70% від загальної кількості викидів автотранспортних засобів здійснюють приватні авто. У Києві офіційно зареєстровано 1,2 мільйони автомобілів. За прогнозами, кількість приватних авто в столиці збільшиться на 60% до 2025 року.

3. Викиди від автомобілів особливо небезпечні тому, що здійснюються в безпосередній близькості від пішохідних зон. Найбільша кількість токсичних речовин виділяється під час пуску й зупинки двигуна, а також під час його роботи в холостому режимі. Тобто максимальна концентрація

токсичних речовин у містах спостерігається на перехрестях та біля світлофорів. Близько 50% викидів в межах міста припадає на траси з малою швидкістю руху і менше 25% – на швидкісні траси.

4. До основних забрудників повітря відносять тверді частинки пилу (PM10 і PM2.5), двоокис азоту (NO<sub>2</sub>), двоокис сірки (SO<sub>2</sub>), вуглеводні (C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>), альдегіди (RCHO), оксид вуглецю (CO), важкі метали (арсен, кадмій, нікель, ртуть), формальдегід (CH<sub>2</sub>O), недиференційовані частинки та бензопірен (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>).

5. Державна система контролю якості повітря була сформована у 70-х роках. У Києві працюють 16 державних стаціонарних постів, які здійснюють моніторинг якості повітря. Проби беруться 3–4 рази на добу, але система не може інформувати населення в режимі реального часу.

6. За даними МОЗ, у 2020 році 78% передчасних смертей від інфаркту та інсульту в Україні спровоковані забрудненням повітря. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, Україна посідає 15-те місце у світі та п'яте в Європі за рівнем смертності від забрудненого повітря.

7. 90% стаціонарних джерел забруднення — підприємства енергетичної галузі (ТЕЦ-5, ТЕЦ-6, ПАТ "Київгаз", КП "Київтеплоенерго", завод "Енергія" тощо). Щороку вони продукують понад 25 тисяч тонн забруднюючих речовин та до 5 мільйонів тонн діоксиду вуглецю.

8. Пікові погіршення стану повітря ми зазвичай спостерігаємо через погодні умови. Висока вологість, відсутність вітру, температурна інверсія (підвищення температури повітря з висотою) сприяють тому, що забруднювальні речовини не розсіюються в атмосферному повітрі. Також на статистику якості повітря впливають надзвичайні явища – лісові пожежі або пилові бурі.

9. Наприкінці 2020 року на вулиці Вербицького, що на Харківському масиві, та на Харківському шосе, було встановлено 2 автоматизовані станції, які показують якість повітря в реальному часі та на онлайн-мапі. Загалом в Києві планували встановити до 70 таких станцій.

10. В більшості країн для інформування громадськості про рівень забруднення використовується стандарт AQI – air quality index (індекс якості повітря). Розрізняють кілька рівнів забруднення. Найменший, "зелений" рівень – "хороший" від 0 до 50 AQI (забруднення відсутнє або ж становить незначний ризик для здоров'я). Найвищий, "темно-бордовий" – "важкий" до 500 AQI (небезпечний навіть для здорових людей). У місті Київ на цей час встановлено 409 станцій моніторингу стану атмосферного повітря, з них 125 працює. На рис. 1 показаний середній індекс якості повітря у місті Київ за останніми даними[2].

Середній індекс якості повітря у місті Київ

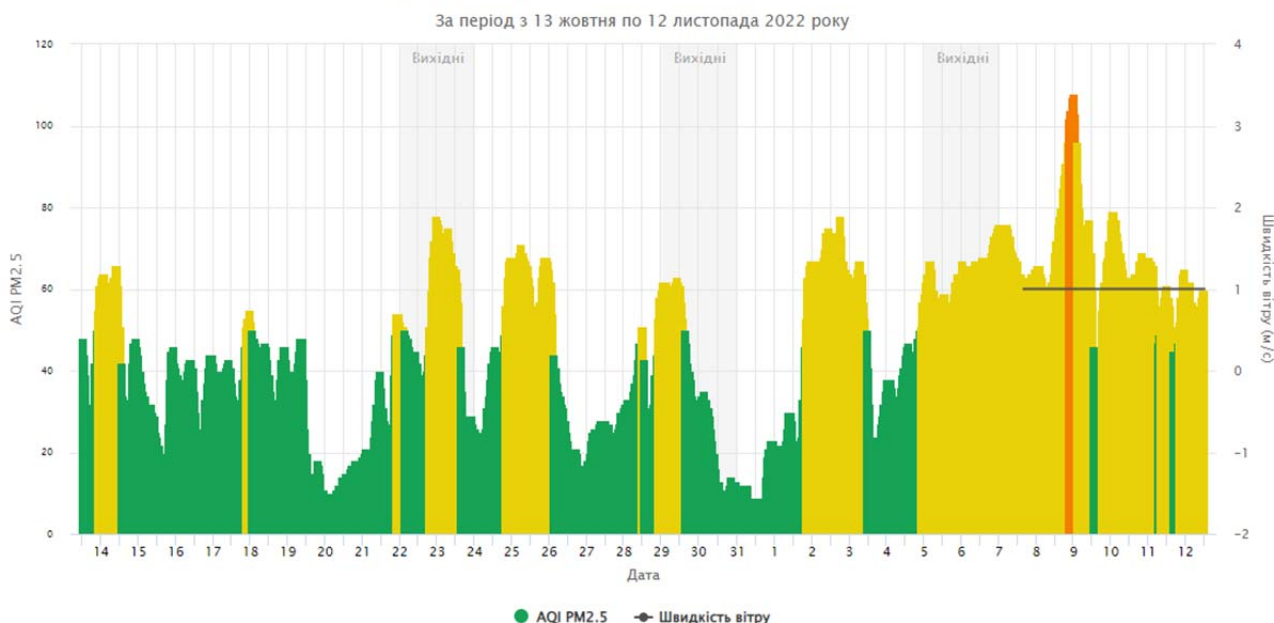


Рисунок 1 – Середній індекс якості повітря AQI – air quality index, у місті Київ

Figure 1 – Average air quality index AQI – air quality index, in the city of Kyiv

В ролі основних забруднювачів ґрунтів виступають метали та їхні сполуки. Масовий небезпечний характер носить забруднення ґрунтів свинцем. З'єднання свинцю використовують як добавку до бензину, тому автотранспорт є серйозним джерелом свинцевого забруднення[3].

Автотранспорт також спричиняє негативний вплив акустичним (шумовим) забрудненням на центральних магістралях. Результати акустичних вимірів та соціологічні дослідження свідчать, що

головним джерелом акустичного забруднення у місті є автотранспорт. Приблизно кожний другий житель міста страждає від створюваного ним шуму.

Водночас джерелом значного шуму є відкриті ділянки метрополітену і міські трамваї. Шкідливий вплив не тільки на населення, а й на споруди спричиняє вібрації уздовж ліній метрополітену. На сьогодні спостерігається тенденція до розширення площ акустичного дискомфорту на забудованих територіях. Недосконалість законодавчо-нормативної бази, відсутність економічних важелів регулювання допустимих рівнів звуку, є причиною зростання акустичного забруднення міста.

Рівні акустичного забруднення у місті можуть справляти негативний вплив на здоров'я і самопочуття населення, у тому числі збільшувати кількість серцево-судинних захворювань.

Акустична оцінка, проведена санепідслужбою та фахівцями Інституту гігієни і медичної екології Академії медичних наук України, засвідчила, що в зоні впливу загальноміських магістральних вулиць еквівалентні рівні шуму лише на відстані 50 м від проїжджої частини вулиці відповідають гігієнічним нормативам, районних – 30 м, вулицях міського значення – 25 м[4].

Крім прямого негативного впливу на людину викиди від автотранспорту наносять і непрямі шкоди. Так, підвищення концентрації кінцевого продукту горіння автотранспортного палива – діоксиду вуглецю, призводить до глобального підвищення температури атмосфери та є причиною утворення так званого парникового ефекту. Багато експертів цим пояснюють значну кількість природних катаклізмів, які відбуваються останнім часом. Ще однією з гострих проблем є з'єднання сірки та оксидів азоту, котрі викидаються в атмосферу з відпрацьованими газами двигунів автомобілів. Вони піддаються хімічним перетворенням, формуючи різні кислоти і солі. Через певний період ці речовини повертаються на землю у вигляді «кислотних дощів».

Основними причинами підвищеного забруднення атмосферного повітря від автомобілів також є незадовільна якість палива та низькі техніко-експлуатаційні показники парку автотранспортних засобів[5].

Двигун внутрішнього згорання (ДВЗ) – це тип двигуна, теплової машини, в якій хімічна енергія палива (завзвичай застосовується рідке або газоподібне вуглеводневе паливо), що згорає в робочій зоні, перетворюється в механічну роботу. Незважаючи на те, що двигун внутрішнього згорання є недосконалим типом теплових машин (сильний шум, токсичні викиди, малий ресурс), завдяки своїй автономності (необхідне паливо містить набагато більше енергії, ніж найкращі електричні акумулятори) ДВЗ стали дуже популярними. Основним недоліком двигуна внутрішнього згорання є те, що він виробляє високу потужність тільки у вузькому діапазоні оборотів. Тому його невід'ємними атрибутами є трансмісія і стартер. Лише в окремих випадках (наприклад, в літаках) можна обійтися без складної трансмісії. Крім цього двигуну внутрішнього згорання потрібні паливна система (для подачі паливної суміші) і вихлопна система (для відведення вихлопних газів)[6].

Двигун внутрішнього згорання в автомобілях – це найголовніша складова. Якби ДВЗ не був винайдений, тоді б галузь автомобілебудування, швидше за все, зупинилася б на колесі і не розвинулася далі до сучасних масштабів. Двигун зробив справжню революцію.

У 1815 році про те, що таке ДВЗ і як його можна використовувати, задумався Готтліб Даймлер. Він не просто створив ефективний двигун, а налагодив виробництво прототипу сучасного агрегату з вертикальним розташуванням циліндрів і карбюраторним впорском. Він створив те, що сьогодні називають прототипом сучасного газового двигуна – пристрій з вертикально розташованими циліндрами і карбюратором. Для цих цілей Даймлер спільно зі своїм другом Вільгельмом Майбахом (Wilhelm Maybach) придбали майстерню біля міста Штутгарт. Двигун створювався для того, щоб він міг рухати екіпаж, тому вимоги до нього були досить значними. Двигун внутрішнього згорання повинен був бути компактним, володіти достатньою потужністю і не вимагати газогенератора. "Reitwagen" – так назвали перший двоколісний транспортний засіб винахідники. Рік по тому на світ з'явився і перший прототип 4-х колісного авто. Майбах розробив ефективний карбюратор, який забезпечував ефективне випаровування палива. У той же час угорець Банкі запатентував пристрій карбюратора з жиклером. На відміну від попередників, у новому карбюраторі пропонувалося не випаровувати, а розпорошувати паливо, яке випаровувалося безпосередньо в циліндрі двигуна. Так само карбюратор дозував паливо і повітря і рівномірно змішував їх у потрібній пропорції[7].

Це перший на той момент компактний механізм, який потім сприяв розвитку автомобілебудування.

Основна особливість будь-якого механізму внутрішнього згорання в тому, що паливна суміш підпалюється безпосередньо в робочій камері, а не в якихось зовнішніх носіях. У процесі роботи двигуна виділяється хімічна і теплова енергія, яка перетворюється на механічну[6].

Робочий цикл – це суворі послідовності робочих процесів (тактів), які періодично повторюються у всіх циліндрах двигуна внутрішнього згоряння. Кожен такт відбувається протягом одного ходу поршня.

Двигуни внутрішнього згоряння бувають 4-тактними і 2-тактними. В 4-тактному моторі один робочий цикл здійснюється за чотири ходи поршня, в 2-тактному – за два. У сучасних автомобілях використовується 4-тактний двигун. Що стосується 2-тактних, то вони, як правило, встановлюються на мотоциклах, мопедах, моторних човнах і т. п.

Робочий цикл 4-тактного двигуна внутрішнього згоряння включає в себе наступні такти:

- впуск;
- стиск;
- робочий хід;
- випуск.

Для спалювання палива в теплових машинах витрачається велика кількість кисню. Згоряння палива майже ніколи не буває повним, тому відбувається забруднення повітря золою, пластівцями сажі та іншими шкідливими елементами. Енергетичні установки викидають в атмосферу щорічно 230-290 млн м<sup>3</sup> золи і 60 млн м<sup>3</sup> оксиду сірки, 400 млн т оксиду вуглецю, 250 млн т хлору, фтору, свинцю, ртуті та інших шкідливих речовин[7].

У нашій країні проблема охорони навколишнього середовища має загальнодержавне значення. У містах, де концентрація транспортних засобів максимальна, транспорт переважно є одним з основних джерел забруднення. Таким чином, зменшення шкідливих викидів рухомим складом автомобільного транспорту є актуальною національною економічною і соціальною проблемою. Отже, питання раціонального використання автотранспорту та шляхи зменшення його шкідливого впливу на навколишнє середовище та людину, залишаються відкритими.

Існують такі шляхи вирішення проблеми забруднення докілля: технологічні, організаційно-експлуатаційні, соціально-економічні[8].

#### **1) Технологічні заходи:**

На всіх машинах, вироблених в Україні і тих, що ввозяться з-за кордону, діють обмеження щодо вмісту шкідливих речовин в автомобільних вихлопах. Тільки суворе дотримання параметрів дозволить транспортному засобу отримати сертифікат у акредитованих представників. Кінцева мета стандартизації – зробити автомобілі максимально безпечними для людини і навколишнього середовища за рахунок зниження викидів в атмосферу.

Європейські екологічні стандарти встановлюють суворе обмеження на допустиму кількість викиду різних забруднюючих атмосферу речовин. Кожен новий «Еуро» – стандарт ще сильніше посилює ці обмеження, знижуючи інтенсивність забруднення навколишнього середовища. Європейським екологічним стандартом регулюється викид наступних речовин:

- вуглекислий газ;
- вуглеводень;
- оксид азоту;
- тверді частки.

Стандарт «Еуро 5» був прийнятий в ЄС у 2008 році. Однак поширювався він тоді тільки на вантажну техніку. Діяти для легкового транспорту він почав через рік. «Євро-5» не тільки знову посилив вимоги, але і передбачав вилучення з обороту всього палива, яке не відповідає новим стандартам, до кінця 2015 року. Новий стандарт також став враховувати пробіг автомобіля, вбудовані системи скорочення викидів шкідливих речовин, і можливість переобладнання двигуна під нові вимоги. Для відповідності стандарту Євро-5, присутність фільтру сажі у вихлопній системі дизельного автомобіля стає обов'язковим.

Сучасний стандарт «Еуро 6» був введений у вересні 2014 року і обов'язковий для автомобілів, випущених з вересня 2015 р. У ньому викиди шкідливих речовин скорочуються на 67% в порівнянні з «Еуро 5». Досягти цього можна тільки із застосуванням спеціальних засобів в системі вихлопу автомобіля. Він не надав особливого впливу на бензинові двигуни, але дуже серйозно посилив вимоги до дизельних. Допустима кількість шкідливих речовин скоротилося в середньому в 3 рази.

На сьогодні стандарту Євро-6 можуть відповідати здебільше гібридні автомобілі, такі як, наприклад Toyota Prius, у якому одночасно і бензиновий, і електричний двигуни, що значно допомагає знизити викиди шкідливих речовин в атмосферу.

Екологічні стандарти «Еуро 7», що набирають чинності у 2025 році, зроблять електрокари більш вигідними, ніж бензинові авто, впевнені аналітики другого за величиною автовиробника світу[9].

Підсилення жорсткості екологічних умов експлуатації автомобілів за останні тридцять років наглядно видно із таблиці динаміки граничних норм викидів бензинових та дизельних автомобілів за стандартами «Euro» (табл. 1).

Таблиця 1 – Граничні норми викидів бензинових та дизельних автомобілів за стандартами «Euro»

Table 1 – Emission limits of gasoline and diesel cars according to "Euro" standards

	Рік впровадження	CO (оксид вуглероду), г/км	HC-NO <sub>x</sub> (гідрокарбонати на оксиди азоту), г/км	HC (гідрокарбонати), г/км	NO <sub>x</sub> (оксиди азоту), г/км	PM (сажа), г/км
<b>Бензинові автомобілі</b>						
Euro 1	1992	2,72	0,97	-	-	-
Euro 2	1996	2,2	0,5	-	-	-
Euro 3	2000	2,3	-	0,20	0,15	-
Euro 4	2005	1,0	-	0,1	0,08	-
Euro 5	2008	1,0	-	0,1	0,06	0,05
Euro 6	2013	1,0	-	0,1	0,06	0,05
<b>Дизельні автомобілі</b>						
Euro 1	1992	2,72	0,97	-	-	0,14
Euro 2	1996	1,0	0,7	-	-	0,08
Euro 3	2000	0,64	-	0,56	0,5	0,05
Euro 4	2005	0,5	-	0,3	0,25	0,025
Euro 5	2008	0,5	-	0,23	0,18	0,005
Euro 6	2013	0,5	-	0,17	0,08	0,005

Тенденції, спрямованість та тренди щодо змін вимог стандартів Euro наглядно продемонстровані на рис.2 та рис.3. На ньому чітко показані вищенаведені дані з табл.1. Рис.2 відображає граничні норми викидів, які були встановлені для бензинових автомобілів, такі ж самі норми вказані для дизельних автомобілів на рис.3.

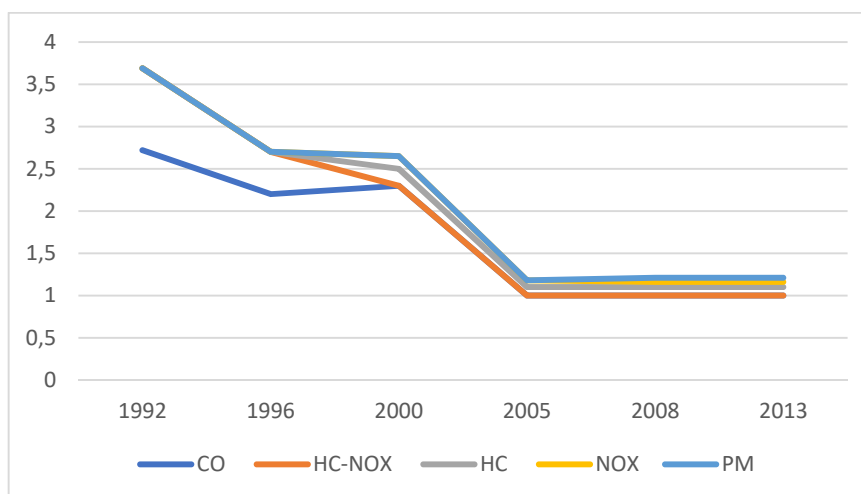


Рисунок 2 – Динаміка змін показників граничних норм викидів бензинових автомобілів згідно стандартів «Euro – 1, 2, 3, 4, 5, 6»  
Figure 2 – Dynamics of changes in the maximum emission standards of gasoline cars according to the standards "Euro - 1, 2, 3, 4, 5, 6"

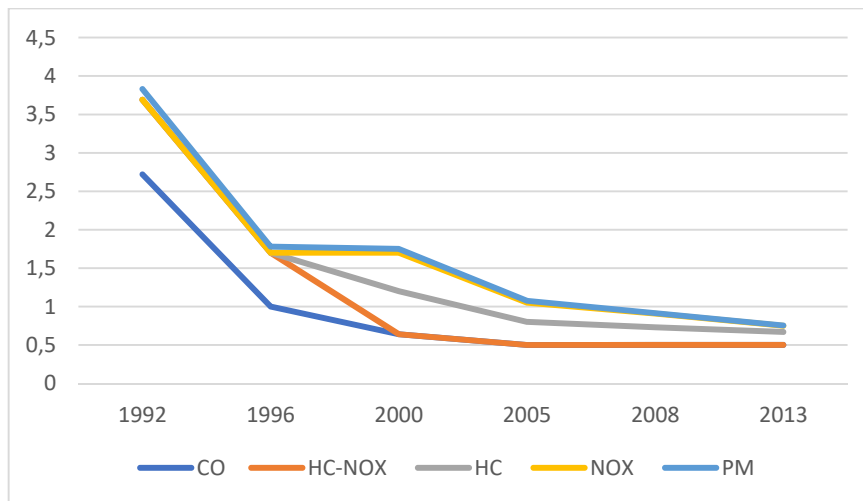


Рисунок 3 – Динаміка змін показників граничних норм викидів дизельних автомобілів згідно стандартів «Euro – 1, 2, 3, 4, 5, 6»

Figure 3 – Dynamics of changes in indicators of the maximum emission standards of diesel cars according to the standards "Euro - 1, 2, 3, 4, 5, 6"

Отже, головна ціль технічних заходів – це використання на автотранспорті спеціальних моторних мастил, присадок до них та палива, модифікаторів кінематичних вузлів автомобілів, впровадження каталітичних перетворювачів палива та ін., що призведе до зменшення витрат пального, зменшення викидів забруднюючих речовин та збільшення моторесурсів двигунів.

## 2) Організаційно-експлуатаційні заходи:

Незважаючи на незалежність цілей ресурсного та екологічного аспектів проблеми, генеральна мета їх є спільною. Вона полягає у створенні екологічно безпечних, ресурсозберігаючих, маловідходних та безвідходних виробництв і територіально-виробничих комплексів різного рівня (промвузол, місто, район тощо), де відходи одних виробництв повністю чи частково будуть сировиною для інших, тобто каскадної схеми виробництва.

Розв'язання проблеми відходів має розглядатися з позицій так званого промислового метаболізму, згідно з яким економіка, структура виробництва і споживання, а також якість життя є єдиною системою і відповідно єдиною соціально-економічною проблемою.

Оскільки проблема відходів стосується різних суб'єктів соціально-економічної діяльності (виробництв, пов'язаних з утворенням відходів, розробників технологій їх утилізації, місцевих органів виконавчої влади та органів екологічної безпеки на місцях, де утворюються та/або зберігаються відходи), то цілком очевидно, що вирішення завдань цих суб'єктів потребує створення єдиної науково-методичної, законодавчої та організаційно-правової основи. Тому метою методико-організаційного аспекту є:

- встановлення в містах ліміту швидкості автомобільного транспорту 60 км/год, за якої кількість вихлопних газів найменша;
- перехід на використання автомобілів, що живляться електроенергією, на безвикидову електричну тягу;
- врахування реальних пасажиропотоків та їх нестационарностей при формуванні структури пасажирського рухомого складу і випуску його на лінію;
- проектування об'їзних шляхів для транзитного транспорту;
- створення дорожніх розв'язок на двох чи трьох рівнях з метою зменшення кількості зупинок перед світлофорами, коли різко зростає викид газів;
- оснащення нових автомобілів ефективними системами і пристроями зниження викидів (каталітична нейтралізація, автомати запуску і прогрівання, системи уловлювання пари пального);
- розробка комплексу технологій, методик та технічних засобів для оцінки екологічної безпеки автомобілів під час їх експлуатації;
- розробка комплексу технологій і технічних засобів для оцінки та захисту довкілля від забруднення у виробничих зонах автопідприємств;
- збільшення парку автомобілів і автобусів, які працюють на газоподібному пальному;
- розроблення концептуальних і програмно-цілевих засад проблеми відходів;

- створення науково-методичного забезпечення еколого-економічних оцінок вторинного ресурсокористування, механізму економічного стимулювання та нормативної бази;
  - розроблення інформаційно-аналітичного апарату підтримки ресурсних та екологічних завдань;
  - створення комплексу адміністративних, правових, організаційних та екологічних заходів щодо стимулювання утилізації та знешкодження відходів.
- Досягнення цілей ресурсного аспекту передбачає:
- визначення обсягів і темпів утворення та дислокації відходів;
  - визначення складу та властивостей відходів;
  - аналіз умов і закономірностей використання первинної і вторинної сировини, стану сировинного ринку, економічну оцінку доцільності утилізації відходів;
  - обґрунтування концепції пріоритетних напрямів і масштабів розвитку вторинного ресурсокористування, цільових програм;
  - проблемно-орієнтовану класифікацію відходів за ресурсними ознаками;
  - розроблення нових і вдосконалення діючих технологій та виробничих схем утилізації відходів;
  - забезпечення селективного складування відходів за їх властивостями та консервацію ресурсоцінних відходів (створення техногенних родовищ);
  - розроблення конкретних рекомендацій і обґрунтувань щодо утилізації відходів, проектування технологічних ланцюгів комплексної переробки сировини.

Для досягнення цілей екологічного аспекту потрібно вирішити такі завдання:

- визначити токсичність відходів і вивчити механізм та наслідки їх впливу на екосистему;
- класифікувати відходи за їх екологічною небезпечністю;
- розробити вимоги складування та зберігання відходів за категоріями токсичності;
- дати обґрунтування економічним заходам для знешкодження та захоронення відходів, зменшення їх токсичності та загальної кількості;
- розробити методи, засоби та технології знешкодження токсичних відходів;
- створити регіональні полігони для знешкодження токсичних відходів[10].

### **3) Соціально-економічні заходи:**

Економіці України притаманна висока питома вага ресурсомістких та енергоємних технологій, впровадження та нарощування яких здійснювалося найбільш дешевим способом без будівництва відповідних очисних споруд. Це було можливим за відсутності ефективно діючих правових, адміністративних та економічних механізмів природокористування та без врахування вимог екологічної безпеки.

В Україні й досі не існують економічні стимули впровадження екологічно безпечних технологій. Низьким залишається рівень застосування інноваційних, ресурсозберігаючих та природоохоронних технологій, включаючи і технології переробки, утилізації та знищення відходів[11].

В Європі тема захисту довкілля і «зеленого» енергетичного переходу стала вже ключовим орієнтиром для розвитку. Натомість Україна, схоже, лише починає мислити цими категоріями, адже за станом екології продовжує бити усі антирекорди.

Україна займає 5 місце в Європі за показником смертності на 100 тис. осіб від забрудненості повітря. Країна також зайняла 8-е в Європі і 43-є місце у світі серед країн із найбільш забрудненим повітрям у 2020 р.

Три українських міста входять до ТОП-25 найбільш забруднених міст Європи – це Дніпро, Київ та Одеса. До того ж серед світових столиць Київ – на 39 місці за забрудненістю повітря дрібними частинками.

Макроекономічні втрати від забруднення довкілля автотранспортом в Україні оцінюють в еквіваленті 2,5 млрд євро щороку. Така ситуація спричинена, зокрема, великою кількістю викидів від автотранспортних засобів, адже, середній вік парку легкових автомобілів в Україні – 22,7 роки. Це у два рази більше, ніж в ЄС (11,5 років).

За даними Кадастру викидів парникових газів України 2019 р., 12% парникових газів в Україні виробляються транспортом. Однак така ситуація вкрай нерівномірна по регіонам. Зокрема, у Києві близько 90% викидів спричинені саме транспортом.

Екологічна ситуація в Україні невтішна, тому весь транспортний сектор і його підгалузі мають проявити більше ініціативи, щоб хоча б наблизитись до досягнень ЄС у цій сфері, а головне – зробити чисте повітря знову нормою, а не розкішшю[12].

Для вирішення проблеми також необхідно впровадити соціально-економічні шляхи вирішення, а саме:

- жорсткий контроль за якістю пального, що постачається і реалізується автозаправними станціями, його відповідністю державним стандартам;
- екологізація міського громадського транспорту, розширення зелених площ та створення велосипедних доріжок;
- розробити систему екологічно спрямованого ціноутворення щодо користування міським пасажирським транспортом, яка передбачає для автовласників безумовну вигідність користування ним, замість використання особистих легкових автомобілів для робочих поїздок в місті;
- розробити комплекс соціальних заходів щодо підвищення рівня екологічної грамотності населення та відповідної мотивації;
- всебічно пропагандувати екологічні стандарти Євросоюзу з метою переходу на них в Україні;
- залучати громадськість, зокрема молодь, до вирішення такого роду екологічних проблем, тощо[6].

Отже, впровадження сучасних соціально-економічних стандартів використання автомобілів сприяє зменшенню викидів шкідливих речовин у повітря та виступає каталізатором стрімкого розвитку технологій автомобілебудування. У подальшому країни Європейського союзу планують взагалі відмовитися від автомобілів з дизельними двигунами, віддавши перевагу електричним автомобілям. Вже сьогодні швидкими темпами розвивається інфраструктура електричних заправок та профільних сервісів. Цей досвід необхідно переймати і Україні, адже за електричним транспортом майбутнє.

**Висновок.** Основними причинами забруднення атмосфери є використання технологій, велика частина яких не відповідає сучасним екологічним вимогам, невиконання у встановлені терміни атмосферозахисних заходів щодо зниження шкідливих викидів, низький рівень експлуатації пилогазоочисних споруд. Терміни експлуатації технологічного устаткування, у першу чергу у чорній і кольоровій, хімічній та вугільній промисловостях, значно перевищують встановлений норматив, що є наслідком повільного впровадження нових маловідходних технологій. Кризова екологічна ситуація, що існує зараз в Україні, об'єктивно є результатом загальної несприятливої соціально-економічної політики природокористування в країні, що склалася в попередні роки. У сучасних умовах стало очевидним, що проблеми навколишнього середовища й економічного розвитку не можуть розглядатися відокремлено. Потрібним є також врахування того факту, що забруднення повітря, викиди в атмосферу тепла і токсичних речовин носять трансграничний характер, і заподіюють значний збиток навколишньому середовищу не тільки однієї, а й багатьох країн. Інтенсивне забруднення повітря, проблеми зменшення озонового шару, утворення кислотних опадів, запобігання зміні клімату потребують негайного вирішення. Означені питання викликають найбільше занепокоєння, саме тому їм повинна приділятися ретельна увага на регіональному, державному та міжнародному рівнях.

Вирішення екологічних проблем тільки в одній галузі народного господарства – в транспортному секторі країни, дасть можливість не тільки значно знизити напругу техногенного навантаження на довкілля, сприяти збереженню унікальних природних та історико-культурних ландшафтів, а й суттєво зменшити рівень захворюваності населення.

Шкідливий вплив на атмосферу автомобільних викидів традиційних авто з двигунами, працюючими на бензині, дизпаливі та газу, заважає існувати людству. Треба переходити на використання автомобілів, що живляться електроенергією, на безвикидову електричну тягу (вже є й водневі серійні автомобілі, але створити масову мережу заправок водневих двигунів наразі складно і дорого, це задача майбутнього). Масове використання електроавтомобілів та переведення пасажирських автоперевезень на електробусний рухомий склад дозволить значно зменшити екологічне забруднення навколишнього середовища та знизити «парниковий ефект». Доповнити позитивний екологічний ефект електричної тяги має інноваційна модульна система застосування автобусних електротягачів та різноманітних за пасажиромісткістю електропричепів при виконанні маршрутних перевезень в містах-мегаполісах. Модульний принцип формування електробусних маршрутів дозволить оптимізувати загальні витрати на перевезення та врахувати маючу місце сезонну, тижневу та добову нестаціонарність пасажиропотоків

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Обережно: повітря! 12 фактів про те, чим дихають мешканці Києва. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://interfax.com.ua/news/blog/760604.html>



2. Рівень забруднення атмосферного повітря у місті Київ. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.saveecobot.com/maps/kyiv>
3. Вплив автотранспорту на навколишнє середовище в Україні. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/05/41.pdf>
4. Екологічні проблеми транспортної галузі: погляд громадськості. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://ecoleague.net/pro-vel/misiia-vel/vystupy-publikatsii/2011/item/68-ekolohichni-problemy-transportnoi-haluzi-pohliad-hromadskosti>
5. Організація управління в екобезпеці з метою зменшення впливу від роботи транспорту на довкілля та людину. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/ecology/ecology2021/paper/viewFile/13630/11572>
6. Що таке ДВЗ в автомобілі? Електронний ресурс. Режим доступу: <https://gazette.com.ua/transport/shcho-take-dvz-v-avtomobili.html>
7. Двигун внутрішнього згорання. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.npblog.com.ua/index.php/tehnika/dvigun-vnutrishnogo-zgorannja.html>
8. Гутаревич Ю.Ф. Екологія та автомобільний транспорт : навч. посібн. / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун, А.О. Корпач, Л.П. Мержієвська. – Вид. 2-ге, [перероб. та доп.]. – К. : Вид-во "Арістей", 2008. – 296 с
9. Впровадження екологічних стандартів EURO. Електронний ресурс. Режим доступу: [https://af.khadi.kharkov.ua/fileadmin/F-AUTOMOBILE/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%96%D0%B2/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%96\\_%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96\\_%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%96%D0%B2/2018/%D0%BA%D0%B0%D1%84\\_%D1%82%D0%B5%D1%81%D0%B0/TESA\\_Zuzko.pdf](https://af.khadi.kharkov.ua/fileadmin/F-AUTOMOBILE/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%96%D0%B2/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96_%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%96%D0%B2/2018/%D0%BA%D0%B0%D1%84_%D1%82%D0%B5%D1%81%D0%B0/TESA_Zuzko.pdf)
10. Постанова Верховної ради України про “Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки”. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/F980188?an=528>
11. Екологічна безпека технологічних процесів. Електронний ресурс. Режим доступу: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41512/1/Ekologichna\\_bezpeka.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41512/1/Ekologichna_bezpeka.pdf)
12. Викиди від транспорту і як з ними боротися. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://fra.org.ua/uk/an/publikatsii/analitika/vikidi-vid-transportu-i-iak-z-nimi-borotisia>
13. Порфіренко В.І., Дехтяренко Д.П., Гребельник М.М., Хобта М.О. Транспорт мегаполісів: сучасний стан, проблеми, реінжиніринг та екологічне вдосконалення. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Економічні науки». Науково-технічний збірник. К. : НТУ, 2022. Вип. 2 (52). С.224-233. [https:// DOI: 10.33744/2308-6645-2022-2-52-224-233](https://doi.org/10.33744/2308-6645-2022-2-52-224-233).
14. Порфіренко В.І. Перспективи розвитку та ефективного застосування електричних автобусів при виконанні пасажирських перевезень. – Зб.: Соціально-компетентне управління корпораціями в умовах поведінкової економіки: – Луцьк, СЕНУ, 2020, с.108 – 112.
15. Порфіренко В.І., Полосухін Д.Г. Економічне обґрунтування застосування модульного принципу використання електробусів у пасажирському сполученні мегаполісів. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Економічні науки». Науково-технічний збірник. 2021. Вип. 2 (49). С. 131-1.
16. Порфіренко В.І., Гребельник М.М., Дехтяренко Д.П. Аналіз парку електричних автомобілів та ефективність модульного застосування електробусів в мегаполісах. Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія «Економічні науки». Черкаси. ЧНУ, 2019. Випуск 3.– С. 146-155. DOI: 10.31651/2076-5843-2019-3.

## REFERENCES

1. Caution: air! 12 facts about what Kyiv residents breathe. Electronic resource. Access mode: <https://interfax.com.ua/news/blog/760604.html>
2. The level of atmospheric air pollution in the city of Kyiv. Electronic resource. Access mode: <https://www.saveecobot.com/maps/kyiv>
3. Impact of motor vehicles on the environment in Ukraine. Electronic resource. Access mode: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/05/41.pdf>
4. Environmental problems of the transport industry: public opinion. Electronic resource. Access mode: <https://ecoleague.net/pro-vel/misiia-vel/vystupy-publikatsii/2011/item/68-ekolohichni-problemy-transportnoi-haluzi-pohliad-hromadskosti>

5. Organization of eco-safety management in order to reduce the impact of transport on the environment and people. Electronic resource. Access mode: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/ecology/ecology2021/paper/viewFile/13630/11572>
6. What is an internal combustion engine in a car? Electronic resource. Access mode: <https://gazette.com.ua/transport/shcho-take-dvz-v-avtomobili.html>
7. Internal combustion engine. Electronic resource. Access mode: <http://www.npblog.com.ua/index.php/tehnika/dvigun-vnutrishnogo-zgorannja.html>
8. Gutarevich Yu.F. Ecology and road transport: education. manual / Yu.F. Gutarevich, D.V. Zerkalov, A.G. Govorun, A.O. Korpach, L.P. Merzhievskaya. – View. 2nd, [edit. and additional]. – K.: "Aristei" Publishing House, 2008. – 296 p
9. Implementation of EURO environmental standards. Electronic resource. Access mode: [https://af.khadi.kharkov.ua/fileadmin/F-AUTOMOBILE/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%96%D0%B2/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%96\\_%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96\\_%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%96%D0%B2/2018/%D0%BA%D0%B0%D1%84\\_%D1%82%D0%B5%D1%81%D0%B0/TESA\\_Zuzko.pdf](https://af.khadi.kharkov.ua/fileadmin/F-AUTOMOBILE/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%96%D0%B2/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96_%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%96%D0%B2/2018/%D0%BA%D0%B0%D1%84_%D1%82%D0%B5%D1%81%D0%B0/TESA_Zuzko.pdf)
10. Resolution of the Verkhovna Rada of Ukraine on "The main directions of the state policy of Ukraine in the field of environmental protection, use of natural resources and ensuring environmental safety." Electronic resource. Access mode: <https://ips.ligazakon.net/document/F980188?an=528>
11. Environmental safety of technological processes. Electronic resource. Access mode: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41512/1/Ekologichna\\_bezpeka.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41512/1/Ekologichna_bezpeka.pdf)
12. Emissions from transport and how to deal with them. Electronic resource. Access mode: <https://fra.org.ua/uk/an/publikatsii/analitika/vikidi-vid-transportu-i-iak-z-nimi-borotisia>
13. Porfirenko V.I., Dekhtyarenko D.P., Grebelnyk M.M., Khobta M.O. Transportation of megacities: current state, problems, reengineering and ecological improvement. Bulletin of the National Transport University. Series "Economic Sciences". Scientific and technical collection. K.: NTU, 2022. Vol. 2 (52). P.224-233. [https:// DOI: 10.33744/2308-6645-2022-2-52-224-233](https://doi.org/10.33744/2308-6645-2022-2-52-224-233).
14. Porfirenko V.I. Prospects for the development and effective use of electric buses in passenger transportation. – Collection: Socially competent management of corporations in the conditions of behavioral economics: – Lutsk, SENU, 2020, p.108 – 112.
15. Porfirenko V.I., Polosukhin D.G. Economic justification of the application of the modular principle of using electric buses in the passenger connection of megacities. Bulletin of the National Transport University. Series "Economic Sciences". Scientific and technical collection. 2021. Issue 2 (49). P. 131-1.
16. Porfirenko V.I., Grebelnyk M.M., Dekhtyarenko D.P. Analysis of the fleet of electric cars and the effectiveness of the modular application of electric buses in megacities. Bulletin of the Cherkasy National University named after Bohdan Khmelnytskyi. Series "Economic Sciences". Cherkasy. ChNU, 2019. Issue 3.– P. 146-155. DOI: 10.31651/2076-5843-2019-3.

## РЕФЕРАТ

Порфіренко В.І. Заходи мінімізації забруднення довкілля при експлуатації автотранспорту / В.І. Порфіренко, Є.Р. Кудін // Вісник Національного транспортного університету. Секція «Технічні науки». Науковий журнал. – К.: НТУ, 2022. – Вип. 3 (53).

Стаття присвячена дослідженню завантаженості міських доріг в Україні та впливу транспорту на забруднення довкілля. Особливу увагу приділено міському транспорту. Розвиток екологічного громадського транспорту є найдієвішим методом боротьби зі шкідливими викидами. На сьогодні впроваджено вже 6 євро – стандартів, що допомагають зменшувати викиди шкідливих речовин з автомобілів.

Об’єкт дослідження – рівень завантаженості міських доріг в Україні та екологічний стан в країні.

Мета роботи – дослідження проблеми забруднення транспортом навколишнього середовища та пропозиції щодо його покращення.

Методи дослідження – статистичні методи.

Проведено аналіз рівня забрудненості середовища в Україні. Проведений аналіз розвитку міського транспорту. Проведено аналіз останніх євро-стандартів. Проведено порівняльний аналіз основних переваг та недоліків автомобілів, які працюють на бензині та дизпаливі. Проведено аналіз шляхів розвитку та використання євро-стандартів для автомобілів в великих містах розвинутих

державих світу. На основі проаналізованих даних, запропоновано провести 3 види заходів щодо покращення рівня забрудненості довкілля транспортом: технологічні – впровадження євро-стандартів, організаційно-експлуатаційні – створення екологічно безпечних, ресурсозберігаючих, маловідходних та безвідходних виробництв і територіально-виробничих комплексів різного рівня, соціально-економічні – вирішення проблеми за необхідністю впровадити певних економічних заходів.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ТРАНСПОРТ, ЄВРО-СТАНДАРТ (EURO), ДВИГУНИ, ТРАФИК, ЗАГАЗОВАНІСТЬ, ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ, НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.

#### **ABSTRACT**

Porfirenko V.I., Kudin Y.R. Measures to minimize environmental pollution during vehicle operation. *Visnyk National Transport University. Series «Technical Sciences». Scientific journal.* – Kyiv: National Transport University, 2022. – Issue 3 (53).

The article is devoted to the study of the congestion of city roads in Ukraine and how transport affects environmental pollution. Special attention is paid to urban transport. The development of ecological public transport is the most effective method of combating harmful emissions. To date, 6 euro standards have already been implemented, which help to reduce emissions of harmful substances from cars.

The object of the study is the level of congestion of city roads in Ukraine and the ecological state in the country.

The purpose of the work is to study the problem of transport pollution of the environment and proposals for its improvement.

Research methods – statistical methods.

An analysis of the level of environmental pollution in Ukraine was carried out. An analysis of the development of urban transport was carried out. An analysis of the latest Euro standards was carried out. A comparative analysis of the main advantages and disadvantages of cars that run on gasoline and diesel fuel was carried out. An analysis of the ways of development and use of Euro standards for cars in large cities of the developed countries of the world was carried out. On the basis of the analyzed data, it is proposed to carry out 3 types of measures to improve the level of environmental pollution by transport: technological – examples of Euro standards, organizational and operational – the creation of environmentally safe, resource-saving, low-waste and zero-waste productions and territorial production complexes of various levels, socio-economic – solving the problem if necessary, implement certain examples of ways.

**KEY WORDS:** TRANSPORT, EURO STANDARD (EURO), ENGINES, ATMOSPHERIC AIR POLLUTION, ENVIRONMENT.

#### **РЕЦЕНЗЕНТИ:**

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

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

#### **REVIEWERS:**

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

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