УДК 502.3:504.5:621.43.068.4(477.72)

ОЦІНКА ВПЛИВУ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛІЗАЦІЇ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ХЕРСОНСЬКОЇ УРБОЕКОСИСТЕМИ

С. В. СКОК, викладач кафедри екології та сталого розвитку
імені професора Ю.В. Пилипенка
Херсонський державний аграрний університет
E- mail: skok_sv@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/bio2018.03.007>

У статті встановлено, що забруднення атмосферного повітря на сьогоднішній день є великою екологічною, соціальною та економічною проблемою урбанізованих територій. Пояснюється це тим, що якісний його стан є міських системах формується переважно на 60-90 % завдяки діяльності автотранспорту. Водночас було визначено максимально-разові викиди забруднюючих речовин та концентрація оксиду вуглецю від автотранспортних потоків. Для їх визначення були вибрані 14 моніторингових точок основних автомагістралей м. Херсона на 5 тест-полігонах. У ході досліджень було визначено, що основні зони забруднення повітря зосереджуються у місцях, що прилягають до автомагістралей та об'єктів транспортної інфраструктури. Аналіз результатів розрахунків показав, що на всіх досліджуваних ділянках інтенсивність руху автомобілів склала від 28 тис. авто до 100 тис авто на добу, близько 70 % автотранспорту займали легкові автомобілі. Між тим встановлено, що в районах регулювання руху у разі зміни режиму роботи автомобілів (розгін, холостий хід) спостерігався нижчий рівень забруднення, ніж на не регулюючих ділянках руху. На основі визначення суми викидів основних показників забруднення атмосферного повітря та концентрації оксиду вуглецю від автотранспорту було здійснено внутрішньо-територіальне зонування м. Херсона. Встановлено, що забруднення від автомобільного транспорту розповсюджується містом концентрично, а вміст оксиду вуглецю перевищує ГДК в 5-20 разів. Тому, з метою забезпечення екологічної безпеки міської території запропоновані комплексні заходи щодо мінімізації негативного впливу автотранспорту на атмосферне повітря.

Ключові слова: *атмосферне повітря, викиди, забруднюючі речовини, гранично допустима концентрація, внутрішньо-територіальне зонування*

Актуальність. Розвиток автомобільного транспорту відіграє важливу роль у економічній та соціальній сфері суспільства. Проте в умовах інтенсивної урбанізації транспортна система спричиняє небезпеку забруднення атмосферного повітря. Зважаючи на те, що повітряний басейн не має меж, забезпечення його якісного стану перетворилося на глобальну екологічну проблему сучасності.

Встановлено, що забруднення атмосферного повітря у містах у 15 разів вище, ніж над сільською місцевістю і в 150 разів вище, ніж над океаном [1]. Це пояснюється тим, що якісний його стан на урбанізованих територіях на 60-90 % формується під дією газопилових викидів машин.

Зважаючи на загальнодержавну та планетарну ситуацію забруднення атмосферного

повітря автотранспортом, доцільності набуває раціоналізація пасажирських перевезень за екологічними критеріями, використання інноваційних технологій та конструкцій транспортної техніки, визначення пріоритетних напрямів екологічної безпеки автомобіля на всіх стадіях його життєвого циклу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Спираючись на наукові праці [1-2], найбільш енергоємним видом транспорту є автомобільний, який споживає 83 % від загальної кількості моторного палива, виділяючи разом із тим в атмосферне повітря токсичні та канцерогенні речовини (табл. 1). За офіційними даними [3], за кожні 100 км пробігу автомобіль витрачає річну норму кисню, яка необхідна для життєдіяльності людини, а за всю історію розвитку автомобільного парку спожито 170 млрд м³ кисню та виділено 250 млрд м³ вуглекислого газу.

Значний вплив на якісний стан повітря здійснюють випаровування палива з баків у місцях масового скупчення автомобілів та режим їх роботи з урахуванням вулично-дорожньої системи руху в містах. Фахівцями встановлено [4], що викид від одного легкового автомобіля, який працює в холостому режимі, розповсюджується на території радіусом 150-200 м, а на

відстані 50 м спостерігається перевищення гранично допустимої концентрації забруднюючих речовин.

Крім того, величина викиду автотранспорту в атмосферне повітря залежить від рівня його завантаженості. Так, якщо пасажирів перевозиться менше, ніж передбачено, часка газів, що виділяється на одного пасажирів значно збільшується. Таке твердження відіграє особливе значення у процесі забруднення повітря міста, коли легкові автомобілі складають 60-80% від загальної кількості транспорту [5, 6].

Мета дослідження – здійснити оцінку впливу автотранспорту на стан атмосферного повітря міста Херсон.

Завдання:

1. Виявити фактори інтенсивного розвитку автомобілізації міста Херсон.
2. Розрахувати сумарний масовий склад та концентрацію забруднюючих речовин від автотранспортного потоку.
3. Здійснити внутрішньо-територіальне зонування Херсонської урбоєкосистеми за отриманими значеннями забруднюючих речовин.

Матеріали і методи дослідження. Рівень забруднення атмосферного повітря в м. Херсоні від пересувних джерел

1. Компоненти вихлопних газів від автотранспорту

Хімічні речовини	Об'ємний вміст, %		Характеристика
	Бензинові двигуни	Дизельні двигуни	
Азот	74,0-77,0	76,0-78,0	нетоксичний
Кисень	0,3-8,0	2,0-18,0	нетоксичний
Пари води	3,0-5,5	0,5-4,0	нетоксичний
Діоксид вуглецю	5,0-12,0	1,0-10,0	нетоксичний
Альдегіди	0-0,2	0,001-0,009	токсичні
Оксид сірки	0-0,002	0-0,03	токсичний
Сажа, г/м ³	0-0,04	0,01-1,1	токсична
Бензопирен, мг/м ³	0,01-0,02	до 0,01	канцероген
Вуглеводні неканцерогенні	0,2-3,0	0,009-0,5	токсичні
Оксид вуглецю	0,1-10,0	0,01-5,0	токсичний

було визначено на основі проведення розрахунку за відповідною методикою максимально-разових викидів забруднюючих речовин від автотранспортних потоків [7]. Для їх визначення були вибрані 14 моніторингових точок основних автомагістралей м. Херсона на 5 тест-полігонах:

Концентрація оксиду вуглецю розраховувалася за формулою:

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01 * N * K_m) * K_a * K_y * K_C * K_b * K_n, \quad (1)$$

0,5 – фонове забруднення атмосферного повітря нетранспортного походження, мг/м³,

N – сумарна інтенсивність руху автомобілів на міській дорозі, авто/ годину,

K_T – коефіцієнт токсичності автомобілів за викидами в атмосферне повітря оксидів вуглецю,

K_a – коефіцієнт, що враховує аерацію місцевості,

K_y – коефіцієнт, що враховує забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю в залежності від величини поздовжнього нахилу,

K_C – коефіцієнт, що враховує зміни окису вуглецю, в залежності від швидкості вітру,

K_b – коефіцієнт, що враховує зміни окису вуглецю, в залежності від відносності повітря,

K_n – коефіцієнт збільшення забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю.

$$K_{mi} = \frac{P_i * K_{mi}}{100}, \quad (2)$$

де: P_i – відсоток автомобілів k-ї групи,

K_{Ti} – коефіцієнт токсичності автомобілів.

Внутрішньо-територіальне зонування міста Херсона проводилось за допомогою ГІС-паketу Surfer 8.0, з використанням методу Крайгінга.

Результати дослідження та їх обговорення. Якісний склад атмосферного повітря у м. Херсоні визначається рівнем промислового виробництва, розвитком

сфери послуг, кількістю автотранспортних засобів. Згідно офіційних даних [8], більше половини викидів здійснюються автомобілями 26 тис тонн щорічно, які знаходяться у приватній власності населення. Обласний показник кількості викидів від стаціонарних джерел забруднення склав 9,7 тис тонн за 2016 рік. З огляду на це, найголовнішим антропогенним джерелом забруднення атмосферного повітря Херсонської урбоєкосистеми є автотранспорт, кількість якого постійно зростає. Незважаючи на високий ступінь його шкідливості, він є найпоширенішим видом міського транспорту.

Проте слід зауважити, що рівень автомобілізації Херсонського регіону є нестабільним показником, оскільки залежить від чисельності населення, їх купівельної спроможності, об'ємів нарощування приватних машин, інфраструктури загальноміського транспорту. Але, крім зручності та комфорту суцільна автомобілізація спричиняє забруднення атмосферного повітря, перевантаження дорожньої мережі, порушуючи водночас режим громадського транспорту.

Враховуючи те, що автомобілі являються постійним джерелом небезпеки, необхідності набуло визначення рівня забруднення атмосферного повітря від автотранспортних потоків (табл.2).

Аналіз результатів розрахунків показав, що на всіх досліджуваних ділянках інтенсивність руху автомобілів склала від 28 тис авто до 100 тис авто на добу, близько 70 % автотранспорту займали легкові автомобілі. Між тим основні зони забруднення повітря зосереджувалися у місцях, що прилягали до автомагістралей та об'єктів транспортної інфраструктури.

Нами встановлено, що в районах регулювання руху у разі зміни режиму роботи автомобілів (розгін, холостий хід) спостерігалось менше забруднення, ніж на не регулюючих ділянках руху. Це пояснюється великим транспортним потоком через

2. Максимально-разові викиди забруднюючих речовин

Тест полігони/ Моніторингові точки	Максимально-разові викиди, г/с						
	CO	NO _x	SO ₂	CH	Формальдегід	Сажа	Сума
I тест-полігон вул. 200 років / вул. Вишнева	0,95	0,06	0,003	0,14	0,0003	-	1,15
Район 3 Штиків	1,17	0,07	0,004	0,18	0,0003	-	1,43
II тест-полігон вул. Івана Богуна / вул. Нафтовиків	1,33	0,08	0,005	0,17	0,0005	0,0003	1,59
III тест-полігон Площа Перемоги	9,89	0,68	0,04	1,44	0,004	0,003	12,06
вул. Івана Богуна / вул. Полтавська	1,50	0,11	0,007	0,23	0,0008	0,0005	1,85
вул. Робоча / вул. Олександрівська	1,22	0,08	0,003	0,18	0,0004	-	1,48
вул. Стрітенська / вул. Комкова	1,09	0,07	0,004	0,16	0,0005	0,0002	1,32
IV тест-полігон Привокзальна площа	1,70	0,12	0,006	0,25	0,0006	-	2,08
V тест-полігон Площа Свободи	2,96	0,17	0,009	0,40	0,0009	-	3,53
Площа Ганнібала	2,91	0,20	0,01	0,43	0,0001	0,0003	3,55
вул. Небесної Сотні	1,20	0,09	0,004	0,17	0,0004	-	1,46
вул. Куліка / вул. Ладичука	1,11	0,08	0,003	0,14	0,0003	-	1,33
вул. Університетська / вул. Миру	1,18	0,08	0,006	0,18	0,0007	0,0005	1,45
Площа Корабелів	2,70	0,22	0,01	0,40	0,002	0,001	3,33

вказані площі в курортно-сезонний період та перетином шляхів, що з'єднують адміністративні райони міста.

На основі визначення суми викидів основних показників забруднення атмосферного повітря від автотранспорту було здійснено внутрішньо-територіальне зонування м. Херсона (рис.1).

Згідно проведених результатів дослідження виділено 4 зони забруднення атмосферного повітря від автотранспорту, екологічна оцінка, яких здійснювалася за такою шкалою: 0,5-1,5 – екологічно-чиста зона, 1,6-2,5 – помірно-чиста зона, 2,6-7,5 – забруднена зона, 7,6-12 – дуже забруднена зона.

Між тим встановлено, що забруднення атмосферного повітря в межах Херсонської урбоєкосистеми формується концентрично. Найбільший рівень забруднення шкідливими речовинами відмічався на Площі Перемоги (3 тест-полігон), Площі Ганнібала, Площі Свободи, Площі Корабелів (5 тест-полігон), Привокзальній площі (2 тест-полігон), найменші максимальні-секундні викиди – на вул. 200 років / Вишнева (1 тест-полігон), вул. Стрітенська / вул. Комкова (частина 3 тест-полігону), вул. Куліка / вул. Ладичука (частина 5 тест-полігону).

Оскільки серед найбільш поширених, токсичних речовин атмосферного повітря під час експлуатації автотранспорту є

Рис. 1. Районування м. Херсона за сумою показників забруднення атмосферного повітря від автотранспорту

оксид вуглецю, була розрахована його концентрація та характер розсіювання забруднюючих речовин на основних автомагістралях міста Херсона (табл. 3, рис. 2).

Оцінюючи результати проведених розрахунків, відмічаємо, що концентрація оксиду вуглецю на всіх досліджуваних ділянках перевищує ГДК в 5-20 разів. Найбільша висока його частка спостерігалася під час гальмування і холостого ходу автомобілів. Він утворюється переважно в бензинових двигунах під час роботи. Причиною виникнення оксиду вуглецю, який входить до складу палива є нестача кисню для повного його окиснення. Незначна кількість оксиду вуглецю утворюється під час роботи на бідних сумішах у дизелях, і є продуктом проміжного окиснення карбону. Оксид вуглецю є інертною високотоксичною сполукою, зберігається в повітрі до 5 років

Екологічна оцінка стану атмосферного повітря за оксидом вуглецю здійснювалася за такою шкалою: 0,0-1,9 – екологічно-чиста зона, 2-4,9 – помірно-чиста зона, 5-7,9 – забруднена зона, 8,0-10 – дуже забруднена зона.

Найбільший рівень забруднення за даним інгредієнтом спостерігався на Площі

Перемоги 3 тест-полігону, Привокзальній площі 4 тест-полігону, Площі Ганнібала, Площі Свободи, вул. Небесної Сотні 5 тест-полігону, найменший рівень забруднення – в районі 3 штиків, вул. 200 років / вул. Вишневе 1 тест-полігону.

Рівень загазованості транспортних магістралей і територій уздовж автодоріг залежить від інтенсивності автомобілів, їх процентного співвідношення за основними групами машин, особливостями рельєфу місцевості, типом регулювання руху автотранспорту, метеорологічних характеристик.

На основі проведених розрахунків встановлено, що найбільш екологічно-небезпечною виявилася зона, що охоплює Площу Перемоги (III тест-полігон), Привокзальну площу (II тест-полігон), забруднена зона займає частину багатоповерхової та одноосібної забудови III тест-полігону, Площу Ганнібала, Площу Свободи (V тест-полігон), помірно-чиста зона – багатоповерхова I тест-полігону, більша частина одноосібної забудови V тест-полігону, екологічно чиста зона – багатоповерхова забудова північного та південного заходу III тест-полігону, північно-східної частини I тест-полігону та одноосібна забудова північного сходу V тест-полігону.

3. Визначення концентрації оксиду вуглецю

Тест полігони/ Моніторингові точки	Концентрація оксиду вуглецю, мг/м ³	Перевищення ГДК оксиду вуглецю
I тест-полігон вул. 200 років / вул. Вишнева	31	6
Район 3 Штиків	30	6
II тест-полігон вул. Івана Богуна / вул. Нафтовиків	43	9
III тест-полігон Площа Перемоги	109	22
вул. Івана Богуна / вул. Полтавська	62	12
вул. Робоча / вул. Олександрівська	55	10
вул. Стрітенська / вул. Комкова	45	9
IV тест-полігон Привокзальна площа	24	5
V тест-полігон Площа Свободи	96	19
Площа Ганнібала	104	20
вул. Небесної Сотні	79	16
вул. Куліка / вул. Ладичука	49	10
вул. Університетська / вул. Миру	75	15
Площа Корабелів	62	12
Гранично допустима концентрація CO 5 мг/м ³		

Тож, магістральні вулиці загальноміського значення центральної частини міста з найбільш інтенсивними транспортними потоками створюють небезпечне та помірно небезпечне забруднення повітря на території житлової забудови в зоні 100 м від проїзної частини вулиць. Крім того інтенсивний розвиток будівництва автозаправочних станцій, пунктів обслуговування та ремонту, створення системи мийок та стоянок машин призводить до зниження їх пропускної здатності та збільшення викидів забруднюючих речовин.

Екологічні проблеми м. Херсона, які створені інтенсивним розвитком автомобілізації потребують вирішення на основі запропонованих нами заходів:

Рис. 2. Зонування міста Херсон за концентрацією оксиду вуглецю

- розташування головних автомагістралей в літній період, що сполучають міста-курорти, за межі міста Херсона;

- усунення масових заторів у місцях найбільшого скупчення автомобілів, шляхом регулювання режиму їхньої роботи та правильного планування вулично-дорожнього руху;

- здійснення щільних рядових зелених насаджень вздовж автодоріг радіусом не менше ніж 50 метрів, враховуючи ярусність та породи рослин.

Висновки і перспективи. Основним джерелом забруднення атмосферного повітря у м. Херсоні є легковий автотранспорт. Інтенсивність руху автомобілів на досліджуваних ділянках склала від 28 тис до 100 тис авто на добу. За результатами

дослідження встановлено, що забруднення газовими викидами формується концентрично, від центру до периферії. Розрахунок концентрації оксиду вуглецю (CO) показав перевищення гранично допустимої концентрації на всіх досліджуваних тест-полігонах є 5-20 разів. Згідно отриманих результатів масового складу забруднюючих речовин та концентрації оксиду вуглецю (CO), створена карта зонування території м. Херсона, за якою виявлені екологічно-небезпечні зони.

У перспективі, з метою мінімізації негативного впливу автотранспортних засобів, необхідності набуває обґрунтована організація вулично-дорожнього руху на основі використання карт екологічного зонування Херсонської урбоекосистеми.

Література

1. Запара О.В., Литвиненко Т.П. Екологічні принципи проектування автомобільних доріг. Екологія плюс. 2012. № 6. С.29-30.
2. Огородник І. М., Двуліт З. П. Вплив автотранспорту на екосистему держави. Агросвіт. 2011. № 17-18. С. 43-47
3. Брежицька О.А. Оцінка стану та динаміки забруднення атмосферного повітря урбоекосистеми (на прикладі міста Дубно). Вісник НУВГП. 2007. Випуск 4 (40). Ч 1. С. 26-31.
4. Савчин І. О. Моніторинг автомобільних викидів у м. Львові. Науковий вісник. 2003. Вип. 13.5. С. 224 - 228.
5. Добровольський В., Курликін В. Екологічна раціоналізація використання автомобільного транспорту в містах. Техногенна безпека. 2009. Вип. 60. Том 73. С. 72-77.
6. Шевченко І. Ю. Регіональна диференціація автомобілізації населення України. Економіка: реалії часу. 2015. № 3 (19). С. 41-46.
7. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов, № 66 от 16.02.1999. Москва. 17 с.
8. Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища у Херсонській області у 2016 році. Херсон: Департамент екології та природних ресурсів, 2017. 290 с.

References

1. Zapara O. V., Lytvynenko T. P. (2012). Ekologichni pryncypy proektuvannia avtomobilnykh dorih [Ecological principles of designing highways]. Ecology plus: a science-production environmental journal, 6, 29-30.
2. Ohorodnyk I. M., Dvulit Z. P. (2011). Vplyv avtotransportu na ekosystemu derzhavy [Influence of motor transport on the ecosystem of the state]. AgroSvit, 17- 18, 43 – 47.
3. Brezhytska O. A. (2007). Otsinka stanu ta dynamiky zabrudnennia atmosferneho povitria urboekosystemy (na prykladi mista Dubno) [Assessment of the state and dynamics of atmospheric air pollution of the urbose ecosystem (for example, the city of Dubno)]. Bulletin of the National University of Water Management and Nature Management, 4 (40), 26-31.
4. Savchyn I. O. (2003). Monitorynh avtomobilnykh vykydiv u m. Lvovi [Monitoring of automobile emissions in the city of Lviv]. Scientific Herald, 13.5, 224-228.

5. Dobrovolskyi V., Kurlykin V. (2009). Ekolohichna ratsionalizatsiia vykorystannia avtomobilnoho transportu v mistakh [Ecological rationalization of the use of motor transport in cities], V. 60, T. 70, 72-74.
6. Metodyka opredeleniya vybrosov avtotransporta dlia provedeniya svodnykh raschetov zahriazneniya atmosfery horodov (1999) [Method for determining emissions of motor vehicles for carrying out summary calculations of urban atmospheric pollution], 66, 17.
7. Shevchenko I. Yu. Rehionalna dyferentsiatsiia avtomobilizatsii naselennia Ukrainy (2015) [Regional differentiation of motorization of the population of Ukraine], 3 (19), 41-46
8. Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Khersonskoi oblasti za 2016 (2017) [Regional report on the state of the environment in Kherson oblast for 2016] (2017). Kherson, 188.

SUMMARY

S. V. Skok. *The evaluation of the influence of automobilization development on the condition of the atmospheric air in Kherson urban ecosystem// Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – 10, №3–4. – P.56–63. <https://doi.org/10.31548/bio2018.03.007>*

Qualitative state of atmospheric air today is largest of the ecological, social and economic problems of urban areas. The main source of its pollution is the passenger road transport, which emits toxic and carcinogenic substances into the atmosphere. Especially dangerous are those zones that are adjacent along the highways and transport infrastructure. The degree of air pollution depends on the meteorological conditions, season of the year, the number of passing cars, relief of terrain, mode of regulation of transport movement. Number of road transport and air pollution increases during resort season. The technique was examined of assessing the state of air from

gas emissions of road transport in the article. The calculation of the mass composition of pollutants and concentration of carbon monoxide on the test ranges was conducted. The highest level of pollution was concentrated on III, IV, V test ranges, the lowest level of pollution was concentrated on - I test range. According to the results of calculations of the mass composition of pollutants into the air from road transport was done internally territorial ecological zoning of Kherson.

Keywords: *atmospheric air, emissions, pollutants, maximum allowable concentration, internal territorial zoning*

АННОТАЦИЯ

С. В. Скок. *Оценка влияния развития автомобилизации на состояние атмосферного воздуха херсонской урбоекосистемы//Биоресурсы и природопользование. – 2018. – 10, №3–4. –С.56–63. <https://doi.org/10.31548/bio2018.03.007>*

В статье установлено, что качественное состояние атмосферного воздуха на сегодняшний день является большой экологической, социальной и экономической проблемой урбанизированных территорий. Объясняется тем, что качественный его состав в городских районах формируется под действием газопылевых выбросов предприятий и автотранспорта. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Херсоне от передвижных источников был определен на основе проведения расчета по соответствующей методике максимально-разовых выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных потоков. Для их определения были выбраны 14 мониторинговых точек основных автомагистралей г. Херсона на 5 тест-полигонах. Внутренне-территориальное зонирование города Херсона проводилось с помощью ГИС-пакета Surfer 8.0, с использованием метода Крайгинга.

Для определения уровня загрязнения атмосферного воздуха от автотранспортных потоков был прове-

ден расчет максимальных выбросов вредных веществ и рассчитана концентрация оксида углерода. При этом было установлено, что в районах регулирования движения, при изменении режима работы автомобилей (разгон, холостой ход), наблюдается меньше загрязнения, чем на не регулирующих участках движения. На основе определения суммы выбросов основных показателей загрязнения атмосферного воздуха и концентрации оксида углерода от автотранспорта было осуществлено территориальное зонирование города Херсона. Установлено, что загрязнение от автомобильного транспорта распространяется по городу концентрически. Поэтому, с целью обеспечения экологической безопасности городской территории предложены комплексные меры по минимизации негативного влияния автотранспорта на атмосферный воздух.

Ключевые слова: *атмосферный воздух, выбросы, загрязняющие вещества, предельно допустимая концентрация, территориальное зонирование*