

Дорожня ландшафтно-інженерна система Київ-Одеса: функціонування, сучасний геохімічний стан, проблеми раціонального використання

Григорій Денисик¹

д. геогр. н., професор, кафедра географії,

¹ Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Вінниця, Україна,

e-mail: grygden@ukr.net,  <http://orcid.org/0000-0002-0941-9217>;

Людмила Атаман¹

к. геогр. н., доцент, кафедра географії,

e-mail: ataman2412@gmail.com,  <http://orcid.org/0000-0003-4600-7526>;

Богдан Денисик¹

к. геогр. н., старший викладач, кафедра географії,

e-mail: hugebo92@gmail.com,  <http://orcid.org/0000-0002-3996-1875>

У статті розглянуто окремі проблеми функціонування дорожніх ландшафтів України. Мета – на прикладі найпотужнішої в Україні дорожньої ландшафтно-інженерної системи Київ-Одеса дослідити особливості формування, функціонування та сучасний геохімічний стан дорожніх і прилеглих до них ландшафтів для їх подальшого раціонального використання. У процесі дослідження застосовано ландшафтно-динамічний, геохімічний та екологічний підходи та належні їм методи: польових ландшафтознавчих вишукувань, аналізу і синтезу, історико-географічний, картографічний та моделювання. Як наскрізні використано методи ГІС-технологій. Зазначено, що дорожнім ландшафтам, особливо їх більш розповсюдженим і динамічним ландшафтно-інженерним системам, географи і ландшафтознавці України приділяють мало уваги. Показано, що у структурі сучасних дорожніх ландшафтів України доцільно виділяти три їх складові (підсистеми): дорожні ландшафтно-інженерні та дорожні ландшафтно-техногенні системи, які часто об'єднують під загальною назвою дорожні ландшафтно-технічні системи та нефункціонуючі дорожні ландшафти – виведені з експлуатації дорожні ландшафти, що розвиваються за природними закономірностями. Упродовж 2018-2021 років проведено геохімічні дослідження на вміст важких металів (цинку, свинцю, кадмію і міді) у ґрунтовому та сніговому покривах, їх міграції та акумуляцію у придорожніх смугах активно діючої дорожньої ландшафтно-інженерної системи Київ-Одеса. Встановлено, що тут у ґрунтовому та сніговому покривах важкі метали активно накопичуються, перерозподіляються та частково самоочищаються. На деяких натурних ділянках ДЛІС Київ-Одеса виділено аномальні частини, на яких вміст цинку та свинцю перевищував норму ГДК в 2-3 рази. Виділено 4 зони забруднення важкими металами: інтенсивного забруднення (0-5 м від полотна дороги); середнього забруднення (5-10 м); слабого забруднення (10-15 м) та відносно чиста (понад 20 м від полотна автомагістралі). Загалом, попри свою потужність, дорожня ландшафтно-інженерна система Київ-Одеса не належить до критично забруднених важкими металами, що свідчить про її здатність до самоочищення. Зазначено, що у перспективі більше уваги необхідно приділяти не лише геохімічним і екологічним проблемам функціонування дорожніх ландшафтів, але і їх геофізичним, рекреаційним, естетичним станам.

Ключові слова: автомагістраль, дорожній ландшафт, дорожня ландшафтно-інженерна система, геохімічні дослідження, придорожні екозони, раціональне використання.

Як цитувати: Денисик Григорій, Атаман Людмила, Денисик Богдан (2025). Дорожня ландшафтно-інженерна система Київ-Одеса: функціонування, сучасний геохімічний стан, проблеми раціонального використання. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія», (62), 174-183. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2025-62-13>

In cites: Denysyk Hrygoriy, Ataman Liudmyla, Denysyk Bogdan (2025). Road landscape and engineering system Kyiv-Odesa: functioning, current geochemical state, problems of rational use. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Geology. Geography. Ecology, (62), 174-183. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2025-62-13> [in Ukrainian]

Вступ. Разом із селитебними дорожні ландшафти формують своєрідний каркас сучасного антропогенного ландшафту України. Визначальними у функціонуванні дорожніх ландшафтів є дорожні ландшафтно-інженерні системи (ДЛІС) – сучасні, активно діючі дороги з належною їм інфраструктурою [5]. Попри значущість ДЛІС у господарській діяльності людей, екологічному впливові на довкілля та здоров'я людей, їх дослідження набувають актуальності й у зв'язку з сучасними воєнними та соціально-економічними процесами в Україні, а також об'єднанням дорожніх ландшафтів, переважно ДЛІС, України й

Західної Європи. Однак, на початку ХХІ ст. дорожні ландшафти України, просторово-часові особливості їх формування, ландшафтна структура, функціонування, вплив на навколишнє середовище, досліджені лише частково у межах Поділля, Волині, Придніпров'я. Дорожні ландшафтно-інженерні системи розглянуті у загальному контексті, дещо більше уваги приділено їх геохімічним властивостям. Комплексних досліджень ДЛІС з позиції природничої і конструктивної географії та антропогенного ландшафтознавства мало.

Дорожня ландшафтно-інженерна система

Київ-Одеса, одна з найпотужніших у межах України, є оптимальною моделлю для детальних досліджень подібного статусу. Вона складна, неоднорідна й динамічна. З Києва до Одеси, через природні зони лісостепу й степу, ДЛПС простягається на 537.2 км, перетинає п'ять адміністративних областей і з'єднує центральну частину України з північним узбережжям Чорного моря. Дослідження своєрідної історії формування ДЛПС Київ-Одеса, її сучасної структури і властивостей, прояву несприятливих процесів та розробка заходів їх оптимізації має суттєве наукове і практичне значення, а також буде стимулом для проведення подібних досліджень інших ДЛПС України.

Огляд попередніх досліджень і публікацій.

Дорожні ландшафти України загалом, а в їх структурі дорожні ландшафтно-інженерні системи, зацікавили ландшафтознавців наприкінці другої половини ХХ ст. [4]. Упродовж минулих 20 років ХХІ ст. дорожнім ландшафтам України приділено значно більше уваги, однак вони стосуються лише окремих проблем їх функціонування та стану. Чикайло Ю. І. здійснила еколого-географічний аналіз автомагістралі Львів-Краковець [19]. Аналіз точності відображення автомобільних доріг в Україні і США здійснили харківські й київські вчені [16]. Значна кількість публікацій стосується окремих складових дорожніх ландшафтів, особливо придорожніх. У межах Чернівецької області дослідженням з еколого-геохімічного оцінювання дорожніх геосистем проводили М. В. Танасюк та Г. Д. Ходан [18]. В окремих дослідженнях увага приділяється визначенню концентрації важких металів (Pb, Cd, Cu, Zn) у ґрунтового та сніговому покриві вздовж транспортних магістралей індустріально-урбанізованих територій. Р. Б. Ванчура навів порівняльну характеристику вмісту важких металів у приміагістральних ділянках території України та Німеччини [1]. На території Чернігівської області, вміст важких металів у ґрунті та овочевої продукції в зоні автотраси Чернігів-Гомель дослідили А. І. Мельник та Г. О. Усманова [17]. О. Купчик та Ж. Дерій у межах цієї області здійснили аналіз вмісту важких металів у сніговому покриву дорожніх ландшафтів [11]. В. А. Юрченко, О. Г. Мельникова та М. В. Янчик дослідили хімічний склад поверхневих стічних вод із автомобільних доріг та дорожньо-інфраструктурних комплексів на території Харківської області [20]. Комплексні геохімічні дослідження дорожніх ландшафтів переважно Київського регіону проведені О. О. Галаганом [2]. Денисик Г. І., Вальчук О. М. з ландшафтознавчого погляду, виділили й обґрунтували наявність у ДЛПС екотонів, розглянули їх структуру та значимість [5, 6]. Програму моніторингового дослідження лінійних аспектів інфраструктури на

прикладі автомагістралі Київ-Одеса розробив С. П. Огілько [14]. Цим же автором проведено зонування автомобільних доріг Черкаської області за ступенем сформованості екосистемних відносин [13] та охарактеризовано формування придорожніх систем [15]. І. Кравцова, С. Сонько, О. Василенко, І. Гурський, С. Огілько розглянули формування біоценозів у придорожніх ландшафтах Черкаської області [10]. Більшість із цих досліджень стосувались й дорожніх ландшафтно-інженерних систем та враховано авторами у цьому дослідженні.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Чіткий поділ дорожніх ландшафтів на три складових: дорожні ландшафтно-інженерні та дорожні ландшафтно-техногенні трьохблокові (природа, техніка, управління) системи та нефункціонуючі дорожні ландшафти, як геокомпонентні системи. Детальне пізнання сучасних активуючих дорожніх ландшафтно-інженерних систем, їх геохімічного стану та проблем подальших досліджень на прикладі найпотужнішої в Україні ДЛПС Київ-Одеса. Результати можна використати в процесі подібних досліджень інших, різнорангових дорожніх ландшафтів України.

Методи дослідження. Серед головних природничо-географічних і ландшафтознавчих підходів дослідження ДЛПС були ландшафтно-геодинамічний, геохімічний, екологічний та інформаційний, а також принципи – історичний, природньо-антропогенного сумісництва, системності. Окрім польових ландшафтознавчих методів, використано загальнонаукові (аналізу, синтезу, порівняння, дедукції, індукції) та конкретно наукові (картографічний, історично-географічний, моделювання, балансовий, геохімічний, періодизації) прийоми й методи. Для збереження та відтворення візуальних даних використано методи ГІС-технологій та комп'ютерного моделювання, із застосуванням програм: графічного редактора CorelDRAW; фоторедактора Adobe Photoshop. Використано відкриті мережі космічних знімків Землі Google Earth.

Результати дослідження. Дорога і дорожні ландшафти – два різних, однак генетично взаємопов'язаних між собою понять. Дорога лише основа, головна вісь дорожнього ландшафту. Дорожній ландшафт – це складна система антропогенного, переважно технічного походження, структуру й особливості функціонування якої визначають власне дорога і належна їй інфраструктура [8]. Виокремлено й обґрунтовано три категорії дорожніх ландшафтів:

- дорожні ландшафтно-інженерні системи (ДЛПС) – сучасні трьохблокові (природа, техніка, управління), активно функціонуючі дорожні

ландшафти;

- дорожні ландшафтно-техногенні системи (ДЛТС) – це ДЛПС, що вийшли із активного використання у яких відсутній блок управління і лише частково функціонує технічний блок;

- нефункціонуючі дорожні ландшафти (НДЛ) – виведені з експлуатації дорожні ландшафти, що розвиваються за природними закономірностями.

У сучасній структурі дорожніх ландшафтів України переважають дорожні ландшафтно-інженерні системи. Найпотужнішою з них є автомагістраль Київ-Одеса. Її активна розбудова відбулася упродовж ХХ ст. У 1926 році відкрили автомобільну дорогу Київ-Одеса, а з 60-х років ХХ століття її почали розбудовувати як ландшафтно-інженерну систему. На початку ХХІ ст. загальна протяжність автомагістралі Київ-Одеса – 504.6 км, обхід м. Одеса – 32.6 км, разом – 537.2 км. Ширина земляного полотна дороги на всій протяжності 12 м, ширина проїзної частини – 7.0-7.5 м. Переважає двошарове асфальтове покриття товщиною 40 см на різних основах (213.3 км) та цементобетонне товщиною 20-22 см на піщаній основі або ґрунті, що стабілізований бітумом (174.5 км), решта покриття змішане. До 2000 року на автомагістралі Київ-Одеса збудовано 29 мостів загальною довжиною 1410.5 км, серед яких – через річки Рось (202.3 м), Південний Буг (160.1 м) та протоку Хаджибейського лиману (206.5 м).

З метою розвитку міжнародного транспортного коридору №9 Верховною Радою України у 2003 році було прийнято ухвалу «Про реконструкцію та експлуатацію на платній основі автомобільної дороги Київ-Одеса на ділянці від Жашкова до Червонознам'янки». Це будівництво відоме українцям під назвою «Будівництво автобану Київ-Одеса». Хоча автодорога не відповідає всім критеріям і не є автобаном, її відносять до автомобільних доріг загального користування державного значення. Протяжність ділянки, яка підлягала реконструкції, становила 219 км, загальна вартість робіт – 3,9 млрд. грн. Реконструкція почалася на 118 ділянках автодороги в Черкаській, Кіровоградській, Миколаївській і Одеській областях. До робіт було залучено 63 дорожньо-будівельні і спеціалізовані мостобудівні організації, з українських дорожньо-будівельних та мостобудівних підприємств, будівельні підрозділи Укрзалізниці, залізничні війська, будівельні фірми з росії, Туреччини, білорусії, Фінляндії, Німеччини та Македонії, а також автотранспортні механізми підрозділів ВАТ ДАК «Автомобільні дороги України» з усієї України, понад 1780 одиниць техніки. Розрахункові навантаження – 11,5 тон на вісь. Розрахункова швидкість автомобільного транспорту – 140 км/год. Інтенсивність руху на ДЛПС Київ-Одеса становить від 10 000 до 48 500 автомобілів

на добу у Київській області, у Черкаській області – від 10 000 до 16 000 автомобілів на добу, в Одеській області – від 10 000 до 40 000 автомобілів на добу [8].

У структурі дорожніх ландшафтно-інженерних систем постійно зростає кількість та якісне оформлення інфраструктурних елементів (дорожні знаки, рекламні щити, освітлення тощо) і комплексів. Дорожні ландшафтно-інфраструктурні комплекси (ДЛПК) – структури ДЛПС, функціонування яких забезпечує комфортні умови для діяльності людини і транспорту (автозаправні станції, кафе, мінімаркети, готелі, кемпінги, хостели, місця відпочинку, СТО, пости патрульної служби національної поліції України, вагові комплекси, придорожні базари тощо). Інфраструктурні дорожні елементи і комплекси поступово стають однією з визначальних ознак ДЛПС, зокрема і її комфортності. У структурі сучасних дорожніх ландшафтно-інженерних систем України вони займають від 7% до 12-14% їх територій і площі постійно зростають. У структурі ДЛПС «Київ-Одеса» дорожні інфраструктурні комплекси займають 10-12% її території і формуються, переважно, на основі численних тут АЗС (рис. 1). Їх кількість нестабільна і дещо зменшується за минулі 3-4 роки.

Типова структура ландшафтно-інфраструктурного комплексу показана на прикладі окремої автозаправної станції в околицях м. Біла Церква Київської області (рис.2). Скупчення інфраструктурних елементів і комплексів у межах ДЛПС, формують дорожні ландшафтно-інфраструктурні вузли (ДЛІВ), пізнання яких потребує детальніших досліджень у майбутньому.

Технічне (переважно автомобільне) й соціальне (інфраструктурне) навантаження на ДЛПС Київ-Одеса зростає прискореними темпами, що призводить до нестабільних її геохімічного й екологічного станів, а також частини прилеглих до ДЛПС ландшафтів. Забруднення дорожніх ландшафтно-інженерних систем спричинене функціонуванням автомобільного транспорту (деталлями конструкції автомобіля), а на окремих ділянках впливом сільськогосподарських ландшафтів, де активно використовують фосфатні добрива. Важкі метали потрапляють у ґрунти та накопичуються у межах ДЛПС на глибині від 0 до 20 см, а при значній концентрації проникають на глибину до 100-150 см у залежності від підстильного субстрату.

Для дослідження важких металів у ДЛПС Київ-Одеса у 2019 році закладено 28 натурних ділянок (одна ділянка на 20-25 км автомагістралі). Найбільш детально опрацьовані з них і суттєві для пізнання геохімічного стану ДЛПС Київ-Одеса розглянуті у подальшому.

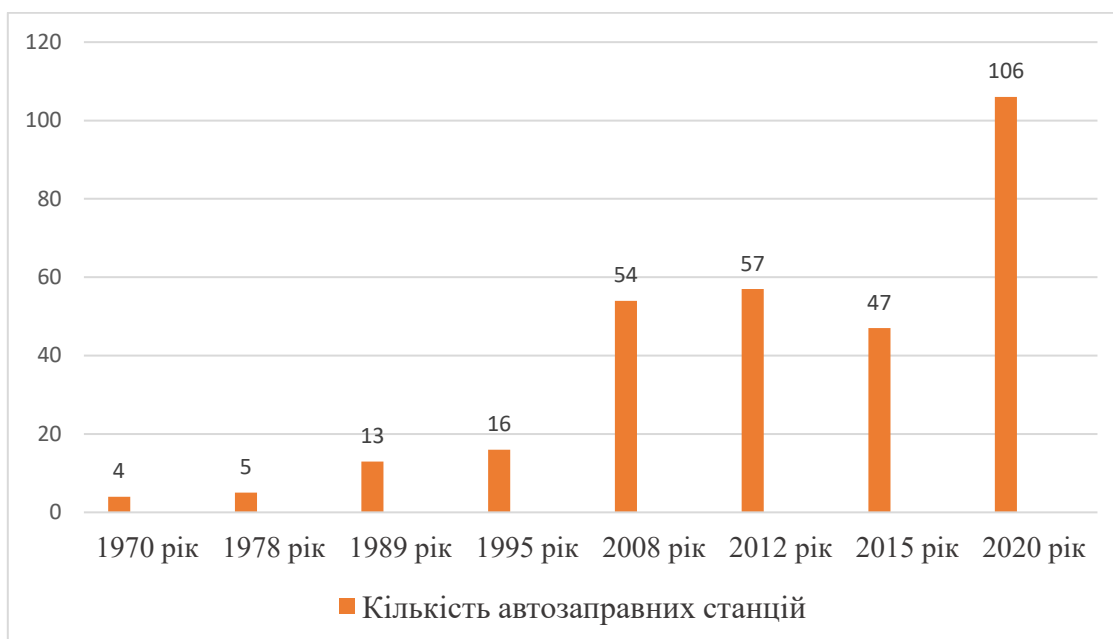


Рис. 1. Динаміка розбудови АЗС на автотрасі Київ-Одеса (1970-2020 роки) /

Fig. 1. Dynamics of gas station development on the Kyiv-Odesa highway (1970-2020)

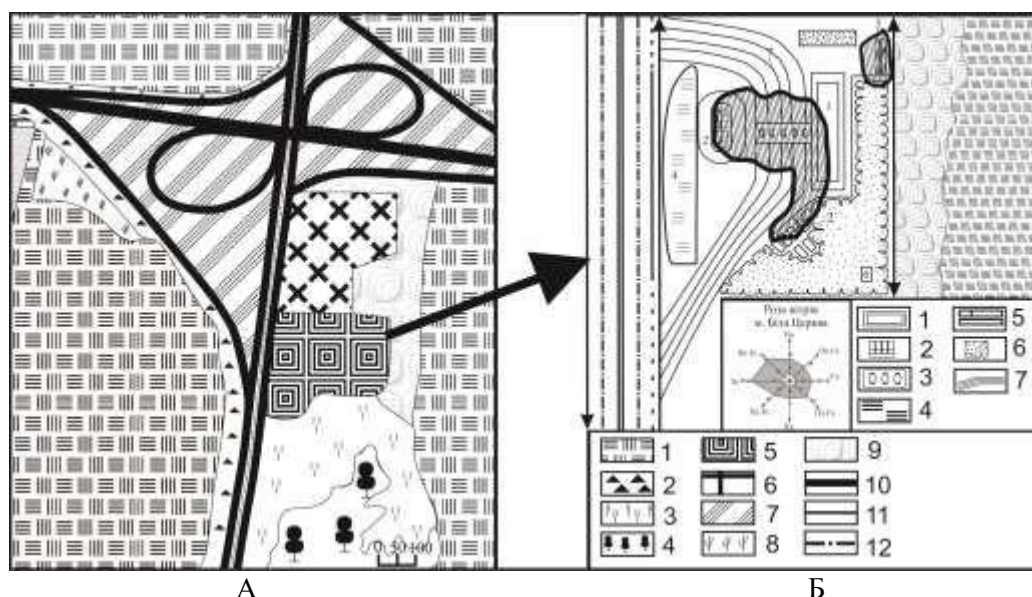


Рис. 2. Ландшафтна структура АЗС в околицях м. Біла Церква /

Fig. 2. Landscape structure of the gas station in the vicinity of the city of Bila Tserkva

А. Дорожня ландшафтно-інженерна система «Київ-Одеса». Урочища: 1) вирівняна лесова поверхня, вкрита чорноземами типовими, під польовими сівозміними; 2) лесовий схил, крутизною 4-6° із чорноземами типовими, різноманітною трав'янистою рослинністю (осика волосиста, медунка темна, копитняк); 3) слабо-хвиляста лесова поверхня, вкрита чорноземами типовими, зайнята лучно-трав'янистою рослинністю та бур'янами; 4) лесові підвищення, крутизною 7-9°, із чорноземами типовими та деревними асоціаціями (граб, дуб, акація, береза); 5) вирівняна лесова поверхня, зайнята АЗС; 6) вирівняна лесова поверхня, зайнята ринком сільськогосподарської техніки; 7) лесовий схил, крутизною 40-45°, із чорноземами типовими під трав'янистою та рудеральною рослинністю; 8) вирівняна лесова поверхня, із чорноземами типовими зайнята сільськогосподарськими культурами; 9) слабо-хвиляста лесова поверхня, із чорноземами типовими під польовими сівозміними; 10) автомобільна дорога, вкрита асфальтним покриттям, шириною 14 м; 11) автомобільна дорога, вкрита асфальтним покриттям, шириною 7 м; 12) роздільна смуга, шириною 3,5 м, вкрита насипним ґрунтом, із трав'янистою рослинністю.

Б. Складне урочище АЗС. Урочища: 1) вирівняна лесова поверхня, зайнята під будівлю станції; 2) підземні резервуари для пального (довжина – 2,72 м; ширина – 1,90 м; об'єм – 6000 л); 3) вирівняна лесова поверхня, вкрита асфальтним покриттям, на якій розташовані заправні острівці; 4) вирівняна лесова поверхня, із чорноземами типовими з декоративними рослинами; 5) слабо-хвиляста лесова поверхня, вкрита залізобетоном, з естакадою для зливання мастил; 6) вирівняна лесова поверхня, вкрита асфальтним покриттям, на якій розташовані очисні споруди; 7) майданчик для автомобілів.

Серед важких металів основними забруднювачами ДЛПС Київ-Одеса (грунту, водойм, повітря, рослин) є цинк, свинець, кадмій та мідь. Їх аналіз здійснено першочергово.

Вміст *цинку* у ґрунті залежить від багатьох чинників серед яких: викиди автомобілів, властивості материнської породи, вміст різних органіч-

них речовин в ґрунті та реакції ґрунтового розчину. Загалом ґрунти України бідні на цинк, однак у гумусовому шарі його вміст часто підвищується. Цинк тісно пов'язаний із кадмієм, чим більша концентрація цинку тим більше кадмію є у ґрунті. Гранично допустимий концентрат (ГДК) цинку у ґрунті близько 23 мг/кг.



Рис. 3. Вміст цинку у ДЛПС Київ-Одеса /

Fig. 3. Zinc content in the Kyiv-Odesa road landscape engineering structure (RLES)

На фонових ділянках вміст Zn знаходиться у межах норми. Однак на ділянці поблизу м. Умань, на розвилці «Лист конюшини», знаходиться аномальна для придорожніх ландшафтів ділянка на відстані 10 м від полотна дороги. Тут зафіксовано надмірну кількість вмісту рухомої форми Zn у ґрунті – 40,90 мг/кг (рис. 3), що не характерне для цієї місцевості, та перевищує ГДК майже вдвічі (ГОСТ 17.4.3.06-86) [9].

За попередніми дослідженнями у 2016-2017 роках вміст цинку на цій ділянці становив – 44,50 мг/кг, тобто ще з більшим перевищенням ГДК. Ділянка дослідження має невелику площу (1,2 га). Це дало можливість виділити її як аномальну за впливом важких металів. Моніторинг на вміст цинку поблизу м. Умань на розвилці «Лист конюшини» показав, що із часом кількість важкого металу у ґрунті поступово зменшується. Це пов'язано із самоочищенням ґрунту, яке відбувається повільно і у майбутньому цей показник може сягнути норми. Зараз вміст Zn у ґрунті знаходиться у надмірній кількості, що є небезпечним для нормального функціонування ґрунтової біоти та рослинного покриву, а також для здоров'я людей.

Рухома форма *свинцю* у ґрунті за ДСТУ4770-9-2007 становить 6,0 мг/кг. Основна маса свинцю, що надходила у ґрунт переважно в минулому і частково тепер, спричинена результатом дії згоран-

ня пального автомобільними двигунами. На фоновій ділянці поблизу м. Київ свинець слабо проявляється (рис. 4).

Значне підвищення рівня ГДК Pb зафіксовано у межах натурної ділянки Біла Церква. Крім автомобільного транспорту, на вміст свинцю в ДЛПС Київ-Одеса проявляється вплив промислових підприємств міста. Його показник збільшується від джерел забруднення і набуває максимального значення у 10 метровій смузі – 9,1 мг/кг, у 15 – 6,9 мг/кг, що явно перевищує встановлену норму ГДК. На натурній ділянці поблизу с. Нестерівка свинець майже не проявляється. На локальній ділянці в околицях с. Піківець зберігається тенденція до зменшення кількості вмісту важкого металу від джерела забруднення. На відстані 5 метрів від полотна дороги показник свинцю становив – 9,3 мг/кг, що перевищує гранично допустимий концентрат. Однак на 10 та 15-ти метрових відстанях вміст Pb зменшився майже вдвічі. На локальній фоновій ділянці м. Умань – розвилці «Лист конюшини», вміст свинцю проявляється по-іншому. На ділянці 5 метрів від полотна дороги вміст Pb найменший і становить – 4,3 мг/кг, однак на 10 та 15-ти метровій відстанях зафіксовано збільшення ГДК від 6,0 до 6,5 мг/кг. Поблизу ділянки Криве Озеро свинець в межах 2-2,2 мг/кг, що становить менше норми. Однак кіль-

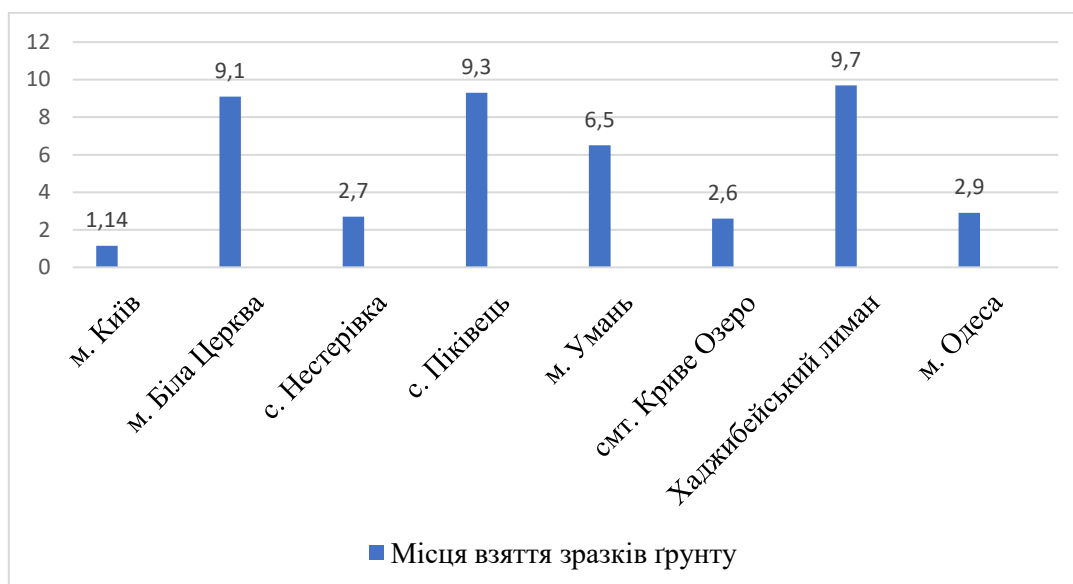


Рис. 4. Вміст свинцю у ДЛІС Київ-Одеса /

Fig. 4. Lead content in the Kyiv-Odesa road landscape engineering structure (RLES)

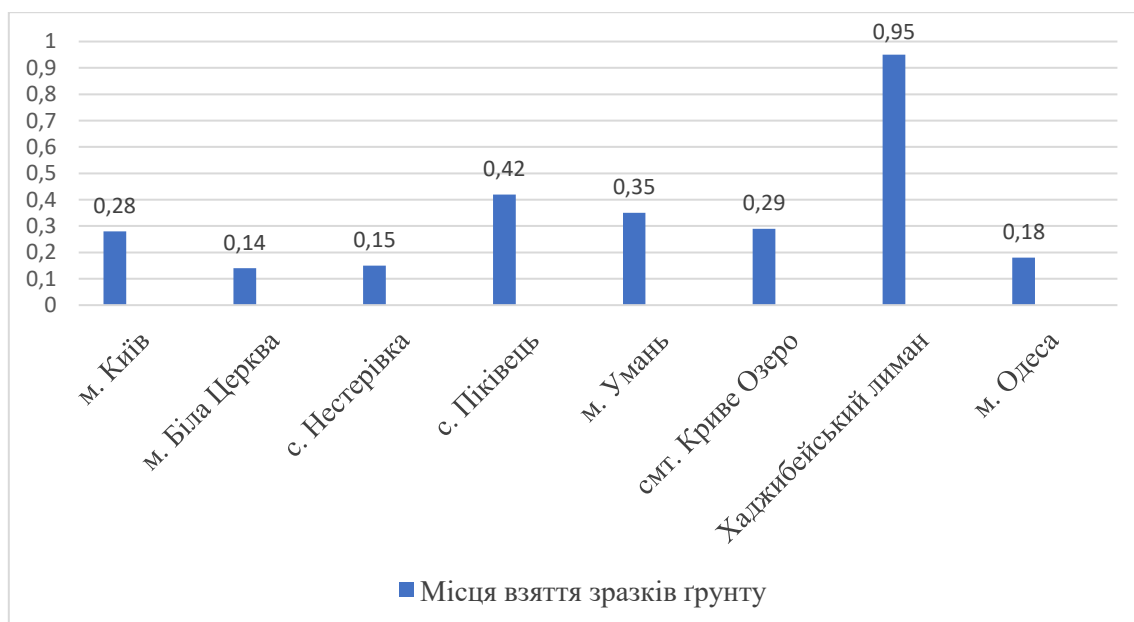


Рис. 5. Вміст кадмію у ДЛІС Київ-Одеса /

Fig. 5. Cadmium content in the Kyiv-Odesa road landscape engineering structure (RLES)

кiсть свинцю на досліджуваній ділянці поблизу Хаджебейського лиману значно вища за ГДК. Невелика площа ділянки дає змогу виокремити аномальну ділянку із перевищеним вмістом свинцю у 1,5 рази. На відстані 5 метрів від автодороги вміст свинцю становить – 9,7 мг/кг, що перевищує ГДК. На відстані 10 та 15 м показник спадає, що вказує на залежність зменшення вмісту важкого металу у ґрунті від джерела забруднення. На локальній ділянці поблизу м. Одеса свинець становить нижче норми ГДК [8].

Вміст кадмію у ґрунті за ГДК становить 0,7 мг/кг і на всіх натурних ділянках дорожньої ландшафтно-інженерної системи Київ-Одеса знаходиться в межах норми 0,11 – 0,42 мг/кг (рис. 5).

Кадмій взаємопов'язаний із цинком, та має схожі хімічні властивості. На досліджуваних ділянках спостерігається тенденція щодо зменшення вмісту кадмію у ґрунті від джерела забруднення. Однак порівнявши результати дослідження за 2016-2019 роки на цій ділянці вміст кадмію збільшився у кілька разів, але не перевищив ГДК. Це пояснюється тим, що Cd зосереджений у ґрунті як розсіяний елемент, який легко акумулюється та перерозподіляється у ґрунтах.

Гранично допустима концентрація рухомої форми міді у ґрунті становить 3,0 мг/кг (рис. 6).

За результатами досліджень кількість міді в ґрунтах усіх натурних ділянок коливається від 0,13 – 0,63 мг/кг, що є нормою. У більшості випа-

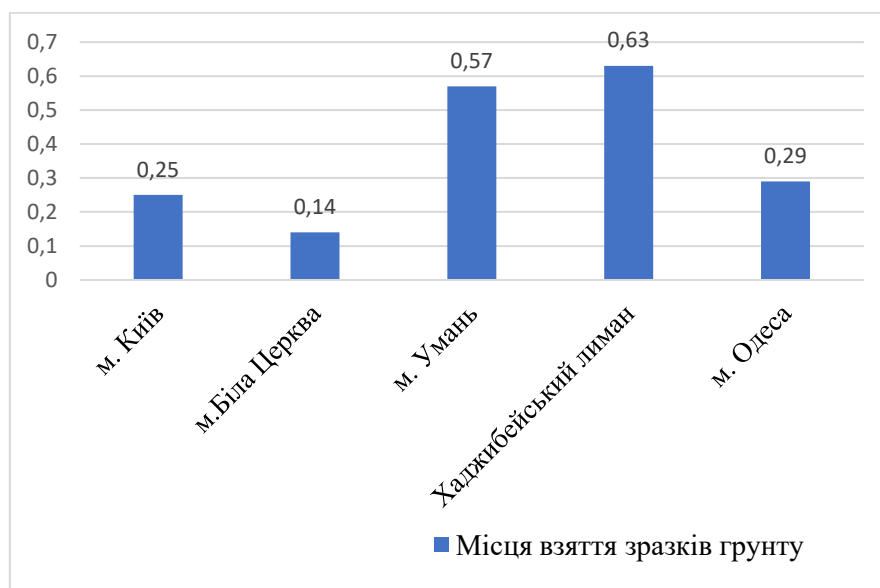


Рис. 6. Вміст міді у ДЛІС Київ-Одеса /

Fig. 6. Copper content in the Kyiv-Odesa road landscape engineering structure (RLES)

дків мідь накопичується у суглинкових та піщаних ґрунтах, які є фоновими в дорожній ландшафтно-інженерній системі Київ-Одеса. Спостерігається зменшення кількості вмісту міді від джерела забруднення. Зокрема зменшення вмісту важкого металу від автомобільної дороги, має натурна ділянка поблизу с. Піківець Черкаської області. На відстані 5 метрів від полотна автодороги кількість міді в ґрунті 0,55 мг/кг, однак уже на відстані 10 метрів показник сягає 0,33 мг/кг, а на 15 метровій, вміст міді у ґрунті становить 0,18 мг/кг, що не впливає на функціонування рослин та біоти. Дослідження вмісту міді у ґрунті на дорожній ландшафтно-інженерній системі Київ-Одеса за 2016-2019 роки показали, що кількість цього хімічного елементу зменшується на всіх натурних ділянках. Це пояснюється тим, що основна кількість міді зосереджується у 5 метровій смузі, а далі прослідковується зменшення показника забруднення від його джерела.

На важкі метали досліджено сніговий покрив у придорожній смузі ДЛІС Київ-Одеса. У законодавстві України відсутні державні стандарти вмісту хімічних речовин, а також важких металів у сніговому покриві, який піддається впливу зовнішніх чинників. При аналізі талого снігу можливе використання методик, які прирівнюються для якості води.

Сніговий покрив дорожньої ландшафтно-інженерної системи Київ-Одеса в окремі роки може формуватися від 20-30 до 130-160 днів. Його середня тривалість становить 60-70 днів із висотою 12-15 см [12].

Для дослідження хімічних елементів у сніговому покриві обрано 7 натурних ділянок, які безпосередньо прилягають до автотраси Київ-Одеса.

Перша локальна ділянка знаходиться біля в'їзду в м Київ (Київська обл.); друга поблизу м. Біла Церква (Київська обл.); третя в околицях с. Нестерівка (Черкаська обл.); четверта поблизу с. Піківець (Черкаська обл.); п'ята неподалік м. Умань на розвилці «Лист конюшини» (Черкаська обл.), де перетинається дорога міжнародного значення Стрий – Тернопіль – Кропивницький – Знам'янка із автотрасою М – 05; шоста ділянка розташована поблизу смт Криве Озеро на розвилці «Лист конюшини», де перетинаються автотраса М – 05 із автодорогою регіонального значення Р – 75 (Слобідка – Балта – Криве Озеро – Первомайськ – Доманіка – Олександрівка); сьома ділянка знаходиться при в'їзді в м. Одесу [7].

Зразки снігу відбирали на глибині 0-10 см із п'ятикратною повторюваністю, у скляну тару із підписаними етикетками, на відстані 5-10 м від полотна автодороги. Аналізи виконано в Уманському міськрайонному відділі ДУ «Черкаський ОЛЦ МОЗ України» та Черкаській філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України». Загальне розташування досліджуваних ділянок на відстані 50-70 км одна від одної дало змогу зафіксувати зміни накопичення важких металів у сніговому покриві та дозволило провести моніторинг якості снігу на різних ділянках автодороги Київ-Одеса. Зимі під час дослідження були сніжними та морозними, що дало можливість провести збір проб снігу у другій половині лютого – на початку березня. За результатами показників досліджень хімічного складу води у зразках було виявлено такі елементи: важкі метали (Cu, Mg та Fe), кальцій (Ca), магній (Mg), хлориди (Cl-), сульфати (SO₄₋₂), аміак (NH₃), нітрати (NO₃), фториди, нітрити (NO₂₋) та марганець (Mn).

Хімічний склад снігового покриву автодороги М – 05* /
Chemical composition of snow cover on highway M – 05*

Назва ділянки	pH	Завислі речовини, мг/дм ³	Головні іони, мг-екв/дм ³					
			SO ₄ -2	Cu	Ca	Mg	Cl-	NO ₃ -
м. Умань, лист конюшини, Черкаська область)	8,45	0,61	4,8	0,002	8,0	1,2	7,0	2,25
с. Піківець, (Черкаська обл.)	7,34	0,50	6,5	0,002	2,0	1,2	12,0	2,39
сміт Криве Озеро, (Миколаївська обл.)	7,76	0,55	0,9	0,002	4,0	1,2	15,0	2,25

Як видно з таблиці 1 найбільш забруднена ділянка ДЛПС «Київ-Одеса» знаходиться у м. Умань, на розв'язці «Лист конюшини», де перетинається дорога міжнародного значення Стрий – Тернопіль – Кропивницький – Знаменка із автотрасою М – 05, і навантаження транспортними засобами є подвійне.

Висновки. Разом з селитебними, дорожні ландшафти формують антропогенний каркас сучасного ландшафту України. Це складні й динамічні ландшафтні системи у структурі яких прослідковуються три складові (підсистеми): дорожні ландшафтно-інженерні та дорожні ландшафтно-техногенні системи і нефункціонуючі дорожні ландшафти. Основну суть й визначальні ознаки дорожніх ландшафтів будь-якої території, зокрема й України, формують ДЛПС. Одна з найпотужніших в Україні дорожня ландшафтна система – автомагістраль Київ-Одеса протяжністю 537.2 км, загальною площею близько 14.5 км².

Крім «лінійної» географії, значних площ, господарської значимості, дорожні ландшафти, особливо ДЛПС, виокремлюються й своїми геохімічними та екологічними характеристиками. Аналіз вітчизняних та зарубіжних досліджень геохімічних властивостей дорожніх ландшафтів і наші вишукування у межах територій ДЛПС Київ-Одеса, дають можливість зробити висновок, що здебільшого немає потреби, та й можливостей, здійснювати суцільні геохімічні заміри, а достатньо лише провести детальні дослідження на натуральних, типових для ДЛПС, ділянках. Незважа-

ючи на те, що дорожня ландшафтно-інженерна система Київ-Одеса є найпотужнішою в Україні, її забрудненість важкими металами поки що невисока – лише на аномальних, невеликих за площею ділянках, вміст цинку та свинцю в ґрунтах перевищує ГДК у 2-3 рази. Значно інтенсивніше забруднений сніговий покрив, зокрема і важкими металами. Це свідчить про те, що можливо ДЛПС Київ-Одеса ще не втратила властивість до самоочищення.

У подальших дослідженнях дорожніх ландшафтів України, зокрема й таких потужних ДЛПС як Київ-Одеса, більше уваги необхідно приділяти не лише геохімічним та екологічним, але й геофізичним властивостям. Їх пізнання є не менш важливим. Серед геофізичних властивостей ДЛПС помітно виділяються акустичні, і в першу чергу звуко-шумове забруднення, яке призводить до формування так званих дорожніх звукових полів. Крім цього не менше значення мають такі геофізичні властивості ДЛПС як освітлення, температурний режим, вібрація тощо. Суттєвою проблемою залишається й картографування дорожніх ландшафтів, особливо активіюючих і динамічних дорожніх ландшафтно-інженерних систем.

Знання та розуміння геохімічних, геофізичних, екологічних несприятливих процесів та їх оптимізація у ДЛПС, дасть можливість поступово перетворити автомагістраль Київ-Одеса у транспортну систему комплексного використання – транспортного, наукового, рекреаційного, естетичного.

Список використаних джерел

1. Ванчура, Р. Н. (2011). Експериментальні дослідження вмісту важких металів в охоронних зонах автомагістралей. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. Вип. 75, 110-114.
2. Галаган, О. О. (2014). Використання ГІС при моделюванні первинного поля забруднення важкими металами при автомагістральних територіях. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. (48), 75-79.
3. Галаган, О. О. (2013). Моделювання розподілу важких металів у приавтомагістральних геосистемах. *Фізична географія та геоморфологія*. №2, 28-33.
4. Денисик, Г. І. (1998). *Антропогенні ландшафти Правобережної України: монографія*. Вінниця: Арбат. 292 с.
5. Денисик, Г. І., & Вальчук О. М. (2005). *Дорожні ландшафти Поділля*. Вінниця: ПП «Видавництво «Теза». 178.
6. Denysyk, H., Valchuk-Orkusha, O., Kanska, V., Kanskyi, V., & Kozynska, I. (2022). Ecozones of road landscape-engineer systems: structure, typology, significance. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. T. 31. Bunysk 4, 591-600. <https://doi.org/10.15421/112255>

7. Денисюк, Г. І., & Дідура, Р. В. (2019). Accumulation of heavy metals in road landscape engineering systems. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Географічні науки»*. №10, 130-136.
8. Дідура, Р.В. (2020). Вміст важких металів у дорожніх ландшафтно-інженерних системах (на прикладі автотраси Київ-Одеса). *East European science journal*. (53), 22-26.
9. Дідура, Р.В. (2019). Геохімічні дослідження дорожніх ландшафтів. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія*. (31), 3-4, 74-80.
10. Кравцова, І., Сонько, С., Василенко, О., Гурський, І., & Огілько, С. (2024). Формування біоценозів у придорожніх ландшафтах Черкаської області. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія»*, (61), 313-328. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2024-61-25>
11. Купчик, О. & Дерій, Ж. (2016). Екологічний стан придорожньої смуги за біоіндикаційними та хімічними показниками. *Технічні науки та технології*. 2, 221-228.
12. Маринич, О. М., & Шищенко, П. Г. (2005). *Фізична географія України*. Київ: Знання. 511.
13. Ogilko, S. P. (2023). Zoning of highways of the Cherkasy region according to the degree of formation of ecosystem relations. *Man and Environment. Issues of Neoeology*, (39), 33-41. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2023-40-03>
14. Огілько, С.П. (2023). Програма моніторингового дослідження лінійних елементів інфраструктури на прикладі автотраси Київ-Одеса. XXIX Міжнародна науково-практична конференція «Modern scientific trends and youth development», 25-28 липня 2023 р., Варшава, Польща. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.29>
15. Огілько, С.П. (2023). Формування придорожніх екосистем – чергове свідчення непорушності біосфери: головні висновки моніторингового дослідження автошляхів. *The Norwegian journal of development of the international science*. No 114/2023-august 19, 3-10. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8249380>
16. Пересадько, В., Дмитриков, О., & Джос, А. (2024). Аналіз точності картографічної інформації (на прикладі відображення автомобільних шляхів України і США). *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*, (40), 32-44. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2024-40-04>
17. Усманова, Г. О., & Мельник, А. І. (2010). Забруднення важкими металами ґрунтів та овочевої продукції в зоні автотраси. *Агроекологічний журнал*. №1, 25–30.
18. Ходан, Г. Д. (2012). Еколого-геохімічна оцінка дорожніх геосистем Чернівецької області. *Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наукових праць Чернівці*. Вип. 614-615, 112-117.
19. Чикайло, Ю. І. (2013). Еколого-географічний аналіз транспортного коридору (на прикладі автомагістралі Львів – Краковець): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук. Львів. 20.
20. Юрченко, В. А. Мельникова, О.Г., & Ячник, М.В. (2014). Исследование поверхностных сточных вод автомобильных дорог и дорожно-инфраструктурных комплексов. *Автошляховик України*. 5, 43-48.

Внесок авторів: всі автори зробили рівний внесок у цю роботу

Конфлікт інтересів: автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів

Road landscape and engineering system Kyiv-Odesa: functioning, current geochemical state, problems of rational use

Hrigroriy Denysyk¹

DSc (Geography), Professor, Department of Geography,

¹ Vinnytsia State Pedagogical University named after Mykhailo Kotsiubynsky, Vinnytsia, Ukraine;

Liudmyla Ataman¹

PhD (Geography), Associate Professor, Department of Geography;

Bogdan Denysyk¹

PhD (Geography), Senior Lecturer, Department of Geography

ABSTRACT

Formulation of the problem. The Kyiv-Odesa road landscape engineering system, one of the most powerful within Ukraine, is an optimal model for detailed studies of such status. Research into the unique history of the formation of the Kyiv-Odesa DLF, its modern structure and properties, the manifestation of adverse processes, and the development of measures to optimize them has significant scientific and practical significance, and will also be an incentive for conducting similar studies of other DLFs of Ukraine.

The goal is to study the features of formation, functioning and current geochemical state of road and adjacent landscapes for their further rational use using the example of the most powerful landscape and engineering system Kyiv-Odesa in Ukraine.

Methods. In the process of research, landscape: dynamic, geochemical and ecological approaches and their corresponding methods: field landscape research, analysis and synthesis, historical and geographical, cartographic and modeling were applied. GIS technology methods were used as cross-cutting ones.

Main Results. It is noted that road landscapes, especially their more widespread and dynamic landscape and engineering systems, are paid little attention by geographers and landscape scientists of Ukraine. It is shown that in the structure of modern road landscapes of Ukraine it is advisable to distinguish three of their components (subsystems): road landscape-engineering systems and road landscape-technogenic, which are often combined under the general name road

landscape-engineering systems and non-functioning road landscapes – non-operating road systems that are not supported by man and develop according to natural laws. During 2018-2021, geochemical studies were conducted on the content of heavy metals (zinc, lead, cadmium and copper) in soil and snow cover, their migration and accumulation in roadside strips of the actively operating Kyiv-Odesa road landscape-engineering system. It was established that here heavy metals actively accumulate in soil and snow cover, only cadmium accumulates, which is self-purified in the soil. In some natural areas of the Kyiv-Odesa DLF, anomalous areas were identified, where the zinc and lead content exceeded the MPC norm by 2-3 times. 4 zones of heavy metal pollution were identified: intensive pollution (0-5 m from the roadway); medium pollution (5-10 m); weak pollution (10-15 m) and relatively clean (more than 20 m from the highway).

Conclusions. In general, despite its capacity, the Kyiv-Odesa road landscape and engineering system is not critically polluted with heavy metals, which indicates its ability to self-clean. It is noted that in the future, more attention should be paid not only to geochemical and ecological, but also to their geophysical, recreational, and aesthetic problems of the functioning of road landscapes.

Keywords: highway, road landscape, road landscape and engineering system, geochemical studies, roadside ecozones, rational use.

References

1. Vanchura, R. N. (2011). *Experimental studies of the content of heavy metals in the protection zones of highways. Geodesy, cartography and aerial photography*. 75, 110-114 [in Ukrainian].
2. Galahan, O. O. (2014). Using GIS in modeling the primary field of heavy metal pollution in highway areas. *Visnyk of Lviv University. Geographical Series*. 48, 75-79 [in Ukrainian].
3. Galahan, O. O. (2013). Modeling the distribution of heavy metals in highway geosystems. *Physical Geography and Geomorphology*. 2, 28-33 [in Ukrainian].
4. Denysyk, G. I. (1998). *Anthropogenic landscapes of Right-Bank Ukraine: monograph*. Vinnytsia: Arbat. 292 [in Ukrainian].
5. Denysyk, G. I. & Valchuk, O. M. (2005). *Road landscapes of Podillia*. Vinnytsia: PP «Publishing house «Teza». 178 [in Ukrainian].
6. Denysyk, H., Valchuk-Orkusha, O., Kanska, V., Kanskiy, V. & Kozynska, I. (2022). Ecozones of road landscape-engineer systems: structure, typology, significance. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 31, 4, 591-600. <https://doi.org/10.15421/112255>
7. Denysyk, G. I. & Didura, R. V. (2019). Accumulation of heavy metals in road landscape engineering systems. *Scientific Bulletin of Kherson State University. Series «Geographical Sciences»*. 10, 130-136.
8. Didura, R. V. (2020). Heavy metal content in road landscape engineering systems (on the example of the Kyiv-Odesa highway). *East European science journal*. 53, 22-26 [in Ukrainian].
9. Didura, R. V. (2019). Geochemical studies of road landscapes. *Scientific notes of the Mykhailo Kotsiubynsky Vinnytsia State Pedagogical University. Series: Geography*. 31, 3-4, 74-80 [in Ukrainian].
10. Kravtsova, I., Son'ko, S., Vasylenko, O., Gursky, I. & Ogilko, S. (2024). Formation of biocenoses in roadside landscapes of Cherkasy region. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology"*, (61), 313-328. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2024-61-25> [in Ukrainian].
11. Kupchik, O. & Derii, Zh. (2016). Ecological state of the roadside strip by bioindication and chemical indicators. *Technical sciences and technologies*. 2, 221-228 [in Ukrainian].
12. Marynych, O. M. & Shyshchenko, P. G. (2005). *Physical Geography of Ukraine: Kyiv: Znannia*. 511 [in Ukrainian].
13. Ogilko, S. P. (2023). Zoning of highways of the Cherkasy region according to the degree of formation of ecosystem relations. *Man and Environment. Issues of Neocology*, (39), 33-41. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2023-40-03>
14. Ogilko, S. P. (2023). Program for monitoring research of linear elements of infrastructure on the example of the Kyiv-Odesa highway. *XXIX International Scientific and Practical Conference "Modern scientific trends and youth development"*, July 25-28, 2023, Warsaw, Poland. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.29> [in Ukrainian].
15. Ogilko, S. P. (2023). Formation of roadside ecosystems - another evidence of the integrity of the biosphere: main conclusions of the monitoring study of highways. *The norwegian journal of development of the international science*. No 114/2023-august19, 3-10. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8249380> [in Ukrainian].
16. Peresadko, V., Dmytrikov, O. & Jos, A. (2024). Analysis of the accuracy of cartographic information (on the example of mapping highways in Ukraine and the USA). *Problems of Continuing Geographic Education and Cartography*, (40), 32-44. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2024-40-04> [in Ukrainian].
17. Usmanova, G. O. & Melnyk, A. I. (2010). Heavy metal contamination of soils and vegetable products in the highway zone. *Agroecological journal*. 1, 25-30 [in Ukrainian].
18. Khodan, G. D. (2012). Ecological and geochemical assessment of road geosystems of Chernivtsi region. *Scientific Bulletin of Chernivtsi University: Collection of Scientific Works Chernivtsi*. 614-615 [in Ukrainian].
19. Chikaylo, Y. I. (2013). Ecological and geographical analysis of the transport corridor (on the example of the Lviv-Krakowets highway): author's abstract of the dissertation for the degree of candidate of geographical sciences. Lviv. 20 [in Ukrainian].
20. Yurchenko, V. A., Melnikova, O. G. & Yachnik, M. V. (2014). Study of surface wastewater of highways and road infrastructure complexes. *Highway of Ukraine*. 5, 43-48.

Authors Contribution: All authors have contributed equally to this work

Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest

Received 25 March 2025

Accepted 30 April 2025