

ІІ. ПРИРОДНИЧО-ГЕОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2017.68.6>
УДК 504.056:656 (047.31)

О. Гавриленко, канд. геогр. наук, доц.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

ТРАНСПОРТНІ ГЕОТЕХСИСТЕМИ ЯК ФАКТОР ВТРАТИ БІОРИЗНОМАНІТТЯ

Досліджено прояви негативного впливу геотехсистем (ГТС) транспортного призначення на природне середовище та визначено шляхи мінімізації й запобігання цьому впливові. Визначено фрагментацію навколишнього простору як найбільш негативний серед усіх видів впливу лінійних транспортних ГТС на природне середовище. Фрагментація природних оселищ диких видів у всьому світі визнана фактором, що спричинює зниження біорізноманіття. Розкрито інші прояви втручання людини у природне середовище у процесі будівництва лінійних транспортних споруд, наслідками чого є значні порушення біотичних компонентів природних ландшафтів. Це, передусім, повна або часткова руйнація біотопів через штучно утворений бар'єрний ефект – розділення (фрагментація) природних оселищ на ізольовані ділянки. Крім цього, транспортні ГТС спричиняють хімічне забруднення навколишнього середовища, порушення режиму поверхневого й підземного стоку, перебудову рельєфу, знищення рослинного покриву, шум і вібрацію ґрунту, активізацію несприятливих екзогенних процесів, загибель і травмування живих організмів у результаті їхнього зіткнення із транспортними засобами.

Обґрунтовано необхідність мінімізації ефекту дороги як екологічного бар'єру з метою зменшення втрат існуючого біорізноманіття. Головним шляхом збереження міграційних потреб диких тварин запропоновано створення спеціальних конструкцій для перетину тваринами доріг – екодуків: біопереходів і мостів, кульвертів, дренажних труб тощо. Розглянуто значення узбіч як перехідних зон від технічної споруди до природної підсистеми у складі транспортної ГТС, які можуть забезпечувати зв'язність елементів екомережі й функціонувати як міграційні коридори для пересування диких видів, а також доповнювати і збагачувати прилеглі сильно порушені ландшафти. Запропоновано заходи щодо оптимізації зимового утримання доріг.

Ключові слова: геотехсистеми транспортного призначення, фрагментація оселищ, біорізноманіття, руйнація біотопів, екодук, зв'язність природного середовища.

Постановка проблеми. Головною загрозою біорізноманіттю є діяльність людини щодо знищення природних оселищ диких видів. Потужним трансформатором навколишнього природного середовища є транспортна мережа, яка для свого ефективного функціонування вимагає залучення значної кількості природних ресурсів. У Європі із 1996 р. функціонує Infra Eco Network Europe (IENE) – мережа експертів та установ, що займаються феноменами фрагментації природного середовища, спричиненої розвитком мереж транспортної інфраструктури (доріг, водних шляхів, залізниць). IENE має на меті створення безпечної та екологічно стійкої загальноєвропейської транспортної інфраструктури, що сприятиме збереженню й відновленню фрагментарних місць проживання і приведе до кращої інтеграції транспортної мережі у природний ландшафт.

Транспортна інфраструктура в Україні історично розвивалася, виходячи виключно з економічних потреб, але без урахування природоохоронних вимог. Одним із найбільш негативних наслідків цього стали загрозливі темпи втрати біорізноманіття. Тому нині актуальним для України завданням є якнайшвидша інтеграція національної транспортної мережі у міжнародну транспортну систему, наближення до міжнародних стандартів перевезень пасажирів і вантажів, екологічних показників роботи транспорту та збільшення частки експортного потенціалу України на міжнародному ринку транспортних послуг шляхом значного підвищення конкурентоспроможності українських перевізників.

Останні дослідження і публікації. Геоекологічним проблемам, що виникають у процесі проектування і будівництва транспортних об'єктів, присвячено численні зарубіжні публікації. Європейські фахівці досліджують фрагментацію природних оселищ унаслідок впливу транспортної інфраструктури протягом принаймні двох останніх десятиліть. Проте залишається доволі багато невивчених частин проблеми, зокрема, можливі наслідки для дикої природи, нові дані щодо впливу як на види, так і на екосистеми різних просторових рівнів. Нині є очевидним, що для глибшого розуміння впливу транспортної інфраструктури на природу потрібно удоскона-

лювати методологію оцінки та прогнозування цих впливів з метою ефективного протидії наслідкам фрагментації у майбутньому [16].

На відміну від європейських та інших країн цивілізованого світу, у працях вітчизняних учених питання впливу транспортної інфраструктури на природне середовище загалом і його біорізноманіття зокрема піднімаються доволі рідко. О. Кохан узагалі вважає, що в Україні немає дієвих розробок щодо захисту тварин від автотранспорту і акцентує увагу на необхідності управління ризиками щодо загибелі тварин на дорогах [7]. У деяких працях представлені лише окремі прояви негативного впливу автодоріг на живу природу, наприклад, загибель тварин або шуму [4; 5]. У працях А. Шаповалова [12; 13] проаналізовано можливості використання наявних інженерних споруд як біопереходів для тварин, а також наведено рейтинг регіонів України щодо їхньої забезпеченості мостами і трубами, які можуть служити для проходу тварин через автомобільні дороги. Дослідники Національного екологічного центру України визначили підходи дослідження можливих наслідків розвитку елементів транспортної мережі для формування екомережі [2; 6]. Доволі глибокий аналіз факторів впливу автомобільних доріг на навколишнє середовище представлений у праці Т. Литвиненко [8], де також структуровано шляхи запобігання негативному впливу та сформульовано екологічні принципи проектування автомобільних доріг.

Постановка завдання. Метою будь-яких природоохоронних заходів є мінімізація тих змін ландшафтів, що викликають погіршення або порушення функцій, які ці ландшафти виконують; досягти цього можна шляхом регулювання антропогенних впливів на природне середовище і особливо біоту. Виходячи із цього, метою даного дослідження є обґрунтування змісту основних видів негативного впливу геотехсистем транспортного призначення на природне середовище та визначення шляхів мінімізації й запобігання цьому впливові. Лінійні транспортні геотехсистеми (ГТС), зокрема автомобільні дороги, залізничні й водні шляхи можуть спричинити серйозні втрати біорізноманіття внаслідок фрагментації навколишнього простору. Фрагментація природних осе-

лиць визнана важливим фактором, що спричинює зниження біорізноманіття в Європі та є нині однією з головних проблем сфери охорони природи і екологічного управління. Дослідженнями встановлено, що найбільш негативно на загальний ефект фрагментації впливає саме розвиток транспортної інфраструктури.

Нині у багатьох країнах світу розроблені та упроваджуються директиви щодо будівництва доріг і залізниць, які рекомендують дієві заходи принаймні з послаблення негативних впливів, наприклад, будівництво проходів для диких тварин. Нагальним завданням для України є інтегрування питань фрагментації природних оселищ у практику планування розвитку транспортної мережі та її моніторингу, а у найближчій перспективі – упровадження європейських стандартів мінімізації ефекту автодоріг, залізниць тощо як екологічних бар'єрів з метою збереження біорізноманіття.

Основний матеріал дослідження. ГТС транспортного призначення є невід'ємним елементом інфраструктури будь-якої освоєної території. У складі таких лінійних транспортних споруд, як автодороги і залізниці, наявні два різні за ступенем антропогенного перетворення компоненти – це повністю створені людиною власні дороги і частково перетворена придорожня смуга [14]. У процесі будівництва лінійних транспортних споруд відбувається глибоке втручання у природне середовище, зокрема переміщення значної маси ґрунту, порушення поверхневого й підземного стоку, докорінна зміна рельєфу, знищення рослинного покриву тощо. У процесі експлуатації вже збудованих об'єктів характер впливу змінюється: відчутним стає вплив самої інженерної споруди (напр., дороги), транспортних засобів і перевезених вантажів, а також вплив заходів із ремонту й утримання транспортних об'єктів.

Кожен різновид лінійних транспортних ГТС має специфічні особливості. Потужний негативний вплив на природу автомобільних доріг спричинений великою шириною сучасних автомагістралей, а також тим, що автомобілі викидають у атмосферу значну кількість шкідливих речовин. Крім того, автодороги, що інтенсивно використовуються, є джерелом сильного шуму та вібрації ґрунту. Лінійні транспортні ГТС виконують у ландшафті роль гідрологічних та екологічних бар'єрів. Полотно автомобільних доріг і залізниць, а іноді й трубопроводи, є великими штучними перешкодами для поверхневого й підземного стоку. Виймання ґрунту або створення насипів змінюють мікро- і мезорельєф ландшафту, часто викликаючи масштабні зміни гідрологічного режиму прилеглої території. Виймання ґрунту може призводити до активізації ерозійних процесів і дренажу водоносних горизонтів. Штучні насипи можуть сприяти висушуванню чи надмірному зволоженню мікрокліматичних умов. Це, у свою чергу, змінює рослинність, наприклад, водноболотних угідь і прибережних оселищ. Найбільші зміни гідрологічного режиму відбуваються після створення високих земляних чи бетонних споруд. Підвищення рівня ґрунтових вод перед насипом та їхнє зниження поруч із виїмками може, зокрема, призвести до деградації лісових оселищ (зменшення приросту деревини, поширення шкідників і хвороб лісу, часто навіть загибель дерев).

Весь спектр негативного впливу транспортних систем та їхньої інфраструктури на природні ландшафти загалом і біоту зокрема проявляється у таких головних типах порушень:

- безпосередня руйнація біотопів у процесі прокладання автодоріг, залізниць, трубопроводів чи судноплавних каналів;
- хімічне забруднення навколишнього середовища викидами працюючих двигунів, залишками пально-

мастильних матеріалів, змивами хімікатів для боротьби з ожеледдю дощовими водами з полотна доріг;

- створення бар'єрного ефекту – ізоляція окремих частин біотопів, або фрагментація оселищ (дороги чи залізниці не є перешкодою лише для деяких видів організмів);
- безпосереднє зіткнення живих організмів із транспортними засобами, їхні загибель і травмування на дорогах;
- зміна гідрологічного режиму прилеглих ландшафтів;
- шум і вібрація ґрунту залежно від інтенсивності руху, властивостей покриття дороги, рельєфу, типу й конструкції залізничної колії тощо.

Вихлопи автомобільних двигунів призводять до підвищення концентрації у повітрі оксидів вуглецю й азоту, діоксиду сірки, вуглеводнів, включаючи поліциклічні ароматичні вуглеводні, діоксини тощо. Рухомі транспортні засоби є джерелами викидів важких металів – свинцю, цинку, міді, кадмію. Натрієві та хлорні забруднення є наслідком розкидання на дорогах солі взимку. Хімічні речовини забруднюють поверхневі й підземні води, ґрунти і рослинність уздовж доріг. Сполуки сірки і азоту сприяють підкисленню й евтрофікації водойм. Хімічні забруднення часто призводять до порушення біологічних функцій як окремих організмів, так і їхніх популяцій.

Через лінійний характер автодоріг, залізниць, судноплавних каналів і трубопроводів одним із найсильніших проявів їхнього впливу на біоту є розчленування цілісних природно-територіальних комплексів на окремі ізолювані ділянки та порушення їхніх життєво необхідних горизонтальних зв'язків – так званий "бар'єрний ефект". Одночасно лінійні транспортні споруди і прилегли до них смуги можуть бути каналами розповсюдження різних за походженням і характером речовин, деяких видів рослин, дрібних тварин, комах.

Одним із ключових чинників виживання видів у природі є можливість довільно переміщуватися у просторі в пошуках їжі, води, схованок тощо. Саме тому серед усіх видів впливу лінійних транспортних споруд на природне середовище і особливо біоту саме бар'єрний ефект становить найбільшу небезпеку існуючому біорізноманіттю. Бар'єрний ефект транспортних споруд штучно обмежує пересування організмів перешкодами, які відокремлюють та ізолюють природні оселища. Це негативно впливає як на окремі організми, так і на динаміку популяцій, часто навіть загрожує виживанню видів. Рівень ризику загибелі чи травмування диких тварин залежить від категорії дороги (траси) та інтенсивності руху автомобілів. Локальні дороги з низькою інтенсивністю руху мають обмежений вплив на безхребетних і дрібних ссавців. Невеликі дороги загального користування з рухом менше однієї тисячі автомобілів за добу можуть призводити до смертності й зумовлюють ефект часткового бар'єру для дрібних видів. Автодороги з інтенсивністю руху до 4–5 тис. авто на добу є вже серйозним бар'єром для багатьох уразливих видів. Магістральні дороги з інтенсивним рухом від 5 до 10 тис. автомобілів на добу стають суттєвою перешкодою для більшості наземних видів, але через сильне відштовхування від руху транспортних засобів кількість загублених тварин не збільшується. Магістралі з рухом більше 10 тис. автомобілів на добу є вже нездоланим бар'єром для будь-яких диких тварин, оскільки щільний трафік відлякує більшість видів і вбиває тих особин, які намагаються його перетнути [7].

Поділ природних оселищ лінійними транспортними спорудами на дрібніші ізолювані ділянки може настільки зменшити розміри ділянок оселища, що вони не зможуть підтримувати життєздатні популяції важливих видів, а також призвести до такої взаємної ізоляції, що особини

не зможуть пересуватися між розірваними частинами оселищ, а відтак, їхні популяції згасатимуть. Екологічні наслідки цих процесів штучної фрагментації природних оселищ нині стають однією із найсерйозніших глобальних загроз біотичному різноманіттю. На практиці взаємний сукупний прояв бар'єрних ефектів зазвичай посилює їхній негативний вплив, чим створює ефект синергізму (рис. 1). Єдиний шлях уникати ефекту розділення – зробити інфраструктуру проникною для живої природи за допомогою проходів або управління дорожніми потоками. Ретельно вибраний маршрут дороги через природні оселища видів може мінімізувати бар'єрний ефект.

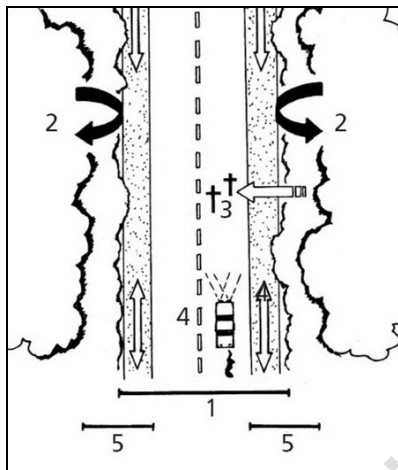


Рис. 1. Синергічний ефект впливу транспортних ГТС на природні оселища:

- 1 – втрата оселищ, 2 – створення перешкод,
- 3 – загибель і травмування тварин унаслідок зіткнення із транспортними засобами,
- 4 – забруднення, шум і вібрація,
- 5 – функціонування придорожніх смуг [15, із доп. автора]

Роль лінійних транспортних ГТС як екологічних бар'єрів зростає у міру збільшення ширини (або висоти) інженерної споруди та інтенсивності руху на дорогах. Збільшення густоти мережі транспортних магістралей може становити загрозу збереженню екологічної стабільності ландшафту. Це пов'язано із тим, що лісові масиви та інші природні комплекси є хоронителями генофонду – своєрідними біоцентрами, що пов'язані один із одним біокоридорами. Мережа біокоридорів різних рівнів утворює так званий *каркас екологічної стабільності території*, яка часто порушується транспортними магістралями.

Спорудження лінійних транспортних ГТС спричинює активізацію несприятливих екзогенних процесів, серед яких найактивнішими є водна ерозія та зсуви, особливо у процесі спорудження автодоріг високих категорій, для яких необхідно створювати значну кількість високих насипів і глибоких виїмок [11]. Дороги нижчих категорій, трубопроводи, лінії електропередач мають менш жорсткі нормативи кутів нахилу та кривизни, тому їхнє спорудження пов'язано з меншим обсягом земляних робіт. Усі дороги, у т. ч. ґрунтові, а також трубопроводи, прокладені уздовж схилів навіть незначної крутизни, унаслідок знищення рослинності, стають осередками бурливого розвитку пром'янів, ярів та інших лінійних водно-ерозійних форм.

Лінійні транспортні ГТС часто стають своєрідними руслами техногенних геохімічних міграцій шкідливих речовин. Різними видами транспорту перевозяться величезна кількість небезпечних речовин, які частково розсіюються у придорожній смузі. Акумуляція речовин, що розсіюються, може призвести до виникнення справжніх *техногенних геохімічних аномалій*. До розсіюван-

ня і розповсюдження у навколишньому середовищі шкідливих речовин зазвичай призводить транспортування небезпечних вантажів без відповідних засобів безпеки.

Вплив транспортних споруд на ландшафт через гідрологічну складову може проявлятися шляхом забруднення вод у процесі будівництва й подальшої експлуатації доріг. Передусім, це забруднення вод стоками із дороги, які містять рештки нафтопродуктів. Забруднення повітря і ґрунту токсичними речовинами, що містяться у відпрацьованих газах автомобілів, пригнічують придорожню рослинність. Акумуляція рослинами придорожньої смуги сполук свинцю спостерігається навіть за інтенсивності руху понад однієї тисячі автомобілів на добу, що робить небезпечним використання придорожніх земель для вирощування овочів та як сінокошних угідь [14].

Оскільки з усіх видів впливу лінійних транспортних ГТС на біотичні компоненти природного середовища найбільшу загрозу існуючому біорізноманіттю становить саме бар'єрний ефект, першочергово мають розроблятися шляхи запобігання й уникнення цієї загрози. Фрагментація природних оселищ унаслідок впливу транспортної інфраструктури досліджується європейськими фахівцями протягом принаймні двох останніх десятиліть. Проте залишається доволі багато невирішених частин проблеми, зокрема можливі наслідки для дикої природи, нові дані щодо впливу як на види, так і на екосистеми в різних просторових масштабах. Коли неможливо уникнути розчленування дорогою цілісних природних комплексів і оселищ, слід прагнути до *мінімізації ефекту дороги як екологічного бар'єру*. Досягти цього можна шляхом розробки і запровадження заходів, що забезпечують збереження міграційних потреб тварин, у процесі проектування та будівництва залізничних, шосейних, трубопровідних та інших транспортних магістралей, ліній електропередач, судноплавних каналів тощо.

Найкращим виходом із будь-якої конфліктної ситуації є її запобігання, а у нашому випадку – уникнення дорожньо-транспортного будівництва чи реконструкції там, де це можливо. Коли ж такої можливості немає, необхідно передбачати створення конструкцій для перетину тваринами доріг. Ці структури включають спеціальні переходи й зелені мости, кульверти (округлі або прямокутні труби під насипом чи дорогою), дренажні труби тощо. Жодна із конструкцій не дозволяє забезпечити перетин усіх видів тварин, які мають намір переміститися на інший бік дороги. Утім, орієнтуючись на потреби одного або декількох видів великих ссавців, можна забезпечити зв'язність території на достатньому рівні для більшості наземних видів [2]. Хоча раніше більшість із уже побудованих переходів не передбачали їхнього екологічного призначення, тим не менш вони певною мірою здатні виконувати міграційні функції. Деякі ссавці уникають перетину дороги з рухом незначної інтенсивності, тому відповідні конструкції необхідні навіть на дорогах низьких категорій.

Переходи над дорогами найчастіше призначені для поліпшення можливостей перетину великими ссавцями завантажених магістралей. Переходи мають ширину від 30 до 50 м, але можуть досягати 200 м. Переходи під дорогами включають віадуки, кульверти, мости, водопропускні та дренажні труби. Копитні, наприклад, віддають перевагу високим і широким мостам. Якщо траса дороги є важкопрохідною для великих тварин, доцільно створювати для них спеціальні проходи або віадуки – у лісових районах через кожні 2–3 км, у безлісних – через 10–15 км [14]. Оскільки дрібні ссавці, амфібії, рептилії та комахи для своєї безпеки потребують рослинного покриву, проходи під дорогою мають бути розташовані достатньо високо, щоб забезпечити рослинність соняч-

ним світлом, аби вона могла зростати під ними. Привабливість тунелів можна підвищити, якщо їхнє дно вкрити натуральним субстратом, а у місцях, де дно вкрите водою, установити над рівнем води полицьки, аби сухопутні види отримали сухий шлях крізь конструкцію. Важливо, щоб низ тунелю був на одному рівні із прилеглою землею поверхнею.

Важливою умовою нормального функціонування дорожньо-транспортних ГТС є утримання в порядку водопропускних споруд, особливо труб невеликого діаметра, оскільки їхня закупорка спричиняє порушення гідрологічного режиму придорожньої території, а також заболочування, загибель лісу тощо. Потрібно контролювати, щоб проходи не забивалися наносами або мулом, гілками, піском, сміттям, що перешкоджає руху тварин, і своєчасно розчищати їх. Дрібні ссавці, хижакі і рептилії уникають таких конструкцій. Огорожі ніколи не повинні блокувати входи до конструкцій проходів, а навпаки – спрямовувати тварин до них.

Транспортна стратегія України на період до 2020 р. [10] одним зі шляхів екологізації будівництва та утримання автомобільних доріг передбачає упровадження технічних засобів зниження негативного впливу автомобільних доріг на природне середовище (шумозахисні екрани, водоочисні споруди, біопереходи, огорожі тощо). У цьому документі вперше в українському законодавстві застосовується термін "біоперехід", який Державними будівельними нормами визначається як спеціальна транспортна споруда у вигляді моста або труби, призначена для проходів диких або домашніх тварин [3]. Проте, незважаючи на запровадження терміну, у нормативних документах на будівництво доріг не розроблено вимог щодо улаштування таких переходів – їхніх видів, кількості, величини, розташування. Біопереходи, що вже існують, зазвичай використовуються виключно для прогонів домашньої худоби.

Оптимальне сполучення лінійних транспортних ГТС із природним середовищем залежить і від того, наскільки вдається протидіяти розвитку небажаних екзогенних процесів, що погрожують стійкості й самих інженерних споруд. Також важливе значення має формування *придорожньої смуги*, яка є перехідною зоною від технічної споруди до природної підсистеми. Узбіччя, як елемент транспортної інфраструктури, можуть бути оселищами для деяких видів диких тварин. Водночас вони можуть спрямовувати тварин у місця, де збільшується їхня смертність, а також узбіччя служать середовищем поширення чужорідних видів. Придорожні смуги можуть забезпечувати зв'язність елементів екомережі й функціонувати як міграційні коридори, особливо у сільськогосподарських ландшафтах.

За умов належного догляду й управління, узбіччя можуть доповнювати і навіть збагачувати прилеглі ландшафти, природні компоненти яких сильно порушені. Тим не менше, узбіччя не можуть бути повноцінними природними оселищами внаслідок значного порушення та забруднення. Унаслідок цього видовий склад придорожніх спільнот значною мірою збіднений, відрізняється високою часткою немісцевих і рудеральних видів. На стан придорожніх смуг як оселищ диких тварин та їхнє біорізноманіття значною мірою негативно впливає діяльність щодо їхнього утримання і благоустрою – підрізка дерев і чагарників, скошування трав'янистої рослинності, очищення каналів і водопропускних труб, тунелів, улаштування парканів, проходів для фауни та інші заходи.

Автомобільні й залізничні узбіччя можуть функціонувати як міграційні екокоридори, що надають простір для пересування диких видів. При цьому коридорна функція узбіччя може мати як позитивні, так і негативні наслідки.

Позитивний ефект досягається передусім створенням коридорів для дрібних ссавців і комах, особливо у міських чи приміських районах. Негативні наслідки зазвичай пов'язані із поширенням чужорідних видів і бур'янів уздовж транспортних коридорів через посилений рух повітря, а також із перевезенням транспортними засобами насіння чи саджанців. Дорожні узбіччя у певні періоди року можуть бути основним джерелом лісових пожеж.

Широкі придорожні смуги, які контрастують із навколишньою рослинністю (напр., укрите травою узбіччя переходить у лісовий ландшафт), можуть посилювати бар'єрний ефект дороги і збільшувати ізоляцію оселища. Узбіччя можуть сприяти поширенню агресивних чужинних видів або хижаків. Водночас широкі узбіччя у лісовій місцевості сприяють зменшенню ймовірності зіткнення великих ссавців із транспортними засобами, збільшуючи видимість як для тварин, так і для водіїв. Схили насипів і виїмок повинні мати незначний ухил та відповідно випуклу або увігнуту форму, що наближає їх до природних форм рельєфу. Удале озеленіння придорожньої смуги вирішує низку екологічних завдань, зокрема запобігання забрудненню повітря, вод і ґрунтів прилеглих до дороги території. За інтенсивності руху понад тисячу транспортних засобів на добу необхідно створювати уздовж автодоріг буферні смуги, виключені із сільськогосподарського використання. Загальна середня ширина смуг не має бути меншою за 15–20 м [1]. Траву, скошену в їхніх межах, не можна використовувати як корм для домашніх тварин, оскільки в ній накопичуються токсичні речовини.

Багато проблем виникає у процесі організації зимового утримання доріг. Відомі протиожеледні рідини та реагенти виготовляються переважно на основі метилового спирту, нітратів і хлоридів. Навіть невелика кількість метилового спирту викликає смертельне отруєння, сліпоту; нітрати отруюють ґрунти і водойми; хлориди викликають засолення ґрунтів, знищення рослинного й тваринного світу. Нині як протиожеледні матеріали широко застосовуються технічні солі, яких у сильвінітових відвалах калійних комбінатів України накопичена велика кількість. Технічні солі є найдешевшими з усіх відомих матеріалів, придатних для боротьби із зимовою слизькістю шляхів. Щодо протиожеледних рідких композиційних сумішей на основі хлористих солей, то їхнім головним недоліком є корозійна агресивність до металевих частин автомобілів і негативний вплив на живі організми. Отже, поки що практично не існує ефективніших та менш шкідливих засобів боротьби із ожеледцею на дорогах, ніж сіль. Слід обмежувати можливості розповсюдження сольових розчинів у придорожній смузі, а також утримуватися від застосування хімікатів восени, коли вегетаційний період ще не закінчився, та навесні, коли він уже розпочався.

Виходячи із вищезазначеного, головним завданням геоecологічного проектування будь-яких транспортних ГТС має бути недопущення або зведення до мінімуму прояву негативних тенденцій у взаємовідносинах природної й технічної підсистем геотехсистеми. Передусім ідеться про урахування *профілактичних (превентивних)* природоохоронних заходів. Зазвичай розробка варіантів прокладання траси майбутньої дороги здійснюється з урахуванням виключно техніко-економічних показників, а вплив дороги на природне середовище частково розглядається тільки у разі наявності вибору того чи іншого варіанта траси. Геоecологічний принцип *повсюдності* природоохоронних заходів передбачає різний ступінь захисту природних об'єктів залежно від важливості їхнього збереження. При цьому можливі три варіанти природоохоронних підходів, що відображають ступінь перетворення природного середовища внаслідок

док будівництва доріг: 1) максимальний захист, тобто збереження важливих природоохоронних об'єктів у природному стані шляхом трасування дороги в обхід; 2) рекультивация ландшафтів, порушених у процесі будівництва; 3) благоустрій придорожньої смуги, тобто озеленення та інші заходи, спрямовані на відновлення геосистем, зачеплених будівництвом дороги [14].

10 квітня 2017 р. Міністерство інфраструктури України оприлюднило Проект Національної транспортної стратегії України на період до 2030 р. [9], розроблений у рамках другого компоненту проекту технічної допомоги ЄС "Підтримка імплементації Угоди про асоціацію та Національної транспортної стратегії в Україні" для забезпечення комплексного бачення глобальних пріоритетів транспортної політики і визначення напрямків розвитку галузі на період до 2030 р. Європейські стандарти та положення Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом передбачають, окрім економічної й соціальної, також екологічну складову. Тому заходи щодо зменшення негативного впливу транспортної інфраструктури на довкілля мають здійснюватися шляхом урахування об'єктів екологічної мережі, міграційних шляхів, забезпечення збереження єдності природних екосистем при плануванні, проектуванні, будівництві транспортних шляхів та інфраструктури, будівництва спеціальних переходів і захисних огорожень у місцях міграції диких тварин.

Щодо будівництва спеціальних переходів, поки що маємо лише проекти. Наприклад, багато років тривають розмови про Велику кільцеву автодорогу навколо Києва протяжністю 214 км, під "тілом" якої начебто передбачені переходи для перегону худоби і біопереходи для міграції диких тварин. 2017 р. Укравтодор ініціював розробку проектної документації для будівництва Північної об'їзної дороги у м. Львів довжиною 24 км, де для забезпечення міграції диких тварин має бути споруджений біоперехід у вигляді конструкції із металевих гофрованих елементів. Чи будуть ці проекти реалізовані найближчим часом, поки що невідомо. Для порівняння: у одних лише Нідерландах нині збудовано більше 600 тунелів під головними і другорядними дорогами, у тому числі найдовший у світі екодук протяжністю 800 м [17].

Висновки. Головними факторами несприятливого впливу транспортних ГТС на природне середовище і його біотичну складову є шум, забруднення атмосфери продуктами згоряння палива, електромагнітне опромінення, забруднення поверхневих і підземних вод, ґрунтів тощо. Ключовим фактором впливу доріг на популяції диких тварин є фрагментація простору та порушення міграційних шляхів. Для майбутнього вивчення можливих конфліктів транспортних ГТС із довкіллям потрібно залучення нових інструментів, зокрема, комп'ютерного просторового моделювання для створення операційних критеріїв дизайну розвитку транспортної інфраструктури. Дані дистанційного зондування оселищ у поєднанні із географічними інформаційними системами (ГІС) можуть забезпечити мінімізацію негативних наслідків фрагментації оселищ. Одним із найважливіших завдань екологічних досліджень у цій сфері є прогнозування наслідків впливу транспортної інфраструктури на особини чи популяції кожної окремої ділянки.

Коли фрагментарність території України практично не залишає ділянок, достатніх для природного пересування і відтворення певних популяцій видів, розвиток дорожньо-транспортних ГТС не може зводитися лише до реалізації окремих проектів, а потребує системної екологічної оцінки. Потреба у здійсненні екологічної оцінки пояснюється тим, що легше виявити й запобігти негативним для довкілля наслідкам ще на стадії планування і проек-

тування, ніж виявляти й долати їх на стадії реального функціонування транспортних ГТС. Адже екологічна оцінка зосереджена на всебічному аналізі можливого впливу запланованої діяльності на природне середовище та його біорізноманіття й подальшому використанні результатів цього аналізу для запобігання чи пом'якшення несприятливих наслідків. Нині стає очевидним, що для кращого розуміння впливу на природу потрібно передусім удосконалювати методологію оцінки та прогнозування впливів із метою ефективної протидії наслідкам фрагментації природного середовища у майбутньому.

Список використаних джерел

1. Гавриленко О. П. Геоекологічні проблеми проектування, будівництва та експлуатації транспортних геотехнічних систем Чернівецької області / О. П. Гавриленко // Ландшафти та геоекологічні проблеми Дністровсько-Прутського регіону. – Чернівці, 2005.
2. Гавриленко В. М. Розвиток екомережі із врахуванням елементів транспортної мережі (визначення підходів та пілотного регіону) / В. М. Гавриленко, О. М. Деркач, Г. В. Коломійець та ін. // Вісн. Кам'янець-Подільськ. ун-ту імені І. Огієнка. Серія Екологія. – Кам'янець-Подільський, 2016. – Вип. 1.
3. Державні будівельні норми України: Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження і випробування. ДБН В.2.3-6:2009. – К., 2009.
4. Загороднюк І. В. Загибель тварин на дорогах: оцінка впливу автотранспорту на популяції диких і свійських тварин / І. В. Загороднюк // Фауна в антропогенному середовищі. – Луганськ, 2006.
5. Коротченко М. В. Дослідження ефективності акустичних екранів на автомобільних дорогах України / М. В. Коротченко, Ю. С. Шевченко // Сучасні комп'ютерно-інноваційні технології проектування, будівництва, експлуатації автомобільних доріг і аеродромів. – 2012. – № 6.
6. Кохан О. В. Технічні параметри для екобезпечного переходу диких тварин через автодороги України / О. В. Кохан, Я. І. Мовчан // Стан природних ресурсів, перспективи їх збереження та відновлення. – Дрогобич, 2012.
7. Кохан О. В. Управління ризиками щодо загибелі тварин на дорогах України / О. В. Кохан // Вісн. Кам'янець-Подільськ. ун-ту імені І. Огієнка. Серія Екологія. – Кам'янець-Подільський, 2016. – Вип. 1.
8. Литвиненко Т. П. Екологічні принципи проектування автомобільних доріг / Т. П. Литвиненко // Галузеве машинобудування, будівництво. – 2013. – Вип. 4(39). – Т. 2.
9. Оновлена транспортна стратегія України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://mtu.gov.ua/files/strategy_ukr.pdf.
10. Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2020 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 № 2174-р [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-%D1%80>.
11. Степура В. С. Основи експлуатації автомобільних доріг і аеродромів: навч. посіб. / В. С. Степура, А. О. Белятинський, Н. В. Кужель. – К., 2013.
12. Шаповалов А. Л. Обґрунтування організації біопереходів для тварин / А. Л. Шаповалов, Т. В. Бондар // Вісн. ХНАДУ. – 2011.
13. Шаповалов А. Л. Дослідження біопереходів для тварин на автомобільних дорогах України / А. Л. Шаповалов // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 2013.
14. Шищенко П. Г. Геоекологічне обґрунтування проектів природокоористування: підручник / П. Г. Шищенко, О. П. Гавриленко. – К., 2014.
15. COST 341. Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure. Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions // Web source: http://www.iene.info/wp-content/uploads/COST341_Handbook.pdf.
16. Seiler A. Ecological effects of roads // Web source: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.556.1764&rep=rep1&type=pdf>.
17. Wildlife Crossings Around the World // Web source: <http://www.amusingplanet.com/2012/07/wildlife-crossings-around-world.html>.

References

1. Havrylenko O. P. Neoeekologichni problemy proektuvannya, budivnytstva ta ekspluatatsii transportnykh geotekhnicheskikh sistem Chernivets'koi oblasti / O. P. Havrylenko // Landshafy ta heoekologichni problemy Dnistrovsko-Prut'skoho rehionu. – Chernivtsi, 2005.
2. Havrylenko V. M. Rozvytok ekomerezh z vrakhuvanniam elementiv transportnoi merezhi (vyznachennia pidkhodiv ta pilotnoho rehionu) / V. M. Havrylenko, O. M. Derkach, H. V. Kolomyiets ta in. // Visnyk Kam'ianets-Podil'skoho universytetu imeni I. Ohienka. Seria Ekologia. – Kam'ianets-Podil'skyi, 2016. – Vyp. 1.
3. Derzhavni budivelni normy Ukrainy: Sporudy transportu. Mosty ta truby. Obstezhennia i vyprobuvannia. DBN V. 2.3-6:2009. – K, 2009.
4. Zahorodniuk I. V. Zahybel tvaryn na dorohakh: otsinka vplyvu avtotransportu na populatsii dykykh i sviyskykh tvaryn / I. V. Zahorodniuk // Fauna v antropohennomu sere dovys'chi. – Luhansk, 2006.
5. Korotchenko M. V. Doslidzhennia efektyvnosti akustychnykh ekraniv na avtomobilnykh dorohakh Ukrainy / M. V. Korotchenko, Iu. S. Shevchenko // Suchasni komp'uterno-innovatsiini tekhnologii proektuvannya, budivnytstva, ekspluatatsii avtomobilnykh dorih i aerodromiv. – 2012.

6. Kokhan O. V. Tekhnichni parametry dlia ekobezpechnoho perekhodu dykyykh tvaryn cherez avtodorohy Ukrainy / O. V. Kokhan, Ia. I. Movchan // Stan pryrodnykh resursiv, perspektyvy yikh zberezhennia ta vidnovlennia. – Drohobych, 2012.
7. Kokhan O. V. Upravlinnia ryzykamy shchodo zahybeli tvaryn na dorohakh Ukrainy / O. V. Kokhan // Visnyk Kam'ianets-Podilskoho universytetu imeni I. Ohienka. Seriya Ekolohiia. – Kam'ianets-Podilskiy, 2016. – Vyp. 1.
8. Lytvynenko T. P. Ekolohichni pryntsyпы proektuvannia avtomobilnykh dorih / T. P. Lytvynenko // Haluzeve mashynobuduvannia, budivnytstvo. – 2013. – Vyp. 4(39). – T. 2.
9. Onovlena transportna stratehiia Ukrainy [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: http://mtu.gov.ua/files/strategy_ukr.pdf.
10. Pro skhvalennia Transportnoi stratehiia Ukrainy na period do 2020 roku: Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 20.10.2010 № 2174-r [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-%D1%80>.
11. Stepura V. S. Osnovy ekspluatatsii avtomobilnykh dorih i aerodromiv: navch. pos. / V. S. Stepura, A. O. Bieliatynskiy, N. V. Kuzhel. – K., 2013.

12. Shapovalov A. L. Obgruntuvannia orhanizatsii bioperekhodiv dlia tvaryn / A. L. Shapovalov, T. V. Bondar // Visnyk KhNADU. – 2011.
13. Shapovalov A. L. Doslidzhennia bioperekhodiv dlia tvaryn na avtomobilnykh dorohakh Ukrainy / A. L. Shapovalov // Avtomobilni dorohy i dorozhnie budivnytstvo. – 2013.
14. Shyshchenko P. H. Heoekolohichne obhruntuvannia proektiv pryrodokorystuvannia: pidruchnyk / P. H. Shyshchenko, O. P. Havrylenko. – K., 2014.
15. COST 341. Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure. Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions // Web source: http://www.iene.info/wp-content/uploads/COST341_Handbook.pdf.
16. Seiler A. Ecological effects of roads // Web source: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.556.1764&rep=rep1&type=pdf>.
17. Wildlife Crossings Around the World // Web source: <http://www.amusingplanet.com/2012/07/wildlife-crossings-around-world.html>.

Надійшла до редколегії 02.10.17

Е. Гавриленко, канд. геогр. наук, доц.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ТРАНСПОРТНЫЕ ГЕОТЕХСИСТЕМЫ КАК ФАКТОР ПОТЕРИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Исследованы проявления негативного влияния геотехсистем (ГТС) транспортного предназначения на природную среду и определены пути минимизации и предупреждения этого влияния. Определено фрагментацию окружающего пространства как наиболее негативного среди всех видов влияния линейных транспортных ГТС на природную среду. Фрагментация природных местообитаний диких видов во всем мире признана фактором, снижающим биоразнообразие. Раскрыты другие проявления вмешательства человека в природную среду в процессе строительства линейных транспортных сооружений, последствиями чего являются значительные нарушения биотических компонентов природных ландшафтов. Это, прежде всего, полное или частичное разрушение биотопов из-за искусственно созданного барьерного эффекта – разделение (фрагментация) природных местообитаний на изолированные участки. Кроме того, транспортные ГТС являются причиной химического загрязнения окружающей среды, нарушения режима поверхностного и подземного стока, перестройки рельефа, уничтожения растительного покрова, шума и вибрации почвы, активизации неблагоприятных экзогенных процессов, гибели и травмирования живых организмов в результате их столкновения с транспортными средствами.

Обоснована необходимость минимизации эффекта дороги как экологического барьера с целью уменьшения потерь существующего биоразнообразия. Главным путем сохранения миграционных потребностей диких животных предложено создание специальных конструкций для пересечения животными дорог – экодуктов: биопереходов и мостов, кульвертов, дренажных труб и т. д. Рассмотрено значение обочин как переходных зон от технического сооружения до природной подсистемы в составе транспортной ГТС, которые могут обеспечивать связанность элементов экосети и функционировать как миграционные коридоры для перемещения диких видов, а также дополнять и обогащать прилегающие сильно нарушенные ландшафты. Предложены меры по оптимизации зимнего содержания дорог.

Ключевые слова: геотехсистемы транспортного предназначения, фрагментация местообитаний, биоразнообразие, разрушение биотопов, экодук, связанность природной среды.

O. Gavrylenko, PhD Geography, Associate Professor
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

TRANSPORT GEOTECHNICAL SYSTEMS AS A FACTOR OF LOSS BIODIVERSITY

The content of the main types of negative influence of geotechnical systems (GTS) of transport purpose on the natural environment was investigated and ways of minimization and prevention of this influence were determined. Functioning of technical elements of linear transport GTS – highways, railways and waterways has serious consequences in the form of fragmentation of the surrounding space. Fragmentation of natural habitats of wild species around the world is recognized as a factor that reduces biodiversity. Among all the negative impacts of man on nature, the most important contribution to the overall effect of fragmentation is caused by the development of transport infrastructure itself. Deep interference in the natural environment during the construction of linear transport structures is revealed, the consequences of which are significant violations of natural landscapes and especially their biotic components. It causes complete or partial destruction of biotopes. Building of roads, railways, pipelines or navigable channels artificially forms a barrier effect – the isolation of individual parts of biotopes, or fragmentation of settlements. In addition, the GTS of transport purpose causes chemical pollution of the environment by emissions from vehicles, chemicals for the control of ice-colds, etc. During the construction of transport infrastructure objects, significant volumes of soil are displaced, surface and underground runoff and the regime of adjacent landscapes are violated, relief is radically changing, vegetation is destroyed. The movement of vehicles is the reason of the soil noise and vibration. Construction of linear transport GTS causes intensification of unfavorable exogenous processes, among which the most active are water erosion and landslides. Finally, cases of direct contact of living organisms with vehicles, their death and injuries on the roads are getting more frequent.

The primary objective of reducing the risks for existing biodiversity is substantiated – the desire to minimize the effect of the road as an environmental barrier. That is, in the process of designing and constructing various transport highways, there should be developed and implemented measures that will ensure the conservation of migratory needs of wildlife. In cases where it is impossible to avoid road construction or reconstruction, it is necessary to create structures for animals crossing the roads – ecoducts. These are special bioprocesses and green bridges, culverts, drainage pipes, and the like.

The value of road bands of highways and railways as transition zones from technical construction to the natural subsystem as part of transport GTS is considered. In addition, the sidewalk is a habitat for many wildlife species, and also often serves as an environment for the spread of alien species. Road bands can ensure the connectivity of the ecological network elements and function as migratory corridors for the movement of wild species, can complement and enrich the surrounding landscapes, the natural components of which are severely affected. In the process of organizing winter maintenance of roads it is necessary to limit the distribution of saline solutions in the road lane, and also to refrain from using chemicals in fall, when the growing season is not over, and in spring, when it has already begun.

Ukraine is now far behind the leading countries in developing a regulatory framework for the construction of transport infrastructure, taking into account the reduction of negative impacts on biota, in particular the creation of wildlife passage for wildlife crossings. Therefore, the most important task of Ukraine in this area is to integrate the issues of fragmentation of natural settlements into the planning of transport network development and its monitoring, and in the long term – to develop European environmental standards in reducing fragmentation of landscapes by highways, railways, etc.

Keywords: transport destination geotechnical systems, habitats fragmentation, biodiversity, biotopes destruction, ecoduct, connectivity of the environment.