

УДК 598.279.23(477.61)

Загибель тварин на дорогах: оцінка впливу автотранспорту на популяції диких і свійських тварин

Ігор Загороднюк

Загибель тварин на дорогах: оцінка впливу автотранспорту на популяції диких і свійських тварин. — Загороднюк І. — Дороги є одним з найпотужніших чинників редукції популяцій більшості наземних хребетних. Основною групою жертв є ссавці та амфібії (30–60 %), інші групи реєструються рідше (до 10 %). Відсоток загибелі свійських тварин особливо значний на швидкісних трасах, натомість дикі тварини переважають серед жертв на присілкових дорогах. Показник вразливості хребетних тварин на дорогах України сягає 5–8 жертв на 100 км дороги за добу.

Ключові слова: дороги, екологічні ефекти, дорожня смертність, популяції тварин, Україна.

Адреса: Природничо-географічний факультет, Луганський національний педагогічний університет, вул. Оборонна 2, Луганськ, 91011, Україна. E-mail: zoozag@ukr.net.

Mortality of animals on roads: assessment of vehicle traffic's influence at populations of wild and domestic animals. — Zagorodniuk I. — Roads are one of the most powerful factors of populations' reduction in most terrestrial vertebrates. Main group of victims is mammals and amphibians (30–60 %); other groups are registered more rarely (less than 10 %). A percentage of domestic animals' mortality is especially big on highways, whereas wild animals dominate among victims on country roads. Index of vertebrates' mortality on roads of Ukraine reaches 5–8 victims per 100 km of a road for one day.

Key words: roads, ecological effects, road mortality, animals' populations, Ukraine.

Address: Natural Science Faculty, Luhansk National Pedagogical University, 2 Oboronna str., Luhansk, 91011, Ukraine. E-mail: zoozag@ukr.net.

Вступ

Наш час характеризується небаченими масштабами транспортних перевезень. Транспорт обслуговує промисловість і сільське господарство, велика його частина задіяна у обслуговування людей. Відповідно, збільшуються і масштаби шкоди, якої транспорт завдає природі. Один з законів екології — Б. Коммонера — стверджує: *за все потрібно платити*. Платять не лише люди, за зростання обсягу вантажоперевезень своїм життям розплачуються дикі тварини (Seiler, 2001). В Києві на тисячу жителів у 1965 р. було 10 автомобілів, у 2000 р. — 150, за розрахунками на 2020 р. матимемо 300 автомобілів (Білявський та ін., 2004). Дороги, залізниці і рух на них порушують екологічні процеси, збільшують смертність тварин, ведуть до деградації екосистем та ізоляції популяцій. На дорогах гине багато диких тварин, які потрапляють під колеса машин або зіштовхуються з ними в польоті. Зростаюча громадська вимога до запобігання впливів на середовище потребує оцінок втрат фауни та екологічно виваженого планування транспортної інфраструктури (Seiler, 2001; Dodd et al., 2003). Ці проблеми активно обговорюються в усіх країнах світу, проте в Україні ця тема незаймана: запити в пошукових системах Інтернету на цю тему українською мовою дають лише кілька відповідей про компенсації збитків від загибелі на дорогах худоби.

Метою роботи стало вивчення проблеми загибелі тварин на дорогах і впливу автотранспорту на стан популяції диких тварин. Для цього поставлено задачі: 1) оцінити основні типи впливу транспорту на популяції хребетних; 2) оцінити масштаби загибелі хребетних на автомагістралях України; 3) порівняти дані щодо кількості жертв різних систематичних груп.

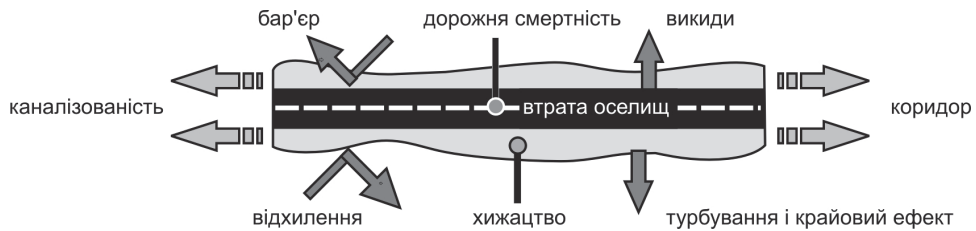


Рис. 1. Головні екологічні ефекти дороги: втрата і трансформація біотопів, турбування через викиди і крайові ефекти, бар'єр та відхилення, смертність через рух і хижацтво, каналізованість або коридорний ефект. Разом всі ефекти ведуть до фрагментації оселищ (за: Zande et al., 1980; Seiler, 2001).

Екологічні ефекти доріг

Дороги породжують величезну кількість ефектів, які прямо або опосередковано впливають на фауну. Серед них можна виділити п'ять головних (рис. 1). Ключовим фактором впливу доріг на популяції диких тварин є фрагментація простору і порушення міграційних шляхів.

Комунікаційно-стрічкові ландшафти. Мережа автодоріг займає величезні площі. Для прокладання дороги завширшки 4 м знищують 1 га природних біотопів на кожні 2,5 км траси. Транспортні зони формують специфічні комунікаційно-стрічкові ландшафти, що відрізняються переважанням антропогенних факторів середовища. Ґрунти пришляхових екоотопів є антропогенізованими (будівельне сміття, засоленість, забруднення карбідами і викидами транспорту) і ущільненими (Кучерявий, 2001). У придорожніх біотопах домінує рудеральна рослинність.

Впливи на тваринний світ. Існує два типи впливів транспорту на тварин: (а) тварини гинуть від транспорту при спробах здолати ізоляційні ефекти доріг; (б) на фауну узбіч впливають транспортні викиди та інші антропогенні фактори (внесення солі, гербіцидів), що веде до формування антропогенних зооценозів. Останні відрізняються (1) зміненою структурою угруповань, (2) наявністю емігрантів і втратою синекологічних зв'язків з сусідніми ценозами; (3) впливом заходів догляду за узбіччям доріг (постійне скошування, рубки, використання гербіцидів) (Seiler, 2001).

Атрактивні особливості доріг. Узбіччя є шляхами проникнення евритопних, а також ксеро-, геліо-, та термофільних форм. Деякі види знаходять тут оптимальні умови внаслідок великої кількості корму у вигляді мертвих хребетних. Птахи, особливо комахоїдні, знаходять на проїзній частині масу розчавлених комах. Це приваблює й інших комахоїдів (їжаки, кажани). Рослиноїдні птахи (напр., горобці і дрозди) знаходять тут фрукти, ягоди, насіння. Придорожні стрипоценози приваблюють велику кількість комах-фітофагів, а також птахів і ссавців. У багатьох регіонах тут домінує сорока, яка поїдає пташенят багатьох гніздових птахів.

Фрагментація місця оселення. Фрагментація оселищ є причиною згасання популяції багатьох популяцій. Дороги можуть створювати бар'єри для міграцій тварин, породжувати крайові ефекти і викликати смерть. Не дивлячись на серйозність цих потенційних загроз, дотепер отримано небагато емпіричних даних з цієї теми, проте вони інтенсивно накопичуються. Показано, зокрема, що дороги є фактором обмеження потоку генів між локальними популяціями багатьох видів, у тому числі для жаб виду *Rana temporaria* (Reh, Seitz, 1990; цит. за: Seiler, 2001); через високу дорожню смертність чисельність їжаків є низькою на віддалі до 400 м від дороги (Huijser, Bergers, 2000). Суттєва дорожня смертність встановлена для борсука (*Meles meles*), рисі (*Felis lynx*) (Kramer-Schadt et al., 2004), багатьох видів копитних по всій Європі (Groot-Bruinderink, Hazebroek, 1996).

Фактор інтенсивності руху транспорту. Для багатьох груп тварин (зокрема, для амфібій) показано, що чисельність популяцій, оточених дорогами, має зворотній зв'язок з інтенсивністю руху, і частка популяції, що гине на дорогах, закономірно зростає зі збільшенням інтенсивності руху. По-над те, впливи дорожньої смертності не обмежені ні географічно, ні таксономічно: такі висновки випливають з аналізу більшості публікацій, що присвячені темі смертності тварин на дорогах. Зокрема, дослідження, проведені у штаті Новий Південний Уельс, показали, що дороги негативно впливають на більшість видів дикої фауни, хоча вплив різних типів автодоріг і ландшафтних особливостей на дорожню смертність дикої фауни є різним (Teylor, Goldinday, 2004).

Матеріал та методика

Первинні дані щодо реєстрацій загиблих тварин на автомагістралях зібрано протягом 2002–2005 років в різних регіонах України, проте для статистичного аналізу вибірку обмежено даними за 2004 рік, зібраними в літній час на території Закарпаття та деяких інших регіонів (табл. 2–3). Весь масив даних поділено на дві частини: (1) реєстрації на швидкісних магістралях і (2) реєстрації на присілкових дорогах (з асфальтовим покриттям). Для оцінки частоти трапляння видів серед жертв транспорту розраховано частку кожного виду в кожній серії спостережень і частоту трапляння видів у перерахунку на 100 км доріг (виміри відстаней — за: Encarta, 2001). Всі зареєстровані жертви розглядалися як жертви одного дня: в усіх перевірених випадках дрібні тварини розтягаються хижаками, більш крупних легко ідентифікувати як загиблих у попередні дні.

Результати

Приклади з одного лише польового сезону 2004 року безкінечні: розчавлені черепахи в районі Поліського заповідника після навчань МЧС, збитий кабан (і збита ним машина) на автотрасі вздовж Київського водосховища, десятки загиблих вужів на природному міграційному шляху біля с. Балівка на Полтавщині, півтора десятки трупів веретільниць на мало експлуатованій дорозі в Жукинському лісництві біля Десни; трупи жаб, ящірок, мишей та змії на дорозі до водоспаду Воеводин; тхір, журавлення, вужі та десятки різних амфібій на дорогах біля Станичанського рибгоспу.

Статистика жертв. Список жертв на облікованих ділянках склав 124 особини 24 видів хребетних (табл. 1–2). Основною групою жертв на швидкісних автошляхах є свійські коти (36 %) і собаки (33 %): на них випадає 2/3 усіх жертвоприношень фауни дорогам. Перелік видів жертв автодоріг у порядку зменшення частоти реєстрації наведено у таблиці 1. Очевидно, що він далеко не повний, і в різних місцях матимемо різну картину, проте головні особливості залишаються сталими: тут домінують собаки і коти, у "другому ешелоні" йдуть їжаки, лиси, кажани, тобто консументи II порядку. На присілкових дорогах зареєстровано 82 особини 19 видів. Тут основними видами жертв є ропуха зелена (34) і жаба трав'яна (15). На їхню частку випадає 65 % усіх жертв.

Таблиця 1. Розподіл видів-жертв за частотою їх знахідок на присілкових та швидкісних автомагістралях

Присілкові дороги (320 км)	Кількість	%	Швидкісні траси (735 км)	Кількість	%
Ропуха зелена	34	41,5	Кіт свійський	15	35,7
Жаба трав'яна	15	18,3	Собака свійський	14	33,3
Їжак білочеревий	12	14,6	Їжак білочеревий	4	9,5
Горобець хатній	3	3,7	Лисиця звичайна	2	4,8
Собака свійський	2	2,4	Вечірниця руда	2	4,8
Кіт свійський	2	2,4	Кіт дикий	1	2,4
Ховрах подільський	2	2,4	Миша жовтогруда	1	2,4
Нетопир лісовий	1	1,2	Вивірка звичайна	1	2,4
Лисиця звичайна	1	1,2	Сорокопуд терновий	1	2,4
Єнот уссурійський	1	1,2	Грак	1	2,4
Борсук європейський	1	1,2	Разом швидкісні	42	100,0
Білозубка мала	1	1,2			
Миша хатня	1	1,2			
Сорока	1	1,2			
Грак	1	1,2			
Голуб сизий	1	1,2			
Дрізд співочий	1	1,2			
Повзик	1	1,2			
Вуж звичайний *	1	1,2			
Разом присілкові	82	100,0			

* Дані по плазунам (особливо ящіркам) далеко не повні.

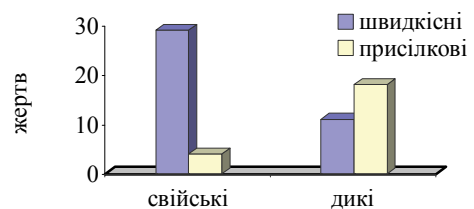


Рис. 2. Розподіл числа загиблих свійських і диких ссавців на швидкісних і присілкових дорогах.

Таблиця 2. Дані про загибель ссавців та інших груп хребетних тварин на швидкісних магістралях Закарпаття та деяких інших регіонів (обліки 2004 року; загальна довжина маршрутів склала 735 км, кількість жертв — 42 особини 10 видів, у тому числі 40 особин ссавців і 2 птахи) *

Дата	Автотраса	км	Σ	Розподіл жертв за видами ссавців **								Інші групи	
				FC	CF	EC	VV	NN	FS	ST	SV		
01.05.04	Ужгород – Мукачеве	40	2	1	1	–	–	–	–	–	–	–	
25.05.04	Чоп – Ужгород	20	2	–	–	–	–	2	–	–	–	–	
26.06.04	Ужгород – Мукачеве	40	2	–	2	–	–	–	–	–	–	–	
26.06.04	Мукачеве – Виноградів	40	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	
26.06.04	Вилок – Виноградів	15	1	–	–	–	–	–	1	–	–	–	
11.07.04	Мукачеве – Ужгород	40	6	2	4	–	–	–	–	–	–	–	
17.07.04	Ужгород – Мукачеве	40	3	1	2	–	–	–	–	–	–	–	
23.07.04	Ужгород – Мукачеве	40	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	
23.07.04	Ужгород – Синевир	100	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–	
23.07.04	Мукачеве – Хуст	50	2	–	–	2	–	–	–	–	–	–	
10.08.04	Ужгород – Мукачеве	40	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	
11.08.04	Ужгород – Мукачеве	40	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	
12.08.04	Ужгород – Мукачеве	40	2	1	–	–	–	–	–	1	–	–	сорокопуд тереновий (n=1)
28.08.04	Ужгород – Мукачеве	40	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	
04.09.04	Ужгород – Мукачеве	40	3	–	–	2	–	–	–	–	–	1	
04.09.04	Мукачеве – Берегове	30	2	1	1	–	–	–	–	–	–	–	
21.10.04	Ужгород – Мукачеве	40	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	
30.10.04	Ташлицька ГЕС – Олександрівка	40	5	–	3	–	2	–	–	–	–	–	грак (n=1)
Разом		735	40	15	14	4	2	2	1	1	1	2	
особин на 100 км			5,17	1,90	1,77	0,54	0,27	0,27	0,14	0,14	0,14	0,27	

* — статистика порахована тільки для ссавців (суми і рівень вразливості окремих видів);

** — акронімами позначено: FC — *Felis catus*, CF — *Canis familiaris*, EC — *Erinaceus concolor*, VV — *Vulpes vulpes*, NN — *Nyctalus noctula*, FS — *Felis sylvestrus*, ST — *Sylvaeus tauricus*, SV — *Sciurus vulgaris*.

Таблиця 3. Дані про загибель ссавців та інших груп хребетних тварин на присілкових дорогах Закарпаття та деяких інших регіонів (обліки 2004 року; загальна довжина маршрутів склала 320 км, кількість жертв — 82, у тому числі 24 особини ссавців, 49 амфібій, 1 плазун та 8 птахів) *

Дата	Автотраса	км	Σ	Розподіл жертв за видами ссавців **									Інші групи	
				EC	CF	FC	SO	VV	PN	MM	CS	NP		ME
02.04.04	с. Ляхівка дорога на Янів (Львівщина)	15	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	ропуха зелена (33)
30.05.04	с. Сокаль – Боратин	80	2	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	
25.06.04	Шацький нац. парк	20	6	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	вуж звичайний (1)
25.07.04	Мукачеве – устя р. Ріка	40	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	дрізд (1), повзик (1), грак (1)
05.08.04	50 км в районі Скалки	50	3	2	–	–	–	–	1	–	–	–	–	
12.08.04	Бадалове (на Тисі)	10	2	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	ропуха зелена (1)
12.08.04	Бадалове – Мукачеве	45	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	сорока (1)
12.10.04	окол. с. Мигія (Миколаївщина)	20	2	1	–	–	–	1	–	–	–	–	–	
14.10.04	дорога біля с. Мигія	20	5	1	2	2	–	–	–	–	–	–	–	горобець (3)
15.10.04	с. Мигія – с. Трикрати	15	2	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	голуб сизий (1)
15.10.04	дорога біля с. Невіцьке	5	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	жаба трав'яна (15)
Разом		320	24	12	2	2	2	1	1	1	1	1	1	n=58
особин на 100 км			7,50	3,75	0,63	0,63	0,63	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	18,13

* — статистика порахована тільки для ссавців (суми і рівень вразливості окремих видів);

** — акронімами позначено (за абеткою): EC — *Erinaceus concolor*, CF — *Canis familiaris*, FC — *Felis catus*, SO — *Spermophilus odessanus*, VV — *Vulpes vulpes*, PN — *Pipistrellus nathusii*, MM — *Mus musculus*, CS — *Crocidura suaveolens*, SV — *Sciurus vulgaris*, NP — *Nyctereutes procyonoides*, ME — *Meles meles*.

Порівняння швидкісних і присілкових доріг. На дорогах з інтенсивним рухом жертвами стають переважно свійські тварини (зокрема, собаки, коти), рідко можна зареєструвати мишей, їжаків та інших тварин. На присілкових дорогах, навпаки, серед жертв часто зустрічаються їжаки та інші тварини з групи "бродячих мисливців", а також повільнорухомі тварини, що не встигають реагувати на наближення транспорту, — амфібії, дрібні ссавці, змії. Можна припустити, що мала частка диких тварин серед жертв швидкісних трас свідчить не стільки про їхню меншу вразливість в таких умовах, скільки про те, що значна частина їхніх популяцій вже знищена в місцях проходження таких потужних автотрас. Це припущення збігається з результатами моделювання смертності ссавців на дорогах з різною інтенсивністю руху (Langevelde, Jaarsma, 2004).

Вразливість різних груп. На швидкісних трасах найчастіше серед жертв можна зустріти собак і котів, менше їжаків, мишей, лисиць, птахів, амфібій. Натомість, на присілкових дорогах жертвами найчастіше стають їжаки, миші, жаби, змії. На швидкісних трасах серед жертв мало диких тварин, і тут переважають свійські і здичавілі тварини, переважно коти і собаки (рис. 2). Враховуючи невибірковість "автомобільного хижацтва", яка залежить від частоти зустрічей хижаків і жертви (Бигон та ін., 1989), можна говорити про те, що в місцях проходження потужних автотрас транспорт вже "консумував" (=знищив) значну частину локальних популяцій диких тварин.

Частота загибелі. Дані щодо кількості жертв на дорогах показують, що дороги в місцях інтенсивного руху транспорту забирають життя до 20 % місцевих популяцій і, врешті, ведуть до повного згасання локальних популяцій багатьох видів. За добу на відрізку дороги довжиною 100 км гине до 10 хребетних тварин. За нашими розрахунками (табл. 2–3), на швидкісних трасах рівень вразливості ссавців склав 5,2 особин на 100 км, на присілкових — 7,5. "Лідерами" у рейтингу жертв на швидкісних трасах є: кіт (1,9), собака (1,8) та їжак (0,5). На присілкових дорогах першу трійку жертв формують їжак (3,8), кіт і собака (по 0,6 особини на 100 км).

З інших груп хребетних абсолютним "лідером" серед жертв є стрибуни, або безхвості амфібії: на 100 км присілкових доріг маємо 14,4 жертви за добу. Загальна оцінка числа жертв серед інших груп хребетних (без ссавців) дають таку картину: на швидкісних трасах кількість жертв складає 0,3 ос./100 км, тоді як на присілкових дорогах ця оцінка зростає у 60 (!) разів і складає 18,1 ос./100 км (табл. 2). Особливо вразливими в усіх випадках є амфібії, які не здатні уникнути транспорту. На сході і півдні України те саме стосується плазунів (Загороднюк, неопубл. дані).

Обговорення

"В Україні півмільйона автошляхів..." (з реклами авто на радіо)

"Мортальний пілосос". Отримані оцінки смертності тварин на дорогах, очевидно, є попередніми, проте в кожному разі не завищеними. Велику кількість жертв доріг розтягають хижаки, при тому деякі з них часто спеціалізуються на цьому (сороки, їжаки, лиси), і через це часто самі стають жертвами. Дороги притягають як прилеглими біотопами і теплом, так і ресурсами (легкою здобиччю). Консумуюча роль доріг породжує ефект антропогенної пастки (Загороднюк, 2006). Дороги притягають до себе живе — від стихійного залучення у вітрові потоки та приваблення новими місцями розмноження (придорожні смуги чагарниково-деревної рослинності і придорожні водойми) до вигідних місць концентрації поживи. І живе знаходить тут свою смерть.

Різні групи страждають з різних причин: амфібії використовують дороги як переходи до місць зимівлі і розмноження, плазуни — як акумулятори тепла, птахи та їжаки — як місця полювання. Розрахунки показують, що в межах однієї області з мережею автодоріг близько 1000 км та при середній вразливості хребетних не менше 1 жертви на 100 км на добу (напр., їжака), за рік від транспорту гине кілька тисяч особин одного виду. Годі казати про комах...

Сезонні особливості. На кількість тих чи інших жертв транспорту суттєво впливають сезонні особливості. Тварин частіше стають жертвами влітку і менше зимою. Це пов'язано як із сезонністю їх розмноження, так і сезонними змінами активності. Так, амфібії та плазуни активні лише в теплу пору року. Особливо висока їхня активність проявляється весною, коли вони шукають місця для прогріву і розмноження, і дороги приймають їх у свої обійми. Але дороги зроблені не для них, а для транспорту, який вільно "розпоряджається" життями ящірок, вужів, гадюк, полозів.

Перспективи вирішення проблеми. На сьогодні в Україні немає дієвих розробок щодо захисту тварин від автотранспорту. Велику увагу цим проблемам приділяють за кордоном (Seiler, 2001; Langevelde, Jaarsma, 2004). Наприклад, у Центральній Арізоні вздовж 28 км державної магістралі № 260, що представляє високу імовірність зіткнень з дикими тваринами (переважно *Cervus elaphus*), споруджено 12 підземних переходів і 5 мостів для переходу копитних (Dodd et al., 2003). Така практика реалізується у всіх країнах, де дбають про збереження дикої фауни і безпеку руху, оскільки тварини не тільки "прикрашають природу" і створюють небезпечні ситуації на дорогах, але є повноцінними компонентами природних екосистем, у які вторглася людина.

Висновки

1. Автотранспорт має значний вплив на популяції тварин не лише як фактор забруднення середовища і фрагментації популяцій, але як безпосередній чинник високої смертності.
2. Порівняння даних щодо різних систематичних груп свідчить, що основною групою жертв є ссавці та амфібії (30–60 % жертв), інші групи реєструються серед жертв рідше (до 10 %).
3. Відсоток загибелі свійських тварин особливо значний на швидкісних трасах, натомість дикі тварини переважають серед жертв на присілкових автошляхах.
4. Оцінка масштабів загибелі хребетних на автомагістралях дозволяє говорити про те, що частота загибелі хребетних на дорогах України сягає 5–8 особин на 100 км дороги за добу.
5. Дороги є одним з найпотужніших чинників редукції популяцій хребетних, і автомагістралі можуть бути причиною повного знищення локальних популяцій і видів загалом.

Подяки. Щиро дякую колегам, які допомагали у зборі даних: Андрію Мигалю, Роману Кішу та Юлії Зізди (Ужгородський національний університет), Ігорю Дикому (Львівський національний університет), Олександрю Вобленко (Ніжинський національний університет).

Література

- Бигон М., Харпер Д., Таунсенд К. Екологія. Особи популяції и сообщества. — Москва: Мир, 1989. — 477 с.
- Білявський Г. О., Фурдуй Р. С., Костіков І. Ю. Основи екології. — Київ: Либідь, 2004. — 408 с.
- Загороднюк І. Антропогенні пастки та виживання тварин у трансформованому середовищі // Трибуна 12: Матеріали III міжнародної конференції / За ред. В. Є. Борейко. — Київ: КЕКЦ, 2006. — (у друці).
- Кучерявий В. П. Урбоекологія. — Львів, Світ, 2001. — 440 с.
- Encarta 2001. Microsoft ENCARTA — Interactive World Atlas, 2001.
- Dodd N. L., Gagnon J. W., Schweinsburg R. E. Evaluation of measures to minimize wildlife-vehicle collisions and maintain wildlife permeability across highways in Arizona, USA // Animal-vehicle collision reduction. — ICOET 2003 Proceedings. — P. 353–354.
- Groot-Bruinderink G. W. T. A., Hazebroek E. Ungulate traffic collisions in Europe // Conservation Biology. — 1996. — Vol. 10. — P. 1059–1067.
- Huijser M. P., Bergers P. J. M. The effect of roads and traffic on hedgehog (*Erinaceus europaeus*) populations // Biological Conservation. — 2000. — Vol. 95. — P. 111–116.
- Kramer-Schadt S., Revilla E., Wiegand Th., Breitenmoser U. Fragmented landscapes, road mortality and patch connectivity: modeling influences on the dispersal of Eurasian lynx // Journal of Applied Ecology. — 2004. — Vol. 41. — P. 711–723.
- Langevelde, van F., Jaarsma C. F. Using traffic flow theory to model traffic mortality in mammals // Landscape ecology. — 2004. — Vol. 19. — P. 895–907.
- Main M. B., Allen G. M. Landscape and seasonal influences on roadkill of wildlife in Southwest Florida // Florida Scientist. — 2002. — Vol. 65, N 3. — P. 149–158.
- Seiler A. Ecological effects of roads. (A review) // Introductory Research Essay (Department of Conservation Biology) SLU Uppsala. — 2001. — N 9. — P. 1–40.
- Taylor D. T., Goldingay R. L. Wildlife road-kills on three major roads in north-eastern New South Wales // Wildlife Research. — 2004. — Vol. 31. — P. 83–91.
- Zande A. N., Keurs W. J., Weijden W. J. The impact of roads on the densities of four bird species in an open field habitat — evidence of a long-distance effect // Biological Conservation. — 1980. — Vol. 18. — P. 299–321.

Надійшло до редакції: 19 грудня 2006 р.