

ОЦІНКА СТУПЕНЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРИДОРОЖНІЙ ПРОСТІР (НА ПРИКЛАДІ ОБХОДУ М. ЛУБНИ)

Г. М. Желновач

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
вул. Петровського, 25, м. Харків, 61002, Україна. E-mail: anne_gel@rambler.ru

Розглянуто особливості джерел та об'єктів впливу автомобільної дороги на придорожній простір. Виділено показники, за якими доцільно визначати рівень техногенного навантаження, що спричиняється на довкілля при експлуатації автомобільних доріг. Обґрунтовано вибір ділянки дослідження на основі типологічного аналізу. На прикладі ділянки магістральної автомобільної дороги М-03 Київ-Харків-Довжанський на (192+100)-(207+100) км (обхід м. Лубни Лубенського району Полтавської області) розраховано екологічну техноємність, транспортну місткість території та критерій екологічної безпеки. У результаті розрахунку встановлено недостатній рівень техноємності придорожньої території та екологічної безпеки разом із можливістю розвитку транспортного потенціалу території (на основі розрахунку її транспортної місткості). Запропоновано природоохоронні рекомендації для зменшення техногенного впливу на придорожній простір ділянки дослідження, які доцільно застосовувати при проведенні реконструкції та подальшій її експлуатації.

Ключові слова: автомобільна дорога, придорожній простір, екологічна техноємність, транспортна місткість, критерій екологічної безпеки.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПРИДОРОЖНОЕ ПРОСТРАНСТВО (НА ПРИМЕРЕ ОБХОДА Г. ЛУБНЫ)

А. Н. Желновач

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет,
ул. Петровского, 25, г. Харьков, 61002, Украина. E-mail: anne_gel@rambler.ru

Рассмотрены особенности источников и объектов воздействия автомобильной дороги на придорожное пространство. Выделены показатели, по которым целесообразно определять уровень техногенной нагрузки, оказываемой на окружающую среду при эксплуатации автомобильных дорог. Обоснован выбор участка исследования на основе типологического анализа. На примере участка магистральной автомобильной дороги М-03 Киев-Харьков-Довжанский на (192 +100)-(207 +100) км (обход г. Лубны Лубенского района Полтавской области) рассчитано экологическую техноёмкость, транспортную ёмкость территории и критерий экологической безопасности. В результате расчёта установлен недостаточный уровень техноёмкости придорожной территории и экологической безопасности вместе с возможностью развития транспортного потенциала территории (на основе расчёта её транспортной ёмкости). Предложены природоохранные рекомендации для уменьшения техногенного влияния на придорожное пространство участка исследования, которые целесообразно применять при проведении реконструкции и дальнейшей её эксплуатации.

Ключевые слова: автомобильная дорога, придорожное пространство, экологическая техноёмкость, транспортная ёмкость, критерий экологической безопасности.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. На сучасному етапі розвитку людства невпинно підвищується роль складових автомобільно-дорожнього комплексу, зокрема автомобільної дороги, при формуванні якості навколишнього середовища. Процес підвищення рівня автомобілізації та збільшення густини автомобільних доріг призводить до збільшення їх екодеструктивного впливу у великих масштабах. Наприклад, сумарна площа зон впливу на навколишнє середовище автомобільних доріг України дорівнює третині території держави. При цьому встановлення фактичних рівнів цих впливів є складною задачею, що пов'язано з лінійним характером джерела та специфічними особливостями об'єктів впливу. Слід брати до уваги, що об'єкти впливу поділяються на дві окремі групи: природні та соціально-економічні. До перших відносяться: біологічні, водні та земельні ресурси, а також атмосферне повітря. До соціально-економічних – умови проживання населення, економічні інтереси, землекористування та естетика ландшафту.

Тому встановлення рівня техногенного навантаження та екологічної безпеки придорожного простору автомобільних доріг для подальшої розробки

ефективних природоохоронних заходів та програм є актуальною задачею.

Встановлено, що для оцінки рівня впливу об'єктів транспорту на екологічний стан середовища доцільно використовувати наступні інтегральні характеристики:

- абсолютні втрати навколишнього середовища, які виражені в конкретних одиницях вимірювання стану біоценозів (флори, фауни, людей);

- компенсаційні можливості екосистем, що характеризують їх зможу відновлюватись в природному або штучному режимі, який створюється примусово;

- небезпека порушення природного балансу, виникнення несподіваних втрат і локальних екологічних зсувів, які можуть викликати екологічний ризик та кризові ситуації в навколишньому природному середовищі;

- рівень екологічних втрат, які викликані впливом об'єктів транспорту на навколишнє середовище [1, 2].

Метою роботи є оцінка ступеню техногенного навантаження на екосистеми придорожного простору при експлуатації ділянки автомобільної дороги.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Для

дослідження ступеня техногенного навантаження на придорожній простір обрано ділянку магістральної автомобільної дороги М-03 Київ–Харків–Довжанський на (192+100)–(207+100) км (протяжність 15 км), яка являє собою обхід міста Лубни Лубенського району Полтавської області. На досліджуваній території об'єкти техногенного впливу, окрім автомобільної дороги, відсутні.

Обґрунтуванням вибору даної ділянки автомобільної дороги для дослідження є те, що вона є типовою для автомобільних доріг I категорії на території України, співпадає з міжнародним автомобільним маршрутом Е40 (напрямок найбільш інтенсивного руху потоку автотранспортних засобів) та становить собою обхід населеного пункту, тобто тут застосована одна з найбільш розповсюджених природоохоронних рекомендацій, які пропонуються застосовувати при проходженні магістральних автомобільних доріг через населені пункти.

Об'єкт дослідження (ділянка автомобільної дороги), має наступні характеристики:

1) Транспортно-експлуатаційні показники дороги:

- категорія дороги – I;
- інтенсивність руху – 11870 авт./добу;

– склад руху (Р %): легкі вантажні автомобілі (до 2,5 т) – 10 %, середні вантажні автомобілі (до 5 т) – 14,4%, важкі вантажні автомобілі (більш 8 т) – 4,3 %, мікроавтобуси – 3,7 %, автобуси – 5,6 %, легкові автомобілі – 62 %;

– фактична швидкість руху – 70 км/год. (розрахункова – 120 км/год.).

2) Геометричні параметри автомобільної дороги:

- ширина проїзної частини – 16 м;
- тип покриття – капітальний мастиковий асфальтобетон;

– розділова бічна смуга – 2 м.

3) Об'єкти, які знаходяться у зоні впливу:

- водоймище – земснаряд (технічне призначення);
- лісовий масив – зустрічаються насадження граба, липи, клена, берези, тополі, вільхи;
- сільськогосподарські поля – переважно насадження буряку, картоплі, соняшнику;
- об'єкти природно-заповідного фонду – відсутні;
- населення у зоні впливу – відсутнє.

Ступінь техногенного навантаження, яке спричиняється на довкілля при експлуатації досліджуваної ділянки дороги, пропонується визначати за екологічною техноємністю та транспортною місткістю території, а екологічну безпеку – інтегрального критерію екологічної безпеки.

Екологічна техноємність території – показник, який кількісно дорівнює максимальному (гранично допустимому) техногенному навантаженню, яке може витримувати протягом тривалого часу сукупність екосистем території без порушення їх структурних та функціональних властивостей. Екологічна техноємність території визначається розміром вилучення (забруднення) природного ресурсу в результаті дорожньо-транспортної діяльності і залежить від:

- інтенсивності дорожньо-транспортної дії на се-

Таблиця 1 – Розрахунок екологічної техноємності території по кисню

редовище (густини дорожньої мережі, технічного рівня та інтенсивності використання транспортних засобів);

– обсягів повітряного басейну, сукупності водоймищ та водотоків, земельних площ і запасів ґрунтів, маси представників флори та фауни;

– потужності потоків біогеохімічного кругообігу (швидкість масо- та газообміну, поповнення обсягів чистої води, процесів ґрунтоутворення та продуктивності біоти).

Екологічна техноємність території розраховується за наступною формулою:

$$T_e = \sum_{i=1}^n E_i \cdot X_i \cdot A_i, \quad (1)$$

де E_i – екологічна ємність i -го середовища (т/рік); X_i – коефіцієнт варіації для природних коливань вмісту субстанції у середовищі; A_i – коефіцієнт відносної небезпеки домішок (ум.т/т); n – кількість середовищ.

При цьому екологічна техноємність середовища території розраховується за формулою:

$$E = V \times C \times F_{\text{он}}, \quad (2)$$

де V – екстенсивний параметр, який визначається розміром території: площа або обсяг (км^2 , км^3); C – вміст головних екологічно значущих субстанцій в даному середовищі на даній території, наприклад, концентрація CO_2 або O_2 у повітрі, густина розподілу біомаси по території (т/км^2 , т/км^3); $F_{\text{он}}$ – швидкість кратного оновлення обсягу (маси) середовища (рік^{-1}).

Зіставлення природного та транспортного потенціалу регіону або території представляється кратністю перевищення екологічної техноємності території (K_e) за формулою:

$$K_e = \frac{T_e}{U}, \quad (3)$$

де T_e – екологічна техноємність території; U – природоємність території (сукупність обсягів господарського вилучення та ураження місцевих відновних ресурсів).

Градація показника K_e : $K_e \leq 1$ – перевищення екологічної техноємності над природоємністю території не спостерігається, а ситуація у районі дослідження вважається задовільною; $1 < K_e \leq 2$ – ситуація небезпечна; $2 < K_e < 10$ – ситуація критична; $K_e \geq 10$ – ситуація вкрай небезпечна.

У дослідженні екологічна техноємність території визначалася за киснем, оскільки він є одним з найбільш суттєвих лімітуючих факторів розвитку екосистем певної території.

Слід зазначити, що сумарний обсяг споживання кисню не повинен перевищувати обсягу його біологічного виробництва рослинними співтовариствами на даній території, тобто:

$$T_e^{\text{O}_2} \leq U^{\text{O}_2} \quad (4)$$

Результати розрахунку техноємності придорожньої території ділянки дослідження по кисню наведені у табл. 1.

Найменування території	U^{O_2} , тис.т/рік	$T_e^{O_2}$, тис.т/рік	K_e
Ділянка а/д М-03 (192+100– 207+100 км) обхід м. Лубни	34,65	284,13	8,20

Розрахунком встановлено, що на території дослідження кисню споживається у 8,2 разів більше, ніж продукується, тобто ситуація є критичною.

Здатність ландшафту задовольняти транспортні потреби населення (в площах для розміщення стаціонарних і рухомих об'єктів транспорту) без порушення екологічної рівноваги характеризується транспортною місткістю території. При цьому повинна виконуватись нерівність:

$$D_i^f \leq D_{\max} \quad (5)$$

де D_i^f – фактична питома (на одиницю площі території) густина дорожньої мережі і транспортної інфраструктури (m^2/km^2); D_{\max} – максимальна питома (на одиницю площі території) густина дорожньої мережі і транспортної інфраструктури (m^2/km^2).

Показники D_i^f та D_{\max} розраховується за наступними формулами:

$$D_i^f = \frac{Y_a \times \Pi_n \times S_a}{S_T} \quad (6)$$

де Y_a – рівень автомобілізації у регіоні (авт./тис.чол.); Π_n – щільність населення (чол./км²); S_a – приведена (з урахуванням об'єктів інфраструктури) площа території для одиниці рухомого складу ($m^2/авт.$); S_T – загальна площа території (км²).

$$D_{\max} = \frac{Y_a^{\max} \times \Pi_n^{\max} \times S_a}{S_T} \quad (7)$$

де Y_a^{\max} – максимальний (за умови забезпечення транспортних потреб населення) рівень автомобілізації у регіоні (авт./чол.); Y_a^{\max} – щільність населення за умови забезпечення сприятливих умов проживання (чол./км²) [3, 4].

Розрахунок транспортної місткості території дослідження вказує на те, що вона не перевищує гранично допустиму (табл. 2), тобто щільність дорожньої мережі і транспортної інфраструктури не порушує екологічної рівноваги, а саме здатності ландшафту задовольняти транспортні потреби населення (в площах для розміщення стаціонарних і рухомих об'єктів транспорту).

Відхилення значень вимірювачів впливу автомобільної дороги на навколишнє середовище від базових вказує екологічну безпеку або небезпеку автомобільної дороги. Тому для оцінки впливу на навколишнє середовище автомобільної дороги як інженерної споруди широко використовується комплексний показник – критерій екологічної безпеки, який розраховується за формулою:

$$P = \frac{S_1\alpha_1 + S_2\alpha_2 + \dots + S_n\alpha_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n} \quad (8)$$

де $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ – коефіцієнти вагомості (значущості) i -го показника (виду) дії на навколишнє середовище на етапах життєвого циклу дороги;

S_1, S_2, \dots, S_n – ступінь відповідності окремих параметрів дії на навколишнє середовище природоохоронним вимогам, бали.

Якщо значення критерію екологічної безпеки P більше 2,5, то рівень екологічної безпеки ділянки автомобільної дороги є достатнім і виробництво робіт або експлуатація об'єкта дозволяється без обмежень. При $P = 1,51-2,5$ рівень екологічної безпеки ділянки автомобільної дороги недостатній, але може бути відновлений при порівняно невеликих витратах у короткі терміни при здійсненні додаткових природоохоронних заходів за окремими вимірювачами, що отримали оцінки 1 і 2 бали. При $P = 1,0-1,5$ рівень екологічної безпеки автомобільної дороги є незадовільним, тобто дорога є екологічно небезпечною. Виробництво робіт та експлуатація ділянки автомобільної дороги дозволяються лише за умови розробки та здійснення комплексу природоохоронних заходів [5].

У результаті розрахунку критерію екологічної безпеки, було встановлено, що він дорівнює 1,75, що визначає рівень екологічної безпеки досліджуваної ділянки автомобільної дороги як недостатній.

Для досліджуваної ділянки автомобільної дороги такими критеріями є: наявність тріщин дорожнього покриття (м); естетика ландшафту; концентрація забруднювачів атмосферного повітря складовими відпрацьованих газів: CO, NO_x , твердими частками (mg/m^3); забруднення водних об'єктів та ґрунту: протижелезними матеріалами, твердими відходами, порубковими залишками (m^3/km -рік), важкими металами, перевищення гранично допустимих концентрацій (фону) за сполуками Pb, Cr, Cd, Cu, Ni, Co ; швидкість збільшення площі засоленних ґрунтів; загибель і травмування людей, тваринних, птахів (коефіцієнт безпеки та коефіцієнт аварійності); перетин шляхів міграції, руйнування площі, де мешкають тварини (зміна чисельності видів, популяцій, % початкового). Згідно проведених у роботі розрахунків доцільно запропонувати наступні природоохоронні рекомендації: організація сталого руху на ділянці автомобільної дороги; оновлення та висадка нових придорожніх насаджень зі стійких до забруднення рослин; регулярне механізоване прибирання проїздної частини та збір сміття в придорожній смузі; викошування газону з подальшою утилізацією сіна в якості відходу; зміцнення ерозійно небезпечних ділянок автомобільної дороги; контроль за якістю та кількістю використовуваних протижелезних матеріалів [6].

Таблиця 2 – Розрахунок транспортної місткості території

Найменування території	D_i^T , м ² /км ²	D_{max} , м ² /км ²	D_i^T / D_{max}
Ділянка а/д М–03 (192+100– 207+100 км) обхід м. Лубни	20,27	1447,86	0,14

ВИСНОВКИ. Визначено техногенне навантаження на придорожній простір шляхом розрахунку екологічної техноємності, транспортної місткості та рівня екологічної безпеки. Розрахунок транспортної місткості території показав наявність можливостей для збільшення транзитного потенціалу на цій ділянці дороги. При цьому слід брати до уваги, що результати розрахунку екологічної безпеки ділянки автомобільної дороги та природоємності вказують на їх недостатній рівень. Проведені розрахунки та оцінки свідчать про те, що будівництво об'їзних доріг навколо населених пунктів не призводить до суттєвого підвищення рівня екологічної безпеки території. Запропоновано природоохоронні рекомендації для покращення екологічної ситуації території дослідження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Автомобильные дороги в экологических системах / Кавтарадзе Д.Н., Николаева Л.Ф., Поршнева Е.Б., Фролова Н.Б. – М.: ЧеРо, 1999. – 240 с.

2. Вибір екологічно значимих параметрів автотранспортних систем для оцінки екологічної небезпеки придорожнього простору / Внукова НВ., Желновач Г.М. // Екологічна безпека. – Кременчук: КрНУ, 2011. – Вип. 4/2011 (12). – С. 119–123.

3. Автотранспортные потоки и окружающая среда: учебное пособие для вузов / В.Н. Луканин, А.П. Буслав, Ю.В. Трофименко – М.: ИНФРА-М, 1998. – 408 с.

4. Промышленно-транспортная экология: учебник для вузов / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко. – М.: Высшая школа, 2001. – 273 с.

5. Внукова Н.В. Показники впливу комплексу АДС на навколишнє середовище та методи їх оцінки // Вестник ХНАДУ. – Харків: ХНАДУ, 2010. – № 51. – С. 173–179.

6. Transport at a crossroads / TERM 2008: indicators tracking transport and environment in the European Union. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2009. – 56 p.

**ASSESSMENT OF TECHNOGENIC LOADING ON ROADSIDE AREA
(THE CASE OF LUBNY BYPASS ROAD)**

G. Zhelnovach

Kharkiv National Automobile and Highway University
vul. Petrovsky 25, 61002. Kharkiv, Ukraine. E-mail: anne_gel@rambler.ru.

In this article, the author has considered features of sources and objects of highway impact on the roadside area. There were identified indicators by which advisable determine level of the technogenic load exerted on the environment during the operation of highways. The choice of the investigation area was substantiated on the basis of typological analysis, and the ecological technogenic capacity was calculated, as well as the transport capacity of the territory and the criteria of environmental safety on the example of the main highway M-03 Kyiv–Kharkiv–Dovzhanskiy section at (192 +100) – (207 +100) km (bypass of Lubny, Lubensk district, Poltava region). The calculation established inadequate ecological technogenic capacity of roadside areas and ecological safety, together with the possibility of transport potential of the territory development (based on the calculation of its transport capacity). The author has proposed recommendations to reduce the technogenic impact on the investigated roadside area that are useful for a course of reconstruction and further exploitation.

Key words: highway, roadside area, ecological technogenic capacity, transport capacity, criteria of ecological safety.

REFERENCES

1. Kavtaradze, D.N., Nikolaeva, L.F., Porshneva, E. B., Frolova, N. B. (1999), *Avtomobilnye dorogi v ekologicheskikh sistemah* [Highways in ecological systems], CheRo, Moscow, Russia.

2. Vnukova, N.V., Zhelnovach, G.M. (2011), «Environmentally significant parameters of highways as a basis for evaluation of autotransport loading», *Ecological safety*, no. 2(12), KrNU, pp. 119–123, Kremenchuk, Ukraine.

3. Lukanin V.N., Buslayev A.P., Trofymenko Y. V. (1998), *Avtotransportnye potoky i okrugushaja sreda* [Motor transport flows and the environment], INFRA-M, Russia.

4. Lukanin, V. N., Trofymenko, Y. V. (2001) *Pro-myshlenno-transportnaja ekologija* [Industrial and transport ecology], Vysshaya shkolal, Moscow, Russia.

5. Vnukova N. V. «Proposed environmental impact indexed for automobile and road engineering sector and techniques for their evaluation», *Vestnik KhNADU*, no. 51, pp. 173–179, Kharkiv, Ukraine.

6. Transport at a crossroads / TERM 2008: indicators tracking transport and environment in the European Union. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2009. – 56 p.

Стаття надійшла 18.10.2013.