

DOI [https://doi.org/10.15589/znp2021.4\(487\).12](https://doi.org/10.15589/znp2021.4(487).12)
УДК 005.8:656.13

IMPACT OF TRAFFIC FLOW ON THE GEOGRAPHY OF NOISE POLLUTION IN URBANIZED AREAS

ВПЛИВ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ НА ГЕОГРАФІЮ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

Vadym I. Ziuziun

v.ziuziun@ntu.edu.ua

ORCID: 0000-0001-6566-8798

Yevheniia S. Tsiuman

y.tsiuman@ntu.edu.ua

ORCID: 0000-0001-9677-4411

Olena G. Sinyak

113olenka13@gmail.com

ORCID: 0000-0002-1236-0180

Dmytro O. Bolbot

bseeker228@gmail.com

ORCID: 0000-0001-5731-536X

В. І. Зюзюн,

канд. техн. наук, доцент

Є. С. Цюман,

канд. екон. наук

О. Г. Синяк,

здобувач

Д. О. Болбот,

здобувач

National Transport University, Kyiv

Національний транспортний університет, м. Київ

Abstract. The increase in the number of vehicles in cities leads to an overload of the road network and an increase in environmental impacts. Traffic flows create a significant noise load on urbanized roadside areas, therefore, the issue of assessing the level of noise pollution and the geography of its distribution in the direction of residential complexes is important and relevant.

Purpose. Based on the study of the traffic flow of the Capital Highway in Kiev, assess the level of noise pollution of the roadside zone and the geography of its distribution in the direction of residential complexes.

Method. The calculation of the level of noise pollution was carried out using experimental data on traffic flows in the area of the Capital Highway in the city of Kiev and a mathematical apparatus based on the Ornatskogo and Karagodina formula.

Results. The study of the real traffic flow within urbanized areas made it possible to assess the level of noise pollution and the geography of its spread to urban development. The calculation was made up to a distance of 140 m from the Stolichnoye Highway (the distance where the residential development ends). The permissible noise level was exceeded at the entire distance, both in the daytime (up to 35 dB (A)) and at night (up to 64 dB (A)). This fact confirms the need to introduce noise protection measures in the study area.

Scientific novelty consists in the development and deepening of guidelines for assessing the impact of urban traffic on the level of noise pollution in urbanized areas.

Practical importance. The comfort of the urban population depends on many factors, including environmentally friendly ones. Therefore, a real assessment of the level of noise load on urbanized areas, created by traffic flows, is critically important. Real experimental observations of the quantitative and qualitative composition of traffic flows made it possible to calculate the level of noise pollution in the urban area under study.

Key words: ecology; transport ecology; traffic flows; roadside and buildings; noise pollution; geography of noise pollution; urbanized territories.

Анотація. Збільшення кількості транспортних засобів у містах призводить до перезавантаження вулично-дорожньої мережі і збільшення екологічних впливів. Транспортні потоки створюють значне шумове навантаження на урбанізовані придорожні території, а тому питання оцінки рівня шумового забруднення та географії його розповсюдження в напрямку житлових комплексів є важливими та актуальними.

Мета. На основі дослідження транспортного потоку Столичного шосе міста Києва оцінити рівень шумового забруднення придорожньої зони та географію його розповсюдження в напрямку житлових комплексів.

Методика. Рівень шумового забруднення розраховувався на основі експериментальних даних про транспортні потоки в районі Столичного шосе міста Києва та математичного апарату на основі формули Орнатського та Карагодіна.

Результати. Дослідження реального транспортного потоку в межах урбанізованих територій дозволило оцінити рівень шумового забруднення та географію його розповсюдження на міську забудову. Розрахунок здійснювався до відстані 140 м від Столичного шосе (відстань, де закінчується житлова забудова). Допустиме значення рівня шуму перевищено на всій відстані (як у денний (до 35 дБ(А)), так і в нічний час (до 64 дБ(А))). Цей факт підтверджує необхідність упровадження шумозахисних заходів на досліджуваній території.

Наукова новизна полягає в розвитку і поглибленні методичних рекомендацій щодо оцінки впливу транспортних потоків міст на рівень шумового забруднення урбанізованих територій.

Практична значимість. Комфортність життя міського населення залежить від багатьох факторів, зокрема екологічних. А тому реальна оцінка рівня шумового навантаження на урбанізовані території, що створюється транспортними потоками, є критично важливою. Реальні експериментальні спостереження за кількісним та якісним складом транспортних потоків дозволили розрахувати рівень шумового забруднення досліджуваного міського району.

Ключові слова: екологія; транспортна екологія; транспортні потоки; придорожня зона та забудова; шумове забруднення; географія шумового забруднення; урбанізовані території.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Зважаючи на індустріалізацію населених пунктів, посилюється рухливість населення, а також зростає кількість основного джерела акустичного забруднення міського середовища – автомобільного транспорту. Джерелами шумів є всі види транспорту. Проте саме автотранспорт становить найбільше занепокоєння, оскільки його вплив найвідчутніший. Сто років тому рівень шуму на центральних магістралях великих міст не перевищував 60 дБА, а зараз цей показник значно зріс. В умовах щільної міської забудови люди, які проживають на першій лінії, відчувають на собі негативний вплив акустичного забруднення, спричинений автотранспортом. Це виявляється в нервових розладах, серцево-судинних захворюваннях, постійному недосипанні й інших хворобах, які списують на щось інше. Людина може адаптуватися до багатьох факторів впливу, але не до акустичного забруднення. З огляду на це, питання оцінки рівня шумового забруднення та географії його розповсюдження в напрямі житлових комплексів є важливими та актуальними.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Питаннями оцінки рівня впливу транспортних потоків на рівень шумового забруднення придорожньої зони та розробки методів та механізмів захисту від шуму займаються такі українські та закордонні дослідники: В. Матейчик, Г. Вайганг [1], В. Вирожемський, Н. Харитонова [2], Т. Кундельська, В. Николін [3], Т. Дяченко [4], В. Данова [5], М. Хворост, С. Грязнова, В. Малишева [6], В. Зюзюн [7], В. Марвін [8], Mohammad R. Monazzam, Vahideh Abolhasannejad [9] та ін.

ВИОКРЕМЛЕННЯ НЕ ВИРШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ

Дослідження реального акустичного забруднення в містах ускладнюється відсутністю реальних спо-

стережень за транспортними потоками, їх якісним та кількісним складом. Тому важливо проводити якомога більше експериментальних спостережень за складом транспортних потоків, які стануть основою для розрахунків рівня шумового забруднення, що створюється транспортними потоками та впливає на житлову забудову придорожньої зони.

Мета дослідження – на основі дослідження транспортного потоку Столичного шосе міста Києва оцінити рівень шумового забруднення придорожньої зони та географію його розповсюдження в напрямі житлових комплексів.

Об'єктом дослідження є екологічний стан придорожньої території ділянки Столичного шосе міста Києва. **Предметом** – теоретико-методичний інструментарій дослідження впливу транспортного потоку на рівень шумового забруднення придорожньої території.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Визначені в статті завдання вирішено через комплексне використання методів експериментального дослідження транспортних потоків, математичних механізмів розрахунку рівня шумового забруднення та геоінформаційних технологій для зображення географії розповсюдження шумового забруднення в напрямку житлових комплексів.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Рівень вуличних шумів зумовлюється інтенсивністю, швидкістю і складом транспортного потоку. Крім того, він залежить від планувальних рішень (подовжній і поперечний профіль вулиць, висота і щільність забудови) і таких елементів упорядкування, як покриття проїжджої частини і наявність зелених насаджень. Кожний із цих чинників здатний змінити рівень транспортного шуму в межах до 10 дБ (А).

У промисловому місті високий відсоток вантажного транспорту на магістралях. Збільшення в загальному потоці автотранспорту вантажних автомобілів, особливо великовантажних із дизельними двигунами,

призводить до підвищення рівнів шуму. Загалом, вантажні і легкові автомобілі створюють на території міст серйозне шумове навантаження.

Шум, що виникає на проїжджій частині магістралі, розповсюджується не тільки на приміагстральну територію, а і вглиб житлової забудови. Так, у зоні найсильнішої дії шуму перебувають частини кварталів і мікрорайонів, розташованих уздовж магістралей загальноміського значення (еквівалентні рівні шуму від 67,4 до 76,8 дБ(А)). Рівні шуму, заміряні в житлових кімнатах при відкритих вікнах, орієнтованих на вказані магістралі, мають лише на 10–15 дБ(А) нижче.

Надмірний шум є серйозним негативним явищем, оскільки наслідки його шкідливого впливу видимі через досить тривалий період, коли вже є невідворотними. Шум негативно впливає на стан здоров'я населення міста, навіть якщо його рівень не дуже високий.

Короткочасне перебування людини в середовищі з високим рівнем шуму зумовлює стомлення слуху, його послаблення або короткочасну втрату. Перебування протягом більш тривалого періоду спричиняє серйозніші наслідки для людського організму (табл. 1).

Таблиця 1. Вплив шуму на організм людини

№	Рівень шуму	Вплив
1	≤ 70 дБ(А)	Несприятливі вегетативні зміни в організмі
2	> 75 дБ(А)	Різні травми і захворювання внутрішніх органів, як-от гіпертонія, розлади та виразка шлунку, підвищена секреція адреналіну
3	> 90 дБ(А)	Послаблення і втрата слуху
4	> 120 дБ(А)	Небезпека механічного пошкодження слуху
5	> 130 дБ(А)	Больовий поріг

Згідно з чинним у світі та в Україні стандартом рівень шуму, що створюється автотранспортом (акустична характеристика), визначається шумоміром на відстані 7,5 м від першої (ближньої) до розрахункової точки смуги транспортного потоку.

Якщо такого пристрою немає, то для наближеного визначення рівня шуму на вказаній відстані ($H_{7,5}$) в дБ(А) користуються формулою Орнатського (1), яка враховує фізичні закони поширення звукових хвиль у навколосезному просторі:

$$H_{7,5} = 46 + 11,8 \cdot \lg I + \sum n, \quad (1)$$

де I – інтенсивність руху транспортного потоку, авто/год; $\sum n$ – сума поправок, яка враховує відхилення умов від типових.

Сума поправок визначаються за формулою (2):

$$\sum n = \pm X_N + X_V \pm X_i \pm X_n, \quad (2)$$

де X_N – поправка на співвідношення громадського та вантажного транспорту в транспортному потоці

(збільшується на 1 дБ на кожні 10% відхилення від нормального складу), дБ(А). Транспортний потік вважається нормальним, якщо в ньому 20% вантажних автомобілів. Під час збільшення відсотка шум зростає (знак «+»), а під час зменшення – знижується (знак «-»). X_V – поправка на відхилення швидкості руху (зростає на 1,5 дБ(А) кожні 10% відхилення від 40 км/год), дБ(А); X_i – поправка на поздовжній похил дороги (зростає на 1 дБ(А) на кожні 2% схилу дороги), дБ(А); X_n – поправка на тип дорожнього покриття (табл. 2).

Таблиця 2. Залежність шумового забруднення від типу дорожнього покриття

Тип покриття	Значення поправки, X_n , дБ(А)
Литий асфальтобетон (ЛА)	0
Дрібнозернистий асфальтобетон (ДА)	-1,5
Чорний щебінь (ЧЩ)	1,0
Цементобетон (Ц)	2,0

Рівень шуму на відстані « H_x » від автомагістралі розраховується за формулою Карагодіна (3):

$$H_x = H_{7,5} - H_1 - H_2 - H_3 - H_4, \quad (3)$$

де $H_{7,5}$ – рівень шуму на відстані 7,5 м від дороги, дБ(А); H_1 – зниження шуму внаслідок поширення звукових хвиль в атмосфері, дБ(А); H_2 – зниження шуму під впливом придорожньої зони, дБ(А); H_3 – зниження шуму під впливом зелених насаджень; H_4 – зниження шуму під впливом поглинального ефекту будівель (умовно приймається 2–5 дБ(А)), дБ(А).

Показник H_1 , який враховує зниження шуму внаслідок поширення звукових хвиль в атмосфері, розраховується за формулою (4):

$$H_1 = 10 \cdot \lg(P / P_{7,5}), \quad (4)$$

Показник H_2 , який враховує зниження шуму під впливом придорожньої зони, розраховується за формулою (5):

$$H_2 = K_p \cdot H_1, \quad (5)$$

де K_p – коефіцієнт поглинання шуму, який дорівнює: для асфальту – 0,9; для відкритого ґрунту – 1,0; для зелених насаджень, газону – 1,2.

Якщо рівень шуму перевищує допустимі рівні (табл. 3), то необхідно розглянути і запропонувати заходи зі зниження дійсного рівня шуму за рахунок озеленення території та застосування заходів шумозахисту [10].

Дослідження проводилось на ділянці Столичного шосе в районі житлової забудови ЖК «Світлопарк». На рис. 1 наведено графічне зображення об'єкта дослідження, а на рис. 2 – інформація щодо інтенсивності транспортного потоку в часові проміжки, під час яких здійснювалося експериментальне спостереження.

Таблиця 3. Допустимі рівні шуму на різних за характером територіях

Характер території	Допустимий рівень шуму, дБ(А)	
	Денний час (з 7 ⁰⁰ до 23 ⁰⁰)	Нічний час (з 23 ⁰⁰ до 7 ⁰⁰)
Зона масового відпочинку й туризму	50	40
Санітарно-курортна зона	45	35
Заповідники	25	20
Житлові будинки, розташовані поблизу транспортних магістралей	55	35

Склад транспортного потоку: 85% – легкові автомобілі; 15% – вантажні автівки, автобуси та спецтранспорт. Середня швидкість транспортного потоку: 80 км/год – 7–8⁰⁰, 10–11⁰⁰, 16–17⁰⁰, 19–20⁰⁰ та нічний час. Інші дослідні проміжки часу – 65 км/год. Тип покриття Столичного шосе: литий асфальтобетон. Похил дороги: 0°. Кількість смуг житлових будинків: 2. Нульова відстань: друга смуга з 4 в напрямку м. Видубичі. Спостереження в нічний час за рухом вантажного транспорту (через обмеження пересування містом у денний час) показало найбільшу інтенсивність на



Рис. 1. Об'єкт дослідження

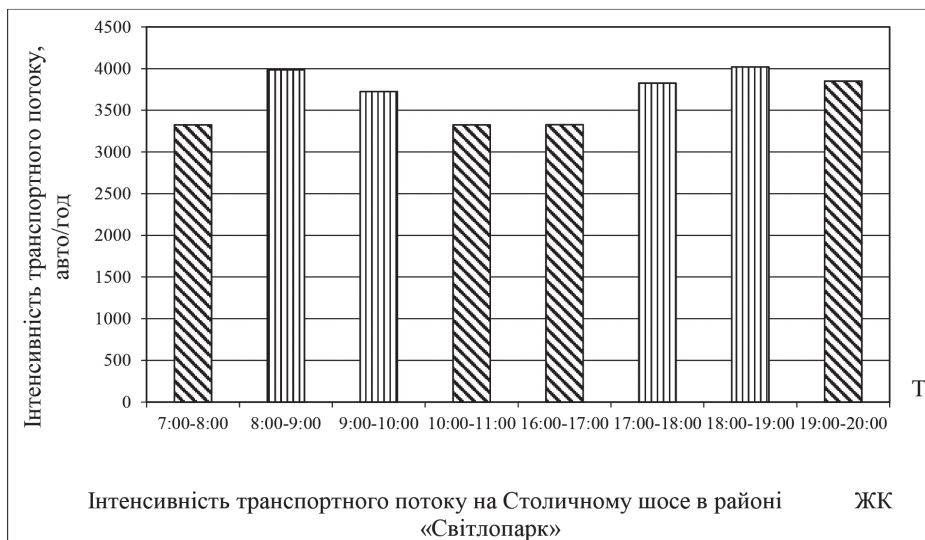


Рис. 2. Інтенсивність транспортного потоку на Столичному шосе в районі ЖК «Світлопарк»

рівні 456 авто/год. При цьому кількість легкових авто складала лише 94 одиниці.

У таблиці 4 представлено результати розрахунків шумового забруднення, яке утворюється в проміжки часу, під час яких здійснено експериментальне спостереження.

Оцінимо рівень шумового забруднення в аспекті впливу на ЖК «Світлопарк» (рис. 3; табл. 5).

Як можна побачити з табл. 3.2, допустиме значення рівня шуму буде перевищено на всій відстані (як у денний (до 35 дБ(А)), так і в нічний час (до 64 дБ(А))). Цей факт підтверджує необхідність упровадження шумозахисних заходів на досліджуваній території.

ВИСНОВКИ

У роботі досліджено автомобільний транспорт як джерело параметричного забруднення навколишнього середовища, насамперед шумового. Визначено вплив шумового забруднення на здоров'я людини. Досліджено транспортний потік на Столичному шосе в районі ЖК «Світлопарк» у м. Києві. Визначено основні показники транспортного потоку, як-от інтенсивність та склад. Експериментальним способом визначено, що найбільша інтенсивність спостерігається о 8⁰⁰–9⁰⁰ та о 18⁰⁰–19⁰⁰ і становить близько 4 тис. авто/год. Здійснено розрахунок шумового забруднення придорожного середовища транспортним потоком. Розрахунок здійснювався до відстані 140 м від Столичного шосе (відстань, де закінчується житлова забудова). Допустиме значення рівня шуму перевищено на всій відстані (як



Рис. 3. Характеристика розміщення будівель ЖК «Світлопарк», на які може впливати шумове забруднення від транспортного потоку

у денний (до 35 дБ(А)), так і в нічний час (до 64 дБ(А))). Цей факт підтверджує необхідність упровадження шумозахисних заходів на досліджуваній території.

Таблиця 4. Результати розрахунків рівня шумового забруднення

Час доби	Норматив допустимого рівня шуму в межах житлової забудови	Зміна рівня шумового забруднення (дБ(А)) залежно від відстані												
		7,5 м	10 м	15 м	20 м	30 м	40 м	50 м	60 м	70 м	80 м	100 м	120 м	140 м
7:00-8:00	55	102,1	99,7	96,3	94,0	90,6	88,2	86,4	81,4	80,1	79,0	77,2	75,7	74,4
8:00-9:00	55	97,0	94,6	91,3	88,9	85,5	83,2	81,3	76,3	75,1	74,0	72,1	70,6	69,3
9:00-10:00	55	96,6	94,3	90,9	88,5	85,2	82,8	81,0	76,0	74,7	73,6	71,8	70,3	69,0
10:00-11:00	55	102,1	99,7	96,3	94,0	90,6	88,2	86,4	81,4	80,1	79,0	77,2	75,7	74,4
16:00-17:00	55	96,1	93,7	90,3	88,0	84,6	82,2	80,4	75,4	74,1	73,0	71,2	69,7	68,4
17:00-18:00	55	96,8	94,4	91,1	88,7	85,3	83,0	81,1	76,1	74,8	73,7	71,9	70,4	69,1
18:00-19:00	55	97,0	94,7	91,3	88,9	85,6	83,2	81,4	76,4	75,1	74,0	72,2	70,7	69,4
19:00-20:00	55	102,8	100,4	97,1	94,7	91,4	89,0	87,2	82,1	80,9	79,8	77,9	76,4	75,2
Ніч	35	98,4	96,0	92,7	90,3	86,9	84,6	82,7	77,7	76,4	75,3	73,5	72,0	70,7

Таблиця 5. Аналіз рівня шумового забруднення, яке досягається на рівні житлових будівель ЖК «Світлопарк»

Час	Норматив допустимого рівня шуму в межах житлової забудови	Шум на відстані 7,5 м	Перевищення норми шуму, дБ(А)	Шум на відстані 36,6 м	Перевищення норми, дБ(А)	Шум на відстані 55 м	Перевищення норми, дБ(А)	Шум на відстані 102 м	Перевищення норми, дБ(А)
7:00–8:00	55 дБ(А)	102	+47	89	+34	85,6	+30,6	80,5	+25,5
8:00–9:00	55 дБ(А)	97	+42	83,9	+28,9	80,5	+25,5	75,4	+20,4
9:00–10:00	55 дБ(А)	96,6	+41,6	83,6	+28,6	80,2	+25,2	75,1	+20,1
10:00–11:00	55 дБ(А)	102	+47	89	+34	85,6	+30,6	80,5	+25,5
16:00–17:00	55 дБ(А)	96,1	+41,1	83	+28	79,6	+24,6	74,5	+19,5
17:00–18:00	55 дБ(А)	96,8	+41,8	83,7	+28,7	80,3	+25,3	75,2	+20,2
18:00–19:00	55 дБ(А)	97	+42	83,9	+28,9	80,6	+25,6	75,5	+20,5
19:00–20:00	55 дБ(А)	103	+48	89,7	+34,7	86,4	+31,4	81,3	+26,3
Ніч	55 дБ(А)	98,4	+63,4	85,3	+50,3	81,9	+46,9	76,8	+41,8

REFERENCES

- [1] Matejchuk V.P., Mal'ko G.O., Ziuziun V.I., Rymaruk K.V. (2012). Formuvannja struktury informacijno-analitychnoi' systemy ocinjuvannja zabrudnennja dovkillja transportnymy zasobamy. *Visnyk nacional'nogo transportnogo universytetu*, no. 25, pp. 335–339. [in Ukrainian]
- [2] Vyrozhems'kyj V.K., Harytonova N.M., Stojanovych N.S. (2018). Vplyv typu dorozhn'ogo pokryttja na akustyčne zabrudnennja pryleglyh do avtomobil'noi' dorogy terytorij. *Dorogy i mosty*, no. 18, pp. 26–39. [in Ukrainian]
- [3] Kundel's'ka T. V., Nykolyn V.M. (2017). Vyznachennja akustychnogo navantazhennja v central'nij chastyini m. Ivano-Frankivs'ka na zupynkah gromads'kogo transportu. *Zbirnyk materialiv naukovo-praktychnoi' konferencii' «Ekogeoforum-2017»*. Ivano-Frankivs'k, IFNTUG, pp. 46–49. [in Ukrainian]
- [4] Djachenko T. O., Jevchuk Je. M. (2018). Analiz vplyvu transportnogo shumu na navkolyshnje seredovyshhe ta ljudynu. *Ekonomika ta upravlinnja na transporti*, 2018, no. 6, pp. 125–131. [in Ukrainian]
- [5] Danova K. V., Danova V. V. (2009). Akustychni ta arhitekturno-planuvальni zasoby znyzhennja transportnogo shumu. *Naukovyj visnyk budivnytstva*, no. 53, pp. 253–257. [in Ukrainian]
- [6] Hvorost M. V., Grjaznova S. A., Malysheva V. V. (2014). Zahyst sel'byshhnoi' zony vid shumu transportnoi' magistrali akustychnymy metodamy. *Zbirnyk naukovykh prac' Harkivs'kogo universytetu Povitryanjnyh Syl*, no. 4 (41), pp. 79–81. [in Ukrainian]
- [7] Ziuziun V.I. (2017). Osoblyvosti pidhodu do upravlinnja ryzykamy systemy «transportnyj potik – doroga» v mis'komu seredovyshhi. *Geografyčeskye aspekty ustojchyvogo razvytja regyonov*, no. 2., pp. 630–635. [in Ukrainian]
- [8] Mavrin V., Makarova I., Prikhodko A. (2018). Assessment of the influence of the noise level of road transport on the state of the environment. *Transportation Research Procedia* Volume, no. 36, pp. 514–519. [in Ukrainian]
- [9] Mohammad R Monazzam, Vahideh Abolhasannejad, Bibi Narjes Moasheri, Vahid Abolhasannejad and Hamid Kardanmoghaddam (2016). Noise pollution in old and new urban fabric with focus on traffic flow. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*, no. 35(4), pp. 257–263. [in Ukrainian]
- [10] Zahyst vid shumu, vibracii', elektrychnykh ta magnitnykh poliv, vyprominjuvan' i oprominjuvan'// DBN 360-92**Mistobuduvannja. Planuvannja i za budova mis'kyh i sil's'kyh poselen'». «Dopustymi rivni shumu na riznyh ob'jektiv, terytorijah riznogo gospodars'kogo pryznachennja». *Derzhkommistobuduvannja*, 2011. sajт: URL: http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/dbn_360_92_ua/1-1-0-116. (data zvernennja: 21.11.2021).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Матейчук В.П., Малько Г.О., Зюзюн В.І., Римарук К.В. Формування структури інформаційно-аналітичної системи оцінювання забруднення довкілля транспортними засобами. *Вісник національного транспортного університету*, № 25. 2012. С. 335–339.
- [2] Вирожемський В.К., Харитоновна Н.М., Стоянович Н.С. Вплив типу дорожнього покриття на акустичне забруднення прилеглих до автомобільної дороги територій. *Дороги і мости*, № 18, 2018. С. 26–39.
- [3] Кундельська Т.В., Николин В.М. Визначення акустичного навантаження в центральній частині м. Івано-Франківська на зупинках громадського транспорту. *Збірник матеріалів науково-практичної конференції «Екогеофорум-2017»*, 2017. С. 46–49.
- [4] Дяченко Т.О., Євчук Є.М. Аналіз впливу транспортного шуму на навколишнє середовище та людину. *Економіка та управління на транспорті*, № 6. 2018, С. 125–131.
- [5] Данова К.В., Данова В.В. Акустичні та архітектурно-планувальні засоби зниження транспортного шуму. *Науковий вісник будівництва*, № 53, 2009. С. 253–257.

- [6] Хворост М.В., Грязнова С.А., Малишева В.В. Захист сельбищної зони від шуму транспортної магістралі акустичними методами. *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил*, № 4 (41), 2014. С. 79–81.
- [7] Зюсюн В.І. Особливості підходу до управління ризиками системи «транспортний потік – дорога» в міському середовищі. *Географические аспекты устойчивого развития регионов*, № 2, 2017. С. 630–635.
- [8] Mavrin V., Makarova I., Prikhodko A. Assessment of the influence of the noise level of road transport on the state of the environment. *Transportation Research Procedia Volume*, № 36, 2018. P. 514–519.
- [9] Mohammad R Monazzam, Vahideh Abolhasannejad, Bibi Narjes Moasheri, Vahid Abolhasannejad and Hamid Kardanmoghaddam (). Noise pollution in old and new urban fabric with focus on traffic flow. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*, № 35(4), 2016. P. 257–263.
- [10] Захист від шуму, вібрації, електричних та магнітних полів, випромінювань і опромінювань// ДБН 360-92**Містобудування. Планування і за будова міських і сільських поселень». «Допустимі рівні шуму на різних об'єктах, територіях різного господарського призначення». Держкоммістобудування, URL: http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/dbn_360_92_ua/1-1-0-116 (дата звернення: 21.11.2021).

© Зюсюн В. І., Цюман Є. С., Синяк О. Г., Болбот Д. О.

Дата надходження статті до редакції: 02.12.2021

Дата затвердження статті до друку: 16.12.2021