

УДК 699.81.614:536.21

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.251022.21.887

## ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ВУЛИЦЬ

БЕЛІКОВ А. С.<sup>1</sup>, *докт. техн. наук, проф.*,  
САНЬКОВ П. М.<sup>2</sup>, *канд. техн. наук, проф.*,  
ШАЛОМОВ В. А.<sup>3\*</sup>, *канд. техн. наук, доц.*,  
ДЗЮБАН О. В.<sup>3</sup>, *канд. техн. наук, доц.*

<sup>1</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: [bgd@mail.pgasa.dp.ua](mailto:bgd@mail.pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>2</sup> Кафедра архітектури, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 149-85-41, e-mail: [petsankov5581@gmail.com](mailto:petsankov5581@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-0898-7992

<sup>3\*</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: [shalomov1709@gmail.com](mailto:shalomov1709@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-6890-932X

<sup>4</sup> Кафедра технології будівельного виробництва, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (098) 086-17-45, e-mail: [dziuban.oleksandr@pgasa.dp.ua](mailto:dziuban.oleksandr@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-6279-346X

**Анотація.** *Постановка проблеми.* Одне із завдань забезпечення безпеки людей – дослідження у містобудівній акустиці в межах реальних ситуацій, що виникають у містах у процесі їх розвитку та підвищення рівня автомобілізації населення. Згідно з проведеним аналізом визначено, що зростаюча кількість авто у містах спричинює збільшення шуму, але сучасні автомобілі стали «тихіші», особливо електроавтомобілі. На селитебній території міст найбільш потужними джерелами шуму, який частіше зустрічається, стали транспортні потоки магістральних вулиць. Крім того, діє ціла система джерел транспортного шуму, а саме вулиці різного призначення, стоянки, різнорівневі розв'язки автомагістралей, станції технічного обслуговування автомобільного транспорту та ціла низка громадських будівель та споруд, які обслуговуються різноманітним громадським чи іншими видами транспорту. **Мета статті** – оцінення шумового забруднення магістральних вулиць та визначення ефективності шумозахисту у конкретній шумовій ситуації з урахуванням застосування захисних засобів. **Висновок.** Збільшення кількості легкових автомобілів у містах змушує вживати різних заходів. Наприклад, збільшувати кількість смуг руху, але цей спосіб не завжди можливий. Нова розмітка – це фактичне звернення до колишніх вимог, дозволить заощадити величезні кошти. Досвід Києва, Дніпра, Харкова та інших міст України дозволяє лише на якийсь час вирішити проблеми, пов'язані з автомобілізацією великих міст. Для полегшення побудови карт шуму житлової забудови та збільшення точності результатів пропонується зразок для побудови карт шуму житлової забудови. Це дозволяє, у свою чергу, отримувати порівнянні результати та здійснювати експерименти щодо будь-якого прийому забудови примігстральної території.

**Ключові слова:** шумове забруднення; автотранспорт; магістральні вулиці; акустика; рівень звуку; безпека життєдіяльності

## TO THE ISSUE OF NOISE POLLUTION ASSESSMENT FOR HIGHWAYS

BELIKOV A.S.<sup>1</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,  
SANKOV P.M.<sup>2</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Prof.*,  
SHALOMOV V.A.<sup>3\*</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,  
DZYUBAN O.V.<sup>4</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*

<sup>1</sup> Department of Life Safety, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov Str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-73, e-mail: [bgd@mail.pgasa.dp.ua](mailto:bgd@mail.pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>2</sup> Department of Architecture, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov Str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (050) 149-85-41, e-mail: [petsankov5581@gmail.com](mailto:petsankov5581@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-0898-7992

<sup>3\*</sup> Department of Life Safety, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov Str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: [shalomov1709@gmail.com](mailto:shalomov1709@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-6890-932X

<sup>4</sup>Department of Construction Technology, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov Str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [dziuban.oleksandr@pgasa.dp.ua](mailto:dziuban.oleksandr@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-6279-346X

**Abstract. Problem statement.** One of the challenges for ensuring people's safety is to investigate within urban acoustics the real situations that arise in cities as the population develops and becomes more motorised. According to the analysis, it was determined that the growing number of cars in cities leads to an increase in noise, on the one hand, but modern cars have become “quieter”, especially electric cars. In the residential areas of cities, the most powerful sources of noise, more frequently occurring, are the traffic flows of main streets. In addition, there is a whole system of traffic noise sources, namely streets of various purposes, parking lots, interchanges of highways, service stations for automobile transport, and a number of public buildings and structures that are served by various public or other types of transport. **The purpose of this article.** Assessment of noise pollution on main streets and determination of the noise protection effectiveness in a specific situation, taking into account the use of protective equipment. **Conclusions.** The increasing number of cars in cities is forcing a variety of measures. For example, to increase the number of traffic lanes, but this method is not always possible. The new markings are actually a reversal of previous requirements and will save huge amounts of money. The experience of Kyiv, Dnipro, Kharkiv and other cities of Ukraine allows us to solve problems related to motorization of large cities only for a while. To facilitate the construction of noise maps of residential construction and increase the accuracy of the results, a sample for construction of noise maps of residential construction is offered. This, in turn, makes it possible to obtain comparable results and carry out experiments regarding any method for construction of the main highway territory.

**Keywords:** noise pollution; motor vehicles; highways; acoustics; sound level; life safety

**Постановка проблеми.** Наразі одним із завдань забезпечення безпеки людей стало дослідження у містобудівній акустиці в межах реальних ситуацій, що виникають у містах у процесі їх розвитку та підвищення рівня автомобілізації населення. Згідно з проведеним аналізом визначено, що зростаюча кількість авто у містах спричинює збільшення шуму, хоча сучасні автомобілі стали «тихіші», особливо електроавтомобілі.

**Аналіз публікацій.** Велика кількість легкових автомобілів потребує відповідних шляхів просування містом. Побудовані раніше вулиці не виконують необхідних завдань. Їх вирішення можна подати у вигляді лінійної щільності: в середньому 2,2–2,4 км/км<sup>2</sup>. Внаслідок нерівномірності розподілу транспортної роботи щільність мережі магістральних вулиць різна за зонами міста: центральна (5–7 % території) – 3,5–4,5 км/км<sup>2</sup>; середня (25–30 %) – 2,5–3 км/км<sup>2</sup> та периферійна (63–70 % території) – 1,5–2 км/км<sup>2</sup>. Існує й потужність магістральної мережі на підходах до центрального району, яка виражається кількістю смуг руху на 100 тис. жителів. У великих містах вона має становити 1...1,5 смуг руху, у багатомільйонних – 0,5...0,7 смуг [1–3].

**Мета дослідження** – зменшення негативного впливу шуму на працівників та населення, яке проживає на приміагістральних територіях міст, шляхом установлення залежностей еквівалентних рівнів шуму від складу транспортного потоку і конструктивно-планувальних рішень у житловій забудові, що має велике значення в галузі охорони праці та безпеки життєдіяльності населення.

**Результати досліджень.** У зв'язку зі збільшенням кількості автомобільного транспорту особливий інтерес становлять можливі межі очікуваної інтенсивності руху автомобілів магістральними вулицями різних міст і можливі рівні шуму цих транспортних потоків. Skorистаємося такою формулою для визначення очікуваного рівня шуму:

$$L_{A_{екв}} = 44,4 + 0,268V + 10\lg(N_E/V) + \sum\Pi, \quad (1)$$

де  $V$  – середня швидкість транспортного потоку на перегоні, км/год. Для наших розрахунків прийматимемо  $V = 60, 40$  і  $30$  км/год., тобто найбільш імовірні швидкості руху потоку транспорту на перегоні міських вулиць та доріг;  $N_E$  – наведена за звуковою енергією інтенсивність руху, авт./год., що визначається за формулою:

$$N_E = N_L + 4N_K + 8N_D, \quad (2)$$

де  $N_L$ ,  $N_K$  та  $N_D$  – інтенсивність руху авто/год, відповідно легкового та вантажного транспорту;  $\Sigma\Pi$  – сума поправок. Їх мінімальне значення дозволяє не брати до уваги цей показник на перших стадіях проектування.

Розрахунки зручно здійснювати за класами еквівалентних рівнів звуку (EPЗ) як магістральних вулиць районного (МВР) та

міського (МВМ) значень. Наприклад, до класу 75 дБА відносять МВР та МВМ з EPЗ від 72,5 до 77,4 дБА. Такі ухвалені умови значно спрощують розрахунки.

Визначимо очікувані рівні шуму на магістральних вулицях низки великих міст із змінною інтенсивністю та середньою швидкістю руху автопотоків для найімовірніших умов руху. Отримані дані наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

**Витяг із розрахункових показників шуму магістральних вулиць різної щільності в сучасних містах за інтенсивності руху 1 000 та 6 000 авто/год.**

N, авто/год.	Інтенсивність руху за видами транспорту, авто/год			Сумарна наведена $\Sigma N_E$	Середня швидкість руху потоку V, км/год	$\frac{N_E}{V}$ (5/6)	$10 \lg \frac{N_E}{V}$	0,263V	$L_{A_{\text{не}}} = 44,4 + 0,263V + 10 \lg \frac{N_E}{V}$ дБА
	Легкові $L = a \cdot N$	Вантажні							
		карбюраторні $V_k = b \cdot N$	дизельні $V_d = b \cdot N$						
1000	600	4*200	8*200	3 000	60	50,00	16,99	16,08	78,0
	600	4*300	8*100	2 600	60	43,33	16,37	16,08	76,85
	600	4*350	8*50	2 400	60	40,00	16,02	16,08	76,5
6000	5 000	4*500	8*500	11 000	60	183,33	22,63	16,08	83,11
	5 000	4*700	8*300	10 200	60	170,00	22,30	16,08	82,78
	5 000	4*900	8*100	9 400	60	156,66	21,95	16,08	82,44
1000	600	4*200	8*200	3 000	40	75,00	18,75	10,72	73,87
	600	4*300	8*100	2 600	40	65,00	18,12	10,72	73,24
	600	4*350	8*50	2 400	40	60,00	17,78	10,72	72,90
6000	5 000	4*500	8*500	11 000	40	275	24,39	10,72	79,51
	5 000	4*700	8*300	10 200	40	255	24,07	10,72	79,19
	5 000	4*900	8*100	9 400	40	235	23,71	10,72	78,83

Розглядаючи прийняті крайні умови руху, зазначимо, що за середньої швидкості руху потоку автомобілів близько 60 км/год розрахункові рівні шуму магістральних вулиць не перевищують клас 75–85 дБА, за середньої швидкості руху потоку близько 40 км/год розрахункові рівні шуму магістральних вулиць дорівнюють 70–80 дБА. Додамо, що за інтенсивності руху автомобілів близько 500 авто/год. і швидкості руху потоку близько 60 км/год. величина  $L_{A_{\text{екв}}}$  70–75 дБА (клас рівнів звуку), за  $V = 40$  км/год. величина  $L_{A_{\text{екв}}}$  70 дБА, а за  $V = 30$  км/год. величина  $L_{A_{\text{екв}}}$  магістральних вулиць досягає класів 65–70 дБА [4; 5].

Наведені на рисунку 1 графіки показують, як змінюються рівні шуму багатьох магістральних вулиць різних міст зі зміною рівня автомобілізації, що визначає, по суті, кількість автомобілів на різних магістральних вулицях. Швидше за все, у перспективі рівень шуму магістральних вулиць не перевищить класу

85 дБА, а мінімальний клас рівнів шуму магістральних вулиць не перевищить класу 70–75 дБА.

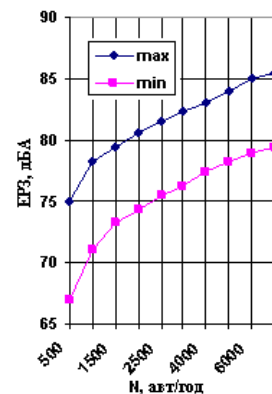


Рис. 1. Очікувані рівні шуму магістральних вулиць, сучасних великих та найбільших міст

Особливість підходу полягає у тому, що ми виходимо з обліку шуму сучасних автомобілів, які стали помітно тихішими за автомобілів минулих років. Проте рівень шуму на магістральних вулицях в окремих випадках за особливих умов руху може досягти 90 дБА. Тоді рівень шумового

забруднення основних джерел шуму у містах може бути таким (табл. 2).

Таблиця 2

**Рівень шумового забруднення основних джерел шуму у містах**

№ з/п	Характеристика зон за ступенем шумового забруднення (ш. з.) повтряного басейну і навколишнього середовища	Значення показника, дБА
1	Особливо небезпечного ш. з.	90
2	Дуже небезпечного ш. з.	85
3	Небезпечного ш. з.	80
4	Сильного ш. з.	75
5	Значного ш. з.	70
6	Великого ш. з.	65
7	Помірного ш. з.	60
8	Малого ш. з.	55
9	Незначного ш. з.	50
10	Слабкого ш. з.	45
11	Дуже слабкого ш. з.	40
12	Відсутність ш. з.	35

У період із травня по вересень шумовий режим магістральних вулиць міста зростає. Зазначимо, що «максимальний» (за рівнями шуму в дБА) шумовий режим спостерігається у п'ятницю ввечері, коли люди виїжджають у масі на садово-дачні ділянки в приміську зону. Вдень ми спостерігаємо досить високі рівні шуму, крім відносного затишшя з 11- до 13-ї години. Мінімальні рівні шуму спостерігаються з 23-ї до 3-4-ї ранку. Вони відповідають різкому зниженню інтенсивності руху автомобілів. Найбільш «шумний» період, коли люди виїжджають на заміський відпочинок. Найтихіший день у місті – неділя.

Збільшення довжини та щільності першої лінії забудови може помітно змінити показники акустичного дискомфорту та річного економічного збитку. Тому дуже важливо правильність прийнятого рішення підтверджувати аналітичними дослідженнями варіантів, що дозволяє робити запропонована методика. Помітно можуть змінюватись показники проєкту залежно від прийнятого рішення.

Важливо мати характеристику всіх основних джерел шуму, починаючи з генерального плану міста та з основних рішень районного планування. Краще мати

матеріали параметрів усіх систем джерел шуму на всіх стадіях проєктування та систем об'єктів шумозахисту, яка в кінцевому підсумку захищає людей від зовнішнього міського шуму. Облік на усіх стадіях проєктування чинника шуму (здійснення боротьби з шумом) приносить помітний економічний і соціальний ефекти. Числове значення шкоди або ефекту від шумового забруднення досить просто визначити за запропонованою нами методикою, використовуючи такі критерії:

1. Санітарні норми допустимого шуму на території міста (передмістя), на території забудови житлових районів та мікрорайонів, у житловій забудові та громадських будівлях.

2. Коефіцієнти акустичного комфорту  $\eta_T$  (дискомфорту  $\psi_T$ ) території, периметра споруд  $\eta_C$  та  $\psi_C$ , житлових будинків  $\eta_B$  та  $\psi_B$ :

$$\eta_T = \frac{F_K}{F}; \eta_C = \frac{P_K}{P}; \eta_B = \frac{H_K}{H}; \psi_T = \frac{F_D}{F};$$

$$\psi_C = \frac{P_D}{P}; \psi_B = \frac{H_D}{H}, \quad (3)$$

де  $F$  – площа території, що розглядається, км<sup>2</sup> (га);  $F_K$ ,  $F_D$  – площа території, що перебуває відповідно у зоні акустичного комфорту чи дискомфорту, км<sup>2</sup> (га);  $P$  – периметр розглянутого будинку або будівель, м;  $P_K$ ,  $P_D$  – периметр будинку чи споруд, що у зоні акустичного комфорту чи дискомфорту, м;  $H$  – кількість жителів, які проживають на розглянутій території або в житлових будинках, осіб;  $H_K$ ,  $H_D$  – те ж саме відповідно в умовах комфорту або дискомфорту, осіб.

3. Інтегральний показник соціальної небезпеки  $\tau$ , який враховує кількість людей  $H_i$ , що піддаються впливу шуму різного класу (рівня):

$$\tau = \sum_1^n \tau_i H_i, \quad (4)$$

де  $\tau_i$  – коефіцієнт соціальної небезпеки для  $i$ -ї території (зони) з населенням  $H$  та рівнем звуку  $L_{Aeq,i}$ :

$$\tau_i = 0,04(L_{Aeq,i} - 55). \quad (5)$$

4. Критерій соціальної ефективності шумозахисних заходів:

$$\Delta\tau = \frac{\sum_1^n \tau - \sum_1^m \tau}{\sum_1^n \tau} \cdot 100, \quad (6)$$

де  $n$  та  $m$  – ситуація до та після проведення шумозахисних заходів.

5. Величина річних економічних збитків  $Y_0$  через шумове забруднення міського середовища, тис. грн.

6. Величина річного попередженого економічного збитку:

$$P = Y_0 - Y. \quad (7)$$

7. Величина річного економічного ефекту:

$$E = P - Z = (Y_0 - Y) - (C + 0,12K), \quad (8)$$

де  $Y_0$  та  $Y$  – величини річної економічної шкоди від шумового забруднення до та після вжиття заходів щодо шумозахисту, тис. грн;  $C$  – річні експлуатаційні витрати, тис. грн.;  $K$  – капітальні витрати з шумозахисту, тис. грн.

8. Критерій пріоритетності реалізації заходів  $\Pi_i$  щодо зниження рівня шуму, в основу якого покладено затвержені економічні збитки або річний економічний результат  $P_i$  на  $i$ -й території та величина наведених витрат  $B_i$  на реалізацію цільових шумозахисних заходів:

$$\Pi_i = \frac{P_i - B_i}{\sum F_{o,i}} \rightarrow \max, \quad (9)$$

де  $F_{o,i}$  – сумарна наведена загальна площа житлових будинків ( $m^2$ ) на  $i$ -й території:

$$B_i = C + 0,12K \rightarrow \min. \quad (10)$$

Сучасний стан шумового режиму міст різної величини описується рівнянням регресії виду  $Y = a_0 + a_1x + a_2x^2$ .

Понад половина (54,8–86,5 %) у балансі шумового забруднення міських територій та споруд різних міст припадає на шум магістральних вулиць та шумове забруднення приміагістральних територій. Дуже часто шум інших джерел у містах маскується.

Сьогодні у багатьох містах різних країн рівень автомобілізації населення становить 300–600 авто/1000 жителів. Зростає кількість автомобілів у містах України. У Дніпрі нині спостерігається понад 250 авто/1 000 жителів, а в 2022 році цей показник досягне 300 авто/1 000 жителів. У зв'язку з цим у Дніпрі виникне проблема пропускної спроможності системи магістральних вулиць міст та різко позначиться проблема шуму міських доріг та вулиць, зашумленості приміагістральних територій, безпеки руху автомобілів та пішоходів.

Сьогодні на більшості магістральних вулиць загальноміського значення середня швидкість потоку не перевищує 50–60 км/год (за кількості вантажного та громадського транспорту в потоці близько 40 %, на магістральних вулицях районного значення – відповідно близько 40 км/год та 30 % вантажного та громадського транспорту) [6].

Аналіз показує, що розрахункові рівні звуку магістральних вулиць зростають із збільшенням чисельності населення міста та рівня його автомобілізації. Приріст рівнів звуку досягає 7–12 дБА. Різниця між усередненими показниками рівнів звуку та між рівнями звуку магістральних вулиць міського та районного значення дорівнює орієнтовно (2,5–7,5 дБА) одному класу – 5 дБА.

Вивчення шумового режиму багатьох населених місць показує, що розрахункові рівні шуму основних магістральних вулиць найбільших міст досягають 75–80 дБА, зі збільшенням щільності вулично-дорожньої мережі від 4 до 10 км/км<sup>2</sup> величина розрахункових рівнів звуку головних вулиць зменшується на 4–6 дБА. Але у зв'язку зі збільшенням у містах кількості автомобілів та інтенсивності руху шум на магістральних вулицях фактично набуває своїх значень (клас 75 або 80 дБА).

**Висновки.** Збільшення кількості легкових автомобілів у містах змушує вживати різних заходів. Наприклад, збільшувати кількість смуг руху, але цей спосіб не завжди можливий. Нова розмітка

фактично є зверненням до колишніх вимог та дозволить заощадити величезні кошти [7].

Досвід Києва, Дніпра, Харкова та інших міст України дозволяє лише на якийсь час вирішити проблеми, пов'язані з автомобілізацією великих міст.

Для полегшення побудови карт шуму житлової забудови та збільшення точності

результатів пропонується зразок для побудови карт шуму житлової забудови. Це дозволяє, у свою чергу, отримувати порівняні результати та здійснювати експерименти щодо будь-якого прийому забудови примагістральної території.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.1.1–31:2013. Захист територій, будинків і споруд від шуму [Текст]; введ. 27-12-2013. Київ : Мінрегіон України, 2014. 54 с.
2. ДСТУ EN ISO 3746:2016. Акустика. Визначення рівнів звукової потужності та рівнів звукової енергії джерел шуму за звуковим тиском [Текст]; введ. 01-01-2018. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 44 с.
3. ДСТУ–Н Б В.1.1–33:2013. Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій [Текст]; введ. 01-01-2014. Київ : Мінрегіон України, 2014. 45 с.
4. Сафонов В. В., Беліков А. С., Папірник Р. Б., Іванцов С. В., Дідієнко Л. М., Піліпенко О. В., Лапшин О. О., Доронін Є. В., Шатов С. В., Шаломов В. А. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проєктів інженерно-будівельних спеціальностей : підруч. Під заг. ред. А. С. Белікова. Дніпро : Журфонд, 2020. 336 с.
5. Иванов Н. И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом : учеб. Москва : Университетская книга, Логос, 2008. 424 с.
6. Беліков А. С., Болібрех Б. В., Шаломов В. А. та ін. Основи охорони праці : підруч. Під заг. ред. А. С. Белікова. Дніпро : ПП «Кулик В.В.», 2019. 452 с.
7. Самойлюк Е. П., Денисенко В. И., Пилипенко А. П. Борьба с шумом в населенных местах. Київ : Будівельник, 1981. 144 с.

### REFERENCES

1. DBN V.1.1–31:2013. *Zakhyst terytorii, budynkiv i sporud vid shumu* [Protection of territories, buildings and structures from noise]. Kyiv : Minrehion Ukrainy, 2014, 54 p. (in Ukrainian).
2. DSTU EN ISO 3746:2016. *Akustyka. Vyznachennia rivniv zvukovoi potuzhnosti ta rivniv zvukovoi enerhii dzherel shumu za zvukovym tyskom* [Acoustics. Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources by sound pressure]. Kyiv : SE “UkrNDNTs”, 2018, 44 p. (in Ukrainian).
3. DSTU–N B V.1.1–33:2013. *Nastanova z rozrakhunku ta proektuvannia zakhystu vid shumu selbyshchnykh terytorii* [Guidelines for the calculation and design of noise protection of residential areas]. Kyiv : Minrehion Ukrainy, 2014, 45 p. (in Ukrainian).
4. Safonov V.V., Belikov A.S., Papirnik R.B., Ivantsov S.V., Didenko L.M., Pilipenko O.V., Lapshin O.O., Doronin Ye.V., Shatov S.V. and Shalomov V.A. *Inzhenerni rishennya z ohoroni praci pri rozrobci diplomnih proektiv inzhenerno-budivel'nih special'nostej* [Engineering solutions for labor protection in the development of diploma projects in civil engineering]. Dnipro : Zhurfond Publ., 2020, 336 p. (in Ukrainian).
5. Ivanov N.I. *Inzhenernaia akustyka. Teoriya y praktyka borby s shumom* [Engineering acoustics. Theory and practice of noise control]. Moscow : Unyversytetskaia Knyha, Lohos, 2008, 424 p. (in Russian).
6. Belikov A.S., Bolibruch B.V., Shalomov V.A., Safonov V.V., Tret'yakov O.V., Gudozhnik D.V., Sharanova Yu.G. and Nesterenko S.V. *Osnovi ohoroni praci* [Basics of labor protection]. Dnipro : PP “Kulik V.V.”, 2019, 452 p. (in Ukrainian).
7. Samoiliuk Ye.P., Denysenko V.I. and Pylypenko A.P. *Borba s shumom v naseleennykh mestakh* [Noise control in populated areas]. Kyiv : Budivelnik Publ., 1981, 144 p. (in Russian).

Надійшла до редакції: 13.09.2022.