

Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519-2698 print
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9911
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 504:351.777:628.517.2

Ecological assessment of acoustic pollution of the city of Lviv and the effectiveness of noise measures

B. Kalyn, V. Momut[✉], A. Ponochovnyi

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Article info

Received 19.07.2023
Received in revised form
01.09.2023
Accepted 04.09.2023

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-097-747-61-25
E-mail: v.vishchur@gmail.com

Kalyn, B., Momut, V., & Ponochovnyi, A. (2023). Ecological assessment of acoustic pollution of the city of Lviv and the effectiveness of noise measures. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 67–72. doi: 10.32718/nvlvet-a9911

Anthropogenic and functional heterogeneities of urban landscapes contribute to the formation of local noise load centers. In cities, the acoustic background is multifactorial, that is, it is covered by different types of noise sources. However, the growth of traffic in cities is the first reason for the increase in noise pollution. Real-time studies of the traffic load of selected areas of the city, their acoustic load and the effectiveness of implemented noise protection devices (installation of noise protection screens) were conducted. The areas where the noise load of urban landscapes of Lviv was determined were selected taking into account the combination of different types of noise (automotive, automotive-railway, industrial-automotive) and the evaluation of the effectiveness of noise protection devices implemented nearby. Environmental assessment of the noise load of urban landscapes of Lviv showed in most cases that the equivalent and maximum noise levels were exceeded. The greatest noise pollution was on the street. The source level at the time of train movement is 88.2 dBA. For sections 1 and 2 (Lypynsky Str.), where automobile noise dominates, the exceedance of acoustic norms was within 7.5–13.4 dBA. For these areas, the average daily traffic load was determined to be 436 and 302 cars/hour, with the share of passenger cars of 73.2 and 79.6 %, respectively, of the total traffic flow. Modern urban planning should take into account noise pollution on a par with other factors of anthropogenic influence and visual aesthetics, because the constant noise background determines the degree of suitability of the urban landscape for living. The most common noise protection measures in residential areas are the use of construction and acoustic means and the formation of a system of green spaces. On the Lypynskyi Str., the efficiency of the installed noise protection screen in the form of a polycarbonate wall was 20 %, while on the Grabovsky St. noise protection screen of the “Green Wall” type – 23 %. The use of green spaces is also effective, which reduced the noise background by 16% on site 2 (Lypynsky Str. – Chornovola Ave.). For the city of Lviv, there is a need to conduct noise monitoring of the city and create a noise map.

Key words: noise pollution, urban landscape, motor vehicles, noise level, noise source.

Екологічна оцінка акустичного забруднення міста Львова та ефективності шумозахисних засобів

Б. М. Калин, В. Я. Момут[✉], А. С. Поночовний

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Антропогенно-функціональні неоднорідності урболандшафтів сприяють утворенню локальних центрів шумового навантаження. У містах акустичний фон багатofакторний, тобто перебивається джерелами шуму різного типу. Проте зростання транспортного навантаження у містах є першою причиною збільшення акустичного забруднення. Проведено натурні дослідження транспортного навантаження обраних ділянок міста, їх акустичне навантаження та ефективність реалізованих шумозахисних засобів (встановлення шумозахисних екранів). Ділянки, де проводили визначення шумового навантаження урболандшафтів

м. Львова, були обрані з врахуванням поєднання різних типів шуму (автомобільного, автомобільно-залізничного, промислово-автомобільного) та оцінки ефективного реалізованих поблизу шумозахисних засобів. Екологічна оцінка шумового навантаження урболандшафтів м. Львова показала у більшості випадків перевищення еквівалентних та максимальних рівнів шуму. Найбільшим шумове забруднення було на вул. Джерельній в момент руху поїзда – 88,2 дБА. Для ділянок 1 та 2 (вул. Липинського), де домінуючим є автомобільний шум, перевищення акустичних норм було в межах 7,5–13,4 дБА. Для цих ділянок визначено середньодобове навантаження автотранспортом 436 та 302 авто/год з часткою легкових авто 73,2 та 79,6 % щодо загального транспортного потоку. Сучасне містобудування повинно враховувати шумове забруднення на рівні з іншими факторами антропогенного впливу та візуальної естетики, адже постійний шумовий фон визначає ступінь придатності урболандшафту для проживання. Найбільш поширеними заходами захисту від шуму селітебних території є застосування будівельно-акустичних засобів та формування системи зелених насаджень. На вул. Липинського ефективність встановленого шумозахисного екрану у вигляді полікарбонатної стіни склала 20 %, тимчасом як на вул. Грабовського шумозахисного екрану типу “Зелена стіна” – 23 %. Ефективним є і застосування зелених насаджень, які на ділянці 2 (вул. Липинського – просп. Чорновола) знизили шумовий фон на 16 %. Для м. Львова є необхідність ведення шумового моніторингу міста та створення карти шуму.

Ключові слова: шумове забруднення, урболандшафт, автотранспорт, рівень шуму, джерело шуму.

Вступ

Міське середовище характеризується значним комплексом природно-антропогенних чинників. Дослідженню екологічного стану урбоєкосистем загалом та окремих їх параметрів на сьогодні приділяється багато уваги. Із розвитком міст кількість загроз стану довкілля зростає та посилюється. Але якщо окремих питань міст, як от забрудненню атмосферного повітря, стану зелених насаджень, якості питної води тощо, присвячено цілий ряд наукових праць, то проблема шумового навантаження є найменш досліджуваним явищем. Хоча саме шумове навантаження вважають одним з найпоширеніших видів забруднення середовища. А враховуючи той факт, що 70 % населення країни проживає у містах, акустичному навантаженню піддається значна частина населення (Kachmar, 2013; Ponochovnyi & Kalyn, 2023).

Праці вчених присвячені вивченню проблеми шумового забруднення міст України, наприклад Києва (Abrakotov, 2012; Slipko & Hladilin, 2016), Харкова (Abrakotov et al., 2019), Львова (Avdieieva, 2012; Kachmar, 2013; Kalyn & Shelevii, 2016), Хмельницька (Mironova et al., 2021), Івано-Франківська (Kundelska, 2017), Вінниці, Запоріжжя (Moskvina & Maslova, 2019), Житомира (Opanasiuk et al., 2021), Кривого Рогу (Ostapchuk & Koptieva, 2015), Умані, Полтави (Havrysh, 2019; Stepova & Kornishyna, 2021), Кременчука та багатьох інших міст містять дослідження, що своїм підґрунтям мають неоднакові сукупності чинників, які викликають шум.

Науковці наголошують на потребі вивчення сумісної точкової дії стаціонарних і пересувних джерел шуму та пошуку шляхів його зниження. Оптимізація шумового навантаження, як захід потребує виокремлення акустичних зон в межах урбоєкосистем. Враховуючи вищевикладене, вважаємо, що проблема екологічного оцінювання шумового забруднення за впливу різних джерел шуму урболандшафтів міст є актуальною.

Мета дослідження

Метою роботи було дослідження шумового забруднення окремих ділянок м. Львова, оцінка впроваджених та рекомендація методів захисту від його негативної дії.

Матеріал і методи досліджень

Моніторинг шумового навантаження урболандшафтів м. Львова проводили з використанням шумоміра СЕМ DT-8852 на одній із центральних та найбільш навантажених вулиці Липинського у двох точках (біля шумозахисного екрану (Липинського, 14–16) та перед перехрестям Липинського – просп. Чорновола), а також перехрестя Липинського – Джерельної (поблизу ЖК Бельгійське містечко) та Грабовського, 16 (біля трансформаторної підстанції “Цитадель”). Дані ділянки були обрані з врахуванням поєднання різних типів шуму (автомобільного, автомобільно-залізничного, промислово-автомобільного) та оцінки ефективного реалізованих поблизу шумозахисних засобів.

Вимірювання рівнів шумового навантаження здійснювали у світлий час доби з урахуванням максимального транспортного навантаження досліджуваних ділянок. Виміри проводили на межі між житловою забудовою та дорогою (об’єктом промисловості) та у випадку визначень ефективності шумозахисних екранів – на відстані щонайменше 5 м за екраном. При вимірюванні поблизу перехресть відстань від них складала 50 м, а також таку ж відстань витримували від світлофорів та зупинок громадського транспорту.

Вимірювання проводили щонайменше 3 рази на кожній ділянці з інтервалом 10 хв. При цьому мікрофон шумоміра тримали на довжині витягнутої руки, спрямованої у бік джерела шуму, на висоті 1,5 м.

Інтенсивність транспортного потоку та його видовий склад визначали візуальним методом шляхом підрахунку загальної кількості транспортних засобів та їх видів протягом 1 години. Підрахунок проводили у робочі дні, світлий час доби та години з максимальним і мінімальним завантаженням транспортного потоку. При високій інтенсивності руху для точнішого підрахунку використовують графічний підрахунок (метод “закритого конверта”).

За кількістю транспортних засобів протягом години здійснювали перерахунок середньодобової інтенсивності на досліджуваних ділянках для кожного виду транспорту, враховуючи поправочні коефіцієнти, за формулою:

$$N_{\text{доба}} = \frac{N_{\text{год}}}{K_1 * \sum K_2} \quad (1),$$

де $N_{\text{доба}}$ – середньодобова інтенсивність транспортного потоку, од.;

$N_{\text{год}}$ – інтенсивність транспортного потоку за 1 годину, од.;

K_1 – поправочний коефіцієнт на зміну інтенсивності руху протягом місяців року;

K_2 – поправочний коефіцієнт на зміну інтенсивності руху за годинами доби і днях тижня.

Склад транспортного потоку обчислювали у відсотковій частці кожного виду транспортного засобу до загальної їх кількості.

Результати та їх обговорення

Шумове навантаження міста Львова, як і інших великих міст, насамперед пов'язане із засобами транспорту як комунальними, так і приватними. Кількість

останніх щорічно зростає, що посилює дану проблему. Науковці вказують на тенденцію до зростання шумового навантаження у межах 0,5–1 дБ щорічно та сумарно за останні тридцять років, коли було найбільше зростання кількості автомобілів, на 12–15 дБ. Тобто натеper маємо зростання суб'єктивної гучності у 4 рази (Sheludchenko & Polishchuk, 2018; Ponochovnyi & Kalyn, 2023).

На даний час у м. Львові концентрацій автомобілів на тисячу осіб становить понад 250 авто. Ще 10 років тому ця цифра складала 170 авто/1000 жителів. Згідно зі статистичними даними, кількість приватних авто щорічно зростає на 10 %. На рис. 1 подано динаміку змін автомобілів, комунального транспорту та окремо електротранспорту.

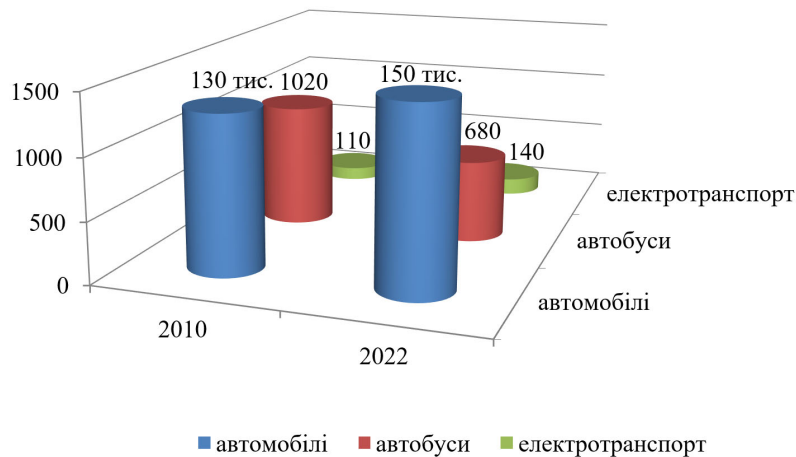


Рис. 1. Динаміка кількості транспортних засобів у м. Львові

Шум у містах поширюється неоднаково. На автомагістралях, центральних вулицях, вздовж залізничних колій та біля аеропортів він більший. Тому для кожної урбоєкосистеми характерний її специфічний локальний характер виникнення і поширення шумів, що призводить до формування центрів акустичного забруднення.

Львів вирізняється з-поміж міст України складним рельєфом та високим ступенем збереженості давнього покриття (бруківка), а також щільною забудовою, коли житлові будівлі – на мінімальній відстані від дороги та радіально-кільцевою структурою вулично-дорожньої мережі. Магістральні вулиці міста являють собою лінійні, радіальні та напівкільцеві ділянки з інтенсивністю транспортного потоку понад 500 авто/год та однорідним типом шумового навантаження. Щільність доріг міста є в межах від 1,8 км/км² на периферії до 4,3 км/км² в центральній частині.

Дослідженнями (Avdicieva, 2012) шумового забруднення вулиць м. Львова виділено групи вулиць з різною інтенсивністю транспортного потоку, а відповідно і рівнем шуму:

- вулиці з інтенсивністю транспортного потоку 600 авто/год і вище – це вул. Городецька, Зелена, Личаківська, Кульпарківська, Ш. Руставелі;

- вулиці з інтенсивністю транспортного потоку 400–600 авто/год і вище – це вул. Липинського, пр. Червоної Калини, пр. Чорновола, Стрийська, Героїв

УПА, Наукова, Пасічна. Окремі з цих вулиць за інтенсивністю транспортного навантаження можуть і не відрізнятися від попередньої групи, але їх планування створює більше шумове навантаження;

- вулиці з інтенсивністю транспортного потоку 100 авто/год і менше – це вулиці, які хоч і не навантажені автомобілями, проте часто мають інші джерела шуму, наприклад залізничні шляхи, трамвайні колії. Тому часто на таких вулицях теж фіксують перевищення рівнів шуму.

Для оцінки рівнів шуму в межах та оцінки ефективності впроваджених шумозахисних заходів у м. Львові було обрано 4 території, що характеризуються різною інтенсивністю автомобільного навантаження, мають накладання шумів залізничного транспорту чи /та промислового об'єкта. Вулиця Липинського до перехрестя з проспектом Чорновола є частиною автошляху М06 “Київ – Львів – Чоп”, сполучає райони Львова з однією із головних автостанцій – автостанція № 2 – та північно-східною частиною міста. Після перехрестя з проспектом Чорновола вулиця Липинського простягається у західному напрямку та є сполучною з вулицями Варшавська та Клепарівська. Ділянка 3 була обрана через близькість залізничної колії до першої лінії житлової забудови, яка однією з мінімальних в місті. Ділянка на вул. Грабовського має позитивний приклад впровадження екранування джерела

шуму – трансформаторної підстанції, яка також має мінімальну відстань до житлових будинків – 15 м.

Досліджувані ділянки вулиць Львова мають середньодобове навантаження 436, 302, 41 та 47 авто/год. Переважання легкових автомобілів у транспортному потоці характерне для всіх міст України. На досліджуваних ділянках 1 та 2, де фіксували високу інтенсивність руху авто, частка легкових авто становила 73,2 та 79,6 % щодо загального транспортного потоку в середньому за добу з врахуванням максимальних та мінімальних годин транспортного навантаження (рис. 2). Для транспортного потоку досліджуваної ділянки 1 (вул. Липинського) також характерне значне навантаження автобусами – 20,2 % середньодобового транспортної інтенсивності, що працюють в режимі міського маршрутного таксі. Тут курсує 7 маршрутів міського та 10 приміського сполучення. Вулицею Липинського (дослідна ділянка 2) після проїзду перехрестя Липинського–Чорновола курсує лише 1 міський автобус, відповідно частка цього виду транспортного засобу у потоці автомобілів незначна – 7,2 %. Проте ця ділянка вулиці є об'їзною центру міста для вантажних авто, що заїжджають у місто зі боку проспекту Чорновола.

Для інших двох ділянок, де автотранспортне навантаження незначне, відсутні міські транспортні шляхи, частка легкових авто наближається до 100 %.

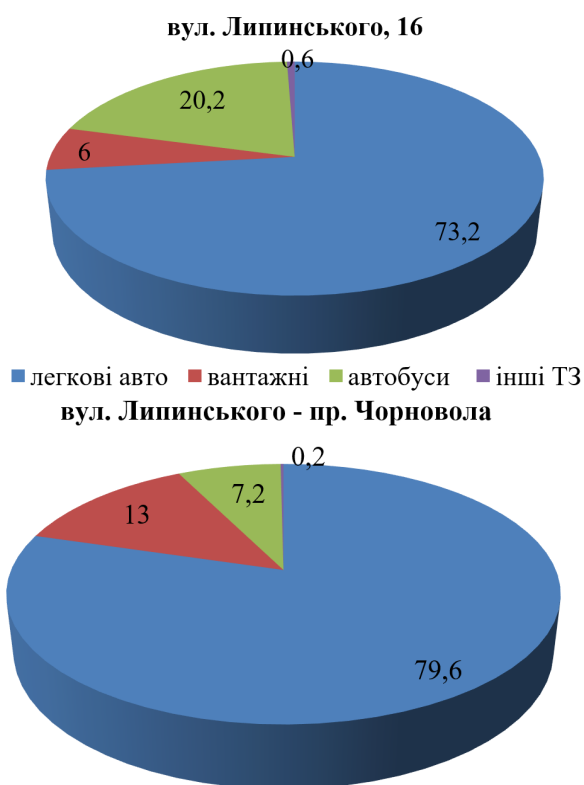


Рис. 2. Середньодобовий склад транспортного потоку на досліджуваних ділянках, %

Санітарними нормами встановлено еквівалентні та максимальні рівні звукового навантаження для селітебних територій. Вони складають 55/45 дБА день/ніч (еквівалентні) та 80/70 дБА день/ніч (максимальні).

При порівнянні з нормативами встановлено, що на ділянках із значним транспортним навантаженням еквівалентні та максимальні показники шуму були перевищені на відстані 1 м від автодоріг (табл. 1). Для вул. Липинського, 14–6 перевищення становило 8,6 та 7,5 дБА відповідно. Для перехрестя Липинського – Чорновола – 13,4 та 9,3 дБА. Ця ділянка характеризується меншим транспортним навантаженням, проте заміри проведені на відстані 50 м від перехрестя вищі, ніж на ділянці 1. Очевидно, що підвищена інтенсивність транспортних потоків великих перехресть є джерелом постійно високого акустичного навантаження на значні відстані. Проте відстань до житлової забудови тут є досить великою та є значна кількість зелених насаджень по обидва боки дороги.

Таблиця 1

Рівень шуму на досліджуваних ділянках біля узбіччя дороги

Досліджувана територія	Рівень шуму, дБА	
	еквівалентний	Максимальний
вул. Липинського, 14–16	63,6	77,5
перехрестя вул. Липинського – просп. Чорновола	68,4	79,3
вул. Джерельна, 79	53,2	65,9
вул. Грабовського, 16	54,6	88,2 (в момент проїзду поїзда)
		68,0

У житловій забудові, розміщеній поблизу залізничних колій, рівень шумового навантаження є більшим, має потужне переривчасте зростання. Такою є досліджувана нами ділянка 3 на вул. Джерельній. Залізнична колія досить з інтенсивним навантаженням тут розташована на відстані менше ніж 50 м від житлового кварталу. В момент проїзду поїзда максимальні рівні шуму були найбільшими та перевищували нормативні показники на 18,2 дБА.

На ділянці 4 рівні шумового навантаження були у межах норм, проте тут житлові будинки на вул. Грабовського по обидва боки дороги безпосередньо межують з проїжджою частиною, яка хоч і характеризується не надто інтенсивним навантаженням, але спричиняє підняття шуму на 10–12 дБА у момент проїзду автомобілів. З боку вулиці також відсутнє озеленення та вулиця вистелена бруківкою.

Отже, шумове навантаження на досліджуваних ділянках міста у більшості випадків перевищує акустичні норми, що ще раз підтверджує необхідність ведення шумового моніторингу міста та створення карти шуму.

Ділянки 1 та 2 є частинами однієї вулиці, проте різняться як за масштабами транспортного навантаження, так і шумовими характеристиками. На вул. Липинського, 14–16 у 2017 році завершили монтаж шумозахисного екрану у вигляді полікарбонатної стіни висотою 3,5 м. Довжина екрану 150 м в і необхідність його встановлення була зумовлена перевищенням норм шуму у навчальних закладах, що розміщені на цій ділянці. На території навчального закладу за шу-

мозахисним екраном рівень шуму становив 52,1–60,7 дБА, тобто ефективність поглинання звуку складає в середньому 20 % (табл. 2).

У великих містах активно застосовують зелені насадження як шумозахист та спосіб підвищення естетичної цінності території. Проте далеко не завжди озеленення території включає і її захист від шуму. Часто це підвищення естетичності ділянок з викорис-

танням штамбових дерев (коли дерево має рівний без бічних гілок стовбур і привиту чи сформовану декоративну частину). Таке озеленення безперешкодно дозволяє звуку поширюватися: нижні ділянки позбавлені рослинності, а саме на їх рівні розташовуються транспортні джерела звуку, та вгорі крони дерев не зімкнуті.

Таблиця 2

Рівні шуму з врахуванням шумозахисних заходів

Досліджувана територія	Шумозахисний захід	Рівень шуму, дБА
вул. Липинського, 14–16	екран	52,1–60,7
перехрестя вул. Липинського – просп. Чорновола	смуга зелених насаджень	56,6–66,0

У такому місті, як Львів, із вузькими вулицями центральної частини та близькістю житлових будинків до проїжджої частини доріг ефективним методом шумозахисту є вертикальне озеленення (фітостіна). У цьому урболандшафті зелені насадження не тільки виступають екраном від шуму, а й від запиленості повітря, та покращують мікроклімат всередині приміщень, знижуючи температуру фасадів на 30 % та регулюючи вологість (Antoniuk, 2020). Ефективність такого виду шумозахисту складає до 20 %.

На рис. 3. показано очікувані результати шумознижувальних заходів – вертикального озеленення та

шумозахисного екрану – при їх впровадженні на досліджуваних ділянках. У випадку ділянки 1 (вул. Липинського), де встановлено шумозахисний екран значення фактичне. Для інших ділянок розрахунки проводили, виходячи з шумозахисної функції зелених насаджень (максимально 20 %) та екранів (до 18 дБ).

Отже, обидва пропонувані способи шумозахисту будуть ефективними та дозволять знизити рівень шуму у житловій зоні, що межує з дорогою, до встановленого ДСТУ НБВ.1.1-33:2013 (Nastanova..., 2013) максимально дозволеного шумового навантаження транспортного потоку для житлових вулиць (70 дБ).

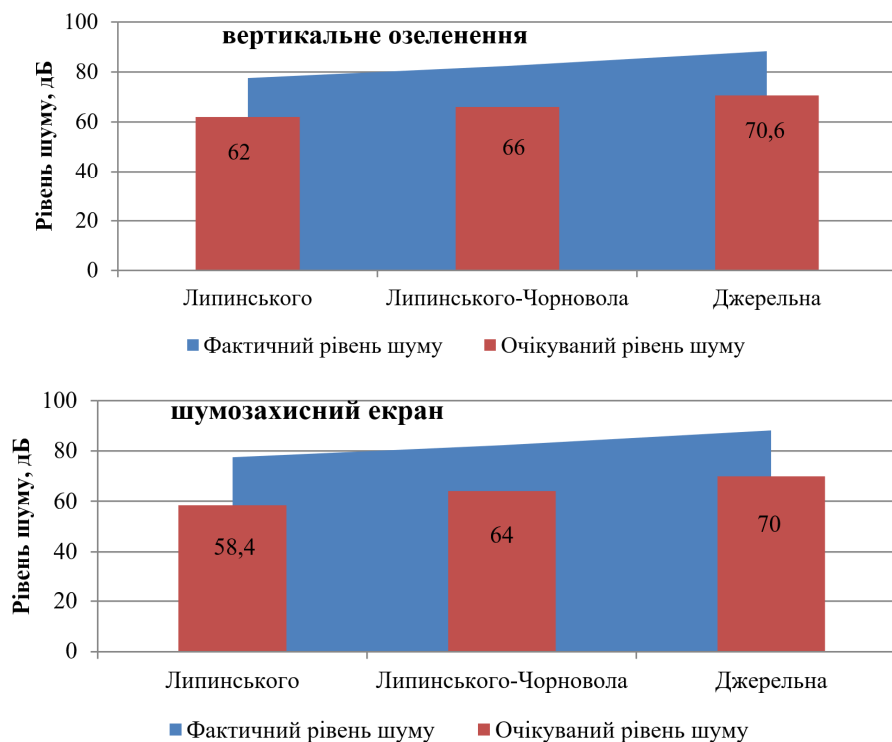


Рис. 3. Розрахункові діаграми очікуваного зниження шумового забруднення при застосуванні шумознижувальних заходів

Висновки

Шумове навантаження на досліджуваних ділянках м. Львова у більшості випадків перевищує акустичні норми, що ще раз підтверджує необхідність ведення

шумового моніторингу міста та розроблення карти шуму. Для створення екологічно безпечного акустичного простору на ділянках з перевищенням нормативних рівнів шуму рекомендуємо застосовувати комбінацію захисних інженерних конструкцій, а за немож-

ливості, як наприклад у центральній частині міста, використовувати зелені насадження чи при обмеженій площі ділянки – вертикальне озеленення.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

References

- Abrakytov, V. E. (2012). Kartohrafuvannia shumovoho rezhymu tsentralnoi chastyny mista Kyieva: monohrafiia; Khark. nats. akad. misk. hosp-va. Kh.: KhNAMH (in Ukrainian).
- Abrakytov, V. E., Bilym, P. A., Nesterenko, S. V., & Rohozin, A. S. (2019). Pobudova tryvymirnykh prostorovykh kart shumu. Komunalne hospodarstvo mist, 6(152), 214–218 (in Ukrainian).
- Antoniuk, R. A. (2020). Ekolohichniy efekt znyzhennia shumu vid vprovadzhennia netradytsiinoho ozelenennia terytorii mista. Studentskyi visnyk NUVHP: zb. nauk. prats. Rivne: NUVHP, 2(14), 44–47. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/20172> (in Ukrainian).
- Avdieieva, Kh. I. (2012). Analiz akustychnoi sytuatsii mista Lvova. Materialy I Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Ekolohichna bezpeka yak osnova staloho rozvytku suspilstva» Lviv: LDU BZhD, 79–82 (in Ukrainian).
- Balabak, O. A., Balabak, A. V., Vasylenko, O. V. (2021). Hlobalne elektromagnitne navantazhennia ta shumove zabrudnennia dovkillia v ekolohichnomu stani suchasnoi urboekosystemy. Tavriyskyi naukovyi visnyk, 117, 264–270. URL: <http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/8332> (in Ukrainian).
- Havrysh, A. R. (2019). Nebezpeky zhyttia urbanizovanoho mista. Bezpeka zhyttia i diialnosti liudyny: teoriia ta praktyka : zb. nauk. prats Vseuk. nauk.-prakt. konf., Poltava, 25–26 kvitnia 2019 r. Poltava: PNP, 204–210 (in Ukrainian).
- Kachmar, R. Ya. (2013). Otsiniuvannia ekolohichnykh ta ekonomichnykh vtrat vid shumu transportnykh potokiv mista Lvova. Avtoshliakhovyk Ukrainy, 1, 10–13. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/au_2013_1_4 (in Ukrainian).
- Kalyn, B. M., & Shelevii, M. I. (2016). Napriamky optymizatsii shumovoho faktoru transportnykh potokiv u misti Lvovi. Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho, 18(2(67)), 104–107. DOI: 10.15421/nvltet6723 (in Ukrainian).
- Kucherenko, L. V., & Kalinichenko, V. S. (2013). Mistobudivni metody zakhystu vid shumovoho zabrudnennia mist. Suchasni tekhnolohii, materialy i konstruksii v budivnytstvi, 1, 103–107. URL: <https://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/view/284> (in Ukrainian).
- Kundelska, T. V. (2017). Vyznachennia rivnia shumovoho zabrudnennia na terytorii mista Ivano-Frankivska v konteksti staloho rozvytku. Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannia, 1, 239–250. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebzp_2017_1_31 (in Ukrainian).
- Mironova, N. H., Morozov, A. V., Morozova, T. V., & Rybak, V. V. (2021). Doslidzhennia akustychnoho navantazhennia vid transportnoho potoku na prykladi mista Khmelnytskoho. Dorohy i mosty, 24, 193–205. DOI: 10.36100/dorogimosti2021.24.193 (in Ukrainian).
- Moskvina, Ye., & Maslova, O. V. (2019). Otsinka ta analiz akustychnoho zabrudnennia spalnykh raioniv mista Zaporizhzhia. Materialy VI Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi Internet-konferentsii molodykh uchenykh, mahistrantiv ta studentiv pidsumkamy naukovykh doslidzen 2018 roku «Innovatsiini ahrotekhnolohii». Melitopol: TDATU, VI, 32–34. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/nauka/wp-content/uploads/sites/49/10-06-2019-yat-2019.pdf> (in Ukrainian).
- Nastanova z rozrakhunku ta proektuvannia zakhystu vid shumu selbyshchnykh terytorii DSTU-N B V.1.1-33:2013. Nakaz vid 10.07.2013 № 306 (in Ukrainian).
- Opanasiuk, Ye. H., Beherskyi, D. B., Mozharovskyi, M. M., & Vitiuk, I. V. (2021). Doslidzhennia transportnoho akustychnoho zabrudnennia i faktoriv yoho zalezhnosti na prykladi perekhrest mahistralnykh vulyts mista Zhytomyra. Visnyk ZhDTU. Seriya: Tekhnichni nauky, 2(88), 14–24. DOI: 10.26642/ten-2021-2(88)-14-24 (in Ukrainian).
- Ostapchuk, I., & Koptieva, T. (2015). Shumove zabrudnennia yak faktor miskoho seredovyshcha isnuvannia liudyny. Ekolohichniy visnyk Kryvorizhzhia, 1, 34–35. DOI: 10.31812/ecobulletinkrd.v1i0.6310 (in Ukrainian).
- Petlin, V., & Hileta, L. (2009). Metodolohichni aspekty vyvchennia shumovoho zabrudnennia urboekosystem. Nauk. zap. Ternop. ped. un-tu. Ser. Heohr., 2, 125–130 (in Ukrainian).
- Ponochovnyi, A., & Kalyn, B. (2023). Transportnyi shum m. Lvova i shliakhy yoho znyzhennia. Konferentsiia «Dni studentskoi nauky» u LNUVMB imeni S. Z. Gzhytskoho, (Lviv, 02–04 travnia 2023 r.) FHRZ: tezy dopovidei. Lviv, 64–67. URL: <https://lvet.edu.ua/images/step/2023/05/01/tezy.pdf> (in Ukrainian).
- Sheludchenko, L. S., & Polishchuk, D. V. (2018). Ekolohichna otsinka shumovoho zabrudnennia mista, sprychynenoho diialnistiu avtotransportnykh zasobiv i statsionarnykh dzherel. Ekolohichni nauky: naukovo-praktychnyi zhurnal, 4(23), 10–13. URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2018/4/4.pdf> (in Ukrainian).
- Slipko, Yu. S., Hladilin, V. M. (2016). Kartohrafuvannia shumovoho zabrudnennia transportnykh potokiv Sviatoshynskoho raionu mista Kyieva. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia, 59, 411–417. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2016_59_52 (in Ukrainian).
- Stepova, O. V., & Kornishyna, A. V. (2021). Doslidzhennia shumovoho navantazhennia tsentralnoi chastyny mista Poltava vid avtomobilnoho transportu. Ukrainskyi hidrometeorolohichniy zhurnal, 28, 100–110. DOI: 10.31481/uhmj.28.2021.09 (in Ukrainian).