

Шифр «АКУСТИКА»

СТУДЕНТСЬКА НАУКОВА РОБОТА

на тему:

«ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ТРАНСПОРТНОГО ШУМУ ВУЛИЧНО-
ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ УРБОЕКОСИСТЕМ»

2020 рік

ЗМІСТ

Вступ	5
1. Проблема транспортного шуму в містах	6
2. Методика вимірювання рівня шуму	8
3. Оцінювання акустичного навантаження центральної частини міста Львова	11
4. Моніторинг шумового навантаження окремих вулиць міста Львова	13
4.1. Результати анкетування мешканців з проблеми шумового забруднення	13
4.2. Оцінка акустичного забруднення вулиць міста від автотранспорту	14
5. Оцінка екологічної безпеки ділянки вулиць за акустичним забрудненням	19
6. Шляхи оптимізації шумового навантаження від автотранспорту у м. Львові	21
Висновки	27
Список використаної літератури	29

ВСТУП

Розвиток всіх галузей народного господарства неможливий без впливу на навколишнє природне середовище та без використання природних ресурсів. Захист навколишнього середовища – одна з найважливіших загальнолюдських проблем сучасності, а необхідність врахування фактору впливу на навколишнє середовище у всіх галузях діяльності людства є безперечною.

Протягом останніх десятиліть, від дії транспорту, поряд із забрудненням шкідливими речовинами навколишнього середовища, стрімко зростає рівень акустичного забруднення. Це пояснюється постійним зростанням інтенсивності руху транспорту, загальним збільшенням потужності двигунів та збільшенням швидкості руху.

Шум є однією з форм фізичного забруднення навколишнього природного середовища, а транспортний шум – це перевищення природного рівня шуму, спричиненого роботою двигунів, колесами, гальмами і аеродинамічними властивостями транспортного засобу [10].

В країнах Європи шумове забруднення вважається однією з найбільш серйозних екологічних проблем [21]. За твердженнями фахівців Українського наукового гігієнічного центру МОЗ України близько 40% загальної площі середньостатистичного міста (з населенням 750 тис. жителів) непридатні для нормального проживання через надмірне акустичне забруднення.

Завдання зниження шумового пливу від дії транспорту на навколишнє природне середовище повинні обов'язково розглядатися в проектах по будівництву або реконструкції автомобільних доріг. В населених пунктах мають проводитись заходи щодо додаткового шумозахисту, а саме додаткове озеленення, шумозахисне екранування тощо. Оскільки проблема шумового забруднення є досить відокремленою та специфічною в загальній проблемі охорони навколишнього природного середовища, то й її вирішення є актуальним і має практичне значення, спрямоване на підвищення екологічної безпеки міського середовища.

1. Проблема транспортного шуму в містах

Шум – неминучий продукт діяльності будь-якого мегаполіса, що динамічно розвивається. У зв'язку із зростанням кількості авто, індустріалізацією міст, зростанням транспортної рухливості населення, ростом технічного оснащення міського господарства розширюються контакти між техногенним середовищем міста і природного середовища [4, 7]. Ландшафти, приміські території зазнають активного впливу шосейних доріг і залізниць, аеродромів, морських і річкових портів. До цих джерел шуму відносяться також вузли і станції, великі автовокзали і автогосподарства, мотелі і кемпінги, промислові об'єкти і великі бази будівельної індустрії, енергетичні установки.

У містах із чисельністю жителів до 100 тис. чол. річний приріст рівня фонового шуму становить орієнтовно 0,3 дБА/рік, 0,1...1,0 млн. чол. – 0,3...1,0 дБА/рік. Нормальний шум навколишнього середовища варіює в межах 35-60 дБ. Але до цього фону додаються все нові децибели внаслідок чого рівень шуму часто перевищує 100 дБ [18].

Шуми шкідливо впливають на здоров'я людей, знижують їхню працездатність, викликають захворювання органів слуху (глухоту), ендокринної, нервової, серцево-судинної систем (гіпертонія). За даними ВООЗ, автомобільний шум це друга з основних проблем забруднення навколишнього середовища та впливу на здоров'я населення в Європі після забруднення повітря (рис.1). Найгостріше проблема шумового забруднення постає в спальних районах міста, де воно вкрай негативно впливає на стан здоров'я людей, перешкоджаючи процесу релаксації та відновлення сил після робочого дня. Шум знижує продуктивність праці на 15-20%, суттєво підвищує ріст захворюваності. Експерти вважають, що у великих містах шум скорочує життя людини на 8-12 років [13].

Шум автотранспорту може призвести до серйозних наслідків для здоров'я, таких як високий артеріальний тиск, інфаркти, інсульти та діабет, що викликають погіршення здоров'я та можуть призводити до передчасної смерті. Дослідження показали підвищення ризиків виникнення захворювань при

проживанні на територіях, де $L.A.фон > 55$ дБА біля фасаду будівлі, а також підвищення ризиків при збільшенні часу перебування в зоні впливу шуму [11, 18].

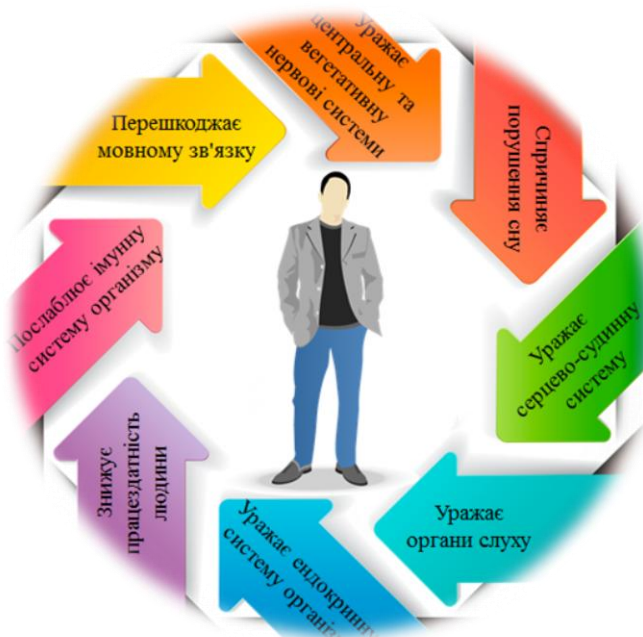


Рис. 1. Вплив шуму на здоров'я людини

На рис. 2. приведена залежність між серйозністю наслідків впливу шуму та кількістю населення, що підпадає під ці наслідки. Більшість населення страждає від роздратування, порушення сну, та можливості виникнення серйозних негативних впливів на здоров'я.



Рис. 2. Залежність між порушеннями здоров'я в результаті впливу шуму транспорту та кількістю населення, що підпадає під вплив [20]

Фізіолого-біологічна адаптація людини до шуму практично неможлива, тому регулювання і обмеження шумового забруднення довкілля – важливий і обов’язковий захід.

2. Методика вимірювання рівня шуму

Вимірювання шуму в октавних смугах або рівня шуму проводиться за допомогою шумоміра, який відповідає діючим вимогам Держстандарту України і має посвідчення про перевірку [14].

Вимірювання еквівалентних рівнів шуму слід проводити інтегруючими шумомірами та шумоінтеграторами.

Вимірювач рівня шуму моделі ST 8080 є найбільш компактним і доступним на ринку шумоміром. Області застосування: вимірювання рівня шуму на виробничих майданчиках, у навчальних закладах, медичних закладах, всюди де потрібно виконати швидкий і точний контроль рівня шуму (рис. 3).

Технічні характеристики шумоміра ST8080:

- частотний діапазон: 31,5 Гц до 8 кГц;
- діапазон вимірювальних величин: 30-60 дБ, 50-80 дБ, 70-100 дБ, 90-120 дБ;
- розширення: 0,1 дБ;
- похибка: ± 2 дБ;
- тип фільтру: А-тип;
- дисплей з підсвідкою: 4 розряди;
- час вимірювання: аналогова шкала 125 мс; цифрове значення: 750мс;
- функція автовиключення після 10 хвилин бездіяльності;
- функція утримання поточних значень;
- отримання MAX і MIN значень;
- індикація про перевищення діапазону вимірювання;
- індикація малого заряду батареї;
- програмна калібровка;

- діапазон робочих температур: від -10 до 50°C;
- автономність роботи: непереривна робота протягом 180 годин (без підсвітки);
- габарити: 162 x 52 x 25 мм;
- комплект поставки: батареї 1,5В(LR03) x 3.



Рис. 3. Прилад для вимірювання рівнів звукового тиску та звуку: шумомір ST8080

Принцип вимірювання полягає в тому, що мікрофон для акустичних вимірювань сприймає шум і перетворює механічні коливання в електричні, які підсилюються і, пройшовши коректувальні фільтри та випрямляч, реєструються індикаторним приладом чи осцилографом.

Мікрофон повинен бути зорієнтований у напрямку максимального рівня шуму та віддалений не менш ніж на 0,5 м від оператора, який проводить вимірювання.

Значення рівнів шуму та октавних рівнів звукового тиску зчитують зі шкали пристрою з точністю до 1 дБА, дБ.

Встановлюється така тривалість вимірювання непостійного шуму:

- для переривчастого шуму, за час повного робочого циклу з урахуванням сумарної тривалості перерв із рівнем фонового шуму;

– для шуму, що коливається у часі, допускається загальна тривалість вимірювання – 30 хвилин безперервно або вимірювання складається з трьох циклів, по 10 хв. кожний;

– для імпульсного шуму тривалість вимірювання – 30 хвилин.

При проведенні досліджень дотримувалися вимоги нормативних документів [6, 8-9].

Визначення добової інтенсивності руху проводилось за наступною формулою:

$$N_{\text{доб}} = \sum_{i=1}^n N_{\text{год}_i} * K_3 \quad (2.1)$$

де $N_{\text{доб}}$ – добова інтенсивність руху в транспортних одиницях, авт./добу;
 K_3 – коефіцієнт зведення годинної інтенсивності до добової.

Розрахунковий рівень еквівалентного звуку на автомобільній дорозі визначається в дБА за формулою 2.2:

$$L_p = L_{\text{тп}} + \Delta L_T + \Delta L_q + \Delta L_c + \Delta L_y + \Delta L_{\text{п}} + \Delta L_p + \Delta L_k + \Delta L_z + \Delta L_{\text{пер}} \quad (2.2)$$

де

$L_{\text{тп}}$ – розрахунковий рівень звуку від транспортного потоку, дБА;

ΔL_T – поправка, яка враховує кількість автомобілів в потоці з карбюраторним двигуном, дБА;

ΔL_q – поправка, яка враховує кількість автомобілів в потоці з дизельним двигуном, дБА;

ΔL_c – поправка, яка враховує відхилення середньої швидкості руху на ділянці дороги в порівнянні зі швидкістю на горизонтальній, дБА;

ΔL_y – поправка, яка враховує величину поздовжнього ухилу дороги, дБА;

$\Delta L_{\text{п}}$ – поправка, яка враховує тип покриття проїзної частини;

ΔL_p – поправка, яка враховує наявність роздільної смуги, дБА;

ΔL_k – поправка, яка враховує поверхневий покрив придорожньої смуги;

ΔL_z – поправка, яка враховує забудову в районі дороги, дБА;

$\Delta L_{\text{пер}}$ – поправка, яка враховує тип перетину доріг, дБА.

Згідно градації показника екологічної безпеки автомобільної дороги, модальна оцінка екологічної безпеки автомобільної дороги може бути: екологічно безпечна, екологічно слабо безпечна, екологічно умовно безпечна, екологічно небезпечна, а якісна оцінка стану навколишнього середовища може бути: відмінна, добра, задовільна та незадовільна.

3. Оцінювання акустичного навантаження центральної частини міста Львова

В межах міст можна виділити окремі структури – забудована, промислова, транспортна та садово-паркова, які територіально не лише нерозмежовані, а й практично накладаються одна на одну. Кожна з цих структур відрізняється показниками шумового навантаження. Оскільки на невеликих ділянках в межах міст на обмеженій території зосереджена значна кількість джерел шумового навантаження, то акустичне навантаження від різних джерел накладається одне на одне. Як наслідок таких ефектів, формуються центри акустичного навантаження, які часто мають дещо нижчі рівні шуму, проте є стабільнішими в часі (тривалість підвищених рівнів шуму до восьми годин) та просторі (підвищений рівень шуму простежується на більшій відстані) [4,16].

У межах Львівської урбоєкосистеми формуються центри акустичного навантаження, спричинені діяльністю транспорту або промислових підприємств, які здебільшого підсилюються додатковим короткотривалим шумом іншого джерела.

Гілета Л. (2014) стверджує, що більшість центрів акустичного навантаження, сформованих у межах Львівської урбоєкосистеми, підсилюють додаткові джерела. Наприклад, перехрестя вулиць Любінська-Виговського в місті є одним з центрів акустичного навантаження, додатково підсилюваного короткочасовим шумовим забрудненням від авіаційного транспорту. Ще один центр акустичного забруднення – перехрестя вулиць Володимира Великого –

Княгині Ольги – короткочасово підсилюється під час проїзду трамваю по мості, який збудовано над перехрестям.



Рис. 4. Урбоекосистема міста Львова з нанесеними акустичними геосистемами та центрами акустичного навантаження [4]:

1 – автотранспортна геосистема першого–третього класу транспортного навантаження. Рівень шуму – 70–90 дБА, інтервали прояву – до 5 хв (короткочасові), шум за стабільністю звучання – переривчастий (рівень звуку періодично різко падає до рівня фонового шуму);

2 – автотранспортна четвертого–сьомого класів. Рівень шуму – 70–90 дБА, інтервали прояву – до восьми годин (довго часові), шум за стабільністю звучання – переривчастий (рівень звуку періодично різко падає до рівня фонового шуму);

3 – залізничні з високим рівнем (80–100 дБА) і короткоінтервалістю шуму до 5–10 хв;

4 – промислові з шумовим навантаженням 70–110 дБА і відносно тривалими інтервалами прояву від восьми до дванадцяти годин). Шум за стабільністю звучання – постійний (шум, рівень звуку якого змінюється в часі не більше як на 5 дБА);

5 – авіаційні, які характеризуються практично найвищими рівнями шуму (90–120 дБА) та короткоінтервальністю звучання (3–5 хв);

6 – центр автотранспортно-залізнично-авіаційно-промислового акустичного навантаження;

7 – центри автотранспортно-залізнично-промислового акустичного навантаження;

8 – центри акустичного навантаження, сформовані внаслідок накладання двох акустичних геосистем (автотранспортно-промислової, залізнично-промислової, авіаційно-промислової або автотранспортно-авіаційної, автотранспортно-залізничної чи залізнично-авіаційної);

9 – центри акустичного навантаження сформовані на перетині двох однакових геосистем (автотранспортних четвертого – сьомого класів навантаження чи промислових).

Шум, створюваний транспортними засобами на магістральних вулицях і дорогах міст, є одним з основних техногенних факторів навколишнього середовища, що здатен чинити несприятливий вплив на населення. З рисунку бачимо, що значна кількість акустичних геосистем засереджена в центральній частині міста. Тому дослідження акустичного навантаження сучасних міст, зокрема і м. Львів, є важливим процесом, що потребує детального вивчення.

4. Моніторинг шумового навантаження окремих вулиць міста Львова

Шумовий режим у кожному конкретному місті пов'язаний з плануванням, яке склалося історично, і яке визначає організацію траси руху автотранспорту та можливість зонування території з відповідним розміщенням на ній окремих об'єктів. Цим самим створюється певний рівень шуму на вулицях, у зонах відпочинку і будинках різного призначення.

4.1. Результати анкетування мешканців з проблеми шумового забруднення

Нами було проведено анкетування мешканців Львова з метою з'ясувати їх ставлення до екологічних проблем міста, зокрема і шумового навантаження.

Було опитано 200 респондентів: 54% – жінки, 46% – чоловіки; за віком: 18-30 рр. – 30%, 31-45 рр. – 27%, 46-60 рр. – 26% та 61 р. і більше – 17%. Представництво районів міста в опитуванні: Галицький та Шевченківський район.

Із числа опитаних респондентів-мешканців міста найбільше турбують:

- забруднення атмосферного повітря пересувними джерелами – 25%,
- акустичне забруднення – 22%,
- брак озеленення – 15%,
- стан системи водовідведення (неприємний запах з каналізаційної системи) – 12%,

- нагромадження побутових відходів – 8% тощо (рис. 5).



Рис. 5. Результати анкетування мешканців Львова, %

На питання чи заважає їм міський шум ствердну відповідь дали 53% опитаних респондентів і лише 18% відповіли «ні».

Отже, проблема шумового навантаження є надзвичайно актуальною для міста Львова.

4.2. Оцінка акустичного забруднення вулиць міста від автотранспорту

За останній час середній рівень шуму від транспорту збільшився на 12-14 дБ, а суб'єктивна гучність виросла в 3-4 рази. На головних магістралях крупних міст рівні шумів перевищують 90 дБ і мають тенденцію до посилення щорічно на 0,5 дБ, що є найбільшою небезпекою для навколишнього середовища в районах жвавих транспортних магістралей. Оскільки 60-80% міського шуму генерує автотранспорт, основні дослідження стосувались визначення рівня шуму саме від автотранспорту.

Питання, пов'язані з шумом під час руху автомобільного транспорту та трамваїв на вулицях міст, піднімались багатьма фахівцями [1, 15,17].

Заміри інтенсивності руху весною та восени проводились з 14 до 15 години (рис. 6). Ділянки обрали виходячи із віддаленості від досліджуваних нижче перехресть. Годинна інтенсивність руху за типами транспортних засобів на ділянках доріг наведена в табл. 1-2. Для спрощення обрахунків визначили середню інтенсивність згідно двох замірів. Для ділянки дороги К. Левицького, 61-66 вона склала 59 авт., а для Зелена, 49-34 – 173авт.

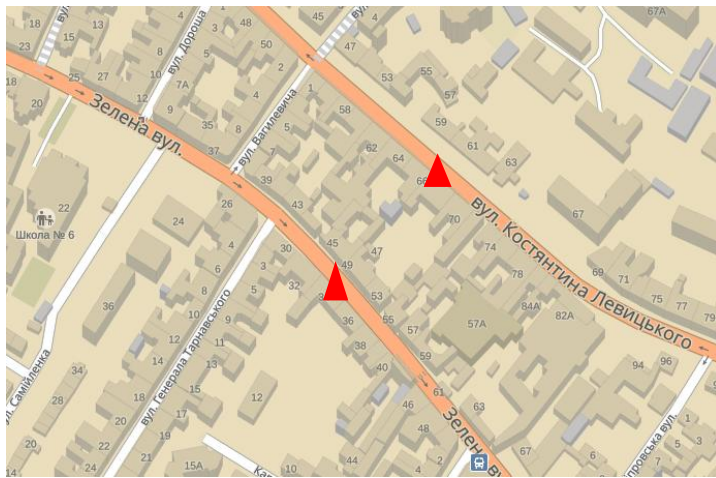


Рис. 6. Точки визначення інтенсивності руху автомобілів

Таблиця 1

Годинна інтенсивність руху на досліджуваній ділянці дороги К. Левицького, 61-66

Період дослідження	Легкові	Вантажні легкі	Вантажні середні	Автобуси	Мотоцикли та ін. ТЗ
весна	72	8	-	2	2
осінь	83	7	1	1	1

Таблиця 2

Годинна інтенсивність руху на досліджуваній ділянці дороги Зелена, 49-34

Період дослідження	Легкові	Вантажні легкі	Вантажні середні	Автобуси	Тролейбуси	Мотоцикли та ін. ТЗ
весна	182	12	4	39	5	2
осінь	173	8	2	42	6	-

Коефіцієнт $K_3 = 12$. Згідно формули 2.2. годинна інтенсивність руху на досліджуваних ділянках складала:

$$1) N_{\text{доб1}} = 89 \times 12 = 1068 \text{ (авт./добу);}$$

$$2) N_{\text{доб2}} = 238 \times 12 = 2856 \text{ (авт./добу).}$$

Як бачимо, добова інтенсивність руху на першій ділянці майже втричі менша порівняно з другою ділянкою, оскільки вулиця К. Левицького одностороння, а вулиця Зелена – двостороння і одна з головних, яка з'єднує центр міста із Сихівським районом.

Оцінку завантаженості вулиць автотранспортом визначають за інтенсивністю руху:

- низька інтенсивність руху – 2,7-3,6 тис. автомобілів за добу;
- середня інтенсивність руху – 3,7-17 тис. автомобілів за добу;
- висока інтенсивність руху – 18-27 тис. автомобілів за добу.

У обидвох випадках досліджувані вулиці відносяться до вулиць з низькою інтенсивністю руху.

На обраних ділянках вулиць (К. Левицького, 61-66, Зелена, 49-34) провели визначення рівня звуку транспортного потоку в придорожній смузі (табл. 3). Місця проведення вимірювань вибирали на прямолінійних горизонтальних ділянках вулиці із сталою швидкістю руху автотранспортних засобів і на відстані не менш ніж за 50м від транспортних вузлів і зупинок суспільного транспорту. Вимірювання проводили при гарній погоді (за відсутності опадів або туману) і за умови, що поверхня проїжджої частини вулиці або автомобільної дороги є чистою і сухою. Швидкість вітру в момент проведення вимірювань не повинна перевищувати 5м/с [2].

Вищі показники рівня шуму були зафіксовані на вул. Зелена, оскільки на даній вулиці у три рази більша інтенсивність руху автомобілів, а також серед останніх більша частка вантажних авто та вулиця є однією із головних для міського пасажирського транспорту.

Таблиця 3

Результати вимірювання еквівалентного рівня шуму у різні періоди року

Точки вимірювання рівня шуму	Рівень шуму у осінній період, дБА	Мах. рівень шуму у осінній період, дБА	Рівень шуму у весняний період, дБА	Мах. рівень шуму у весняний період, дБА
К. Левицького, 61	64,8	65,7	65,2	67,1
К. Левицького, 66	63,9	65,9	64,6	66,9
Зелена, 49	72,7	80,2	73,3	79,4
Зелена, 34	72,3	79,5	72,1	78,9

Дослідження шумового навантаження від автотранспорту проводили і на ділянках дороги поблизу двох перехресть у місті Львові – вул. І. Франка – Зелена і К. Левицького – Тершаковців. Визначали показники шуму, що створюється двигунами автомобілів під час руху на різних ділянках дороги в робочі дні з 14.00 до 17.00 [12].

В районі вул. І.Франка під час двостороннього руху трамваїв і двостороннього руху автомобільного транспорту показники шуму становили $75,7\text{дБА} \pm 3,2$. При зниженні швидкості транспорту до 6-10км/год показники шуму склали $70,4\text{ дБА} \pm 2,5$, тобто були меншими на 7%. Рух автомобільного та електротранспорту на даному перехресті не регулюється світлофорами, а дорожнє покриття – бруківка. Дещо менші показники шуму були зафіксовані при виїзді з перехрестя на вул. Зелена ($68,7\text{ дБА} \pm 2,3$), де дорожнє покриття асфальт (рис. 7).

Спостереження за рівнем шуму в районі перехрестя вул. К. Левицького–Тершаковців показало його зменшення у порівнянні з показниками більш навантаженого транспортом перехрестя вул. І. Франка–Зелена. Показники шуму на вул. К. Левицького під час зупинки автомобільного транспорту перед світлофором і напочатку руху склали $66,8\text{дБА} \pm 2,9$ і $69,8\text{ дБА} \pm 2,6$. Показники шуму по вул. Тершаковців відповідно дорівнювали $63,8\text{ дБА} \pm 3,2$ і

5. Оцінка екологічної безпеки ділянки вулиць за акустичним забрудненням

Розрахунковий рівень еквівалентного звуку на досліджуваних вулицях міста визначали в дБА за формулою 2.2.

Для ділянки вулиці К.Левицького він склав:

$$L_p = 67 + 2 + 3 + 1 + 0 + 1,5 + 0 + 4 = 78,5 \text{ (дБА)}$$

Для ділянки вулиці Зелена розрахунковий рівень еквівалентного звуку склав:

$$L_p = 70 + 2 + 3 + 1 + 0 + 1,5 + 0 + 5 = 82,5 \text{ (дБА)}$$

Отримані результати 78,5 та 82,5 дБА відповідають якісній оцінці стану навколишнього середовища – «добрий», тому модальна оцінка екологічної безпеки вулиць – «екологічно слабо безпечна».

За результатами вимірювання еквівалентного рівня шуму у різні періоди року для ділянки вулиці К.Левицького рівень еквівалентного звуку склав:

- у весняний період: $L_p = 64,9 + 2 + 3 + 1 + 0 + 1,5 + 0 + 4 = 76,4 \text{ (дБА)}$
- у осінній період: $L_p = 64,35 + 2 + 3 + 1 + 0 + 1,5 + 0 + 4 = 75,85 \text{ (дБА)}$

Отримані результати відповідають якісній оцінці стану навколишнього середовища – «добрий», тому модальна оцінка екологічної безпеки дороги весною та восени – «екологічно слабо безпечна».

Для ділянки вулиці Зелена рівень еквівалентного звуку за результатами вимірювання склав:

- у весняний період: $L_p = 72,7 + 2 + 3 + 1 + 0 + 1,5 + 0 + 5 = 85,2 \text{ (дБА)}$
- у осінній період: $L_p = 72,5 + 2 + 3 + 1 + 0 + 1,5 + 0 + 5 = 85 \text{ (дБА)}$

Отримані результати відповідають якісній оцінці стану навколишнього середовища – «задовільний», тому модальна оцінка екологічної безпеки дороги весною та восени – «екологічно умовно безпечна».

Перевищення результатів вимірювання нормативних значень шуму у весняний та осінній період дослідження наведені в табл. 4.

Таблиця 4

Порівняння заміряного еквівалентного рівня шуму з нормативним значенням

Точки вимірювань акустичного тиску	Результати вимірювань еквівалентного рівня шуму, дБА	Нормативний рівень звуку житлової та громадської забудови, дБА, день	Перевищення нормативних значень, рази
К. Левицького, 61-66, весна	64,9	55	1,18
К. Левицького, 61-66, осінь	64,35	55	1,17
Зелена, 49-34, весна	72,7	55	1,32
Зелена, 49-34, осінь	72,5	55	1,33

В усі періоди досліджень у всіх точках спостерігається перевищення нормативного значення. Найбільше перевищення складає 17,7 дБА весною на вулиці Зелена.

Перевищення результатів вимірювань максимального рівня шуму у весняний та осінній період дослідження наведено в табл. 3.5.

Таблиця 5

Порівняння результатів вимірювань максимального рівня звуку з нормативним значенням

Точки вимірювань акустичного тиску	Результати вимірювань максимального рівня шуму, дБА	Нормативний рівень звуку житлової та громадської забудови, дБА, день	Перевищення нормативних значень, рази
К. Левицького, 61-66, весна	67,0	70	0,96
К. Левицького, 61-66, осінь	65,8	70	0,94
Зелена, 49-34, весна	79,15	70	1,13
Зелена, 49-34, осінь	79,85	70	1,14

Перевищення значень вимірювань максимальних рівнів шуму над нормативним спостерігалось лише на вулиці Зелена. Найбільше перевищення склало 9,85 дБА.

6. Шляхи оптимізації шумового навантаження від автотранспорту у м. Львові

На рівень шуму, що випромінює транспорт у навколишнє середовище, впливають 2 групи факторів:

- характеристики транспортного потоку;
- характеристики навколишнього середовища.

До характеристик транспортного потоку належать такі параметри:

- якісний склад транспортного потоку (наявність різних видів ТЗ у потоці);
- кількісний склад транспортного потоку (співвідношення різних видів ТЗ у потоці);
- інтенсивність руху транспортних засобів;
- середня швидкість руху транспортних засобів.

Характеристики навколишнього середовища діляться на групи:

- характеристика дорожнього покриття та елементів доріг (стан автомобільної дороги, поздовжній профіль, висота бордюрів, тип покриття автомобільної дороги);
- характеристика території, що прилягає до автомобільної дороги (наявність зелених насаджень уздовж ділянки дороги, кількісний та якісний склад зелених насаджень, відстань від автомобільної дороги до забудови, наявність природних чи штучних елементів, що перешкоджають розповсюдженню транспортного шуму у навколишнє середовище);
- характеристика навколишнього середовища (температура повітря, вологість повітряного середовища, швидкість руху повітря, тиск повітряного середовища).

Тому оптимізація урбоєкосистем в умовах акустичного (шумового) забруднення передбачає декілька етапів:

- виділення джерел шумового забруднення;
- великомасштабне картографування геосистем виділених на основі величин шумового забруднення;
- виявлення сукупності чинників регулювання величини шумового забруднення та його ритмічності;
- розроблення заходів щодо оптимізації величин шумового забруднення в межах відповідних геосистем [16].

Заходи щодо захисту від шуму, в силу найширшого розповсюдження зон впливу даного чинника на території будь-якого сучасного міста, є невід’ємною частиною діяльності із забезпечення комфортних та безпечних умов проживання його мешканців.

Однак для того, щоб боротися з шумом, планувати і здійснювати будь-які шумозахисні заходи, необхідно мати картину його поширення в міській забудові. Таким чином, виникає необхідність в картографуванні шумового режиму.

Заходи щодо захисту прилеглої території від транспортного шуму визначаються категорією автомобільної дороги, інтенсивністю руху, характером території і її забудови (таблиця 6).

Таблиця 6

Заходи по шумозахисту прилеглої території від транспортного шуму

Тип (категорія) доріг	Характеристики забудови прилеглої території	Заходи по шумозахисту прилеглої території від транспортного шуму
Міські вулиці і дороги	Щільна багатоповерхова забудова	<ul style="list-style-type: none"> - організація руху вантажних автомобілів поза призначених для забудови територій (виділення міських доріг вантажного руху); - повне або часткове (за часом) обмеження або заборона руху вантажних автомобілів; - організація руху, обмеження

		швидкості, до 30 км/год «заспокоєння руху»; - розвиток громадського транспорту; - шумозахисні екрани середньої та великої висоти; - повна або часткова ізоляція проїжджої частини (тунелі, галереї); - комбінація зазначених вище заходів.
Вулиці та дороги в центральній частині великих міст	Щільна багатоповерхова забудова з малими відстанями між фасадами будівель	- шумозахисні екрани великої висоти; - повна ізоляція проїжджої частини (тунелі, галереї); - комбінація зазначених вище заходів.

Для попередньої оцінки шумозахисної ефективності заходів можна скористатися даними, наведеними в таблиці 7.

У всіх випадках доцільно застосовувати заходи щодо організації руху (вирівнювання швидкості руху транспортних потоків) і пристрій малошумних покриттів.

Таблиця 7

Ефективність заходів із зниження рівня шуму від транспорту

Захід для зниження транспортного шуму	Акустична ефективність заходу (зниження рівня шуму)
Часткове або повне перекриття проїжджої частини (тунелі, шумозахисні галереї)	Істотне, а в разі тунелів, повне забезпечення вимог санітарних норм
Будівництво акустичних екранів	до 18дБА
Будівництво малошумних покриттів в порівнянні з щільними асфальтобетонами	до 3 дБА
Обмеження швидкості руху транспортного потоку до 30 км/год	до 2 дБА
Заміна світлофорного регулювання перетинів на кільцеві перетину	до 4 дБА
Заборона руху вантажних автомобілів у нічний час	до 7 дБА (в залежності від складу транспортного потоку, і швидкості руху)
«Зниження» руху транспортного потоку	до 4 дБА
Обмеження швидкості руху з попередженням про необхідність її зниження	до 3 дБА

У загальному випадку методи зниження транспортного шуму можна класифікувати по наступних трьох напрямках: зменшення шуму в джерелі його виникнення, включаючи вилучення з експлуатації транспортних засобів і зміну маршрутів їх руху, зниження шуму на шляху його розповсюдження, застосування засобів звукового захисту при сприйнятті звуку.

Результативним заходом боротьби з шумом у містах є озеленення. Деревя, які посаджені близько одне від одного, оточені густими кущами, значно знижують рівень техногенного шуму і покращують міське середовище [5, 19]. Насадження клена, тополі, липи поглинають від 10 до 20 дБ звукових сигналів.

При цьому велике значення має густина насаджень, їх рядність та якість крони [3, 5]. Однорядні дерева з рідкою кроною не дають практично захисту від шуму. Насадження набувають шумозахисних властивостей, якщо дерева мають висоту не менше 5 ... 8 м, крони їх щільно змикаються між собою, а простір під кронами заповнений чагарником. Якщо дерева посаджені в шаховому порядку, половою, що має ширину 10 ... 15 м, то шум зменшується на 4 ... 5 дБ, а при ширині смуги 16 ... 20 м - на 5 ... 8 дБА. Щоб знизити шум на 12 дБА, потрібно посадити дерева в три ряди (смуга шириною 30 м) [5].

У випадку досліджуваних вулиць при обмеженій площі тротуару краще використовувати насадження із ряду дерев, кущів та багаторічних трав. Так, на вулицях К.Левицького-Тершаковців слід висадити ряд кущів (фото 1-2). Вулиця Зелена озеленена мінімально, а перехрестя Зелена-Франка – не озеленено.

За даними дослідників [3], хвойні породи (ялина і сосна) в порівнянні і з листяними (деревні і чагарникові), краще регулюють шумовий режим. Іншими дослідженнями [5] чіткої переваги одних видів над іншими не виявлено, але абсолютно очевидно, що насадження з декількох видів дерев значно ефективніші, ніж одновидових. Було встановлено, що на показник ефективності шумозахисту в першу чергу впливає показник ярусності, а потім – зімкнутості крон. При цьому такі параметри насаджень, як середня висота насаджень і ширина посадки, відіграють не настільки істотну роль в шумозахисті.



Фото 1-2. Озелення вулиць К.Левицького–Тершаковців

Більшого шумозахисного ефекту можна досягти поєднуючи озеленення та шумозахисні екрани. Ефект екрану залежить від його висоти, протяжності, відстані від джерела шуму і висоти забудови, яку потрібно захищати. Зниження шуму тим більше, чим більше різниця між шляхом, який проходить звук від джерела до жителя в обхід екрана, і шляхом, який він проходив би без екрану. У зоні прямої видимості джерела шуму ефективність екрана дорівнює нулю. Але і в зоні акустичної тіні захисні властивості екрану знижуються в результаті огинання його звуком.

Необхідно мати на увазі, що якщо уздовж магістралі розміщуються досить високі будівлі, то для захисту їх верхніх поверхів екрани малоефективні.

В кінці 2017 р. був збудований перший шумозахисний екран на вулиці Липинського, 14-16 (Шевченківський район), де розташовані два навчальні заклади, у приміщеннях яких рівень шуму, згідно із досліджень, перевищував встановлені санітарними вимогами норми.



Фото 3. Шумозахисний екран на вул. Липинського у Львові

Проте встановлення таких екранів має певні обмеження, зокрема і щодо можливості розташування в центральній частині міст.

Зниження міського транспортного шуму пов'язано з особливостями зовнішнього середовища – його поглинальною, відбиваючою, екрануючою і ізолюючою акустичною здатністю. Шумозахист у місті залежить від правильності планування, забудови й озеленення, тобто всього комплексу архітектурно-планувальних рішень, які видозмінюють середовище і можуть створити оптимальні умови для зниження шуму транспортних потоків.

Здійснення перерахованих містобудівних прийомів по захисту від транспортного шуму вимагає додаткової міської території, грошових коштів на будівництво і експлуатацію штучних споруд, зелених насаджень тощо. Тому вибір способів захисту від транспортного шуму повинен вестися на основі варіантного проектування з техніко-економічною оцінкою його результатів.

ВИСНОВКИ

Дія транспорту у містах, поряд із забрудненням шкідливими токсичними речовинами навколишнього природного середовища, призводить до стрімкого зростання рівня акустичного навантаження. Якісний склад автомобільного транспорту стійко перерозподіляється на користь легкового.

За результатами вимірювання еквівалентного рівня шуму у різні періоди року для ділянки вулиці К. Левицького його рівень склав у весняний період – 76,4 дБА, у осінній – 75,85 дБА, що відповідає якісній оцінці стану навколишнього середовища – «добра», тому модальна оцінка екологічної безпеки дороги весною та восени – «екологічно слабо безпечна».

Для ділянки вулиці Зелена рівень еквівалентного звуку за результатами вимірювання склав у весняний період 85,2 дБА, у осінній – 85 дБА, що відповідає якісній оцінці стану навколишнього середовища – «задовільна», тому модальна оцінка екологічної безпеки дороги весною та восени – «екологічно умовно безпечна».

Показники шуму на досліджуваних перехрестях склали 68,7-75,7 дБА (Зелена–І.Франка) та 63,8-69,8 дБА (К. Левицького–Тершаківців). Отримані при дослідженні шумового навантаження дані свідчать про те, що порушуються вимоги нормативних документів.

Аналіз екологічної проблеми шумового забруднення у м. Львові дав змогу окреслити коло найбільш актуальних проблем, які потребують розв'язання:

- надмірне автотранспортне навантаження на вулицях міста, що є основним джерелом шумового забруднення;
- неправильне проектування житлових будинків, що розміщені біля автодоріг;
- неефективна система озеленення.

Для забезпечення виконання вимог санітарних норм по шуму необхідно здійснення шумозахисних заходів – озеленення та за архітектурно-територіальної можливості – спорудження шумозахисних екранів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Абрамов В. М. Захист населених пунктів від транспортного шуму /В. М. Абрамов, Д. Ф. Оболонков, О. А. Кулик // Збірник наукових праць ДонНАБА Випуск № 4 – 2016 (5). – С. 14-18.
2. Акіменко В.Я. Розробка методики процесу дослідження суб'єктивної ідентифікації джерел звуку – як факторів дратуючої дії / В.Я. Акіменко, О.В. Шумак // Гігієна населених місць, 2013. – №61. – С. 210-217.
3. Акубаева Д.М. Способы снижения шума за счет специальных полос зеленых насаждений / Д.М. Акубаева, В.С. Шевцова, С.Т. Калдыбаева // ВестникКазНТУ, 2013. – 6(100). – С. 204-209.
4. Гілета Л. Місце й особливості акустичного навантаження в екологічному стані великих урбоєкосистем/ Л. Гілета// Вісник Львівського університету. Серія географічна. 2014. – Випуск 45. – С. 185-191.
5. Гордеев Ю.А. Шумозащитные свойства зеленых насаждений на урбанизированных территориях/ Ю.А. Гордеев, А.А. Кулагин // Вестник Удмуртского университета, 2014. – Вып. 1. – С. 7-13.
6. ГОСТ 12.1.036-81 ССБТ. Шум. Допустимі рівні в житлових і суспільних будівлях.
7. Директива Європейського парламенту та Ради ЄС від 25 червня 2002 р. N2002/49/ЄС Про оцінку та керування процесами, пов'язаними із шумом з навколишнього природного середовища [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ec.europa.eu/environment/noise/directive.htm>
8. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. К. – 1999. – 32 с.
9. ДСТУ 2325-93. Шум. Терміни та визначення.
10. Екологія та автомобільний транспорт. Навчальний посібник / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун та ін. – К.: Арістей, 2006. – 292 с.
11. Зубик С.В. Транспортний шум міста і шляхи його зниження/ С.В. Зубик //Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.12 – С. 126-131.

12. Калин Б.М. Напрямки оптимізації шумового фактору транспортних потоків у м. Львові / Б.М. Калин, М.І. Шелевій // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, 2016. – Випуск № 2-2 (67), Том 18. – С. 104-107.

13. Кучеренко Л.В. Містобудівні методи захисту від шумового забруднення міст / Л.В. Кучеренко, В.С. Калініченко // Науково-технічний збірник „Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві”, 2013. – Том 14, № 1 – С. 103-107.

14. Методика виявлення, оцінки та ранжування потенційних екологічно небезпечних місць автомобільної дороги [Текст]: М 218-02071168-416-2005. – К.: Укравтодор, 2005. – 35 с.

15. Миронюк Олег. Вплив зовнішнього шуму легкового автомобіля на довкілля / Олег Миронюк, Віктор Шевчук, Віталій Грабовець // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – 2019, №1(12). – С. 107-112.

16. Петлін В. Оптимізація урбоєкосистем в умовах шумового забруднення / В. Петлін, Л. Гілета // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Географія – Тернопіль: Тайп, 2010. – Вип. 2 (28). – С. 198-203.

17. Транспортный шум. Актуальные проблемы и пути решения / С. И. Сычик, И. В. Соловьева, И. В. Арбузов, А. В. Кравцов, А. Ю. Баслык // Современные аспекты здоровьесбережения : сб. материалов юбил. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Минск, 23-24 мая 2019 г. / под ред. А. В. Сикорского, А. В. Гиндюка, Т. С. Борисовой. – Минск, 2019. – С. 748–754.

18. Шевченко Ю.С. Розробка моделей оцінки та підвищення ефективності зниження шуму транспортних потоків / Автореф. дис. на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Спеціальність 21.06.01 «Екологічна безпека»– Київ, 2016. – 24 с.

19. Шумилини А.Д. Мониторинг и прогнозирование влияния автомобильного транспорта на воздушный бассейн города Пенза / А.Д.

Шумилин, Н.Н. Вершинин, Л.А Авдоница // Надежность и качество сложных систем. – 2016. – № 2 (14). – С. 97-103.

20. Kihlman T. Quieter Cities of the Future. Lessening the Severe Health Effects of Traffic Noise in Cities by Emission Reductions/ Tor Kihlman, Wolfgang Kropp, and William Lang. – Göteborg: Reproservice, Chalmers University of Technology, 2014. – 28 p. Web: <http://www.ta.chalmers.se/>

21. Night noise guidelines for Europe. Copenhagen: [Электронный ресурс]: WHO Regional Office for Europe, 2009. – Mode of access: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0019/246322/E92845r.pdf

АНОТАЦІЯ

Актуальність роботи. Міський шум в умовах урбанізації набуває щоразу більшого значення, і боротьба з ним перетворилася на важливу соціально-гігієнічну проблему. Джерелами вуличного і житлово-побутового шуму є всі види міського транспорту, промислові об'єкти, гучномовне радіо- і телевізійне обладнання. У зв'язку із збільшенням кількості автомобілів, промислових машин і механізмів на сьогоднішній день понад 60% людей, які проживають в містах, щодня піддається надмірному звуковому впливу. Проблема боротьби з шумовим забрудненням стає все актуальнішою.

Передбачити вплив існуючих та майбутніх джерел шуму, розрахувати шумовий режим житлової забудови і розробити конкретні рекомендації в цій області – одна з головних задач, що постають насамперед містобудівниками в проектній практиці, а також перед фахівцями інших галузей (наприклад, екологами).

Мета і завдання дослідження. є дослідження проблеми шумового забруднення урбоєкосистеми міста Львова та пошук дієвих методів боротьби з транспортним шумом.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. вивчити проблему транспортного шуму в містах та здійснити аналіз стану існуючих підходів зі зменшення рівнів шуму і шумового навантаження транспорту;
2. визначити транспортне навантаження та виміряти рівні шумового забруднення від автомобільного транспорту окремих вулиць і перехресть міста;
3. оцінити екологічну безпеку вулиць за акустичним забрудненням транспортного шуму;
4. пошук оптимальних заходів по шумозахисту територій від транспортного шуму для м. Львова.

Об'єкт дослідження: є шумове забруднення навколишнього середовища від транспортних потоків на території центральної частини міста Львова.

Предмет дослідження: рівень шумового навантаження від автотранспорту центральних вулиць міста.

Головними методами дослідження є: статистичний аналіз рядів вимірювань шумового навантаження, математичні розрахункові методи, теоретичний аналіз та узагальнення отриманих результатів.

Загальна характеристика наукової роботи. Наукова робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, списку використаної літератури.

Ключові слова: шум, акустичне навантаження, урбоекосистема, шумомір, шумозахисні заходи, озеленення, шумозахисні екрани.