

Державна служба України з надзвичайних ситуацій  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності  
Навчально-науковий інститут цивільного захисту  
Кафедра екологічної безпеки

«Допущено до захисту»  
Завідувач кафедри екологічної безпеки,  
д. с.-г. н., професор

\_\_\_\_\_ Андрій КУЗИК  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

## **ДИПЛОМНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

на тему: «Шумове забруднення магістральних вулиць центральної частини  
міста Львова»

Виконала:

здобувач 4 курсу, групи ЕК-41  
спеціальності 101 "Екологія"

Жоріна О.О.

Керівник:

к.с.-г. н., доцент Гринчишин Н.М.

Рецензент:

к.с.-г. н., доцент Дацко Т.М.

Львів – 2023

Державна служба України з надзвичайних ситуацій  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності  
Навчально-науковий інститут цивільного захисту  
Кафедра екологічної безпеки

Освітній ступінь бакалавр  
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екологічної безпеки,  
д. с.-г. н., професор

\_\_\_\_\_ Андрій КУЗИК

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

**ЗАВДАННЯ**

на дипломну роботу

Здобувачу \_\_\_\_\_ Жориній Олександрі Олексіївні  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Шумове забруднення магістральних вулиць центральної частини міста Львова»

керівник роботи Гринчишин Наталія Миколаївна, к.с.-г.н., доцент,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЛДУ БЖД від «07» лютого 2023 року №74од

2. Термін подання слухачем роботи: «29» травня 2023 р.

3. Початкові дані до роботи:

1) Про охорону атмосферного повітря : Закон України від 16.10.1992 р.  
№ 2707-ХІІ : \_\_\_\_\_ станом \_\_\_\_\_ на \_\_\_\_\_ 3 січ. \_\_\_\_\_ 2023 р.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text> .

2) Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення : Закон України від 24.02.1994 р. № 4004-ХІІ : станом на 20 листоп. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text>.

3) ДСТУ Б А.1.1-100:2013. Автомобільні дороги. Терміни та визначення понять. Чинний від 2014-04-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 42 с.

4) Про затвердження переліку автомобільних доріг загального користування державного значення : Постанова Каб. Міністрів України від

17.11.2021 р. № 1242 : станом на 1 січ. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1242-2021-п#Text>.

5) ДБН В .2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. На заміну ДБН В .2.3-5-2001 ; чинний від 2018-09-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 61 с.

4. Зміст дипломної роботи (перелік питань, які потрібно розробити):

1) Шумове забруднення урбанізований територій, спричинене автотранспортом.

2) Об'єкти, методика та методи дослідження.

3) Результати дослідження та їх обговорення.

5. Перелік графічного матеріалу: презентація Microsoft Power Point.

6. Консультанти розділів роботи.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
-	-	-	-

7. Дата видачі завдання.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назви етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Написання першого розділу	15.05.2023 20.05.2023	виконано
2.	Написання другого розділу	21.05.2023 24.05.2023	виконано
3.	Написання третього розділу	25.05.2023 27.05.2023	виконано
5.	Оформлення роботи	28.05.2023 29.05.2023	виконано

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Олександра ЖОРІНА  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис )

Наталія ГРИНЧИШИН  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Жоріна О.О. «Шумове забруднення магістральних вулиць центральної частини міста Львова». Львів, ЛДУБЖД, 2023.

Дипломна робота бакалавра за спеціальністю 101 «Екологія» має текстову частину, що містить 3 розділи, 52 ст., 12 рис., 5 табл., 41 джерело.

*Актуальність дослідження* зумовлена проблемою шумового забруднення автотранспортом у містах. Шум є кумулятивним забруднювачем, що не має ані кольору, ані запаху і вплив його можна оцінити лише за наслідками. Стрімка урбанізація та збільшення автопарку у містах є чинником зростання рівнів шумового забруднення.

*Мета дослідження* полягала у визначенні рівнів шуму на пішохідних зонах центральної частини магістральних вулиць міста з метою оцінки шумового навантаження на здоров'я та управління екологічною безпекою урбанізованих територій.

*Об'єкт дослідження* – магістральні вулиці центральної частини міста Львів.

*Предмет дослідження* – рівень шумового забруднення на пішохідних зонах магістральних вулиць.

*Методи дослідження.* В теоретичних дослідженнях використано метод аналізу й узагальнення інформації українських та зарубіжних наукових джерел. В практичних дослідженнях використано методи спостереження, підрахунку та виміру.

Робота присвячена аналізу впливу шумового забруднення магістральних вулиць центральної частини міста Львова на пішоходів.

**ШУМ, ЗАБРУДНЕННЯ, ТРАНСПОРТ, ІНТЕНСИВНІСТЬ РУХУ, МІСТО**

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
РОЗДІЛ 1 ШУМОВЕ ЗАБРУДНЕННЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ, СПРИЧИНЕНЕ АВТОТРАНСПОРТОМ .....	8
1.1 Шумове забруднення як шкідливий фактор для здоров'я .....	8
1.2 Аналіз шумового забруднення від транспорту в світі та в Україні .....	15
1.3 Світовий досвід вирішення проблеми шумового забруднення автотранспортом.....	19
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	24
2.1 Характеристика об'єктів дослідження.....	24
2.2 Кліматичні умови проведення досліджень.....	31
2.3 Методи дослідження.....	31
2.3.1 Визначення інтенсивності руху транспорту та пішоходів .....	31
2.3.2 Вимірювання рівнів шуму.....	32
2.3.3 Визначення шумового забруднення.....	34
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ .....	35
3.1 Інтенсивність руху транспортних засобів і пішоходів.....	35
3.1.1 Інтенсивність руху транспортних засобів .....	35
3.1.2 Інтенсивність руху пішоходів.....	37
3.2 Рівні шумового забруднення.....	39
3.2.1 Дослідження на просп. ім. В. Чорновола .....	39
3.2.2 Дослідження на вулиці Городоцькій .....	40
3.2.3 Дослідження на просп. Свободи.....	41
ВИСНОВКИ.....	44
РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	47

## ВСТУП

Рівень шумового забруднення у містах зростає з кожним роком. За таких обставин виникає нагальна потреба в оцінці та контролі акустичного забруднення.

*Актуальність дослідження* зумовлена проблемою шумового забруднення автотранспортом у містах. Шум є кумулятивним забруднювачем, що не має ані кольору, ані запаху і вплив його можна оцінити лише за наслідками. Стрімка урбанізація та збільшення автопарку у містах є чинником зростання рівнів шумового забруднення.

*Мета дослідження* полягала у визначенні рівнів шуму на пішохідних зонах центральної частини магістральних вулиць міста з метою оцінки шумового навантаження на здоров'я та управління екологічною безпекою урбанізованих територій.

*Об'єкт дослідження* – магістральні вулиці центральної частини міста Львів.

*Предмет дослідження* – рівень шумового забруднення на пішохідних зонах магістральних вулиць.

Для досягнення поставленої мети було необхідно виконати наступні завдання:

- провести теоретичний аналіз літературних джерел щодо впливу шуму як шкідливого фактору для здоров'я, аналіз шумового забруднення від транспорту,
- проаналізувати світовий досвід вирішення проблеми шумового забруднення від транспорту;
- встановити інтенсивність руху транспорту та пішоходів на досліджуваних ділянках;
- визначити рівень шумового забруднення на досліджуваних ділянках;
- оцінити екологічний стан вулиць щодо шумового забруднення та його небезпеку для здоров'я.

*Методи дослідження.* В теоретичних дослідженнях використано метод аналізу й узагальнення інформації українських та зарубіжних наукових джерел. В практичних дослідженнях використано методи спостереження, підрахунку та виміру.

## РОЗДІЛ 1.

### ШУМОВЕ ЗАБРУДНЕННЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ, СПРИЧИНЕНЕ АВТОТРАНСПОРТОМ

#### 1.1 Шумове забруднення як шкідливий фактор для здоров'я

У сучасному суспільстві шумове забруднення є актуальною проблемою і включає у себе шумове забруднення навколишнього середовища, що визначається як усі небажані звуки, окрім тих, що виникають на робочому місці [1]. Шумове забруднення - це стійка реакція на раптовий звук, яка завдає шкоди здоров'ю та навколишньому середовищу, включаючи тварин і рослини. Його неможна побачити оком, але воно чинить негативний вплив, наслідки якого можливо зробити після виявлення різних видів захворювань [2]. Шумове забруднення - урбаністичне територіальне явище, що набуває серйозних масштабів, це зростаюча екологічна проблема, яка все частіше стає повсюдною, але непоміченою формою забруднення не тільки в розвинених країнах, але і в країнах, що розвиваються [3].

Законом України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» дано такі визначення:

- Шум – це фізичний фактор середовища життєдіяльності, що впливає або може впливати на здоров'я людини чи на здоров'я майбутніх поколінь;
- Шкідливий вплив на здоров'я людини - вплив факторів середовища життєдіяльності (фізичного фактору шуму), що створює загрозу здоров'ю, життю або працездатності людини чи здоров'ю майбутніх поколінь [4].

Шум має різні характеристики, які відрізняють його від усіх інших "класичних" забруднювачів. Шум невидимий, не має запаху, зникає після вимкнення джерела і не залишає слідів у навколишньому середовищі. Крім того, коли люди у себе помічають проблеми зі слухом, це часто відбувається через тривалий час після початку впливу шуму [5]. Термін шум можна визначити як неправильний звук, у неправильному місці і в неправильний час [3]. Шум - це небажаний поллютант, що створюється іншими людьми; він нав'язується нам без



нашої згоди, часто проти нашої волі, а також у часі, місцях та обсягах, які ми не здатні контролювати [6]. Існують такі категорії шумового впливу:

- Перша категорія - це "травматичний" шум, що поширений у важкому виробництві (>105 дБА протягом 1 години) або внаслідок шуму від пострілів (>130 дБА протягом декількох секунд), і який призводить до втрати слуху;
- Друга категорія - це "загрозливі" рівні шуму в діапазоні від 90 дБА до 105 дБА з тривалістю впливу 2 години і більше (наприклад шум на концертах/у нічних клубах);
- Третя категорія - це "безпечні" рівні шуму, нижче 80 дБА, які вважаються нешкідливими для слухової системи при будь-якій тривалості впливу, але навіть такий шум навколишнього середовища може поступово призводити до значних рівнів втрати слуху [1].

Більшість великих міст світу стикаються з проблемою шумового забруднення, яке є першопричиною численних порушень слуху серед населення, особливо серед дітей молодшого віку, а також негативно впливає на екологічне здоров'я довкілля [7]. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) виділяє шумове забруднення як серйозну проблему громадського здоров'я і кваліфікує її як третій найбільш шкідливий фактор для психічного та фізичного здоров'я населення у великих містах [8]. Застарілі моторизовані транспортні засоби, техніка, зростаючий трафік, перевантажені житлові райони, переповнені навчальні заклади та робочі місця, нерегульований комерційний та промисловий шум стали джерелом шумового забруднення, що призводить до довготривалої втрати працездатності [9]. Шумове забруднення – антропогенна чума 21 століття від якої практично нікуди не подітися, де б ми не знаходилися - в наших будинках і дворах, на вулицях, в наших автомобілях, в театрах, ресторанах, парках, на аренах та в інших громадських місцях [6].

Шум, навіть на рівнях, які не є шкідливими для слуху, підсвідомо сприймається як сигнал небезпеки, навіть під час сну організм реагує на шум реакцією "бий або тікай", що призводить до нервових, гормональних і судинних змін, які мають далекосяжні наслідки [6]. Європейським Союзом підраховано,

що понад 40 відсотків усього населення Європи піддаються впливу денного, вечірнього та нічного шуму на рівні 55 дБА або більше, тоді як 30 відсотків населення піддаються впливу такого ж рівня шуму у нічний час [10]. Рівень шумового забруднення збільшився з роками, і деякі органи влади вважають, що середній рівень шуму в містах збільшився приблизно на 1 дБА на рік за останні 30 років [11]. Міський шум можна поділити на:

- i. Фоновий шум: високі, пронизливі, сильні, безперервні, нерегулярні та переривчасті шуми, що присутні у навколишньому середовищі;
- ii. Механічний шум: шуми спричинені авто-, авіа- та залізничним транспортом, а також шуми промислових підприємств;
- iii. Людський шум: усі шуми пов'язані з діяльністю людини (демонстрації, торгівля, сирени, побутовий шум).
- iv. Шум навколишнього середовища: шуми спричинені використанням механічних пристроїв (пилесмоки, дрелі);
- v. Шум навколишнього природного середовища: (бурі, вітри, грози) [10].

Стрімка урбанізація і зміна способу життя населення разом із шумовим забрудненням стали невід'ємними та повсюдними складовими сучасності, де шумове забруднення навколишнього середовища в приміщеннях і на вулиці є серйозною загрозою для здоров'я зі зростаючим негативним впливом на плід, немовлят, дітей, підлітків та дорослих [9]. Шум спричиняє прямий та кумулятивний негативний вплив, який погіршує здоров'я та житлове, соціальне і робоче середовище з відповідними матеріальними та нематеріальними втратами, а також може погіршити дозвілля, можливість користуватися власним майном і підвищувати частоту антисоціальної поведінки [3].

Соціальні та поведінкові наслідки впливу шуму є складними, тонкими та опосередкованими і ці наслідки включають зміни в повсякденній поведінці (наприклад, закриття вікон і дверей для усунення зовнішніх шумів; невикористання балконів, внутрішніх двориків; збільшення гучності у радіоприймачів та телевізорів); зміни в соціальній поведінці (наприклад,

агресивність, недружність, відстороненість); зміни в соціальних показниках (наприклад, мобільність населення, рівень госпіталізації, вживання наркотиків та збільшення кількості виникнення нещасних випадків); а також зміни в настрої (збільшення кількості населення з депресивними станами) [3].

Шумове забруднення може мати негативний вплив на дорослих та дітей з аутизмом в яких діагностовано гіперакузію (аномальну чутливість до звуку); ці люди можуть відчувати страх, тривогу та неприємні фізичні відчуття і, як наслідок, змушені уникати середовищ з шумовим забрудненням, що може призвести до соціальної ізоляції через те, що пацієнти з аутизмом є більш ізольованими, ніж населення в цілому, а шумове забруднення тільки погіршує їх стан [1].

Людське вухо - неймовірно чутливий інструмент, здатний сприймати звуки у величезному діапазоні частот та інтенсивності; у вусі звукові хвилі, що надходять, спрямовуються через зовнішнє вухо до барабанної перетинки, яка вібрує, далі цей рух посилюється трьома крихітними кісточками середнього вуха і через мембрану передається до равлика у заповненому рідиною внутрішньому вусі; равлик - це спіралеподібний орган, оточений крихітними волосками, ці волоскові клітини виробляють сигнали в слухових нервах на певних частотах, які передаються в мозок, саме вони можуть пошкоджуватися під впливом надмірно гучного шуму, що призводить до тимчасової чи постійної часткової втрати слуху, також дуже раптовий гучний шум або вибухи можуть пошкодити барабанну перетинку [12]. Втрата слуху, спричинена шумом, та неслухові несприятливі наслідки шумового забруднення все частіше діагностуються у всіх вікових групах, включаючи плід [9].

Шумове забруднення перешкоджає здатності до розуміння мови і може призвести до низки особистих порушень, вад і поведінкових змін таких як: проблеми з концентрацією уваги, втома, невпевненість, відсутність впевненості в собі, роздратування, непорозуміння, зниження працездатності, порушення міжособистісних стосунків і стресові реакції і деякі з цих наслідків можуть призвести до збільшення кількості нещасних випадків, порушення комунікації

та погіршення академічної успішності, а особливо вразливими групами є діти, люди похилого віку та ті, хто не володіє розмовним рівнем мови [3]. Діти, що піддаються впливу шуму в школі, можуть відчувати погіршення здатності до читання, пам'яті та успішності, а інші когнітивні порушення також можуть бути пов'язані з впливом шуму вдома в нічні години, що може спричинити поганий настрій, втому та погіршення виконання завдань наступного дня [13]. Діти, що живуть у середовищі забрудненому шумом, мають підвищений кров'яний тиск і підвищений рівень гормонів, викликаних стресом [3].

Шум навколишнього середовища є однією з основних причин порушення сну, а коли порушення сну стає хронічним, це призводить до змін настрою, зниження працездатності та інших довгострокових наслідків для здоров'я і благополуччя [3]. Безперервний шум понад 30 дБА порушує сон, а при переривчастому шумі ймовірність пробудження зростає зі збільшенням кількості шумових подій за ніч, також окрім різних впливів на сам сон, шум під час сну спричиняє підвищення артеріального тиску, збільшення частоти серцевих скорочень, збільшення амплітуди пульсу, звуження судин, зміни в диханні, серцеві аритмії та підвищену рухливість тіла [3]. Шумове роздратування вночі збільшує загальне шумове роздратування протягом наступних 24 годин [3]. Обмеження сну спричиняє, серед іншого, зміни в метаболізмі глюкози та регуляції апетиту, погіршення пам'яті та дисфункцію кровоносних судин [13]. Шумовий вплив на сон людини може спричинити більш серйозні та хронічні проблеми зі здоров'ям, а також активує стресову реакцію організму, яка, як наслідок, ініціює кілька реакцій в організмі; тривалий вплив шумового забруднення на гормони стресу негативно впливає на серцево-судинну систему людини [14]. Шум найбільше впливає на людей із значними порушеннями сну, а саме підвищує ризики серцево-судинних захворювань, захворювань опорно-рухового апарату та респіраторної системи, а також є чинником виникнення депресій [5].

Занепокоєння викликає гострий шумовий вплив на людей, який активує вегетативну та ендокринну системи, що призводить до гіпертонічної та

ішемічної хворіб серця [7]. Гострий шумовий вплив активує нервові та гормональні реакції, що спричиняє тимчасове підвищення тиску, збільшення серцевих скорочень та звуження судин; усі перелічені ефекти проявляються при впливі гострого шуму з рівнем вище 80-85 дБА або тривалому шумі з рівнем вище 65 дБА [3]. Окрім сильного зв'язку шумового забруднення з високим кров'яним тиском, який сам по собі є одним з факторів ризику серцево-судинних захворювань, дослідження пов'язують шумове забруднення з частотою виникнення інфаркту міокарда та інсульту [14].

У містах основним джерелом шумового забруднення є транспортний рух [15]. Моторизований транспорт відіграє важливу роль у рівні та формі міського розвитку, забезпечуючи способи задоволення більш складних потреб у мобільності, спочатку через громадський транспорт, а останнім часом через швидке розширення використання приватних автомобілів [16]. У багатьох містах світу спостерігається високе шумове забруднення через розвиток інфраструктури та будівельні роботи [8]. Кількість людей, які піддаються впливу шуму від дорожнього руху, значно перевищує кількість людей, які піддаються впливу залізничного, авіаційного та промислового шуму [13]. Європейська служба спостереження та інформації про шум (NOISE) припускає, що більша частина шуму, що впливає на населення, генерується дорожнім рухом транспортних засобів; шумове забруднення від міського дорожнього руху має найвищий рівень впливу, враховуючи, що дороги розташовані в безпосередній близькості до побудованих об'єктів інфраструктури, таких як школи, офіси та житлові будівлі [10].

Звук, що створюють транспортні засоби, а також клаксони створюють найгірше можливе середовище [16]. Використання клаксонів та гучномовців у транспортних засобах має бути заборонене, за винятком надзвичайних ситуацій [9]. Найбільшим джерелом шумового забруднення від транспорту є шум взаємодії шин з дорожнім покриттям, особливо у містах та міських районах для швидкостей від 35 км/год до 120 км/год [17]. Такі фактори як шум від двигуна транспортного засобу, контакт шин з дорожнім покриттям, взаємодія між

транспортними засобами і повітрям, управління дорожнім рухом, швидкість руху транспортних засобів та склад потоку транспорту сприяють підвищенню шумового забруднення та автомагістралях; при зменшенні ширини проїжджої частини та збільшенні висоти будівлі збільшується шум, а вантажівки та автобуси на дизельному паливі складають 115% транспортного шуму від шуму невеликих бензинових автомобілів [16]. При швидкості транспортного засобу понад 60 миль/год (96,5 км/год) найбільш помітним є шум від взаємодії шин з дорожнім покриттям, тоді як при нижчих швидкостях домінує шум від роботи двигуна; при нахилі автошляху на 5% шум від вантажного автотранспорту збільшується приблизно на 3 дБА, тоді як для легкового автотранспорту вплив нахилу дороги незначний; зі збільшенням кількості транспортних засобів та їх середньої швидкості зростає рівень шумового забруднення [11].

Шумове забруднення є значним джерелом психологічного стресу, який може негативно впливати на психічне та фізичне здоров'я [8]. Шум від транспорту є критерієм збільшення кількості неспокійних людей у порівнянні з іншими факторами, такими як затори та забруднення навколишнього середовища [16]. Шум від дорожнього руху є значним екологічним стресором, який може негативно впливати на здоров'я і благополуччя людей, що живуть поблизу жвавих доріг, крім того, транспортний шум пов'язаний з негативним впливом на когнітивний розвиток дітей, включаючи погіршення розуміння прочитаного та пам'яті [18]. Вагітні жінки можуть піддаватися більшому ризику впливу шумового забруднення через більшу чутливість до стресових факторів навколишнього середовища, тому що шум від дорожнього руху може посилювати гестаційний цукровий діабет, який призводить до непереносимості глюкози, що виникає на початку вагітності [10]. Люди, які проживають поблизу жвавих доріг, частіше страждають на гіпертонію і частіше відчувають порушення сну і роздратування, ніж люди, які живуть у тихих районах [18].

Для зниження рівня шумового забруднення потрібно: уникати нічного шумового забруднення поблизу житлових районів, оскільки порушення сну має серйозні довгострокові наслідки для здоров'я; вагітні жінки, плід,

новонароджені, немовлята та діти є найбільш вразливими до небезпеки для здоров'я, спричиненої шумом, і повинні бути максимально захищені; навчальні заклади, робочі місця, комерційні та промислові зони повинні регулярно контролюватися на предмет рівня шуму, а також використовуватися захисні навушники та затички для вух; необхідно постійно інформувати населення про небезпеку шуму для здоров'я; шум від дорожнього руху повинен регулюватися в безпечних межах, а автобусні зупинки, залізничні станції та аеропорти повинні бути віддалені від житлових районів; будинки повинні бути належним чином звукоізолювані [9]. Також використання прототипу зеленого шумозахисного бар'єру призвело до середнього зниження рівня шуму на 13 децибел, що дає потенціал для зменшення шумового забруднення від дорожнього руху, зберігаючи при цьому зелену естетику та зменшуючи візуальні бар'єри для мешканців та учасників дорожнього руху [18]. Для значного зменшення транспортного шумового забруднення необхідно суттєво зменшити інтенсивність руху та знизити швидкість потоку транспортних засобів [16].

## **1.2 Аналіз шумового забруднення від транспорту в світі та в Україні**

Європейський Союз підрахував, що понад 40 відсотків усього населення Європи піддаються впливу денного, вечірнього та нічного шуму на рівні 55 дБ або більше, тоді як 30 відсотків населення піддаються впливу такого ж рівня шуму в нічний час [10].

Під час пандемії коронавірусу в більшості країн світу були наявні докази того, що примусове обмеження пересування людей, транспортних засобів, закриття підприємств дійсно покращило екологічні умови та життя великих груп населення [7]. У дослідженні [10] впливу локдауну через COVID-19 на рівень шуму у місті Дублін, Ірландія визначено, що рівень шумового забруднення знизився на усіх 12 станціях моніторингу шуму, що цілком ймовірно, пов'язано з обмеженням транспортного руху під час карантину й іншими факторами.

Дослідження [22] рівня шумового забруднення на автошляхах у місті Токат, Туреччина показало, що на 50 з 65 точок вимірювання рівень шуму

перевищував граничне значення, визначене у Туреччині - 65 дБА, на більшості точок вимірювання шум перевищував значення у 70 дБА, а максимальним показником був шум у 81,6 дБА; враховуючи, що Токат – невелике місто у Туреччині з приблизним населенням сто тринадцять тисяч осіб, шумове забруднення тут досягло серйозних рівнів та становить екологічну загрозу.

Під час дослідження [17] у місті Вільнюс, (Литва) діапазонів рівнів шуму для різних видів автотранспорту та різних видів дорожніх покриттів визначено:

а) діапазони рівнів шуму для кожного типу транспортного засобу:

- для мотоциклів - 74...83 дБ у діапазоні швидкостей 72...130 км/год,
- для легкових автомобілів - 66...84 дБ у діапазоні швидкостей 45...119

км/год,

- для мікроавтобусів - 72...81 дБ у діапазоні швидкостей 56...99 км/год,
- для автобусів - 70...84 дБ у діапазоні швидкостей 41...82 км/год,
- для легких вантажівок - 73...84 дБ у діапазоні швидкостей 52...94 км/год,
- для важких вантажівок - 75...87 дБ у діапазоні швидкості 43...94 км/год;

б) зміну рівнів шуму від 68 до 85 дБ при швидкості 41...130 км/год на мокрому асфальті, від 65 до 77 дБ при швидкості 50...91 км/год на сухому засніженому асфальті, від 71 до 81 дБ при швидкості 54...116 км/год на вкритом сухим снігом асфальті;

с) порівняно з легковими автомобілями із середнім рівнем шуму 71 дБ, на швидкості 50 км/год інші транспортні засоби є помірно шумнішими:

- мотоцикли видають на 3 дБ (4,2%) більше шуму,
- мікроавтобуси - на 4,3 дБ (6%),
- автобуси - на 2,9 дБ (4,1%),
- легкі вантажівки - на 1,9 дБ (2,6%),
- важкі вантажівки - на 6,4 дБ (9%);

д) на швидкості 90 км/год при 77,7 дБ для легкових автомобілів інші транспортні засоби залишаються помірно шумнішими:

- мотоцикли - 0,4 дБ (0,5%),



- мікроавтобуси - 3,2 дБ (4,1%),
- автобуси - 2,3 дБ (2,9%),
- легкі вантажівки - 2,5 дБ (3,3%),
- важкі вантажівки - 5,7 дБ (7,3%);

е) порівняння легкових автомобілів із середнім рівнем шуму 71 дБ, на сухому асфальті при швидкості 50 км/год і мокрому асфальті має середній рівень шуму на 1,8 дБ (2,5%), на сухому засніженому асфальті - на 4,5 дБ (6,8%) нижче і на 0,1 дБ (0,2%) нижче при русі по сухому снігу зі сніговими коліями на асфальтовому покритті.

ф) на сухому асфальті при швидкості 90 км/год середній рівень шуму легкових автомобілів становить 77 дБ, тоді як на мокрій дорозі він на 2,8 дБ (3,6%) вищий, а на сухому засніженому асфальті - на 1,7 дБ (2,2%) нижчий і на 0,6 дБ (0,8%) нижчий при русі по сухому снігу зі сніговими коліями на асфальтовому покритті.

Отримані результати показують, що порівняно з легковими автомобілями, інші категорії транспортних засобів (мотоцикли, мікроавтобуси, автобуси, легкі та важкі вантажівки) є шумнішими, причому порядок руху на мокрому дорожньому покритті наближається до засніженого та сухого дорожнього покриття [17].

У дослідженні [24] питання оцінки шумового забруднення магістральних вулиць встановлено, що:

- з 23:00 - 4:00 найменший рівень шумового забруднення;
- найменш акустично забруднений день у тижні – неділя;
- протягом дня спостерігаються високі рівні звукового навантаження, окрім відносного періоду затишшя з 11:00 – 13:00;
- найбільш акустично забрудненим днем у тижні є п'ятниця ввечері.

Аналіз вимірювань [25] у місті Харків протягом 5-6 годин у 40 точках на висоті 1,5 м при змінному потоці транспортних засобів встановлено, що

перевищення норми шумового забруднення у денний час доби на різній відстані від автошляхів становить від  $5,4 \pm 1,4$  дБА до  $20,4 \pm 1,7$  дБА.

Дослідженням [26] еквівалентного рівня звуку у місті Івано-Франківськ встановлено, що майже на усіх 165 точках виміру шуму міської агломерації міста показники еквівалентного рівня звуку були вище 60 дБА, а транспорт визначено як основне джерело акустичного навантаження.

Результатами експериментальних досліджень з визначення рівня інтенсивності шумового забруднення у місті Кременчук [27] є установлення перевищення шуму від автотранспорту на досліджуваній території як за розрахунковими даними, так і за результатами фізичних вимірювань - у середньому по місту перевищення нормативного рівня шуму за даними фізичних вимірів становить 17%, а за розрахунковими даними – 23%.

Попередні дослідження шумового забруднення магістральних вулиць центральної частини від автотранспорту у місті Львів [28] встановили, що усереднена інтенсивність руху автотранспортних засобів в світлу пору доби на просп. ім. В. Чорновола становить 1988 авт./год, а на вул. Городоцькій – 2038 авт./год; перевищення допустимих рівнів звуку територій, які безпосередньо прилягають до житлових будинків, поліклінік, амбулаторій, диспансерів, будинків відпочинку, пансіонатів, будинків-інтернатів для людей похилого віку та інвалідів, дитячих дошкільних закладів, шкіл та інших навчальних закладів, бібліотек, храмів, музеїв сягає від 15 до 19 дБА просп. ім. В. Чорновола та від 23 до 28 дБА по вулиці Городоцькій.

Для вузьких автошляхів центральних районів густонаселених міст проблема акустичного забруднення надзвичайно актуальна, особливо там, де присутня бруківка, що створює додаткове шумове забруднення при однаковій інтенсивності транспортного потоку [29]. Важливо вимірювати та оцінювати рівень шуму від дорожнього руху в містах та його вплив на населення з метою отримання моделей транспортного шуму, а також картографування шуму [17] враховуючи те, що адаптація до шумового забруднення людським організмом практично не можлива [29].

### **1.3 Світовий досвід вирішення проблеми шумового забруднення автотранспортом**

65% населення в межах Європейського спільного ринку піддаються шкідливому для здоров'я рівню транспортного шумового забруднення [6]. Європейське агентство з навколишнього середовища опублікувало перший загальноєвропейський звіт з оцінки стану шумового забруднення навколишнього середовища у 2014 році під назвою «Шум у Європі 2014», що ґрунтувався на даних наданих країнами-членами Європейського Союзу відповідно до Директиви про шум у навколишньому середовищі 2002/49/ЄС; пізніше низка країн надала дані за 2012 рік, що дозволило зробити більш обґрунтовану оцінку [21].

Всесвітня організація охорони здоров'я створила рекомендації щодо нічного шуму у Європі – не більше 40 дБ на вулиці у нічний час, але розуміючи складності з впровадженням цих рекомендацій, особливо в міських районах, де фоновий рівень шуму відносно високий навіть у нічний час, ВООЗ створила короткострокову проміжну рекомендацію-мету для шуму у нічний час – 55 дБ [21].

Для надання інформації про вплив шуму на навколишнє середовище по всій Європі з 2007 року країни-члени Європейського Союзу зобов'язані створювати стратегічні карти шуму кожні п'ять років, але лише для: основних автомобільних шляхів (з понад трьома мільйонами проїжджаючих транспортних засобів на рік); основних залізниць (понад тридцять тисяч проїжджаючих потягів на рік); основних аеропортів (понад п'ятдесят тисяч рейсів на рік); урбанізованих територій з населенням понад сто тисяч осіб [19]. Картування шуму дозволяє вживати реактивних заходів для зниження існуючих рівнів шумового забруднення, таких як тестування планів дій з використанням стратегічних карт шуму [15]. Директива 2002/49/ЄС [20] визначає певні індикатори шуму, що повинні застосовуватися при складанні карт шуму та плануванні дій, де індикатори представляють собою фізичну шкалу для опису шуму в

навколишньому середовищі, яка пов'язана з його шкідливим впливом, найважливішими індикаторами є:

- 55 дБ  $L_{den}$ : показник денного, вечірнього та нічного рівня шуму, призначений для оцінки дратівливості;

- 50 дБ  $L_{night}$ : індикатор нічного рівня, призначений для оцінки порушення сну [21].

Згідно з Державними санітарними нормами допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови України [23] допустимий рівень звуку територій, які безпосередньо прилягають до житлових будинків, поліклінік, амбулаторій, диспансерів, будинків відпочинку, пансіонатів, будинків-інтернатів для людей похилого віку та інвалідів, дитячих дошкільних закладів, шкіл та інших навчальних закладів, бібліотек, храмів, музеїв сягає 55 дБА з 8:00-22:00 та 45 дБА з 22:00-8:00.

Зростаюче занепокоєння щодо впливу шумового забруднення від дорожнього руху на здоров'я місцевих жителів створило потребу в ефективних заходах зі зниження шуму [18]. Картування шуму дозволяє вживати реактивних заходів для зниження існуючих рівнів шумового забруднення, таких як тестування планів дій з використанням стратегічних карт шуму [15]. Впровадження карт рівнів акустичного забруднення – важливий крок для України, це дозволить запроваджувати ефективні методи боротьби з шумовим забрудненням [30]. Директиву ЄС 2002/49 щодо оцінки та управління шумом навколишнього середовища запровадили з метою захисту здоров'я та навколишнього середовища від підвищеного шумового впливу, її метою є збір даних належної якості щодо рівнів шуму від основних техногенних джерел шляхом впровадження єдиної методики та гармонізованих критеріїв оцінки шуму з метою подальшого аналізу, застосування найкращих практик зі зниження шуму та можливості порівнювати різноманітні джерела шуму, умови їх експлуатації та ефективність реалізованих заходів [31]. Також згідно Директиви рекомендується впровадження інформування населення щодо стану шумового забруднення [30]. Наразі існує потреба у впровадженні аналогічного

законодавчого акту в Україні, що має гармонізувати вимоги Європейського Союзу в сфері поводження із звуковим навантаженням і вимоги українського законодавства [31].

У дослідженні [18] ефективності зеленого шумозахисного бар'єру для зниження шуму показано, що прототип зеленого шумозахисного бар'єру, типу вуличних меблів, який діє як бар'єр для поширення шуму, має потенціал для ефективного зниження шуму від дорожнього руху; вимірювання рівня шуму на обраних ділянках коливалося від 71,2 децибел до 67,3 децибел, а використання прототипу зеленого шумозахисного бар'єру призвело до середнього зниження рівня шуму на 13 децибел.

У Нідерландах результатами дослідження [32] зниження рівня шуму електромобілями є:

- якщо звичайний автопарк замінити автомобілями з гібридними або повністю електричними силовими установками, рівень шуму в міському середовищі зменшиться приблизно на 3-4 дБ;
- якщо також застосовувати безшумні шини (або безшумне дорожнє покриття), досягається додаткове зниження на 1,5-2 дБ;
- у Нідерландах уряд надає податкові пільги на автомобілі з низьким рівнем викидів (наприклад, гібридні та електричні) і субсидує зарядні станції;
- зменшення шуму двигуна за рахунок широкомасштабного використання електромобілів призведе до значного скорочення викидів транспортного шуму, особливо в поєднанні з впровадженням безшумних шин або безшумних дорожніх покриттів.

Дослідженням про зниження рівня шуму шляхом управління міським рухом запропоновані такі аспекти боротьби з акустичним забрудненням [33] від транспортних засобів:

- зменшення швидкості, спричинене зменшенням ширини дороги, може призвести до зниження шуму на 1-3 дБ(А), особливо якщо воно поєднується з іншими заходами з управління дорожнім рухом;

- впровадження координації роботи світлофорів або кільцевих розв'язок може локально зменшити шум від 1 до 2 дБ(А) (вільний потік відповідно до перерваного руху);
- обмеження швидкості (з 50 до 30 км/год) призводить до зниження шуму від 2 до 4 дБ(А) для легкових автомобілів і від 0 до 2 дБ(А) для важких транспортних засобів (і на 2 дБА більше для максимального рівня шуму);
- кільцеві розв'язки (якщо вони правильно спроектовані) можуть знизити локально (від 50 до 100 м) шум від 1 до 2 дБ(А) у порівнянні з пульсуючим рухом;
- іншими позитивними заходами є вибіркове обмеження руху (особливо важких транспортних засобів) та мал шумне водіння, щоб уникнути практики зупинок і руху на високих швидкостях.

Зниження рівня шуму та, як наслідок, зменшення його впливу на здоров'я населення, яке проживає в зоні його дії, можливе за рахунок озеленення території між житловою забудовою й автодорогою [27]. Для значного зменшення транспортного шумового забруднення необхідно суттєво зменшити інтенсивність руху та знизити швидкість потоку транспортних засобів [16]. Використання клаксонів та гучномовців у транспортних засобах має бути заборонене, за винятком надзвичайних ситуацій [9]. Якісна моніторингова інформація також відіграє ключову роль у підтримці ефективних і впевнених рішень [19]. Шум від дорожнього руху повинен регулюватися в безпечних межах; автобусні зупинки, залізничні станції та аеропорти повинні бути віддалені від житлових районів [9]. Найбільш ефективним заходом для зменшення рівня шумового впливу на магістральних вулицях центральної частини міст є обмеження в'їзду легкового приватного автотранспорту [28].

### **Висновок до першого розділу**

Шумове забруднення є актуальною проблемою сьогодення. Шум є кумулятивним забруднювачем, що не має ані кольору, ані запаху і вплив його можна оцінити лише за наслідками. Всесвітня організація охорони здоров'я

кваліфікує шум як третій найбільш шкідливий фактор впливу на психічне та фізичне здоров'я населення у містах. Рух транспортних засобів є основною причиною акустичного забруднення у містах. Транспортний шум у містах може викликати порушення сну, бути чинником часткової або повної втрати слуху, погіршувати увагу дітей, негативно впливати на вегетативну та ендокринну системи.

Дослідження проведені у багатьох містах Європи та в Україні показують перевищення норм шумового забруднення. Світовий досвід боротьби з шумом у містах полягає у картуванні шуму, перехід на електромобілі, використання безшумних шин та безшумного покриття та ефективне управління міським транспортом.

## РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 Характеристика об'єктів дослідження

Дослідження рівнів шумового забруднення проводили на магістральних вулицях в центральній частині міста Львів.

Відповідно до ДСТУ Б А.1.1-100:2013 [35] використовуємо наступні визначення:

- автомобільна дорога – це лінійний комплекс інженерних споруд, призначений для безперервного, безпечного та зручного руху транспортних засобів;
- автомобільні дороги загального користування поділяються на дороги державного та місцевого значення;
- автомобільні дороги державного значення поділяються на магістральні та регіональні, а місцевого значення - на територіальні та районні;
- дорожнє покриття - верхній шар дорожнього одягу, який безпосередньо сприймає навантаження від транспортних засобів і перерозподіляє їх на шари, що знаходяться нижче, та земляне полотно;
- проїзна частина – основний елемент автомобільної дороги, призначений для безпосереднього руху транспортних засобів;
- смуга руху - поздовжня смуга на проїзній частині вулиці (дороги), не позначена чи позначена дорожньою розміткою, яка має ширину, достатню для руху в один ряд транспортних засобів, крім мотоциклів без бокового причепа;
- інтенсивність руху - кількість транспортних засобів, що проходять через деякий поперечний переріз автомобільної дороги за одиницю часу;

Згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1242 «Про затвердження переліку автомобільних доріг загального користування державного значення» [36] автомобільні дороги М-06 та М-10 є автомобільними дорогами загального користування державного значення. Досліджувані ділянки по просп. ім. В. Чорновола та просп. Свободи є частинами



автомобільної дороги М-06 та досліджувана ділянка по вул. Городоцькій є частиною автомобільної дороги М-10.

ДБН В.2.3-5:2018 [37] визначає такі поняття як:

- пішохідна зона тротуару - ділянка тротуару, яка призначена для безперешкодного пересування вздовж вулиці;
- велосипедна доріжка - доріжка з покриттям поза межами проїзної частини вулиці та/або дороги, розташована окремо чи суміжно з тротуаром або пішохідною доріжкою, що призначена для руху на велосипедах, інвалідних колясках, немоторизованих засобах пересування і позначена дорожнім знаком та горизонтальною розміткою

Для дослідження шумового забруднення від автотранспорту в центральній частині міста Львова обрані три магістральні вулиці, а саме: вул. Городоцька, просп. ім. В. Чорновола та просп. Свободи.

Основним критерієм вибору цих вулиць була однакова кількість смуг руху дорожнього транспорту. В точках проведення вимірів на досліджуваних вулицях (Рис.2.1) рух транспорту здійснюється двома смугами по просп. ім. В. Чорновола та вул. Городоцькій та однією частиною по просп. Свободи в кожному напрямку; інша частина просп. Свободи має три смуги руху транспортних засобів, одна з яких виділена для громадського транспорту.

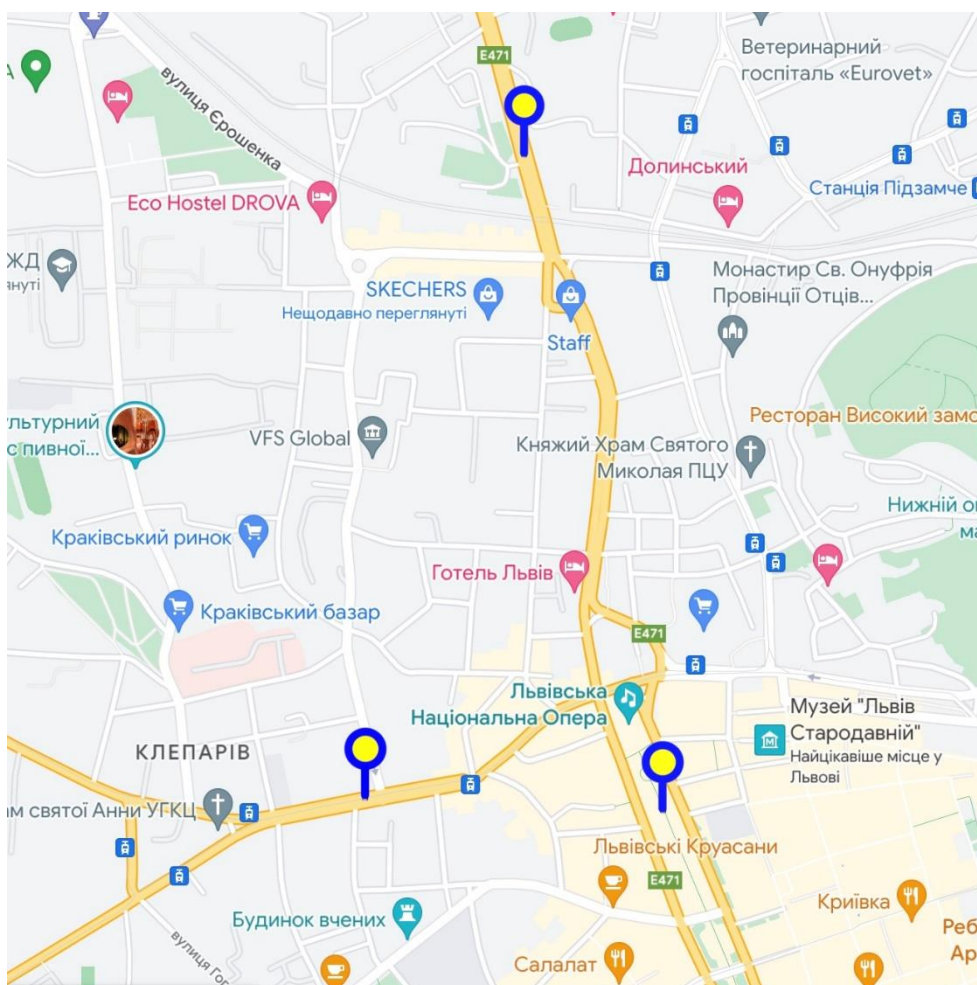


Рисунок 2.1 – Карта вулиць центральної частини міста Львова з точками проведення вимірювань рівнів шуму [38]

Відмінності досліджуваних вулиць описані нижче.

На просп. ім. В. Чорновола дорожнє покриття виконано з асфальту. Ширина пішохідної зони з однієї сторони  $\sim 3$  м та відділена від проїжджої частини дороги смугою зелених насаджень та велосипедною доріжкою шириною  $\sim 1,8$  м (рис. 2.2). Пішохідна зона з іншої сторони безпосередньо межує з проїжджою частиною дороги та має ширину 2,5 м (рис. 2.3). Рух автотранспорту крайньою смугою до тротуару дозволений лише для громадського транспорту. Слід також відмітити, що на цій ділянці вулиці в травні 2023 року був проведений ремонт із заміни дорожнього покриття.



Рисунок 2.2 – Пішохідна зона у першій точці виміру шуму на просп. ім. В.  
Чорновола

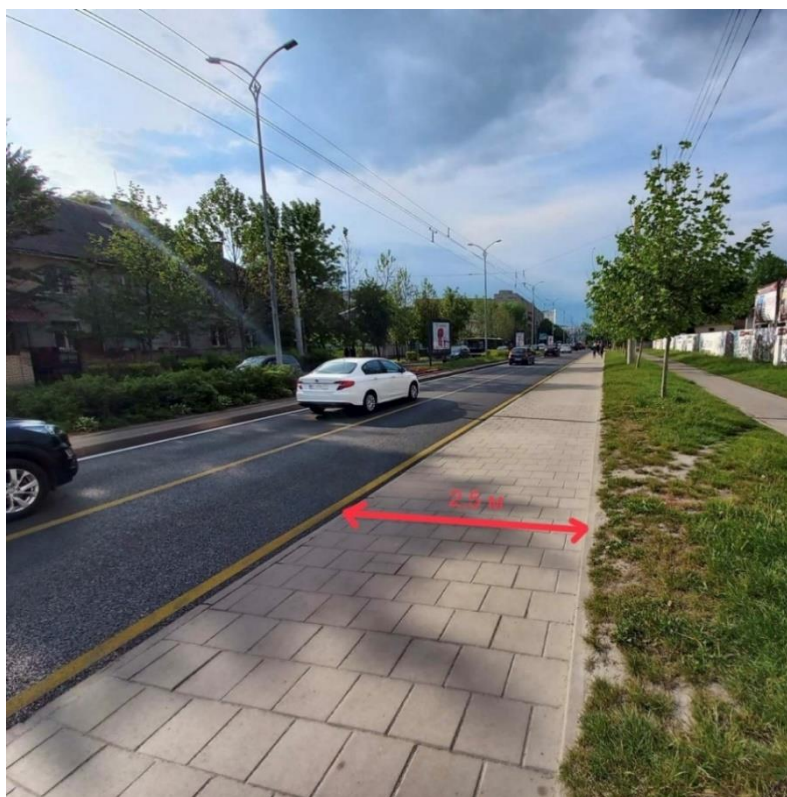


Рисунок 2.3 – Пішохідна зона у другій точці виміру шуму на просп. ім. В.  
Чорновола



На вул. Городоцькій дорожнє покриття виконане з бруківки, пішохідні зони безпосередньо межують з проїжджою частиною дороги з обох сторін (рис. 2.4 і 2.5). Ширина пішохідних зон різна (~4,5 м та ~1 м відповідно). На ділянці досліджень відсутні зелені насадження. Особливістю магістральної вулиці є рух рейкового електротранспорту. Також, з обох сторін, магістральна вулиця обмежена будинками.



Рисунок 2.4 – Пішохідна зона у першій точці виміру шуму по вул. Городоцькій



Рисунок 2.5 – Пішохідна зона у другій точці виміру шуму по вул. Городоцькій

На проспект Свободи дорожнє покриття виконано повністю з бруківки. Особливістю цієї вулиці є наявність трьох пішохідних зон, дві з яких безпосередньо межують з проїжджою частиною, мають ширину  $\sim 7$  м та  $\sim 6$  м і безпосередньо межують з будинками (рис. 2.6, 2.7). Пішохідна зона, розміщена між смугами руху має ширину  $\sim 12$  м (рис. 2.8) і з обох сторін межує з дорожнім покриттям на відстані 18 м та має деревні насадження.



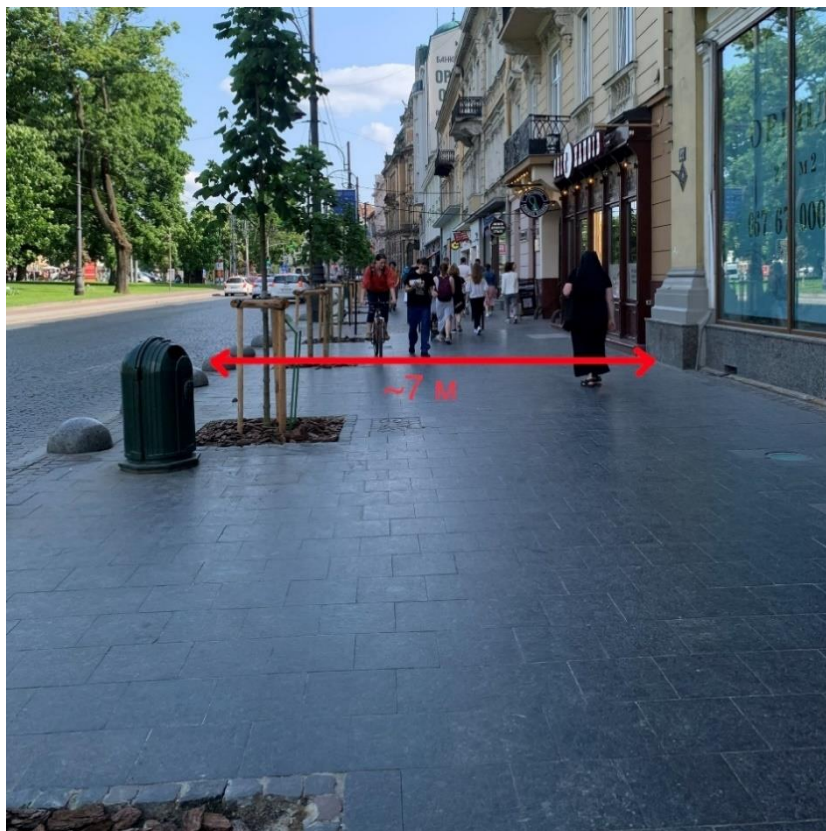


Рисунок 2.6 – Пішохідна зона у першій точці виміру шуму на просп. Свободи

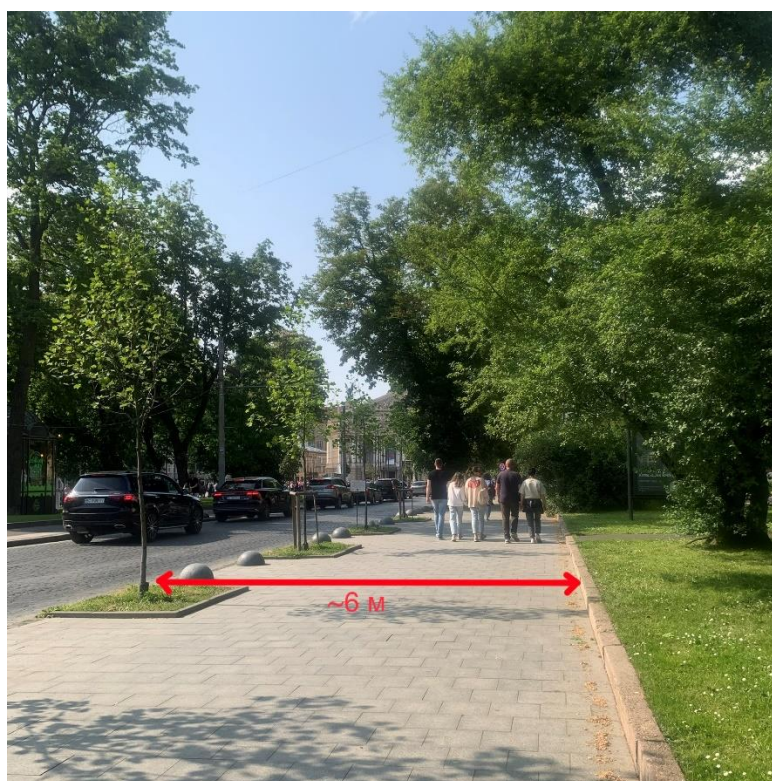


Рисунок 2.7 – Пішохідна доріжка у другій точці виміру шуму на просп.  
Свободи



Рисунок 2.8 – Пішохідна зона у третій точці виміру шуму на просп. Свободи

## **2.2 Кліматичні умови проведення досліджень**

Усі дослідження проведено у травні 2023 року у будні дні, без опадів з середньою температурою повітря  $+11...+16$  °С, швидкості вітру не більше 4 м/с та вологості не більше 89%.

## **2.3 Методи дослідження**

### **2.3.1 Визначення інтенсивності руху транспорту та пішоходів**

Згідно з ДБН В.2.3-5:2018 [37] основними показниками для визначення геометричних і технічних параметрів вулиць і доріг є інтенсивність всіх учасників руху. Необхідно проводити розрахунки як для пішоходів, так і для кожного окремого виду транспорту [37].

Розрахунок інтенсивності руху транспорту та пішоходів для кожної точки на досліджуваних ділянках виконано шляхом підрахунку кількості учасників кожного виду руху по кожній вулиці за 1 годину з 8:00-9:00 у будні дні.

### 2.3.2 Вимірювання рівнів шуму

Умови та методика проведення вимірів виконана згідно ГОСТ 20444-85 [39].

Умови проведення вимірів згідно ГОСТ 20444-85 такі:

1) Місця проведення вимірювання слід обирати на ділянках вулиць і доріг з усталеною швидкістю руху транспортних засобів і на відстані не менш як 50 м від перехресть, транспортних площ і пунктів зупинки пасажирського громадського транспорту;

2) Вимірювання слід проводити за умови, що поверхня проїзної частини вулиць і автомобільних доріг має бути чистою та сухою, а баластний шар трамвайних і залізничних колій не повинен бути мокрим і промерзлим;

3) Час проведення вимірювання необхідно встановлювати в періоди максимальної інтенсивності руху транспортних потоків;

4) Вимірювання не повинно проводитися під час випадання атмосферних опадів і за швидкості вітру понад 5 м/с. За швидкості вітру понад 5 м/с необхідно застосовувати ковпак для захисту вимірювального мікрофона від вітру;

5) Під час проведення вимірювання шуму слід враховувати вплив вібрацій, магнітних та електричних полів, радіоактивного випромінювання та інших несприятливих чинників, що впливають на результати вимірювання, згідно з інструкціями з експлуатації приладів.

Методика проведення вимірів згідно ГОСТ 2044-85:

1) Під час проведення вимірювання шумової характеристики транспортного потоку, до складу якого можуть входити легкові та вантажні автомобілі, автопотяги, автобуси, мотоцикли, моторолери, мопеди і мотовелосипеди, а також тролейбуси і трамваї, вимірювальний мікрофон має розташовуватися на тротуарі або узбіччі на відстані  $(7,5 \pm 0,2)$  м від осі ближньої до точки вимірювання смуги або шляху руху транспортних засобів на висоті  $(1,5 \pm 0,1)$  м від рівня покриття проїжджої частини або головки рейки. В умовах обмеженої забудови вимірювальний мікрофон допускається розташовувати на відстані меншій, ніж 7,5 м, від осі ближньої до точки вимірювання смуги або



колії руху транспортних засобів, але не ближче ніж 1 м від стін будинків, суцільних парканів та інших споруд або елементів рельєфу, що відбивають звук;

2) Вимірювальний мікрофон має бути спрямований у бік транспортного потоку, а оператор, який проводить вимірювання, має перебувати на відстані не менше ніж 0,5 м від вимірювального мікрофона;

3) Перемикач частотної характеристики вимірювальної апаратури під час проведення вимірювання рівнів звуку слід встановлювати в положення "А", а перемикач часової характеристики - у положення згідно з вимогами інструкцій з експлуатації приладів;

4) Період вимірювання шумової характеристики транспортного потоку, до складу якого можуть входити автомобілі, мотоцикли, а також тролейбуси і трамваї, повинен охоплювати проїзд не менше 200 транспортних одиниць в обох напрямках;

5) Значення рівнів звуку слід зчитувати зі шкали шумоміра з точністю 1 дБА;

6) Одночасно з вимірюванням шумової характеристики транспортного потоку слід визначати його склад та інтенсивність руху

Натурні виміри на усіх точках обраних для дослідження виконували цифровим шумоміром марки Venetech GM 1356, який має такі основні характеристики: точність вимірювань до  $\pm 1,5$  дБ; діапазон вимірювання від 30 до 130 дБ; робочі температури від  $-10...+50^{\circ}\text{C}$ ; розроблений відповідно до Стандарту Міжнародного комітету електриків (IEC PUB 651 TYPE2) та Національного стандарту Сполучених Штатів Америки (ANSI S1.4 TYPE2) [34].

Принцип роботи: сприйнятий мікрофоном звук перетворюється з механічних коливань в електричні, що підсилюються і проходять коригувальні фільтри та випрямляч і, в результаті, фіксуються індикатором чи осцилографом.

Обраний шумомір є одним з найбільш компактних та доступних на ринку, його сферами застосування є: вимірювання акустичного навантаження у навчальних та медичних закладах, виробничих майданчиках та для точного контролю рівня шумового навантаження. Прилад зображено на рис. 2.8.



Рисунок 2.8 – Шумомір марки Venetech, модель GM1356 [34]

### 2.3.3 Визначення шумового забруднення

Визначення шумового забруднення проводили методом порівняння отриманих результатів натурних вимірів з встановленими в Україні гігієнічними нормативами шуму [23].

Згідно з Державними санітарними нормами допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови [23], допустимий рівень звуку територій, які безпосередньо прилягають до житлових будинків, поліклінік, амбулаторій, диспансерів, будинків відпочинку, пансіонатів, будинків-інтернатів для людей похилого віку та інвалідів, дитячих дошкільних закладів, шкіл та інших навчальних закладів, бібліотек, храмів, музеїв сягає 55 дБА з 8:00-22:00 та 45 дБА з 22:00-8:00.

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

### 3.1 Інтенсивність руху транспортних засобів і пішоходів

#### 3.1.1 Інтенсивність руху транспортних засобів

Інтенсивність руху транспортних засобів магістральними дорогами центральної частини міста Львова проведено методом спостереження та підрахунку. Для кожної точки досліджуваної ділянки підрахунку проведено у декілька окремих будніх днів, без опадів. Результати проведених підрахунків наведені у табл. 3.1, 3.2, 3.3. Порівняння інтенсивності руху кожного виду транспорту досліджуваними вулицями наведено на рис 3.1.

Таблиця 3.1 - Інтенсивність руху транспортних засобів  
просп. ім. В. Чорновола

Тип транспорту	Кількість транспорту в період з 8:00 по 9:00, од/год у точках:	
	1	2
Легкові автомобілі	1321 ± 10	1254 ± 9
Буси	43 ± 4	41 ± 2
Маршрутки	55 ± 5	52 ± 4
Автобуси	52 ± 3	37 ± 2
Електротранспорт (тролейбуси)	11 ± 2	8 ± 1

Таблиця 3.2 - Інтенсивність руху транспортних засобів по вул. Городоцькій

Тип транспорту	Кількість транспорту в період з 8:00 по 9:00, од/год у точках:	
	1	2
Легкові автомобілі	1376 ± 11	1428 ± 13
Буси	49 ± 7	54 ± 5
Маршрутки	57 ± 5	59 ± 7
Автобуси	29 ± 2	34 ± 3
Електротранспорт (трамваї)	9 ± 3	11 ± 1

Таблиця 3.3 - Інтенсивність руху транспортних засобів по просп. Свободи

Тип транспорту	Кількість транспорту в період з 8:00 по 9:00, од/год у точках:	
	1	2
Легкові автомобілі	1412 ± 14	1458 ± 17
Буси	39 ± 6	43 ± 8
Маршрутки	31 ± 14	-
Автобуси	36 ± 12	-
Електротранспорт (тролейбуси)	10 ± 5	12 ± 4

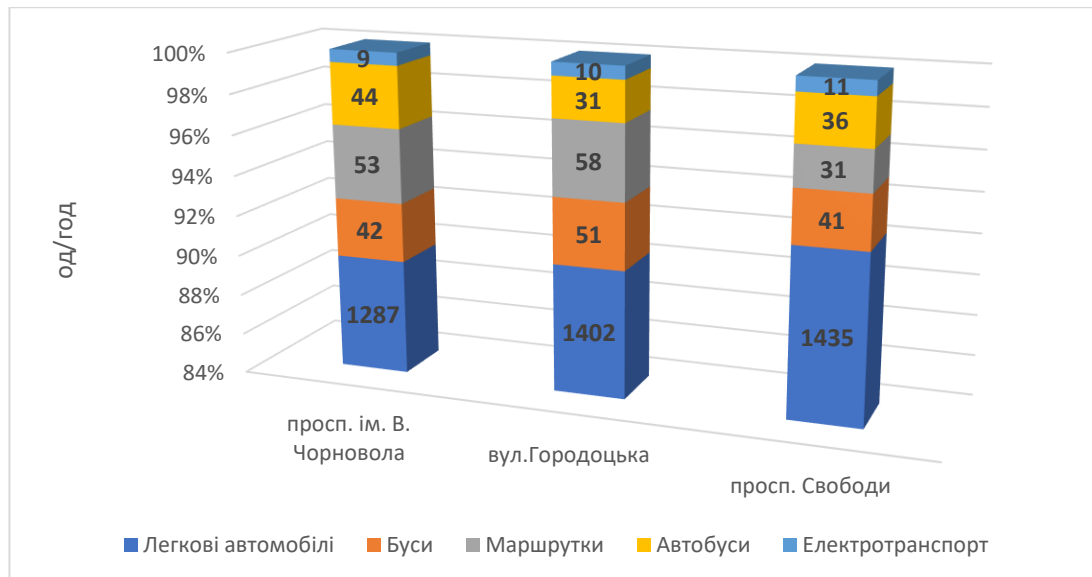


Рисунок 3.1 – Порівняння усередненої кількості транспортних засобів, що рухаються досліджуваними вулицями

Отже, за результатами досліджень основним видом транспорту на усіх досліджуваних вулицях є легкові автомобілі. Частка інших видів транспорту є незначною. Середня інтенсивність легкових автомобілів є більш менш однаковою і становить ~1374 од/год.

### 3.1.2 Інтенсивність руху пішоходів

Інтенсивність руху пішоходів пішохідними зонами вздовж магістральних доріг центральної частини міста Львова проведено методом спостереження та підрахунку. Для кожної точки досліджуваної ділянки підрахунку проведено у декілька окремих будніх днів, без опадів. Результати проведених підрахунків наведені у табл. 3.4. Порівняння інтенсивності руху кожного виду транспорту досліджуваними вулицями наведено на рис 3.2.

Таблиця 3.4 - Інтенсивність руху пішоходів досліджуваними вулицями

Назва вулиці:	Кількість пішоходів в період з 8:00 по 9:00, од/год у точках:		
	1	2	3
<b>Просп. ім. В. Чорновола</b>	132 ± 7	60 ± 3	
<b>Вул. Городоцька</b>	146 ± 9	103 ± 6	
<b>Просп. Свободи</b>	204 ± 12	84 ± 8	252 ± 17

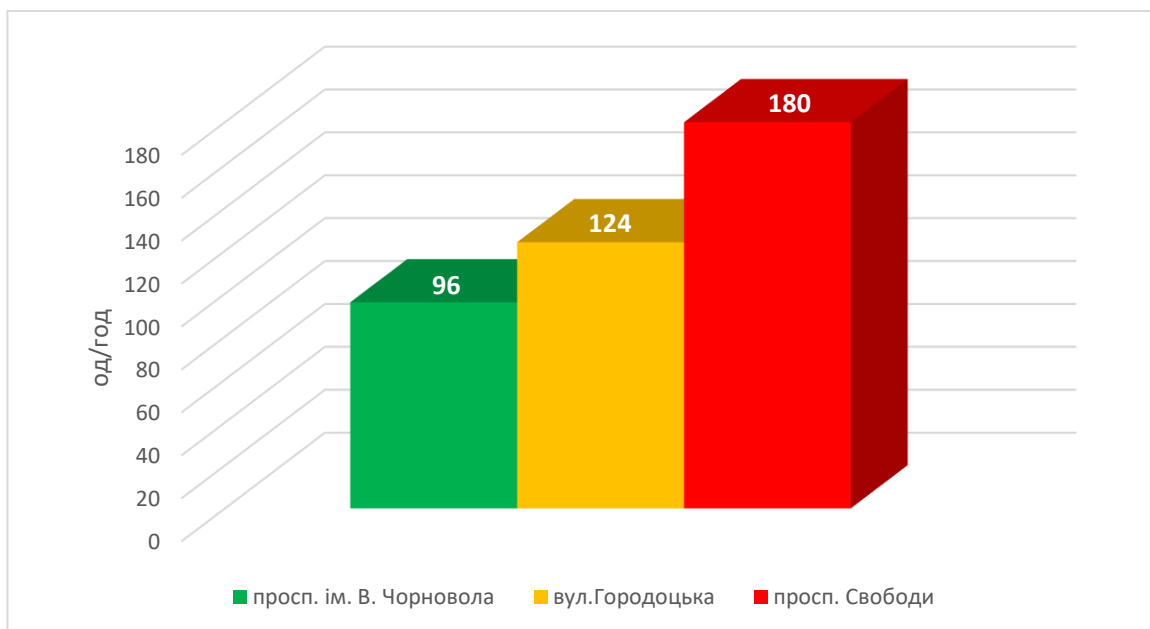


Рисунок 3.2 – Порівняння усередненої кількості пішоходів, що рухаються досліджуваними вулицями

Отже, інтенсивність руху пішоходів на досліджуваних вулицях різна, найбільша кількість за результатами спостережень на просп. Свободи, найменша – на просп. Чорновола.

## **3.2 Рівні шумового забруднення**

### **3.2.1 Дослідження на просп. ім. В. Чорновола**

У першій точці виміру пішохідну доріжку та проїжджу частину розділяли смуга зелених насаджень та велосипедна доріжка. Ширина тротуару становила  $\sim 3$  м, а велосипедної доріжки  $\sim 1,8$  м (рис. 2.2). Вимірювання шуму проведено в період найвищої інтенсивності транспортного потоку та при висоті  $1,5 \pm 0,1$  від рівня землі. Шум від транспорту при активному потоці зафіксовано у межах 61-72 дБА. Максимальний рівень шуму зафіксований під час руху громадського транспорту окремо виділеною смугою, що розташована поряд з пішохідною зоною, і становив 78 дБА. Перевищення дозволеного рівня акустичного впливу у першій точці виміру шуму по просп. ім. В. Чорновола становить від 6 дБА до 23 дБА.

У другій точці виміру пішохідна доріжка розташована безпосередньо біля проїжджої частини дороги. Ширина тротуару становила 2,5 м (рис. 2.3). Шум від транспорту при активному потоці зафіксовано у межах 60-79 дБА. Аналогічно до першої точки виміру, максимальний рівень шуму зафіксовано під час руху громадського транспорту окремо виділеною смугою, що також розташована поряд із пішохідною зоною, і становить 82 дБА. Також спостерігався додаткове шумове навантаження будівництвом, що відбувається поряд. Перевищення нормованого рівня шумового забруднення у другій точці виміру шуму по просп. ім. В. Чорновола становить від 5 дБА до 27 дБА.

Виходячи з особливостей пішохідних зон по просп. ім. В. Чорновола, їх розмірів та вимірів акустичного навантаження рекомендується рух пішоходів по тротуару, що відокремлений від проїжджої частини дороги зеленими насадженнями та велосипедною доріжкою. На обох точках виміру присутнє наднормативне шумове забруднення, але у першій досліджуваній пішохідній зоні цей вплив був менший на 5 дБА.

Результати вимірів представлені на рис. 3.3 та табл. 3.5.

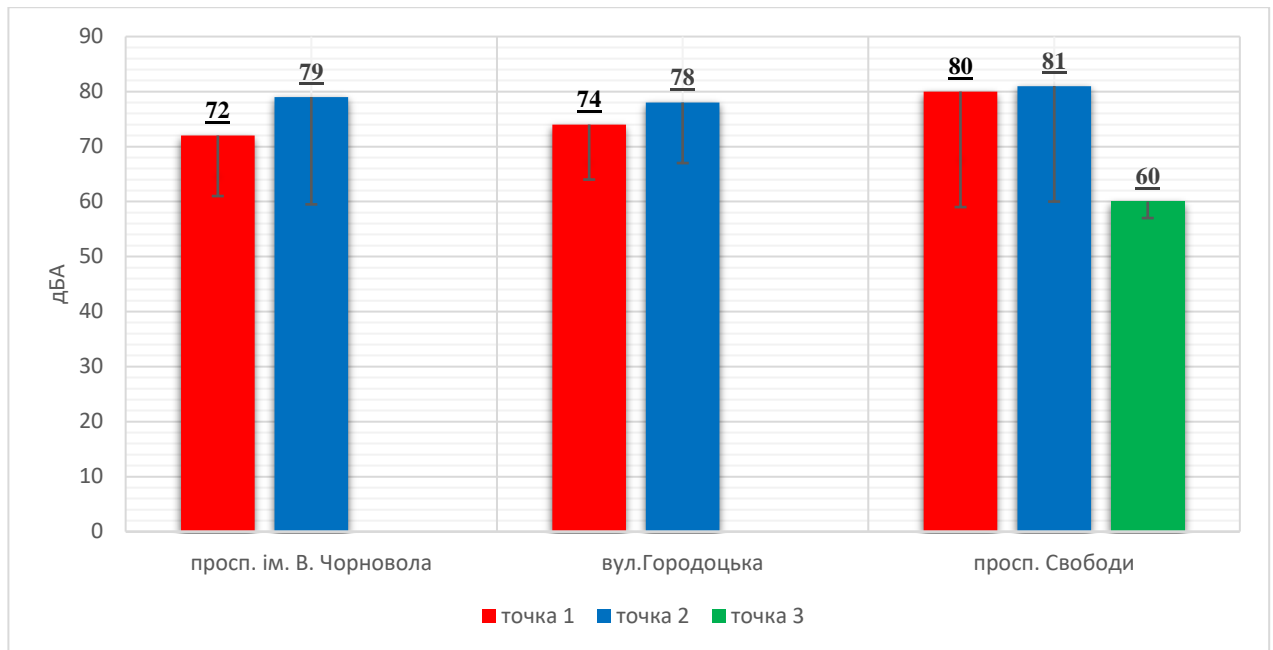


Рисунок 3.3 - Значення шумового забруднення у різних ділянках досліджуваних вулиць (підкреслене число – це максимальне значення рівня шуму)

Таблиця 3.5 - Характеристика максимального шумового забруднення досліджуваних точок у центральній частині міста Львова в період з 8:30 до 9:00

Ділянка дослідження	Тип дорожнього покриття	L <sub>екв</sub> , дБА у точках:			L <sub>екв.доп.</sub> , дБА
		1	2	3	
Просп. ім. В. Чорновола	асфальт	72	79		55
Вул. Городоцька	бруківка	74	78		55
Просп. Свободи	бруківка	82	83	62	55

### 3.2.2 Дослідження на вулиці Городоцькій

У першій точці виміру пішохідна доріжка шириною ~4,5 м (рис. 2.4) розташована безпосередньо біля проїжджої частини дороги. Вимірювання шуму проведено в період найвищої інтенсивності транспортного потоку та при висоті  $1,5 \pm 0,1$  від рівня землі. Шум від транспорту при активному потоці зафіксовано



у межах 64-74 дБА. Максимальний рівень шуму зафіксовано під час руху рейкового громадського транспорту, що чинив додаткове шумове навантаження в межах  $\pm 10$  дБА. Перевищення дозволеного рівня акустичного навантаження у першій точці виміру шуму по вул. Городоцькій становить від 9 дБА до 29 дБА.

У другій точці виміру пішохідна доріжка шириною  $\sim 1$  м (рис. 2.5) також розташована безпосередньо біля проїжджої частини дороги. Вимірювання шуму проведено в період найвищої інтенсивності транспортного потоку та при висоті  $1,5 \pm 0,1$  від рівня землі. Шум від транспорту при активному потоці зафіксовано у межах 67-78 дБА. Максимальний рівень шуму зафіксовано під час руху рейкового громадського транспорту, що чинив додаткове шумове навантаження в межах  $\pm 10$  дБА. Перевищення дозволеного рівня акустичного навантаження у другій точці виміру шуму по вул. Городоцькій становить від 12 дБА до 33 дБА.

На обох точках виміру зафіксовано перевищення нормованого рівня шумового впливу. Виходячи з особливостей досліджуваних пішохідних зон на вул. Городоцькій, їх розмірів та вимірів акустичного навантаження пішоходам рекомендується, за можливості, оминати вул. Городоцьку у період активного транспортного потоку. За неможливості уникнення проходу вулицею у час-пік рекомендується рухатись зоною першої досліджуваної пішохідної доріжки у зв'язку з меншим шумовим впливом на пішоходів на 1 дБА.

Результати вимірів представлені на рис. 3.3 та у табл. 3.5.

### **3.2.3 Дослідження на просп. Свободи**

У першій точці виміру пішохідна доріжка шириною  $\sim 7$  м (рис 2.6) розташована безпосередньо біля проїжджої частини повністю виконаної з бруківки, де найближча смуга руху до тротуару виділена для громадського транспорту, а інші дві смуги – для інших видів автотранспорту. Вимірювання шуму проведено в період найвищої інтенсивності транспортного потоку та при висоті  $1,5 \pm 0,1$  від рівня землі. Шум від транспорту при активному потоці зафіксовано у межах 59-80 дБА. Максимальний рівень шуму зафіксовано при русі громадського транспорту окремо виділеною смугою і становив 82 дБА.

Перевищення допустимого рівня акустичного забруднення у першій точці виміру шуму по просп. Свободи коливається в межах від 4 дБА до 27 дБА.

У другій точці виміру пішохідна доріжка шириною  $\sim 6$  м (рис. 2.7) розташована безпосередньо біля проїжджої частини повністю виконаної з бруківки, де найближча смуга до тротуару виділена для громадського транспорту, а інша – для інших видів автотранспорту. Вимірювання шуму проведено в період найвищої інтенсивності транспортного потоку та при висоті  $1,5 \pm 0,1$  від рівня землі. Шум від транспорту при активному потоці зафіксовано у межах 60-81 дБА. Максимальний рівень шуму зафіксовано при русі громадського електричного транспорту окремо виділеною смугою і становив 83 дБА. Перевищення допустимого рівня акустичного забруднення у другій точці виміру шуму по просп. Свободи коливається в межах від 5 дБА до 28 дБА.

Третя точка виміру розташована на алеї шириною  $\sim 12,5$  м (рис. 2.8) та відокремлена від обох проїжджих частин зеленою захисною смугою шириною  $\sim 18$  м з кожної сторони від пішохідної зони. Вимірювання шуму проведено в період найвищої інтенсивності транспортного потоку та при висоті  $1,5 \pm 0,1$  від рівня землі. Шум від обох транспортних потоків, що розташовані обабіч від пішохідної зони та мають протилежний відносно один одного рух, зафіксовано у межах 57-60 дБА, максимальне значення шуму становить 62 дБА. Перевищення нормованого рівня шумового забруднення у третій точці виміру по шуму просп. Свободи коливалося у межах від 2 дБА до 7 дБА.

Виходячи з особливостей трьох досліджуваних пішохідних доріжок по просп. Свободи, їх розмірів та вимірів акустичного навантаження на рекомендується рух пішоходів по пішохідній зоні у третій досліджуваній ділянці, що відокремлена від автошляхів з обох сторін широкими зеленими захисними смугами. На усіх трьох точках виміру зафіксовано перевищення нормованого рівня шумового впливу, але у третій досліджуваній точці цей вплив був менший на 21 дБА, порівняно з іншими досліджуваними пішохідними доріжками.

Результати вимірів представлені на рис. 3.3 і в табл. 3.5.

Результати дослідження шумового забруднення магістральних вулиць центральної частини міста Львова подібні до результатів оцінки шумового забруднення у місті Краків, Польща [40], яке схоже за типом містобудування до міста Львів. Як і у Львові, так і у Кракові рівень шуму був найвищим у будні дні в ранковій годині. У центральних частинах обох міст рівень шуму вищий через інтенсивніші транспортні потоки. Варто зазначити, що згідно з даними дослідження [40], у Польщі допустимий рівень шуму в районі з багатоквартирними житловими будинками становить 65 дБ вдень і 56 дБ вночі, а в центрі міста з населенням понад 100 000 осіб допустимі значення становлять 68 дБ вдень і 60 дБ вночі, що вище за чинні українські гігієнічні стандарти.

Отже, за результатами проведених досліджень з виміру шуму на центральних вулицях міста Львова встановлено понаднормативний рівень в ранковий період. Причиною цього є рух транспорту з середньою інтенсивністю руху автомобілів  $\sim 1374$  од/год. Щодо інтенсивності руху пішоходів на досліджуваних вулицях найвища інтенсивність є на просп. Свободи (180 осіб/год), найменша на просп. Чорновола (96 осіб/год).

## ВИСНОВКИ

Забруднення шумом актуальна проблема сьогодення. Шум є кумулятивним забруднювачем, що не має ані кольору, ані запаху і вплив його можна оцінити лише за наслідками. Всесвітня організація охорони здоров'я кваліфікує шум як третій найбільш шкідливий фактор впливу на психічне та фізичне здоров'я населення у містах. Рух транспортних засобів є основною причиною акустичного забруднення у містах. Транспортний шум у містах викликає порушення сну, є чинником часткової або повної втрати слуху, погіршує увагу дітей, негативно впливає на вегетативну та ендокринну системи.

Згідно проведених досліджень у світі та в Україні встановлено перевищення норм шумового забруднення від транспорту.

Світовий досвід боротьби з шумом у містах полягає у картуванні шуму, перехід на електромобілі, використання безшумних шин та безшумного покриття та ефективного управління міським транспортом.

За результатами проведених досліджень з виміру шуму на центральних вулицях міста Львова встановлено понаднормативний рівень шуму в ранковий період (8:00 - 9:00). Причиною цього є рух транспорту з середньою інтенсивністю руху автомобілів ~1374 од/год. Досліджено, що серед усіх видів транспорту переважають автомобілі. Щодо інтенсивності руху пішоходів на досліджуваних вулицях найвища інтенсивність є на просп. Свободи (180 осіб/год), найменша на просп. Чорновола (96 осіб/год).

За результатами досліджень встановлено понаднормативний рівень шумового забруднення в усіх досліджуваних точках.

Максимальний рівень шуму зафіксовано на просп. Свободи (83 дБА), що пов'язано з найбільш інтенсивним рухом автомобілів і дорожнім покриттям (бруківка). Найменший рівень шуму зафіксовано на просп. Чорновола, у зв'язку з меншою інтенсивністю руху транспортних засобів і вузькою проїзною частиною, у порівнянні із просп. Свободи. Найбільш небезпечною для пішоходів за акустичним впливом є вул. Городоцька. Це пов'язано із вузькими пішохідними доріжками, що межують з обох боків з щільною забудовою.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ

Відповідно до ст. 21 про відвернення і зниження шуму Закону України Про охорону атмосферного повітря [41] визначено, що з метою відвернення, зниження і досягнення безпечних рівнів шумів повинні забезпечуватися:

- створення і впровадження малошумних машин і механізмів;
- удосконалення конструкцій транспортних та інших пересувних засобів і установок та умов їх експлуатації, а також утримання в належному стані залізничних і трамвайних колій, автомобільних шляхів, вуличного покриття;
- розміщення підприємств, транспортних магістралей, аеродромів та інших об'єктів з джерелами шуму під час планування і забудови населених пунктів відповідно до встановлених законодавством санітарно-гігієнічних вимог, будівельних норм та карт шуму;
- організаційні заходи для відвернення і зниження виробничих, комунальних, побутових і транспортних шумів, включаючи запровадження раціональних схем і режимів руху транспорту та інших пересувних засобів і установок у межах населених пунктів.

Для міста Львова рекомендується створення попереджувальних знаків понаднормативного рівня шуму та, по можливості, обмеження в'їзду транспортних засобів у центральну частину міста, особливо з вузькими автомобільними дорогами. Також для контролю нічного рівня шумового забруднення рекомендується створення додаткових обмеження швидкості руху транспортних засобів у нічний час. Для захисту людей, що рухаються пішохідними зонами, особливо у час найбільшої інтенсивності транспортних потоків, потрібно проектувати тротуари на максимально можливій віддаленості від проїзної дороги, а вже наявні пішохідні доріжки захищати смугами зелених насаджень.

Для кожної з трьох вулиць запропоновані рекомендації з пересування пішоходів задля зменшення шумового впливу на них:

- на просп. ім. В. Чорновола рекомендується рух пішоходів по тротуару, що відокремлений від проїжджої частини дороги зеленими насадженнями та

велосипедною доріжкою, вплив шуму у цій зоні менший в середньому на 5 дБА порівняно з іншою досліджуваною точкою на ділянці;

- на вул. Городоцькій рекомендується, за можливості, оминати вулицю у період активного транспортного потоку, за неможливості уникнення проходу вулицею у час-пік рекомендується рухатись зоною першої досліджуваної пішохідної доріжки у зв'язку з меншим шумовим впливом на пішоходів в середньому на 1 дБА;

- на просп. Свободи рекомендується рух пішоходів по пішохідній зоні у третій досліджуваній ділянці, що відокремлена від автошляхів з обох сторін широкими зеленими захисними смугами, впливу шуму був на 21 дБА, порівняно з іншими досліджуваними пішохідними доріжками.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Petric D. Noise pollution and health. *International Journal of Speech and Audiology*. 2022. Vol. 3, no. 1. P. 8–10. URL: [https://www.researchgate.net/publication/358473157\\_Noise\\_pollution\\_and\\_health](https://www.researchgate.net/publication/358473157_Noise_pollution_and_health) (date of access: 15.05.2023).
2. Did noise pollution really improve during COVID-19? Evidence from taiwan / R. E. Caraka et al. *Sustainability*. 2021. Vol. 13, no. 11. P. 5946. URL: <https://doi.org/10.3390/su13115946> (date of access: 15.05.2023).
3. " Noise Pollution & Human Health: A Review " / H. Jariwala et al. *Noise and Air Pollution: Challenges and Opportunities*. 2017. P. 1–4. URL: [https://www.researchgate.net/publication/319329633\\_Noise\\_Pollution\\_Human\\_Health\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/319329633_Noise_Pollution_Human_Health_A_Review) (date of access: 15.05.2023).
4. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення : Закон України від 24.02.1994 р. № 4004-ХІІ : станом на 20 листоп. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text> (дата звернення: 15.05.2023).
5. González A. E. What Does “Noise Pollution” Mean?. *Journal of Environmental Protection*. 2014. Vol. 05, no. 04. P. 340–350. URL: <https://doi.org/10.4236/jep.2014.54037> (date of access: 15.05.2023).
6. Goines L., Hagler L. Noise Pollution: A Modern Plague. *Southern Medical Journal*. 2007. Vol. 100, no. 3. P. 287–294. URL: <https://doi.org/10.1097/smj.0b013e3180318be5> (date of access: 16.05.2023).
7. Suryanarayana R. Letter to the editor : Noise Pollution is One of the Main Health Impacts in Big Cities Today. *Journal of Biogeneric Science and Research*. 2022. Vol. 11, no. 5. URL: [https://www.researchgate.net/publication/361164445\\_Letter\\_to\\_the\\_editor\\_Noise\\_Pollution\\_is\\_One\\_of\\_the\\_Main\\_Health\\_Impacts\\_in\\_Big\\_Cities\\_Today](https://www.researchgate.net/publication/361164445_Letter_to_the_editor_Noise_Pollution_is_One_of_the_Main_Health_Impacts_in_Big_Cities_Today) (date of access: 16.05.2023).

8. Agarwal S., Adbi A., Ghosh P. Noise Pollution and Academic Performance in India. 2023. (Preprint). URL: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2327906/v1> (date of access: 16.05.2023).
9. Noise Pollution and Impact on Children Health / A. Gupta et al. *The Indian Journal of Pediatrics*. 2018. Vol. 85, no. 4. P. 300–306. URL: <https://doi.org/10.1007/s12098-017-2579-7> (date of access: 16.05.2023).
10. Investigating changes in noise pollution due to the COVID-19 lockdown: The case of Dublin, Ireland / B. Basu et al. *Sustainable Cities and Society*. 2020. Vol. 65. P. 102597. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102597> (date of access: 16.05.2023).
11. Advanced Air and Noise Pollution Control / ed. by L. K. Wang, N. C. Pereira, Y.-T. Hung. 2nd ed. Totowa, NJ : Humana Press, 2005. 441 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-1-59259-779-6> (date of access: 17.05.2023).
12. Smith C. Environmental Physics. London : Routledge, 2001. 320 p. URL: <https://doi.org/10.4324/9780203005439> (date of access: 17.05.2023).
13. European Environment Agency. Environmental noise in Europe 2020. Publications Office, 2000. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2800/686249> (date of access: 17.05.2023).
14. Aluko E., Nna V. Impact of Noise Pollution on Human Cardiovascular System. *International Journal of TROPICAL DISEASE & Health*. 2015. Vol. 6, no. 2. P. 35–43. URL: <https://doi.org/10.9734/ijtdh/2015/13791> (date of access: 17.05.2023).
15. Baclet S., Venkataraman S., Rumpler R. A methodology to assess the impact of driving noise from individual vehicles in an urban environment. *rev2021*, 14–16 June 2021. 2021. URL: [https://www.researchgate.net/publication/360066396\\_A\\_methodology\\_to\\_assess\\_the\\_impact\\_of\\_driving\\_noise\\_from\\_individual\\_vehicles\\_in\\_an\\_urban\\_environment](https://www.researchgate.net/publication/360066396_A_methodology_to_assess_the_impact_of_driving_noise_from_individual_vehicles_in_an_urban_environment) (date of access: 17.05.2023).
16. Mansour A. I., Aljamil H. A. Investigating the Effect of Traffic Flow on Pollution, Noise for Urban Road Network. *IOP Conference Series: Earth and*



*Environmental Science*, Baghdad, Iraq, 3–4 November 2021. 2022. P. 012067. URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/961/1/012067> (date of access: 18.05.2023).

17. Danilevičius A., Karpenko M., Křivánek V. RESEARCH ON THE NOISE POLLUTION FROM DIFFERENT VEHICLE CATEGORIES IN THE URBAN AREA. *Transport*. 2023. Vol. 38, no. 1. P. 1–11. URL: <https://doi.org/10.3846/transport.2023.18666> (date of access: 18.05.2023).

18. The Effectiveness of Green Noise Barrier for Noise Reduction / Z. Ahmad et al. *Jurnal Amalan Pengajaran dan Penyelidikan Lestari*. 2023. Vol. 1, no. 2. P. 10–16. URL: [https://www.researchgate.net/publication/370003534\\_The\\_Effectiveness\\_of\\_Green\\_Noise\\_Barrier\\_for\\_Noise\\_Reduction](https://www.researchgate.net/publication/370003534_The_Effectiveness_of_Green_Noise_Barrier_for_Noise_Reduction) (date of access: 18.05.2023).

19. Spatio-temporal changes of road traffic noise pollution at ecoregional scale / C. Iglesias-Merchan et al. *Environmental Pollution*. 2021. Vol. 286. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117291> (date of access: 18.05.2023).

20. DIRECTIVE 2002/49/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. *Official Journal of the European Communities*. 2002. Vol. 45. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0049> (date of access: 18.05.2023).

21. European Environment Agency. Managing exposure to noise in Europe. Publications Office, 2017. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2800/338580> (date of access: 19.05.2023).

22. Evaluation of noise pollution caused by vehicles in the city of Tokat, Turkey / S. Ozer et al. *Scientific Research and Essays*. 2009. Vol. 4, no. 11. P. 1205–1212. URL: [https://www.researchgate.net/publication/286148245\\_Evaluation\\_of\\_noise\\_pollution\\_caused\\_by\\_vehicles\\_in\\_the\\_city\\_of\\_Tokat\\_Turkey](https://www.researchgate.net/publication/286148245_Evaluation_of_noise_pollution_caused_by_vehicles_in_the_city_of_Tokat_Turkey) (date of access: 19.05.2023).

23. Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової

забудови : Наказ МОЗ України від 22.02.2019 р. № 463. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text> (дата звернення: 19.05.2023).

24. До питання оцінки шумового забруднення магістральних вулиць / А. С. Беліков та ін. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2022. Т. 5, № 11. С. 21–26. URL: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.251022.21.887> (дата звернення: 19.05.2023).

25. Стаднік В. Ю., Тихомирова Т. С., Грекова А. В. Оцінка шумового забруднення урбанізованих територій в залежності від віддаленості джерела шуму. *Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених* : зб. тез доп. XIV міжнар. науково-практ. конф. магістрантів та аспірантів, м. Харків, 1–4 груд. 2020 р. Харків, 2020. С. 432.

26. Кундельська Т. В. Визначення рівня шумового забруднення на території міста Івано-Франківська в контексті сталого розвитку. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсовикористання*. 2017. Т. 1. С. 239–250. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebzr\\_2017\\_1\\_31](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebzr_2017_1_31) (дата звернення: 19.05.2023).

27. Шелудченко Л., Поліщук Д. Екологічна оцінка шумового забруднення міста, спричиненого діяльністю автотранспортних засобів і стаціонарних джерел. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. 2018. Т. 4, № 23. С. 10–13. URL: <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2018-4-23-2> (дата звернення: 19.05.2023).

28. Гринчишин Н. М., Шуплат Т. І., Жоріна О. О. Шумове забруднення магістральних вулиць центральної частини міста Львова. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2021. Т. 24. С. 6–11. URL: <https://doi.org/10.32447/20784643.24.2021.01> (дата звернення: 19.05.2023).

29. Жоріна О. О., Гринчишин Н. М. Шумове забруднення магістральних вулиць міста. *Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності* : Зб. наук. пр. XVII Міжнар. науково-практ. конф. молодих вчен., курсантів та студентів, м. Львів. Львів, 2022. С. 218–220. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/handle/123456789/10083> (дата звернення: 19.05.2023).

30. Решетченко А. І., Борсук А. І., Вергелес Ю. І. Аналіз існуючих нормативів країн ЄС порівняно із вимогами українського законодавства в сфері шумового навантаження в урбоєкосистемі. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2019. Т. 2. С. 16–21. URL: [https://doi.org/10.31471/2415-3184-2019-2\(20\)-16-23](https://doi.org/10.31471/2415-3184-2019-2(20)-16-23) (дата звернення: 19.05.2023).

31. Кажан К. І. Стан імплементації Директиви ЄС 2002/49 щодо шуму навколишнього середовища в українському законодавстві для сталого розвитку авіаційної галузі. *AVIA-2021* : Матеріали XV міжнар. науково-техн. конф., 20–22 квіт. 2021 р. Київ, 2021. URL: <https://conference.nau.edu.ua/index.php/AVIA/AVIA2021/paper/view/8165/6816> (дата звернення: 19.05.2023).

32. Jabben J., Verheijen E., Potma C. Noise reduction by electric vehicles in the Netherlands. *InterNoise 2012*, New York, 19–22 August 2012. 2012. URL: [https://www.dbvision.nl/bestanden/overons/publicaties/2012/in12\\_1027.pdf](https://www.dbvision.nl/bestanden/overons/publicaties/2012/in12_1027.pdf) (date of access: 19.05.2023).

33. Desarnaulds V., Monay G., Carvalho A. Noise reduction by urban traffic management. URL: [https://www.researchgate.net/publication/37650012\\_Noise\\_Reduction\\_by\\_Urban\\_Traffic\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/37650012_Noise_Reduction_by_Urban_Traffic_Management) (date of access: 19.05.2023).

34. Sound level meter GM1356. *BENETECH.COM*. URL: <http://www.benetechno.net/en/products/gm1356.html> (date of access: 22.05.2023).

35. ДСТУ Б А.1.1-100:2013. Автомобільні дороги. Терміни та визначення понять. Чинний від 2014-04-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 42 с.

36. Про затвердження переліку автомобільних доріг загального користування державного значення : Постанова Каб. Міністрів України від 17.11.2021 р. № 1242 : станом на 1 січ. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1242-2021-п#Text> (дата звернення: 22.05.2023).

37. ДБН В .2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. На заміну ДБН В .2.3-5-2001 ; чинний від 2018-09-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 61 с.

38. Карта міста Львова / центральна ділянка. *Google Maps*. URL: <https://www.google.com.ua/maps/@49.8473438,24.024321,15.57z?hl=ru&entry=ttu> (дата звернення: 23.05.2023).

39. ГОСТ 20444-85. Шум. Транспортні потоки. Методи вимірювання шумової характеристики. На заміну ГОСТ 20444-75 ; чинний від 1985-04-25. Вид. офіц. СРСР, 1985. 19 с.

40. Zuchnicka P., Korzeniowska J. Evaluation of traffic noise pollution in chosen sites in Krakow. *Logistyka*. 2015. Vol. 4. P. 9980–9986. URL: [https://www.researchgate.net/publication/350358182\\_Evaluation\\_of\\_traffic\\_noise\\_pollution\\_in\\_chosen\\_sites\\_in\\_Krakow](https://www.researchgate.net/publication/350358182_Evaluation_of_traffic_noise_pollution_in_chosen_sites_in_Krakow) (date of access: 25.05.2023).

41. Про охорону атмосферного повітря : Закон України від 16.10.1992 р. № 2707-ХІІ : станом на 3 січ. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text> (дата звернення: 23.06.2023).