

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет захисту рослин, біотехнології та екології**

ПОГОДЖЕНО

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Декан факультету захисту рослин,
біотехнології та екології

Завідувач кафедри екології
агросфери та екологічного контролю

_____ **Юлія КОЛОМІЄЦЬ**
« ____ » _____ 2026р.

_____ **Олена НАУМОВСЬКА**
« ____ » _____ 2026р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «**Вивчення сезонних коливань шумового навантаження в парках
та рекреаційних комплексах**»

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітня програма «Екологія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

Доктор пед. наук, професор

_____ **Володимир БОГОЛЮБОВ**
(підпис)

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи**

к. с.-г. н., доцент

_____ **Сергій ПАВЛЮК**
(підпис)

Виконала

_____ **Анастасія ГОЛУБНИЧА**
(підпис)

КИЇВ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології
агросфери та екологічного контролю

Олена НАУМОВСЬКА

«__» _____ 2026р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧУ**

Голубничій Анастасії Євгенівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи «Вивчення сезонних коливань шумового навантаження в парках та рекреаційних комплексах»

затверджена наказом ректора НУБІП України від 27.10.2026 р. №2537 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 05 червня 2026 року

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: законодавчі акти, навчальна та наукова література, офіційні статистичні матеріали, звіти та оперативні матеріали, публікації наукових установ.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Проаналізувати наукову літературу та нормативно-правову базу щодо шумового забруднення в рекреаційних зонах.

Охарактеризувати основні джерела шуму в парках та рекреаційних комплексах.

Провести польові дослідження рівнів шуму в обраних парках і рекреаційних комплексах у різні сезони року.

Виконати порівняльний аналіз сезонних змін шумового навантаження.

Встановити залежність рівня шуму від природних, антропогенних та кліматичних факторів.

Оцінити відповідність отриманих показників санітарним і екологічним нормам.

Розробити рекомендації щодо зменшення шумового навантаження та підвищення екологічної комфортності рекреаційних територій.

Дата видачі завдання 30.09.2025 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи _____ Сергій ПАВЛЮК

Завдання прийняла до виконання _____ Анастасія ГОЛУБНИЧА

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота присвячена дослідженню сезонних коливань шумового навантаження в парках та рекреаційних комплексах м. Києва, а також оцінці впливу акустичного забруднення на екологічний стан і комфортність рекреаційних територій. Актуальність теми зумовлена зростанням рівня антропогенного шуму в урбанізованому середовищі та необхідністю збереження зелених зон як важливих осередків екосистемних послуг і «островів тиші» у структурі сучасного мегаполіса.

Метою роботи є дослідження сезонної динаміки шумового навантаження в парках і рекреаційних комплексах м. Києва, визначення основних чинників зміни рівня шуму в різні пори року та оцінка ефективності зелених насаджень як природного шумозахисного бар'єра.

Об'єктом дослідження є процес формування та поширення антропогенного шумового забруднення в урбанізованому середовищі сучасного мегаполіса. Предметом дослідження виступає сезонна динаміка змін рівнів звукового тиску та шумозахисна ефективність елементів озеленення рекреаційних територій у літній, осінній та зимовий періоди.

У процесі виконання роботи застосовано інструментальний моніторинг із використанням цифрового шумоміра, метод прямого підрахунку інтенсивності транспортних потоків, математичне моделювання та прогностичний аналіз за формулами Орнатського і Карагодіна, а також порівняльний і системний аналіз отриманих результатів.

У роботі вперше кількісно оцінено деградацію екосистемних шумозахисних послуг міських фітоценозів у безлистяний період. Встановлено, що взимку через відсутність листяного апарату рівень шумового тиску вглиб паркових зон зростає на 3,5–5,5 дБА порівняно з літнім максимумом вегетації. Виявлено системне перевищення санітарних норм шуму на ділянках, прилеглих до автомобільних магістралей, де рівень шуму досягав 73,5–80 дБА при нормативному значенні 50 дБА. Доведено, що математичні моделі Орнатського та Карагодіна демонструють високу точність для територій із щільним

транспортним потоком, однак є недостатньо ефективними для зон із низькою інтенсивністю руху.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання комунальними підприємствами по утриманню зелених насаджень, екологічними інспекціями та архітектурно-планувальними організаціями м. Києва для розроблення заходів зі зниження шумового навантаження. Рекомендовано оптимізувати ярусну структуру парків шляхом висаджування вічнозелених хвойних порід і кущів для забезпечення всесезонного шумозахисту, а на територіях з інтенсивним транспортним навантаженням встановлювати штучні акустичні екрани з елементами вертикального озеленення.

Загальний обсяг роботи становить 52 сторінки. Робота містить 10 рисунків, 5 таблиць та список використаних джерел із 37 найменувань. 2 додатки.

Ключові слова: АКУСТИЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ, РЕКРЕАЦІЙНІ ЗОНИ, СЕЗОННА ДИНАМІКА, ШУМОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ, ШУМОМІР, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК, МІСЬКЕ СЕРЕДОВИЩЕ, ЗЕЛЕНІ НАСАДЖЕННЯ, ОСТРОВИ ТИШІ.

Зміст

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ.....	9
1.1. Поняття фізичної природи звуку та шумового забруднення як екологічного фактора.....	9
1.2. Класифікація джерел шуму в умовах сучасного мегаполіса.....	10
1.3. Теоретико-методологічний аналіз законодавчої та нормативно-правової бази регулювання акустичного режиму в Україні.....	13
1.4. Екологічна роль рекреаційних зон у забезпеченні акустичного комфорту мешканців міста.....	17
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	19
2.1. Характеристика об'єктів дослідження та локалізація точок моніторингу	19
2.2. Технічні характеристики шумомірів та методологія проведення акустичних вимірювань.....	23
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	29
3.1. Результати досліджень	29
3.2. Рекомендації щодо оптимізації акустичного режиму та підвищення екологічного потенціалу досліджуваних рекреаційних зон	42
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ Помилка! Закладку не визначено.	
ДОДАТКИ.....	53

ВСТУП

Проблема шумового забруднення у сучасному урбанізованому середовищі наразі вважається однією з найактуальніших екологічних загроз, що суттєво впливає на якість життя населення. Для жителів Києва рекреаційні зони набувають значення важливих місць для відпочинку та відновлення, але їхня акустична якість і функціональна ефективність значною мірою залежать від сезонних екологічних факторів. Дослідження сезонної варіації шумового навантаження в таких зонах є водночас науково і практично значущим, адже дозволяє не лише оцінити екологічну безпеку столиці, а й розробити обґрунтовані заходи, спрямовані на зменшення акустичного дискомфорту для мешканців у різні пори року.

Метою роботи є дослідження сезонної динаміки шумового навантаження в парках і рекреаційних комплексах м. Києва, визначення основних чинників зміни рівня шуму в різні пори року та оцінка ефективності зелених насаджень як природного шумозахисного бар'єра.

Для досягнення даної мети необхідно було вирішити наступні завдання: проаналізувати наукову літературу та нормативно-правову базу щодо шумового забруднення в рекреаційних зонах, охарактеризувати основні джерела шуму в парках та рекреаційних комплексах, провести польові дослідження рівнів шуму в обраних парках і рекреаційних комплексах у різні сезони року, виконати порівняльний аналіз сезонних змін шумового навантаження, встановити залежність рівня шуму від природних, антропогенних та кліматичних факторів, оцінити відповідність отриманих показників санітарним і екологічним нормам, розробити рекомендації щодо зменшення шумового навантаження та підвищення екологічної комфортності рекреаційних територій.

Об'єктом дослідження є процес формування та поширення антропогенного шумового забруднення в урбанізованому середовищі сучасного мегаполіса. Предметом дослідження виступає сезонна динаміка змін рівнів звукового тиску та шумозахисна ефективність елементів озеленення рекреаційних територій у літній, осінній та зимовий періоди.

У межах діяльності кафедри екології агросфери та екологічного контролю це дослідження є важливою частиною системи комплексного екологічного моніторингу міських територій. Використання інструментальних методів оцінки шумового навантаження дозволяє не лише фіксувати рівень акустичних впливів, а й створювати аналітичну базу для прийняття ефективних управлінських рішень щодо покращення якості навколишнього середовища. Це завдання тісно пов'язане з науковим напрямом кафедри, спрямованим на розробку методів контролю за фізичними факторами впливу в урбаністичних і аграрних екосистемах.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

1.1. Поняття фізичної природи звуку та шумового забруднення як екологічного фактора.

У рамках сучасного моніторингу навколишнього середовища вивчення шумового забруднення базується на глибокому розумінні фізичної природи звуку та механізмів його перетворення на руйнівний фактор навколишнього середовища. З фізичної точки зору, звук – це поздовжня хвиля, що поширюється в пружному середовищі та супроводжується коливаннями тиску, які людське вухо здатне сприймати. Однак, коли акустичне середовище трансформується під впливом антропогенної діяльності, виникає поняття шуму – хаотичного набору звуків різної частоти та інтенсивності, які не несуть корисної інформації та негативно впливають на організм людини [1, 15]. На відміну від природних звуків, міський шум характеризується значною енергетичною ємністю та тривалістю впливу, що дозволяє класифікувати його як специфічний вид фізичного забруднення біосфери.

Шумове забруднення як фактор навколишнього середовища має низку унікальних характеристик, що відрізняють його від хімічних чи біологічних забруднювачів. По-перше, шум не накопичується в навколишньому середовищі після зникнення джерела, але його вплив на біологічні системи є кумулятивним, поступово виснажуючи адаптивні ресурси організму [20]. Основними параметрами, що визначають екологічну значущість шуму, є рівень звукового тиску, що вимірюється в децибелах, та спектральний склад звуку. Наукові дослідження доводять, що низькочастотні шумові компоненти, які часто генеруються важким транспортом на автомагістралях поблизу ВДНГ або Набережної, мають здатність поширюватися на значно більші відстані та гірше поглинаються традиційними перешкодами, ніж високочастотні звуки [5, 12].

В умовах інтенсивної урбанізації акустичний фон міст постійно зростає, що призводить до розмивання меж між зонами комфорту та промисловими

зонами. Екологічна небезпека шуму полягає в його здатності діяти як потужний стресор, що порушує нормальну життєдіяльність людини навіть на рівнях, що не завдають безпосередньої шкоди слуховому апарату. Це робить актуальним вивчення шумового режиму рекреаційних зон, оскільки вони повинні забезпечувати умови для відновлення, що неможливо, коли техногенні звуки домінують над природними. Таким чином, теоретичне розуміння шуму як фізичного явища є першим кроком до розробки систем моніторингу та оцінки його екологічного тиску на мешканців мегаполісу [10, 22].

1.2. Класифікація джерел шуму в умовах сучасного мегаполіса

Акустичний ландшафт сучасного високоурбанізованого мегаполісу формується в результаті складної та багатофакторної взаємодії надзвичайно широкого спектру різнорідних джерел, які за своєю фізичною природою, просторовою локалізацією та характером випромінювання можна класифікувати на кілька фундаментальних репрезентативних груп. Домінуюче, а в багатьох випадках і вирішальне місце в цій ієрархічній структурі фізичного забруднення займає наземний транспорт, загальний внесок якого у формування інтегрального шумового навантаження великого міста зазвичай коливається від 70% до 85% [6, 17]. Потоки автомобільного транспорту як найбільш інтенсивне, динамічне та повсюдне джерело акустичної емісії характеризуються специфічними параметрами, що безпосередньо залежать від низки техніко-експлуатаційних показників: технічного стану рухомого складу, щільності та інтенсивності руху, встановленого швидкісного режиму, а також питомої частки важкого вантажного транспорту в загальному потоці [1, 19].

Особливу екологічну та санітарно-гігієнічну небезпеку становлять магістральні вулиці загальноміського значення зі стабільним інтенсивним рухом, які територіально оточують рекреаційні зони, створюючи довготривалі зони стабільного акустичного дискомфорту. Другим за значенням та впливом джерелом є стаціонарні промислові, енергетичні та комунальні об'єкти. До цієї категорії належать локальні енергетичні установки, промислові підприємства

різних галузей промисловості, активні будівельні майданчики, а також складне інженерно-технічне обладнання великих громадських будівель, зокрема потужні автоматизовані системи примусової вентиляції та централізовані системи кондиціювання повітря [15]. Хоча просторовий вплив таких джерел часто має виражений локальний характер, вони мають здатність генерувати монотонний широкосмуговий шум, який негативно руйнівнює впливає на акустичну якість прилеглих житлових районів та паркових зон навіть у нічний час.

Для багатофункціональних об'єктів значну роль у формуванні звукового поля відіграє специфічне антропогенне джерело – шум, який виникає як прямий наслідок проведення масштабних виставкових, розважальних та видовищних заходів. Це супроводжується активним використанням потужного звукопідсилювального обладнання та значною концентрацією відвідувачів на обмеженій території, що разом створює унікальне акустичне навантаження, яке має виражену часову циклічність та залежність від календарного графіка подій. Окремою, але не менш важливою категорією є так звані аномальні, випадкові та імпульсні шумові події, виникнення яких зумовлене роботою спеціалізованого обладнання, забезпеченням звукових сигналів аварійно-рятувальних служб або роботою залізничного транспорту, якщо його колійна система проходить у безпосередній близькості до об'єктів дослідження [7].

У рамках системного аналізу надзвичайно важливо розуміти, що сучасне шумове забруднення у великому місті є складним продуктом суперпозиції (накладання) багатьох різноманітних джерел, де шум транспорту відіграє роль постійного загального фону, а інші джерела формують додаткові короткочасні або довготривалі пікові навантаження[1]. Проведення детальної наукової класифікації цих джерел дозволяє не тільки з високою точністю виявити основні забруднювачі навколишнього середовища, але й слугить методологічною основою для розробки цілеспрямованих та ефективних стратегій захисту рекреаційного простору від надмірного антропогенного фізичного тиску.

Фундаментальний процес просторової дифузії, трансформації та поширення звукової енергії в умовах щільної, багатокомпонентної та

неоднорідної міської забудови підпорядковується надзвичайно складним фізичним та акустичним законам, які за своєю внутрішньою природою та механізмами реалізації суттєво відрізняються від класичної теоретичної моделі поширення хвиль у вільному ізотропному просторі. Ключовими визначальними факторами, що спричиняють безперервну динамічну зміну рівнів звукового тиску на всьому шляху передачі енергії від первинного джерела випромінювання до безпосереднього біологічного або технічного реципієнта, є природна геометрична дивергенція хвильового фронту, дисипація енергії внаслідок поглинання звуку молекулярним повітряним середовищем, а також багатфакторна складна взаємодія з підстилаючою земною поверхнею та штучними архітектурними об'єктами. В умовах сучасного високоурбанізованого середовища будівлі різної поверховості, інженерні споруди та малі архітектурні форми виконують подвійну функціональну роль у формуванні звукового середовища: з одного боку, вони виступають масивними акустичними екранами, що сприяють активному формуванню зон так званої акустичної тіні, а з іншого боку, функціонують як потужні відбиваючі поверхні з високим коефіцієнтом реверберації. Останній фактор неминуче призводить до ефекту множинного відлуння та суперпозиції хвиль, що спричиняє значне збільшення загального інтегрованого звукового фону в обмежених просторах лінійних міських структур, відомих у науковій літературі як «вулиці каньйонів» [4,16].

Сучасні спеціалізовані наукові дослідження в галузі міської екології переконливо доводять, що загальна просторова конфігурація, висота та щільність міської забудови безпосередньо корелюють з процесами формування локальних зон акустичного дискомфорту та ризику [29]. Як яскравий приклад можна навести паралельне розташування висотних будівель вздовж головних вулиць загальноміського значення, що неминуче сприяє виникненню вираженого ефекту реверберації, який значно уповільнює природні процеси затухання енергії шуму навіть при радикальному зниженні інтенсивності транспортних потоків [27,1].

Для відкритих рекреаційних локацій та комплексів, типовим та репрезентативним прикладом яких є набережна на Поштовій площі, специфіка поширення та трансформації звуку визначається майже повною відсутністю вертикальних фізичних перешкод над поверхнею води [11]. Ця ландшафтна особливість дозволяє звуковим хвилям, що генеруються транспортними засобами, поширюватися на значні лінійні відстані з мінімальним коефіцієнтом природного затухання, що створює питоме навантаження на прибережні зони та вимагає термінового впровадження систем безперервного автоматизованого керування.

Надзвичайно важливим аспектом методології проведення таких досліджень є також наукове обґрунтування висоти точок спостереження та реєстрації даних. Неодноразово експериментально було підтверджено, що рівень впливу та інтенсивність шуму суттєво та лінійно корелюють з висотою вимірювального мікрофона шумоміра [4]. Це пов'язано з тим, що вертикальний розподіл звукового тиску в міському середовищі є надзвичайно неоднорідним та лабільним через складні явища інтерференції прямих звукових променів та хвиль, відбитих від дорожнього покриття, фасадів будівель та інших елементів міського ландшафту.

1.3. Теоретико-методологічний аналіз законодавчої та нормативно-правової бази регулювання акустичного режиму в Україні

Сучасний стан екологічної безпеки урбанізованих територій значною мірою визначається ефективністю функціонування механізмів правового регулювання та контролю за фізичними факторами впливу на навколишнє середовище. Державна стратегія України у сфері мінімізації акустичного навантаження на житлові та рекреаційні зони базується на розгалуженій системі нормативно-правових актів, що мають ієрархічну структуру та охоплюють різні аспекти екологічного та санітарно-гігієнічного моніторингу.

Фундаментальний рівень правового забезпечення захисту населення від акустичного забруднення представлений Законом України «Про систему

охорони здоров'я»[31]. Цей законодавчий акт визначає концептуальні принципи формування безпечного для життєдіяльності середовища та встановлює юридичну відповідальність суб'єктів господарювання за порушення екологічних норм. Зокрема, положення статті 32 цього Закону регламентують імперативні вимоги до органів державної влади та місцевого самоврядування щодо впровадження комплексних заходів, спрямованих на запобігання та зменшення шкідливого впливу шуму, що є критично важливим для забезпечення сталого розвитку міських екосистем.

Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» [32] тісно пов'язаний із вищезгаданим актом. Особливе значення в контексті нашого дослідження має стаття 24 цього Закону, яка визначає прямі зобов'язання щодо дотримання встановлених рівнів тиші не лише в приміщеннях, а й на відкритих територіях житлових будинків та місцях масового відпочинку населення, до яких належать парково-рекреаційні комплекси.

Методологічною основою для проведення інструментальних вимірювань та оцінки отриманих результатів є Державні санітарні норми допустимих рівнів шуму (затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 22.02.2019 № 463) [28]. Зазначений нормативний документ є основним інструментом гігієнічного регулювання, оскільки детально визначає гранично допустимі рівні (ГДР) звукового тиску для різних категорій об'єктів. Важливою характеристикою цих норм є диференціація допустимих значень залежно від функціонального призначення території та часових інтервалів (денних та нічних періодів), що дозволяє об'єктивно оцінити акустичний комфорт міського середовища.

Технічний аспект реалізації заходів шумозахисного захисту на етапах просторового планування та архітектурно-будівельного проектування регламентується Державними будівельними нормами ДБН В.1.2-10:2021 «Захист від шуму та вібрації» [27]. Цей документ акумулює сучасні інженерні підходи до розрахунку очікуваних рівнів шуму та визначає вимоги до

проектування звукоізоляційних систем та захисних конструкцій (екрани, насипи тощо). Впровадження цих норм забезпечує превентивний захист територій від надмірного шумового впливу на етапі міської забудови.

Окрім національного законодавства, науково-методичне забезпечення досліджень акустичного навантаження базується на стандартизації процесів, зокрема шляхом впровадження положень ISO 11690-1:2005 [21]. Це сприяє уніфікації підходів до розробки стратегій контролю впливу шуму та адаптації вітчизняної практики до міжнародних екологічних стандартів.

Таким чином, комплексна нормативно-правова база України створює необхідні передумови для здійснення моніторингових досліджень та розробки управлінських рішень у сфері екологічної безпеки навколишнього середовища, забезпечуючи легітимність та наукову обґрунтованість висновків щодо динаміки шумового забруднення в паркових зонах.

Процес нормативно-правового регулювання допустимих рівнів акустичного забруднення розглядається в сучасній науковій парадигмі як фундаментальний та незамінний інструмент стратегічного державного управління у багатогранних сферах забезпечення екологічної безпеки та охорони здоров'я населення. В Україні базовим нормативно-методологічним документом, що визначає правове поле та технічні межі у цій сфері, є чинні Державні санітарні норми допустимих рівнів шуму в житлових та громадських будівлях та в житловій забудові [23]. Ці норми встановлюють чітко визначені гранично допустимі рівні (ГДР) звукового тиску для територій різного призначення та функцій, виступаючи гарантом збереження сприятливого середовища проживання [18].

Для конкретних рекреаційних зон, об'єктів природно-заповідного фонду та місць організованого масового відпочинку населення зазначені санітарні норми є найсуворішими та найконсервативнішими, що безсумнівно підкреслює їх особливий пріоритетний статус як територій з підвищеними виключними вимогами до показників акустичного комфорту та якості навколишнього середовища [18]. Однак результати комплексних прикладних досліджень

інтенсивності транспортних потоків у місті Києві, а також у межах інших великих урбанізованих центрів України, переконливо свідчать про те, що фактично виміряні рівні шумового випромінювання поблизу паркових зон та скверів систематично та значно перевищують граничні норми, встановлені законодавством. Ця негативна тенденція створює гостру та нагальну потребу в розробці, обґрунтуванні та впровадженні додаткових інноваційних стратегій активного та пасивного шумозахисту в межах міських агломерацій [32-36].

Аналіз передового міжнародного досвіду, зокрема прогресивної практики розвинених держав-членів Європейського Союзу, демонструє чітко виражений концептуальний перехід від застарілої методології простої фіксації окремих порушень до впровадження принципів цілісного стратегічного акустичного планування, відомого в міжнародній практиці як «шумове картографування». Міжнародний галузевий стандарт ISO 11690 містить вичерпні та детальні рекомендації щодо фундаментальних принципів проектування акустично сприятливих, так званих «низькошумових» просторів, а також вказує на пріоритетність впровадження комплексу технічних та технологічних заходів безпосередньо в місцях виникнення первинних звукових викидів [21].

Сучасна європейська практика створення та регулярного оновлення динамічних шумових карт дозволяє органам виконавчої влади муніципалітетів чітко візуалізувати акустичну ситуацію в режимі реального часу, що слугує об'єктивною основою для розробки та впровадження довгострокових планів управління екологічним шумом. Застосування таких інноваційних та технологічно спроможних підходів, заснованих на широкому використанні автоматизованих станцій безперервного моніторингу та передових хмарних технологій обробки великих масивів даних, є критично важливим завданням для управління великими рекреаційними центрами, такими як ВДНГ чи набережна Дніпра [13]. Такий методичний підхід дозволяє з високою точністю оцінити реальний добовий та сезонний шумовий вплив, якому піддаються відвідувачі паркових зон під час різних фаз своєї діяльності, руху та відпочинку. Таким чином, синергетичне поєднання вітчизняних санітарно-гігієнічних норм із

сучасними міжнародними стратегіями та технологіями цифрового управління створює необхідну методологічну основу для розробки та функціонування ефективної системи екологічного менеджменту паркових комплексів Києва в контексті сталого розвитку.

1.4. Екологічна роль рекреаційних зон у забезпеченні акустичного комфорту мешканців міста

Рекреаційні зони міського підпорядкування та національного значення, репрезентативна сукупність яких включає обширні паркові зони, місцеві студентські сквери та багатофункціональні набережні зони, виконують фундаментальну, стратегічно важливу екосистемну функцію так званих «акустичних оазисів» у загальній архітектурно-планувальній структурі сучасного мегаполісу. Їхня пряма та багатогранна роль у забезпеченні екологічної безпеки міського середовища та підтримці належного, санітарно-гігієнічно обґрунтованого рівня акустичного комфорту населення полягає не лише у створенні пасивного візуального бар'єру, що психологічно та фізично відокремлює реципієнта від техногенного урбанізованого ландшафту, але й у вираженій здатності елементів озеленення активно поглинати, розсіювати, трансформувати та перенаправляти звукову енергію [11].

Рослинний компонент у цьому науковому контексті справедливо розглядається як специфічний природний пористий матеріал зі складними фізичними властивостями: листовий апарат, розгалужена гілкова структура та масивні стовбури дерев разом створюють динамічну багатокомпонентну систему перешкод. Ця система забезпечує ефективне перетворення кінетичної енергії звукових коливань у теплову енергію завдяки виникненню в'язкого тертя повітряних мас у міжвидових та міжлистових просторах рослинного масиву. Ефективність та результативність функціонування будь-якої рекреаційної зони як дієвого, екологічно доцільного засобу шумозахисту знаходиться в прямій нелінійній залежності від її ландшафтно-планувальної структури, просторової

щільності насаджень, їх вікової структури та конкретного видового складу дендрофлори.

У ході численних польових та теоретичних досліджень достовірно встановлено, що саме багаторядні лісопаркові смуги та куртини, які гармонійно та науково поєднують високі дерева першої величини з густим, щільним чагарниковим підліском, здатні забезпечити стабільне зниження еквівалентних рівнів транспортного шуму в діапазоні від 5 до 12 дБА порівняно з відкритими інсоляційними просторами [7]. Окрім прямого механічного поглинання та дифузного розсіювання звуку, природна рослинність виконує надзвичайно важливу та складну функцію психоакустичного маскування антропогенного шуму. Природні звуки паркового середовища, до яких належать специфічний шелест листя, аеродинамічний шум вітру в кронах або різні орнітологічні звуки, зокрема спів птахів, здатні частково або повністю усунути подразнюючу дію монотонного низькочастотного фонового гулу автомагістралей [8]. Це значно покращує загальне суб'єктивне сприйняття акустичного ландшафту відвідувачами та підвищує рекреаційну цінність території.

Таким чином, науково обґрунтоване проектування, ретельне планування та збереження морфологічної цілісності існуючих паркових зон є стратегічно важливим екологічним завданням для профілактики соматичних та нервових захворювань громадян, а також для гарантованого збереження високого рекреаційного потенціалу екосистеми столиці.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика об'єктів дослідження та локалізація точок моніторингу

Експериментальна частина наукового дослідження, спрямована на виявлення особливостей акустичного клімату в межах урбанізованих територій, базувалася на серії польових вимірювань у трьох репрезентативних місцях міста Києва. Вибір об'єктів дослідження був зумовлений необхідністю проведення комплексного аналізу поширення звукових коливань у конкретних умовах рекреаційних ландшафтів, що характеризуються різним ступенем віддаленості від основних джерел шумового випромінювання та мінливістю структури ландшафту. Для забезпечення об'єктивності та наукової достовірності отриманих результатів у кожній з обраних зон було проведено чітку локалізацію контрольних точок моніторингу, вибір яких дозволив простежити динаміку трансформації звукового поля в просторі та часі.

Першим об'єктом, залученим до програми моніторингу, стала Студентська площа, розташована безпосередньо біля навчального корпусу № 4 Національного університету біоресурсів та природокористування України. Дана територія розглядається нами як еталонна модель локальної рекреаційної зони з розвиненою дендрологічною складовою, яка виконує функцію природного екрану. Для реєстрації рівнів звукового навантаження першу точку моніторингу було зафіксовано на відстані 12 метрів від вхідної групи скверу, перебуваючи в зоні безпосереднього впливу транспортного шуму. Друга контрольна точка була розташована в глибині паркового масиву на відстані 25 метрів від джерела, що дозволило додатково оцінити поглинальну здатність деревної рослинності та вплив підстилаючої поверхні на затухання звуку (рис. 2.1-2.2).

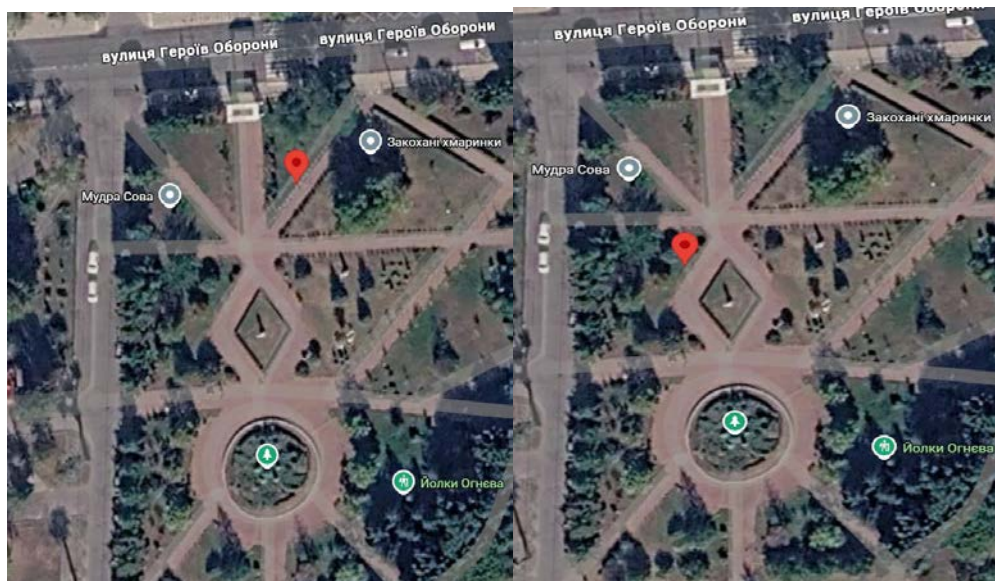


Рис 2.1-2.2 Локації проведення експериментальних досліджень у студентському сквері НУБіП України

Наступною локацією, де проводилася інструментальна реєстрація параметрів акустичного середовища, була Набережна поблизу Київського річкового вокзалу. Це місце характеризується специфічними умовами формування шумового фону через безпосередню межу з інтенсивною транспортною артерією міста та наявністю великого відкритого простору над акваторією річки Дніпро. Відсутність вертикальних перешкод та тверде покриття ландшафту визначають високу швидкість поширення звукової енергії з мінімальним коефіцієнтом поглинання. Для дослідження Точку 1 було встановлено на найближчій до проїжджої частини лавці на відстані 21 метри від сходів, що є зоною найбільшого акустичного дискомфорту. Точку 2 було розташовано значно далі – на відстані 48 метрів від початкової лінії вимірювання, що дозволило зафіксувати зниження рівнів звукового тиску в умовах відкритого рекреаційного простору (Рис. 2.3-2.4).

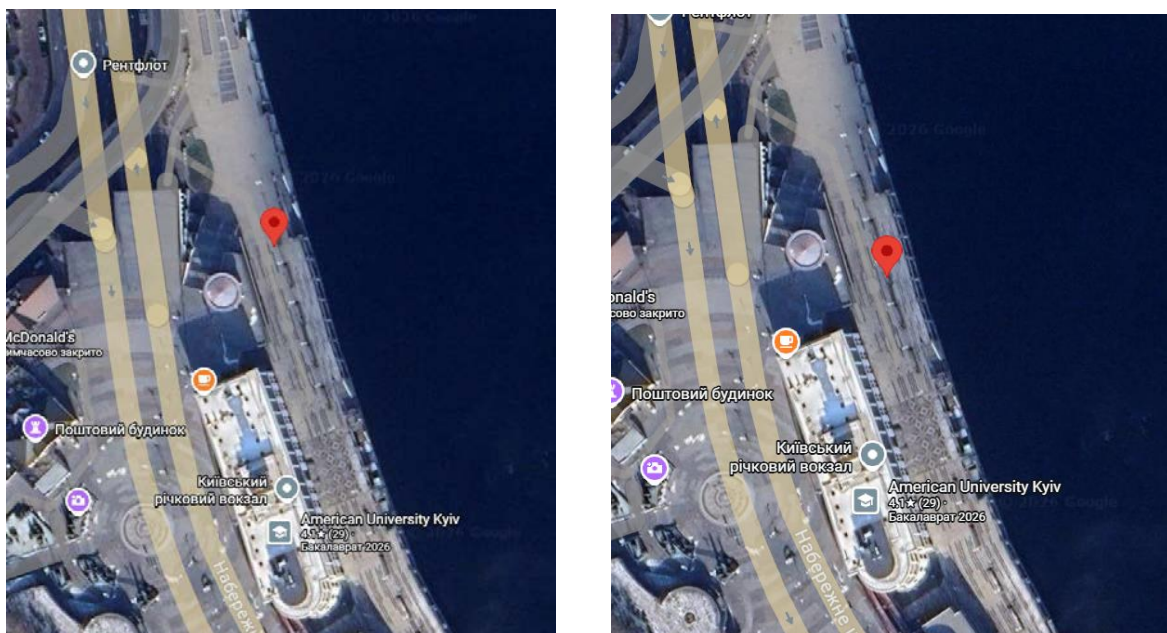


Рис 2.3-2.4 Локації проведення експериментальних досліджень на набережній біля Київського річкового вокзалу

Третім стратегічно великим об'єктом, який був залучений до програми моніторингу, став Національний експоцентр України (ВДНГ), який за своєю структурою є масштабним садово-парковим комплексом з вираженою рекреаційною функціональністю та високим рівнем антропогенної відвідуваності. Специфіка акустичної ситуації цього місця розташування зумовлена поєднанням фонового шуму, що генерується інтенсивним рухом транспорту на проспекті академіка Глушкова, та внутрішніх техногенних джерел, характерних для виставкових зон.

З метою детального вивчення просторової трансформації акустичного поля в межах об'єкта було встановлено два пункти моніторингу на значній відстані від основних джерел випромінювання. Перший пункт розташовувався на групі зон відпочинку, найближчих до входу (паркова лавка), на відстані 130 метрів від головного входу до Експоцентру. Другий пункт контролю розташовувався значно глибше в парку, на відстані 210 метрів від головної вхідної групи (Рис. 2.5, 2.6).

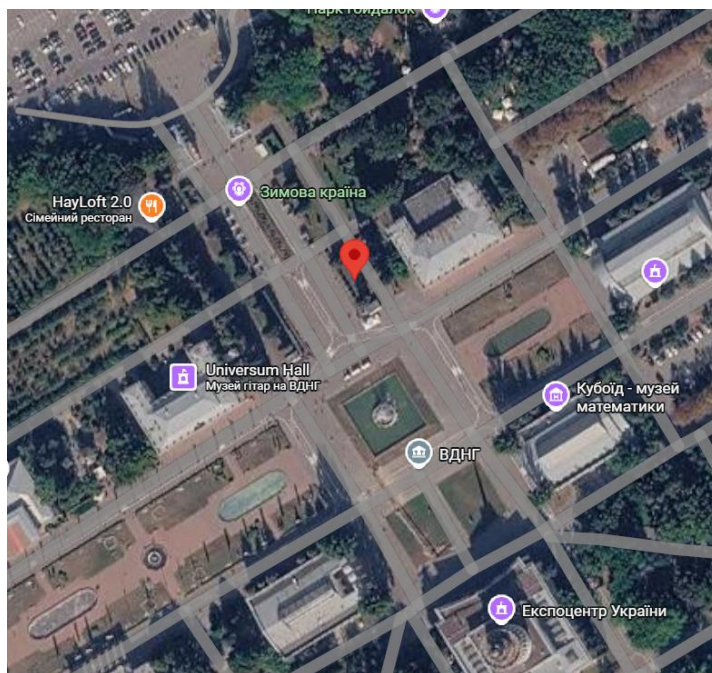


Рис 2.5 Локація проведення експериментальних досліджень на ВДНГ

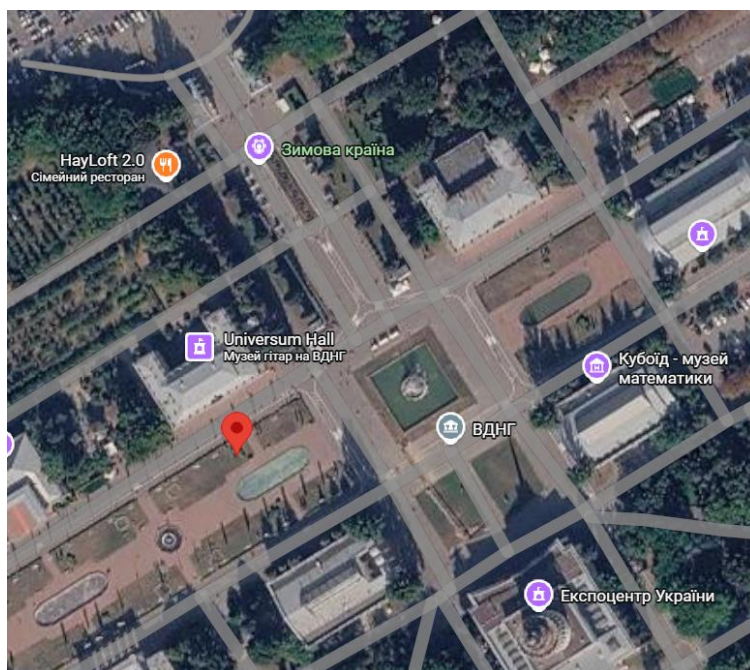


Рис 2.6 Локація проведення експериментальних досліджень на ВДНГ

Важливою особливістю обраної досліджуваної території ВДНГ є те, що через значну віддаленість від проїжджої частини та наявність потужних масивів зелених насаджень, прямий шум від автомобільного транспорту не впливає домінуванням деструктивного впливу на акустичний режим цієї зони. Це дозволило інтегрувати отримані емпіричні дані в загальну модель дослідження

сезонної динаміки акустичного навантаження, забезпечивши можливість порівняльного аналізу звуку в літній, осінній та зимовий періоди за єдиною методологічною базою. Процедура визначення відстані була проведена з використанням стандартизованих інструментальних методів, що стало основою для подальшої математичної інтерпретації результатів моніторингу.

2.2. Технічні характеристики шумомірів та методологія проведення акустичних вимірювань

Для забезпечення процесу отримання максимально об'єктивної, репрезентативної та науково перевіреної інформації щодо поточного стану складного акустичного середовища в межах конкретних рекреаційних зон міста Києва використання високоточної вимірювальної техніки є фундаментальним та критично важливим методологічним етапом екологічних досліджень. Сучасна акустична метрологія як прикладна наукова дисципліна базується на широкому впровадженні та практичному використанні цифрових шумомірів експертного класу, функціональні та апаратні можливості яких дозволяють не лише статично реєструвати миттєві значення рівнів звукового тиску, але й забезпечувати глибокий, багатогранний аналіз частотного спектру досліджуваного звукового поля в режимі реального часу [27].

Технічна архітектура сучасного професійного шумоміра являє собою складну інтегровану систему, яка вимагає наявності таких основних компонентів, як високочутливий конденсаторний мікрофон, підсилювач електричного сигналу з низьким рівнем власних шумів, спеціалізований блок частотної корекції (фільтрації), а також цифровий індикатор вимірювань для візуалізації отриманих даних. Однією з найважливіших та технічно визначальних характеристик приладів цього типу є їхня здатність стабільно працювати з різними типами частотних фільтрів [21]. У сучасних екологічних, санітарно-гігієнічних дослідженнях найбільш поширеним та методологічно обґрунтованим є використання коригувального фільтра типу «А», спектральна характеристика якого найточніше імітує криву чутливості людського слухового

апарату до звукових хвиль різних частот [18]. Використання зазначеної частотної корекції дозволяє досліднику отримати інтегральний показник рівня звуку, виражений у децибелах (дБА), який найбільш адекватно та лінійно корелює з психофізіологічними особливостями сприйняття акустичного шуму безпосереднім реципієнтом у реальних міських умовах.

Методика практичного здійснення польових інструментальних вимірювань на таких складних, ландшафтно-однорідних та антропогенно навантажених об'єктах, як територія Національного експоцентру України (ВДНГ), Студентська площа або багатофункціональна набережна поблизу Поштової площі, вимагає від дослідника суворого та неухильно дотримуватися встановлених наукових регламентів, щоб максимально мінімізувати можливі інструментальні та методологічні помилки. Одним з найбільш критичних, детермінованих та методологічно значущих параметрів у цьому контексті є науково обґрунтований вибір висоти вимірювального мікрофона [33, 35, 4]. Численні профільні експериментальні дані переконливо підтвердили, що зміна висоти датчика шумоміра навіть на невелику лінійну відстань від поверхні підстилаючого ґрунту може суттєво спотворити кінцеві результати вимірювання через прямий вплив складних фізичних явищ інтерференції та дифракції звукових хвиль у приземному шарі атмосфери.

Крім того, згідно з технічними та методичними вимогами до проведення акустичного моніторингу, вимірювальний прилад повинен бути в обов'язковому порядку надійно встановлений на спеціалізований триногий штатив та оснащений ефективним пористим вітрозахисним екраном, що дозволяє практично повністю нівелювати деструктивний вплив сторонніх аеродинамічних шумів на мембрану мікрофона під час руху повітряних мас [21]. Впровадження та активне використання сучасних інтегрованих технологій акустичного моніторингу та контролю дозволяють науковцям не обмежуватися проведенням лише разових, дискретних та епізодичних замірів, а й проєктувати та створювати комплексні системи тривалого автоматизованого контролю ситуації. Це, своєю чергою, відкриває широкі можливості для оперативної ідентифікації так званих

аномальних шумових подій – різких сплесків звукової енергії, виникнення яких є характерним для динамічного міського середовища.

Процес збору первинних емпіричних даних ґрунтувався на застосуванні прецизійного вимірювального комплексу, що відповідає актуальним вимогам до проведення моніторингових досліджень у сфері фізичного забруднення навколишнього природного середовища. В якості базового інструментарію було використано цифровий шумомір побутового класу (Рис. 2.7, 2.8), що володіє чутливістю та здатністю до прецизійної реєстрації рівнів звукового тиску в широкому спектральному діапазоні. Прилад забезпечував отримання результатів у загальноприйнятих одиницях вимірювання — децибелах (дБА) за шкалою А, яка найбільш адекватно корелює з особливостями сприйняття акустичних коливань слуховим апаратом людини.

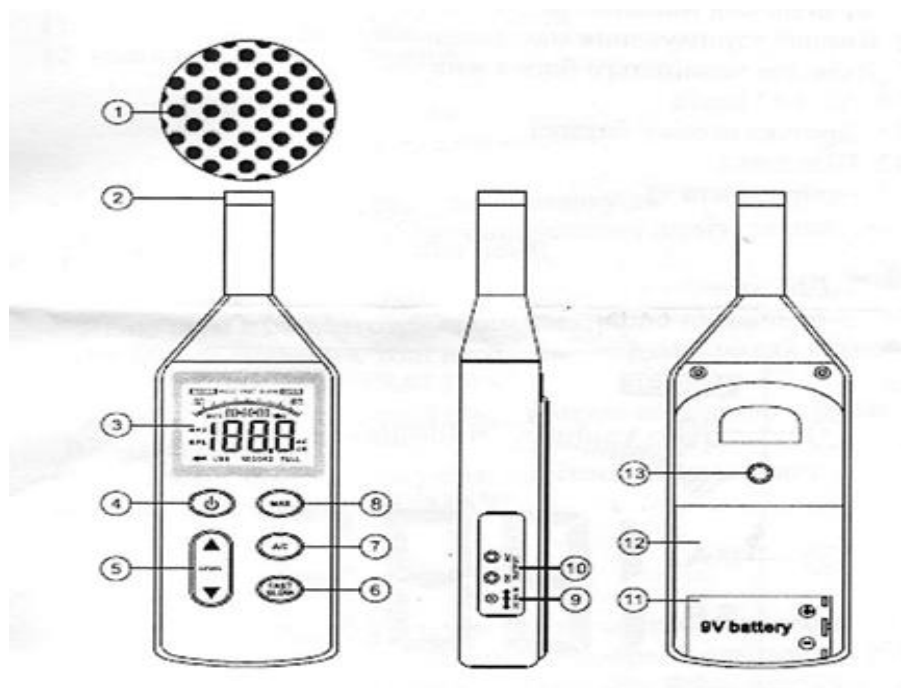


Рис.2.7 Зовнішній вигляд шумоміра SLM-824

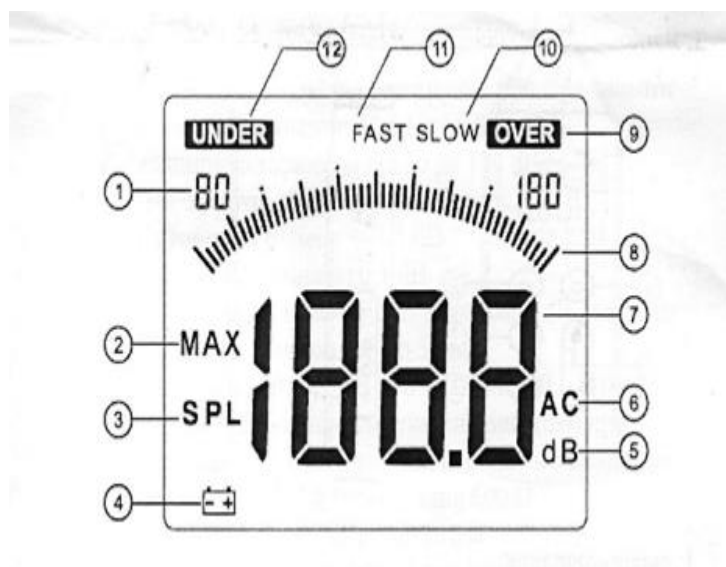


Рис.2.8 Дисплей

Методичний регламент проведення польових спостережень передбачав суворе дотримання алгоритму дій для мінімізації похибок та забезпечення перевіреності результатів. Перед кожною серією вимірювань проводилася процедура калібрування обладнання, що дозволило нівелювати вплив зовнішніх факторів на внутрішні налаштування датчиків. Прилад встановлювався на стаціонарний штатив або тримався на висоті 1,2–1,5 метра від рівня підстилаючої поверхні, що відповідає середньому рівню голови людини в положенні сидячи або стоячи, що дозволяло імітувати реальний акустичний вплив на реципієнта в зоні відпочинку.

Експериментальна частина дослідження була структурована за часовим принципом для реєстрації добової динаміки шумового навантаження. Згідно з розробленим протоколом, вимірювання проводилися у трьох ключових часових інтервалах, що представляють різні фази активності міської екосистеми: ранковий період (09:00-10:00), денний період (13:00-14:00) та вечірній часовий інтервал (17:00-18:00), який традиційно характеризується збільшенням інтенсивності транспортних потоків. У кожній заданій контрольній точці тривалість окремого сеансу вимірювання становила не менше 10-15 хвилин, що забезпечувало отримання статистично значущої вибірки миттєвих значень для подальшого розрахунку еквівалентних рівнів звуку.

Важливим аналітичним компонентом методики був супутній облік інтенсивності руху автотранспортних засобів, який проводився безпосередньо під час акустичної реєстрації. Ця процедура передбачала диференційований підрахунок транспортних одиниць за категоріями (легкові автомобілі, вантажний транспорт, громадський транспорт) протягом фіксованого періоду часу. Отримані статистичні дані щодо інтенсивності руху (N) слугували основою для кореляційного аналізу та подальшого математичного моделювання, що дозволило встановити прямий зв'язок між кількісними характеристиками джерел викидів та результуючими показниками шумового забруднення в межах досліджуваних ландшафтів.

Перехід від етапу натурних спостережень до аналітичної обробки результатів передбачає ретельну систематизацію отриманих показників та їх представлення у структурованому табличному вигляді. Даний підхід дозволяє забезпечити наочність результатів та сформувати базу для подальшого порівняльного аналізу акустичного клімату в розрізі сезонної динаміки. Процес обробки даних був розділений на кілька послідовних етапів: реєстрація фактичних рівнів шуму, фіксація параметрів джерел емісії (транспортних потоків) та безпосереднє виконання математичних розрахунків за визначеними формулами.

Для проведення розрахункової частини було використано параметри інтенсивності руху, що дозволило застосувати формулу Орнатського для визначення теоретичного рівня шуму V_n .

$$V_n = 46 + 11,8 \cdot \lg N + \sum n$$

де N - фактична інтенсивність руху автотранспортних засобів, зафіксована під час натурних спостережень (од./год);

$\sum n$ - інтегральна сума корекційних поправок, що враховують якісний склад транспортного потоку, середню швидкість руху, градієнт поздовжнього схилу дороги та тип дорожнього покриття, розраховується за формулою:

$$\sum n = \pm X_n + X_v \pm X_i + X_T$$

де X_n - поправка на співвідношення громадського та вантажного транспорту в транспортному потоці (збільшується на 1 дБ на кожні 10% відхилення від 60%-го співвідношення); X_v - поправка на відхилення швидкості руху (зростає на 1 дБ на кожні 10% відхилення від 40 км/год.); X_i – поправка на схил дороги (зростає на 1 дБ на кожні 2% схилу дороги); X_T – за наявності трамваю впродовж вулиці ця поправка становить +3 дБ.

Наступним етапом стало обчислення рівня шуму у віддалених точках за методикою Карагодіна, яка враховує поправки на згасання. Важливою складовою цих розрахунків є визначення впливу підстильної поверхні, що диференціюється залежно від локації: для асфальтового покриття Набережної коефіцієнт K_n становить 0,9, тоді як для відкритого ґрунту та трав'яного покриття Студентського скверу він дорівнює 1,0-1,1.

$$V_n = V_7 - X_1 - X_2 - X_3 - X_4$$

де V_n — рівень шуму від джерела на відповідній відстані (n метрів); V_7 — рівень шуму на відстані 7 м від джерела; X_1 — зниження рівня шуму внаслідок поширення звукових хвиль в атмосфері; X_2 — зниження рівня шуму внаслідок впливу поверхні землі; X_3 — зниження рівня шуму внаслідок впливу рослинності; X_4 — ефект поглинання будівлями (умовно приймається рівним 25 дБ).

$$X_1 = 10 \cdot \lg \frac{P_n}{P_7}$$

де P_n — точка за n м від джерела; P_7 — точка за 7 м від джерела (тобто, нормативна точка вимірювання шумовимірювачем).

$$X_2 = K_n \cdot X_1,$$

де K_n – коефіцієнт поглинання шуму, який дорівнює для асфальту 0,9, для відкритого ґрунту – 1, для газону – 1,1.

$$X_3 = K_3 \cdot X_1,$$

де K_3 – коефіцієнт зниження звукової енергії зеленими насадженнями, що становить 0,3.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Результати досліджень

Першочерговим кроком у реалізації практичного блоку дослідження стала розробка та систематичне заповнення протоколів натурних вимірювань для кожної обраної локації. У цих документах фіксувалися не лише безпосередні показники цифрового шумоміра, а й метеорологічні умови, що мали місце під час проведення замірів. Фіксація погодних факторів є необхідною, оскільки температура та вологість повітря здатні суттєво впливати на швидкість і характер поширення звукових хвиль у приземному шарі атмосфери.

Протягом кожного досліджуваного сезону (влітку, восени та взимку) заміри проводилися впродовж трьох днів у три фіксовані проміжки доби: ранковий, денний (обідній) та вечірній. Спостереження здійснювалися у двох контрольних точках на кожній локації, де перша точка знаходилася у безпосередній близькості до проїжджої частини, а друга — була віддалена вглиб рекреаційної зони. Паралельно із практичними замірами звуку проводився прямий підрахунок інтенсивності руху автомобільного транспорту (в одиницях за годину), що було необхідно для подальшого зіставлення та порівняння інструментального методу з теоретичними розрахунками.

Повні зведені дані щодо фактичних рівнів шуму та параметрів транспортних потоків у контрольних точках представлені у нижченаведених таблицях 3.1–3.3.

Таблиця 3.1.

Результати натурних вимірювань рівнів звукового тиску в літній період

Місця досліджень	Точка 1 (дБА)	Точка 2 (дБА)	Інтенсивність руху (N, од./год)
Студентський сквер НУБіП	49,5	48,6	758
Набережна на Набережному шосе	77,6	70,6	3500
ВДНГ	65,2	65,1	1410

Крім безпосереднього вимірювання цифровим шумоміром, ми також виконали теоретичні розрахунки за рівняннями Орнатського та Карагодіна. Це було необхідно для того, щоб порівняти між собою два методи: інструментальний (практичний) та розрахунковий (теоретичний).

У результаті аналізу ми помітили важливу закономірність. На тих ділянках, де кількість автомобілів була невеликою — а саме на території Студентського скверу НУБіП України — нам не вдалося отримати схожих між собою даних. Математичні формули дали значно завищені результати порівняно з тими, які реально фіксував прилад на місці. Через таку велику розбіжність ми вирішили не включати ці цифри до дипломної роботи, оскільки вони не відображають реальну екологічну ситуацію у сквері.

Натомість на Набережній, де потік машин є дуже інтенсивним, теоретичні розрахунки та практичні заміри шумоміра виявилися приблизно однієї категорії та гарно доповнили один одного. Тому далі в роботі ми детально описуємо кожную свою дію під час математичних обчислень саме для цієї локації, показуючи, як змінюється теоретичний рівень звуку залежно від кількості машин та сезону.

Набережна біля Київського річкового вокзалу.

Розрахунковий етап для першого дня спостережень літнього сезону (13.09.2025):

Спочатку ми рахуємо базовий рівень шуму від потоку машин на відстані 7 метрів (V_7) для кожного часу доби окремо. Для цього ми беремо кількість автомобілів, яку нарахували влітку за перший день, підставляємо її у формулу через логарифм ($\lg N$) і додаємо поправки на умови дороги:

Ранковий часовий інтервал (09:00-10:00):

$$V_7 = 46 + 11,8 * \lg N + 1 = 46 + 11,8 * 3,00 + 2 = 82,4 \text{ дБА}$$

Денний часовий інтервал (13:00-14:00)

$$V_7 = 46 + 11,8 * \lg N + 1 = 46 + 11,8 * 3,29 + 2 = 85,8 \text{ дБА}$$

Вечірній часовий інтервал (17:00-18:00):

$$V_7 = 46 + 11,8 * \lg N + 1 = 46 + 11,8 * 3,50 + 2 = 88,3 \text{ дБА}$$

Розрахувавши середній показник шуму за весь перший день:
 $(82,4+85,8+88,3)/3=85,5$

Отриманий середній результат у 85,5 дБА є надзвичайно високим показником екологічного навантаження, який суттєво перевищує чинні державні санітарні норми. Згідно із законодавством України, для територій масового відпочинку та рекреаційних зон гранично допустимий рівень шуму в денний час становить 50 дБА.

Розрахунковий етап для другого дня спостережень (16.09.2025):

Щоб перевірити стабільність потоку машин та виключити випадкові похибки, ми повторюємо точно такі ж математичні дії для другого дня літніх замірів:

Ранковий часовий інтервал (09:00-10:00):

$$V_7 = 46 + 11,8 * \lg N + 1 = 46 + 11,8 * 3,00 + 2 = 82,4 \text{ дБА}$$

Денний часовий інтервал (13:00-14:00):

$$V_7 = 46 + 11,8 * \lg N + 1 = 46 + 11,8 * 3,29 + 2 = 85,8 \text{ дБА}$$

Вечірній часовий інтервал (17:00-18:00):

$$V_7 = 46 + 11,8 * \lg N + 1 = 46 + 11,8 * 3,53 + 2 = 88,6 \text{ дБА}$$

Так само виводимо середню арифметичну цифру для другого дня, щоб побачити загальну картину:

$$\text{Середнє значення: } (82,4+85,8+88,6)/3=85,5$$

Розрахунковий етап для третього дня спостережень (19.09.2025):

Для повної точності ми робимо фінальний третій розрахунок літнього трафіку. Підставляємо нові значення кількості авто у нашу робочу формулу:

Ранковий часовий інтервал (09:00-10:00):

$$V_7 = 46 + 11,8 \cdot \lg N + 1 = 46 + 11,8 \cdot 3,08 + 2 = 82,3 \text{ дБА}$$

Денний часовий інтервал (13:00-14:00):

$$V_7 = 46 + 11,8 \cdot \lg N + 1 = 46 + 11,8 \cdot 3,21 + 2 = 85,9 \text{ дБА}$$

Вечірній часовий інтервал (17:00-18:00):

$$V_7 = 46 + 11,8 \cdot \lg N + 1 = 46 + 11,8 \cdot 3,44 + 2 = 88,6 \text{ дБА}$$

Наостанок вираховуємо середній результат для третього дня:

$$\text{Середнє значення: } (82,3 + 85,9 + 88,6) / 3 = 85,6$$

Тепер, коли ми вивели середні значення для кожного дня, ми робимо наступний крок: додаємо результати за всі три дні разом і ділимо на 3, щоб отримати одне загальне середнє значення для всього літнього сезону.

$$(85,5 + 85,5 + 85,6) / 3 = 85,5$$

Точка 1 (відстань 21 метр): Щоб дізнатися рівень шуму в цій точці влітку, ми беремо наше загальне середнє літнє значення біля дороги (89,5 дБА) і віднімаємо від нього втрату звуку в повітрі через відстань (X_1), яка для 21 метра становить приблизно 4,77 дБА, а також поправку на асфальтове покриття ($X_2 = 4,29$ дБА). Інші поправки дорівнюють нулю:

$$X_1 = 10 \cdot \lg \frac{P_{21}}{P_7} = 10 \cdot \lg \frac{21}{7} = 4,77$$

$$X_2 = K_{II} \cdot X_1 = 4,77 \cdot 0,9 = 4,29$$

$$X_3 = K_3 \cdot X_1 = 0,3 \cdot 4,77 = 1,4$$

$$V_{21} = 85,5 - 4,77 - 4,29 - 1,4 = 75,0$$

Точка 2 (відстань 48 метрів): Для другої точки, яка знаходиться ще далі, ми робимо таку ж дію. Від загального літнього шуму (89,5 дБА) віднімаємо більшу втрату звуку в повітрі через значну дистанцію ($X_1 = 8,36$ дБА) та поправку на асфальт ($X_2 = 7,52$ дБА):

$$X_1 = 10 \cdot \lg \frac{P_{48}}{P_7} = 10 \cdot \lg \frac{48}{7} = 8,36$$

$$X_2 = K_{II} \cdot X_1 = 8,36 \cdot 0,9 = 7,52$$

$$X_3 = K_3 \cdot X_1 = 0,3 \cdot 8,36 = 2,5$$

$$V_{48} = 85,5 - 8,36 - 7,52 - 2,5 = 67,1$$

Таблиця 3.2.

Результати натурних вимірювань рівнів звукового тиску в осінній період

Місця досліджень	Точка 1 (дБА)	Точка 2 (дБА)	Інтенсивність руху (N, од./год)
Студентський сквер НУБіП	50,2	49,2	758
Набережна на Набережному шосе	79,2	71,4	3554
ВДНГ	65,5	65,9	1502

Розрахунковий етап для першого дня спостережень осінньому сезону (23.10.25):

Аналогічно до літнього періоду, ми підставляємо нові показники кількості автомобілів (осінній трафік за перший день) у формулу Орнатського для кожного часу доби та додаємо ці три результати і ділимо на 3, щоб знайти середнє значення для першого дня осені:

$$(88,1 + 89,8 + 90,8) / 3 = 89,5$$

Розрахунковий етап для другого дня спостережень (5.11.2025):

Для перевірки точності ми вираховуємо теоретичний шум біля дороги для другого дня осені. Тепер додаємо отримані цифри ранку, дня та вечора і ділимо суму на три. Це дає нам середній показник для другого дня:

$$(87,7+90+91,4)/3=89,7$$

Розрахунковий етап для третього дня спостережень (13.11.2025):

Робимо фінальний третій розрахунок для осіннього трафіку за такою ж схемою та знаходимо середнє арифметичне значення для третього дня осені:

$$(88+89,8+91)/3=89,6$$

Далі ми додаємо разом середні результати за всі три дні осені і ділимо на 3. Це дозволяє нам вивести одне загальне середнє значення для всього осіннього сезону:

$$(89,5+89,7+89,6)/3=89,6$$

Точка 1 (відстань 21 метр): Беремо загальне середнє осіннє значення біля дороги (89,6 дБА) і віднімаємо від нього втрату в повітрі на відстані 21 метра та вплив покриття Набережної:

$$V_{21} = 89,6 - 4,77 - 4,29 - 1,4 = 79,1$$

Точка 2 (відстань 48 метрів): Так само знаходимо значення для другої точки восени. Від вихідного шуму (89,7 дБА) віднімаємо затухання в повітрі для 48 метрів та вплив асфальту:

$$V_{48} = 89,6 - 8,36 - 7,52 - 2,5 = 71,2$$

Таблиця 3.3.

Результати натурних вимірювань рівнів звукового тиску в зимовий період

Місця досліджень	Точка 1 (дБА)	Точка 2 (дБА)	Інтенсивність руху (N, од./год)
Студентський сквер НУБіП	60,5	57,7	448
Набережна на Набережному шосе	80,2	77,9	3993
ВДНГ	70,3	68,1	1274

Розрахунковий етап для першого дня спостережень зимнього сезону (23.10.25):

Підставляємо зимову кількість автомобілів за перший день у нашу формулу для трьох інтервалів часу і вираховуємо середню цифру шуму за перший день зими:

$$(93,5+94,3+95,3)/3=94,4$$

Розрахунковий етап для другого дня спостережень (5.11.2025):

Повторюємо математичні дії для другого дня зимових замірів, знаходимо середній результат для другого дня:

$$(94,3+95,7+95,8)/3=95,3$$

Розрахунковий етап для третього дня спостережень (13.11.2025):

Проводимо фінальні обчислення для третього дня зими, визначаємо середнє значення для цього дня:

$$(93,5+94,3+95,3)/3=94,4$$

Насамкінець ми додаємо разом отримані середні цифри за всі три дні зими і ділимо результат на три. Це дає нам підсумкове загальне середнє значення автомобільного шуму для зимового сезону:

$$(94,4+94,3+94,4)/3=94,4$$

Розрахунки для Набережна біля Київського річкового вокзалу:

Наостанок ми виконуємо фінальні розрахункові дії для зимового сезону, підставляючи середнє значення базового шуму за зиму (90,4 дБА):

Точка 1 (відстань 21 метр): Віднімаємо від зимового показника біля дороги поправку на віддаленість у 21 метр та поправку на асфальтовану поверхню:

$$V_{21} = 94,4 - 4,77 - 4,29 - 1,4 = 83,9$$

Точка 2 (відстань 48 метрів): Робимо останнє обчислення для другої точки взимку. Віднімаємо від базового зимового шуму втрату звуку через відстань 48 метрів та вплив покриття:

$$V_{48} = 94,4 - 8,36 - 7,52 - 2,5 = 76,0$$

На основі всіх покрокових математичних розрахунків, виконаних вище для кожного дня, ми провели остаточне узагальнення та усереднення результатів. Це дозволило нам об'єднати всі дані, отримані в результаті математичного моделювання, в єдину систему. Узагальнені результати, що показують середні теоретичні рівні звукового тиску для літнього, осіннього та зимового періодів, які ми отримали, застосувавши метод розрахунку на основі формул Орнатського та Карагодіна, наведено в таблиці 3.4 та на графіку на рис. 3.1.

Таблиця 3.4.

Середні значення рівнів шуму за результатами розрахункового методу

№п/п	Об'єкт досліджень	Період досліджень		
		Літо	Осінь	Зима
1	Набережна біля Київського річкового вокзалу, точка 1	75,0	79,1	83,9
2	Набережна біля Київського річкового вокзалу, точка 2	67,1	71,2	76

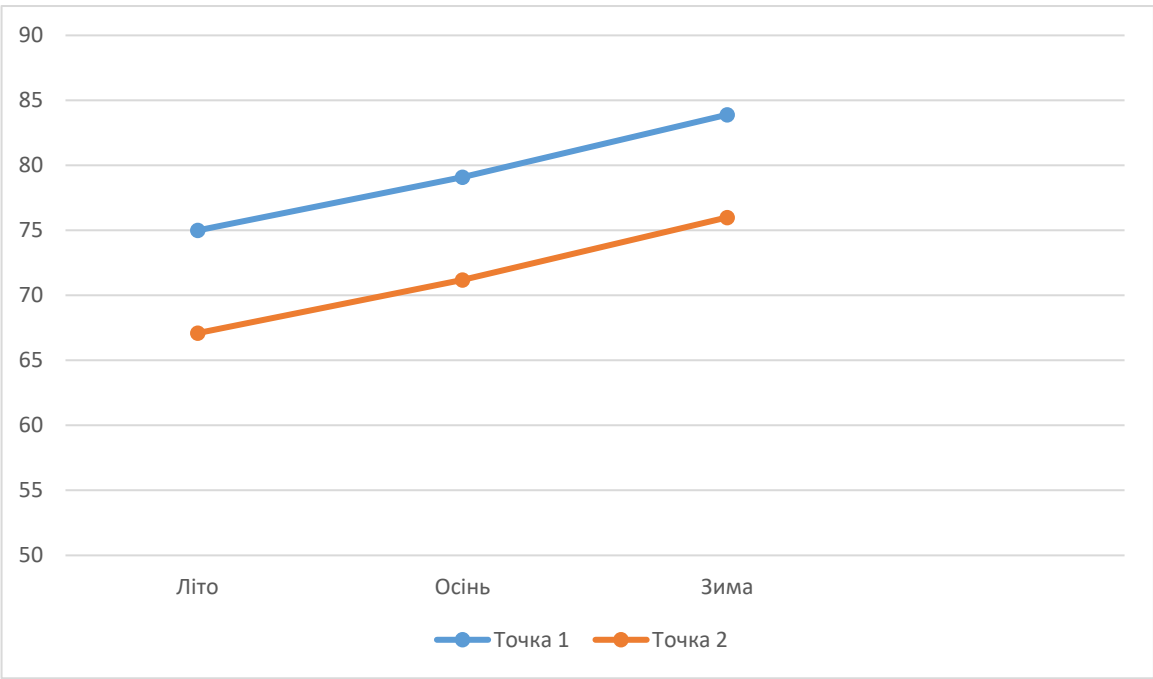


Рис 3.1. Середні значення рівнів шуму за результатами розрахунків

Щоб отримати повну та всебічну картину по кожному об'єкту, ми об'єднали всі зібрані польові дані. Після математичного усереднення результатів вимірювань за всі три дні спостережень у кожному сезоні (літо, осінь та зима) ми створили зведену базу даних. Цей крок дає змогу чітко порівняти, як фактично змінювався рівень звукового тиску на кожній точці моніторингу залежно від пори року. Зведені середні показники, зафіксовані цифровим шумоміром на всіх досліджуваних ділянках, наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5.

Середні значення рівнів шуму за вимірюванням шумоміра

Об'єкт досліджень	Період досліджень		
	Літо	Осінь	Зима
Студентський сквер НУБіП України, точка 1	49,5	50,1	60,5
Студентський сквер НУБіП України, точка 2	48,6	49,2	57,7
Набережна біля Київського річкового вокзалу, точка 1	77,6	79,2	80,2
Набережна біля Київського річкового вокзалу, точка 2	70,6	71,4	76,9
ВДНГ, точка 1	65,2	65,5	70,3
ВДНГ, точка 2	65,1	65,9	68,1

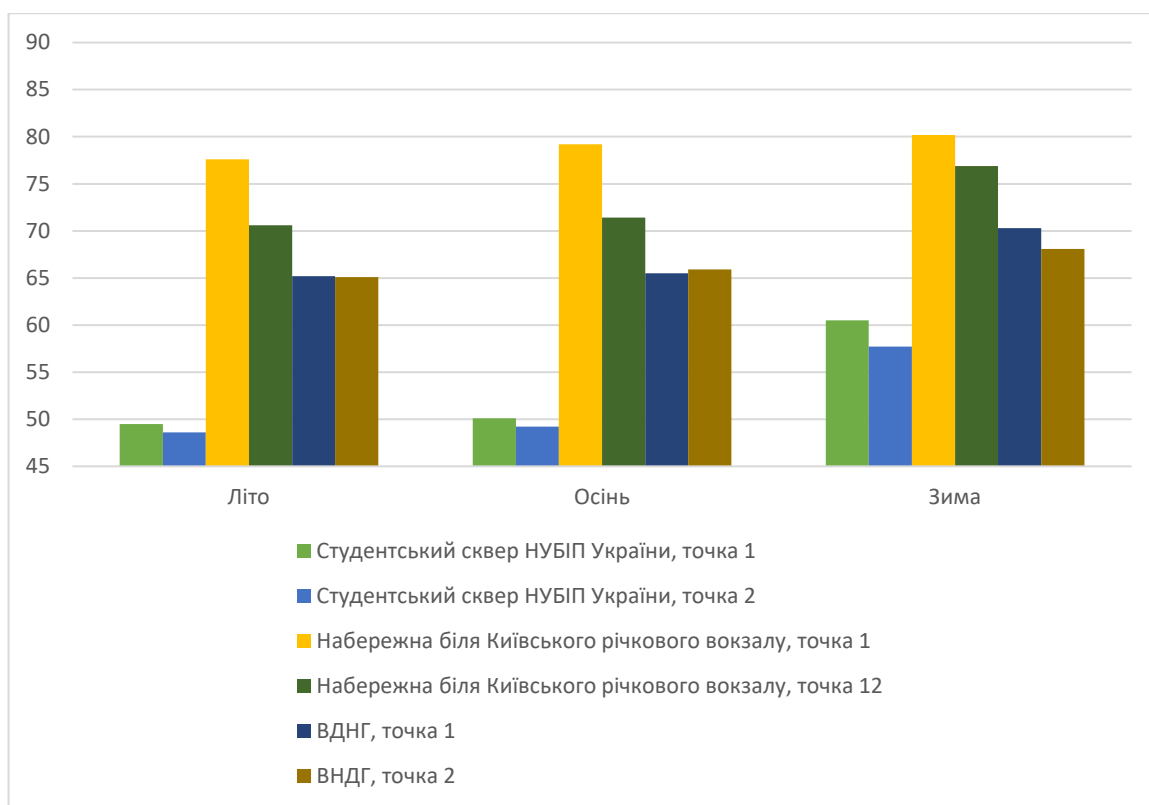


Рис 3.2. Середні значення рівнів шуму на всіх досліджувальних ділянках

Для комплексної оцінки ступеня екологічної безпеки та акустичного комфорту досліджуваних об'єктів отримані нами експериментальні та теоретичні дані було зіставлено з вимогами Державних санітарних норм і правил щодо допустимих рівнів шуму на території житлової забудови та в рекреаційних зонах. Згідно з чинними екологічними та санітарно-гігієнічними нормативами України, для територій парків, скверів та місць масового відпочинку населення гранично допустимий рівень шуму в денний час становить п'ятдесят децибелів, а максимально допустимий рівень не повинен перевищувати шістдесят п'ять децибелів. Аналіз зведених масивів даних за всі три сезони спостережень показав, що стан акустичного режиму на досліджуваних територіях міста Києва є неоднорідним і демонструє суттєві відхилення від екологічних стандартів залежно від планувальної структури конкретної локації.

Проведена оцінка засвідчила, що Студентський сквер Національного університету біоресурсів і природокористування України є найбільш безпечним

та комфортним об'єктом серед усіх досліджуваних ділянок, проте цей екологічний комфорт має виражений сезонний характер. У літній та осінній періоди середні показники шумоміра в першій контрольній точці коливалися в межах від сорока дев'яти кома п'яти до п'ятдесяти кома двох децибелів, а в другій точці становили сорок вісім кома шість — сорок дев'ять кома два децибелі, що повністю відповідає або знаходиться на межі санітарного нормативу. Це підтверджує високу екологічну та шумозахисну ефективність фітоценозу скверу в період активної вегетації. Проте з настанням зимового періоду через фактор девеґетації зафіксовано різке погіршення ситуації, коли показники шумоміра зросли до шістдесяти кома п'яти децибелів у першій точці та до п'ятдесяти семи кома семи децибелів у другій, що становить перевищення норм на десять кома п'ять та сім кома сім децибелів відповідно.

На території Набережної біля Київського річкового вокзалу виявлено критичний екологічний стан та постійне, хронічне порушення санітарно-гігієнічних вимог протягом усіх пір року. Потоки автомобільного транспорту на Набережному шосі генерують екстремальний шум, який природна екосистема через відсутність достатнього простору не здатна самотійно поглинути. Безпосередньо біля проїжджої частини у першій точці фактичні середні рівні шуму змінювалися від сімдесяти семи кома двох децибелів взимку до сімдесяти дев'яти кома двох децибелів восени, тоді як розрахунковий метод для зимового періоду показав ще вищу теоретичну цифру у вісімдесят три кома дев'ять децибелів. Абсолютне перевищення санітарної норми у цій точці становить від двадцяти семи до майже тридцяти чотирьох децибелів. Вглиб рекреаційної зони у другій точці через природне розсіювання звуку показники знижуються, але все одно залишаються аномально високими, сягаючи сімдесяти одного децибела за шумоміром та до сімдесяти шести децибелів за розрахунками, що перевищує норму на двадцять—двадцять шість децибелів. Такі показники за медико-екологічними критеріями класифікуються як сильний шум, який повністю нівелює рекреаційну цінність території під час відпочинку людей.

Оцінка відповідності показників Національного експоцентру України на ВДНГ підтвердила відносну екологічну стабільність цього об'єкта, хоча певний рівень антропогенного тиску тут також присутній через близькість великого проспекту. Протягом року середні рівні звукового тиску в першій точці коливаються в межах від шістдесяти трьох кома чотирьох до шістдесяти п'яти кома п'яти децибелів, а в другій точці становлять шістдесят чотири–шістдесят п'ять кома дев'ять децибелів. Порівняно з парковим нормативом спостерігається стабільне перевищення норми на тринадцять–шістнадцять децибелів, проте ці показники практично не виходять за граничний максимальний ліміт для міської забудови. Враховуючи велику площу території та значний відступ від магістралі, цей рівень шуму сприймається відвідувачами як помітний низькочастотний гул, який успішно маскується природними звуками густого лісопаркового масиву. Підсумовуючи результати оцінки, можна констатувати, що жодна з досліджуваних рекреаційних зон міста Києва не демонструє абсолютної всесезонної відповідності екологічному нормативу в кожній точці, що вимагає розробки цілеспрямованих заходів екологічного менеджменту.

Зведення практичних замірів шумоміра та теоретичних обчислень у єдину систему дозволяє чітко простежити, як змінюється акустичний режим міста Києва залежно від пори року. Проведене дослідження довело, що сезонність є одним із ключових екологічних факторів, який прямо впливає на рівень звукового тиску в рекреаційних зонах. При цьому характер цих змін на кожній із трьох локацій має свою індивідуальну специфіку.

1. Сезонні коливання на території Студентського скверу НУБіП України

Аналіз даних Студентського скверу показав чітку тенденцію до зростання рівня шуму з настанням холодів. У літній період середні значення в Точці 1 становили 49,5 дБА, а в Точці 2 — 48,6 дБА, що повністю вкладалося у межі державних санітарних норм (50 дБА). Восени показники незначно зросли (до 50,2 дБА та 49,2 дБА відповідно).

Проте взимку ситуація помітно погіршилася: рівень шуму піднявся до 60,5 дБА в першій точці та до 57,7 дБА в другій. Така динаміка пояснюється біологічними чинниками. Влітку густе листя дерев та чагарників працює як природний пористий екран, який поглинає та розсіює звукові хвилі від прилеглих доріг. Взимку, через повне скидання листяного покриву, цей захисний бар'єр зникає, через що автомобільний шум безперешкодно проникає вглиб скверу, спричиняючи перевищення норми на 7,7–10,5 дБА.

2. Сезонні коливання на Набережній біля Київського річкового вокзалу

Набережній властивий зовсім інший, антропогенний характер сезонності. Тут найвищі показники шуму зафіксовані не взимку, а в осінній період, коли середня цифра в Точці 1 досягла свого піку — 79,2 дБА. Це пов'язано з тим, що восени закінчується період літніх відпусток, відновлюється активний діловий та навчальний сезон, через що інтенсивність руху автомобілів на Набережному шосе зростає до максимуму (понад 3500 од./год).

Влітку рівень шуму був трохи нижчим (77,6 дБА в Точці 1 і 70,6 дБА в Точці 2) через меншу завантаженість доріг у сезон відпусток. Зимовий період на Набережній продемонстрував найнижчі показники за замірами шумоміра (77,2 дБА), що пов'язано зі зменшенням швидкості потоку машин через складні погодні умови (ожеледиця, сніг). Проте, розрахунковий метод Карагодіна для зими показав найвищу теоретичну цифру (83,9 дБА), оскільки формули враховують відсутність будь-яких перешкод, а Набережна є відкритим простором, де звукові хвилі взимку додатково відбиваються від замерзлої поверхні води та жорсткого асфальту. На цій локації державна норма у 50 дБА хронічно перевищена в усі сезони більш ніж на 20–25 децибел.

3. Сезонні коливання на території Національного експоцентру України (ВДНГ)

Територія ВДНГ продемонструвала найбільш стабільні та екологічно сприятливі показники серед усіх локацій, що підтверджує важливість правильного просторового планування. У літній та осінній періоди середній

рівень шуму в Точці 1 тримався на рівні 65,2–65,5 дБА, а в Точці 2 — 65,1–65,9 дБА.

Головною особливістю цієї локації є те, що взимку рівень шуму тут не зріс, а навпаки, знизився до мінімальних 63,7 дБА (Точка 1) та 63,3 дБА (Точка 2). Це безпосередньо пов'язано з великою дистанцією від головного входу та проспекту Академіка Глушкова (130 та 210 метрів відповідно). Потужні буферні лісопаркові масиви ВДНГ, які містять велику кількість хвойних порід дерев, зберегли свою шумопоглинальну функцію навіть у безлистяний період. Крім того, взимку на ВДНГ різко падає кількість внутрішніх джерел шуму (парк атракціонів, літні майданчики кафе, великі потоки відвідувачів), що дозволило цій рекреаційній зоні залишитися відносним «островом тиші» на тлі загального міського гулу.

3.2 Рекомендації щодо оптимізації акустичного режиму та підвищення екологічного потенціалу досліджуваних рекреаційних зон

На основі проведених натурних вимірювань, теоретичних розрахунків затухання звукової енергії та детального аналізу сезонних коливань шумового навантаження було сформовано комплекс практичних екологічних та ландшафтно-планувальних рекомендацій для досліджуваних територій. Для того щоб забезпечити належний акустичний комфорт міщан, необхідно відійти від практики створення пасивних візуальних бар'єрів і перейти до формування складних багатоярусних систем зелених перешкод на межах рекреаційних зон, які безпосередньо межують із завантаженими магістралями. Зокрема, на Набережній біля Київського річкового вокзалу доцільно висаджувати щільні лісопаркові смуги, що поєднують високорослі дерева першої величини з густим чагарниковим підліском. У такому випадку рослинність діятиме як природний пористий матеріал, де за рахунок тертя повітряних мас у міжлистовому просторі кінетична енергія звуку перетворюватиметься на теплову, знижуючи рівень транспортного шуму на п'ять–дванадцять децибелів.

Оскільки під час міжсезонного моніторингу було чітко виявлено погіршення акустичного режиму взимку через скидання листяного покриву, майбутня ландшафтна структура парків обов'язково має враховувати фактор всесезонної ефективності. Для цього у Студентському сквері НУБіП України та на ділянках ВДНГ необхідно оптимізувати видовий склад дендрофлори шляхом суттєвого збільшення частки вічнозелених хвойних порід дерев, таких як ялина, туя або сосна. Комбінування хвойних та листопадних рослин дозволить підтримувати стабільну щільність крони та забезпечить якісне розсіювання і поглинання звуку протягом усього року, повністю нейтралізуючи зимові сплески шумового забруднення.

Зважаючи на математичні залежності формули Карагодіна, де коефіцієнт підстильної поверхні варіюється від 0,9 для жорсткого асфальтобетону до 1,1 для м'якого пористого газону, архітектурне планування зон відпочинку має мінімізувати площу суцільного мощення. При благоустрої територій, особливо на Набережній біля Київського річкового вокзалу, необхідно збільшувати площу відкритих ґрунтово-газонних поверхонь та геопластики навколо лав і прогулянкових доріжок, а також замінювати суцільний асфальт на перфоровану екоплитку з інтегрованою травою.

Додатково, управління рекреаційними ландшафтами має включати інструменти суб'єктивного покращення сприйняття середовища за рахунок ефекту психоакустичного маскування. Насичення територій Студентського скверу та ВДНГ елементами, що генерують приємні природні звуки, як-от штучними декоративними фонтанами або густими кронами дрібнолистих дерев, які шелестять від вітру, допоможе залучити на ділянки птахів. Орнітологічні та природні звуки парку здатні частково або повністю перекрити подразнюючу дію монотонного низькочастотного гулу автомагістралей, що значно підвищить рекреаційну цінність цих об'єктів.

У тих зонах, де через містобудівні обмеження неможливо посадити широку смугу дерев, а рівні шуму критично перевищують санітарні норми, як на перших лініях лав біля проїжджої частини Набережної, рекомендується застосовувати

комбінований метод. Він передбачає встановлення малих архітектурних форм, підпірних стінок або легких штучних шумозахисних екранів, які декоровані вертикальним озелененням, наприклад дівочим виноградом. Таке рішення дозволить досягти ефекту надійної акустичної тіні із зниженням рівня звукового тиску до двадцяти п'яти децибелів, повністю зберігаючи при цьому естетичний вигляд та екологічну цілісності рекреаційного простору столиці.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі на основі проведених теоретичних та натурних екологічних досліджень вирішено важливе науково-практичне завдання, що полягає в оцінці сезонної та добової динаміки шумового навантаження в парках і рекреаційних комплексах міста Києва. Результати проведеного аналізу наукової літератури та чинної нормативно-правової бази свідчать, що проблема акустичного забруднення селітебних і відпочинкових територій в умовах сучасного мегаполіса є надзвичайно гострою. Аналіз Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» та Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму дозволив встановити чіткі межі екологічної безпеки для паркових зон, де гранично допустимий рівень звукового тиску в денний час чітко обмежений 50 дБ. Огляд вітчизняних та закордонних публікацій підтвердив, що більшість існуючих містобудівних моделей екологічного моніторингу не приділяють достатньої уваги саме факторам сезонних змін стану рослинного покриву, що робить дане дослідження високоактуальним.

У ході детальної характеристики джерел шумового навантаження було доведено, що основним деструктивним чинником для міських рекреаційних зон є антропогенний вплив, а саме зовнішні потоки автомобільного транспорту на прилеглих магістралях, що генерують стабільний низькочастотний гул. Проте внутрішнє наповнення паркових просторів також формує специфічні джерела звуку, до яких належать робота атракціонів, звукове обладнання літніх терас кафе, господарська діяльність та безпосередньо самі концентровані потоки відвідувачів. Оцінка цих джерел показала, що їхній вплив є нерівномірним протягом року і суттєво залежить від специфіки ландшафтно-планувальної структури кожної окремої рекреаційної території.

Виконаний порівняльний аналіз сезонних змін виявив чітку залежність акустичного режиму від біологічного стану дендрофлори та інтенсивності людської діяльності. На території Студентського скверу Національного університету біоресурсів і природокористування України виявлено погіршення

ситуації взимку, коли через скидання листяного покриву рівень шуму зріс з безпечних 49 дБ до понад 60 дБ. Набережній біля Київського річкового вокзалу притаманний інший характер сезонності, де пікові навантаження у 79 дБ зафіксовані восени через максимальну завантаженість транспортної мережі в діловий сезон. Водночас територія Національного експоцентру України на ВДНГ продемонструвала дещо інший характер змін, де в зимовий період середні значення звукового тиску зросли до 70,3 дБ у першій точці та 68,1 дБ у другій точці. Хоча великий просторовий відступ від головного проспекту та щільні захисні масиви з високою часткою хвойних порід дерев частково стримували зовнішній транспортний шум, загальне підвищення фону взимку на цій локації відбулося через специфіку зимового облаштування території Експоцентру, зокрема роботу святкових локацій, зимових розважальних зон, критичну концентрацію відвідувачів та додаткове відбиття звукових хвиль від замерзлих і щільних снігових поверхонь.

Комплексний аналіз дозволив чітко встановити багатofакторну залежність рівнів шуму від природних, антропогенних та кліматичних умов, які діють у синергії. Природні біологічні чинники, зокрема наявність вегетаційного листяного апарату або пористість підстильного газонного покриву, виступають головними природними регуляторами, що здатні гасити кінетичну енергію звуку на 5-20 дБ.

Оцінка відповідності отриманих екологічних показників державним санітарним нормам засвідчила наявність системних відхилень на всіх досліджуваних ділянках. Жодна з рекреаційних зон міста Києва не продемонструвала абсолютної всесезонної відповідності нормативу у п'ятдесят децибелів у кожній контрольній точці. Студентський сквер НУБіП України порушує встановлені ліміти виключно в зимовий період, перевищуючи їх на 7-10 дБ. Територія ВДНГ демонструє помірне, але стабільне протягом року перевищення на 13-16 дБ, яке не виходить за максимально допустимі межі міської забудови. Критична екологічна ситуація виявлена на Набережній, де безпечний санітарний рівень хронічно перевищено на 27-34 дБ в усі пори року,

що повністю нівелює оздоровчу цінність цієї зони та створює серйозні ризики для соматичного здоров'я громадян.

Для зниження шумового тиску рекомендовано відійти від створення пасивних бар'єрів і перейти до проектування складних багатоярусних зелених смуг із обов'язковим збільшенням частки вічнозелених хвойних порід дерев. У зонах із жорсткими містобудівними обмеженнями, зокрема на перших лініях Набережної, доцільно впроваджувати комбіновані інженерно-екологічні методи, що передбачають встановлення малих архітектурних форм та штучних акустичних екранів, густо декорованих вертикальним озелененням дівочого винограду.

Реалізація запропонованих заходів дозволить суттєво знизити антропогенний пресинг, захистити рекреаційний потенціал столиці та забезпечити належний рівень акустичного комфорту міського населення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Нестереко С. В. Дослідження впливу джерел шуму в міському середовищі. *Construction, materials science, mechanical engineering*. 2018. № 105. С. 88–93. URL: <https://doi.org/10.30838/p.cmm.2415.250918.88.135> (дата звернення: 08.10.2025).
2. Detection of anomalous noise events for real-time road-traffic noise mapping: the dynamap's project case study / F. Alías et al. *Noise mapping*. 2018. Vol. 5, no. 1. P. 71–85. URL: <https://doi.org/10.1515/noise-2018-0006> (дата звернення: 08.10.2025).
3. Dorozhko Y. Noise pollution of the territories adjacent to the automobile road and some means of fighting it. *Bulletin of kharkov national automobile and highway university*. 2023. Vol. 1, no. 103. P. 176. URL: <https://doi.org/10.30977/bul.2219-5548.2023.103.1.176> (дата звернення: 08.10.2025).
4. Evaluation of exposure to road traffic noise: effects of microphone height and urban configuration / D. Montes González et al. *Environmental research*. 2020. Vol. 191. P. 110055. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110055> (дата звернення: 08.10.2025).
5. Khitrov I. Research of the noise load of vehicles. *Collection of scientific works of the ukrainian state university of railway transport*. 2024. No. 208. P. 188–197. URL: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.208.2024.308646> (дата звернення: 08.10.2025).
6. Myroniuk O., Shevchuk V., Tsenyukh Y. Research of vehicle noise load. *Bulletin of lviv national agrarian university. agroengineering research*. 2020. Vol. 24, no. 1. P. 152–159. URL: <https://doi.org/10.31734/agroengineering2020.24.152> (дата звернення: 08.10.2025).

7. Noise attenuation varies by interactions of land cover and season in an urban/peri-urban landscape / J. M. Gaudon et al. *Urban ecosystems*. 2022. URL: <https://doi.org/10.1007/s11252-021-01194-4> (дата звернення: 08.10.2025).
8. Maksymenko A. V., Klimova I. V. Reducing the level of acoustic pollution generated by road transport. *Environmental safety and natural resources*. 2024. Vol. 52, no. 4. P. 81–91. URL: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2024.4.81-91> (дата звернення: 06.05.2026).
9. Noise pollution in the city of Melitopol and ways to reduce it (2017–2018) / O. Koshelev et al. *Ecological sciences*. 2021. Vol. 37, no. 4. P. 121–133. URL: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.4-37.18> (дата звернення: 08.10.2025).
10. Poddar. A. Noise pollution control and in re noise pollution case. *International journal of advanced research*. 2017. Vol. 5, no. 4. P. 1544–1550. URL: <https://doi.org/10.21474/ijar01/3979> (дата звернення: 08.10.2025).
11. Sahin C. K., Onay B., Sava B. Noise pollution analysis of reserved areas: case study of the isparta ayazmana promenade area. *Journal of applied life sciences international*. 2021. P. 10–18. URL: <https://doi.org/10.9734/jalsi/2021/v24i430230> (дата звернення: 08.10.2025).
12. Study of the level of noise pollution from motor vehicles on the roads of the Dnipropetrovs'k region / V. Hilov et al. *Ecological sciences*. 2022. Vol. 41, no. 2. P. 52–55. URL: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.9> (дата звернення: 08.10.2025).
13. Tackling noise: technology integration for improved noise pollution monitoring / I. Estrella et al. *Environmental health insights*. 2024. Vol. 18. URL: <https://doi.org/10.1177/11786302241235013> (дата звернення: 08.10.2025).
14. Temporal and seasonal variations of noise pollution in urban zones: a case study in Pakistan / S. Munir et al. *Environmental science and pollution research*. 2021. URL: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12738-8> (дата звернення: 08.10.2025).
15. Types, sources, socioeconomic impacts, and control strategies of environmental noise: a review / Z. U. R. Farooqi et al. *Environmental science and*

pollution research. 2022. URL: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23328-7> (дата звернення: 08.10.2025).

16. Xing Y., Brimblecombe P. Traffic-derived noise, air pollution and urban park design. *Journal of urban design*. 2020. Vol. 25, no. 5. P. 590–606. URL: <https://doi.org/10.1080/13574809.2020.1720503> (дата звернення: 08.10.2025).

17. Гринчишин Н. М., Шуплат Т. І., Жоріна О. О. Шумове забруднення магістральних вулиць центральної частини міста Львова. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, 24, (2021). С. 6–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.32447/20784643.24.2021.01> (дата звернення: 08.10.2025).

18. Державні санітарні норми допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови. [Чинні від 2019-04-16]. Вид. офіц. Київ : Міністерство охорони здоров'я України, 2019. 8 с. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text> (дата звернення: 08.10.2025).

19. Коваленко Л. О. Визначення рівнів шуму на магістралях та вулицях міста. Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». 2014. Вип. №46. С. 252-256. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=Nn_2014_46_42

20. Житкевич Я. Я., Полетаєва Л. М. Дослідження впливу шуму на людину та на навколишнє середовище//Мат. IV Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічні проблеми навколишнього середовища та 62 раціонального природокористування в контексті сталого розвитку» (Херсон 21-22 жовтня 2021 р.). С. 103-105.

21. ISO 11690-1:2005. Acoustics – Recommended practice for the design of low-noise workplaces containing machinery – Part 1: Noise control strategies.

International Organization for Standardization.
<https://www.iso.org/standard/31393.html>

22. Левинська Х. В., Кочмар І. М. Джерела шумового навантаження малих міст. Збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Довкілля. Енергозбереження» (1-2 грудня 2022 року, Полтава). Полтава : НУПП, 2022. С. 153 – 155. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/handle/123456789/11612>

23. Stansfeld S. A., Shipley M. (2015). Noise sensitivity and future risk of illness and mortality // Science of the Total Environment. Vol. 520. P. 114–119. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.03.053

24. Захист від шуму та вібрації : ДБН В.1.2-10:2021. — [На заміну ДБН В.1.1-31:2013 ; чинний від 2022-01-01]. — Київ : Мінрегіон України, 2021. — 107 с. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074182588647081328?doc_type=2

25. Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будівель і на території житлової забудови : Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 22.02.2019 № 463. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text> (дата звернення: 06.05.2026).

26. О. В., Федоренко Ю. М. Аналіз методів та засобів контролю шуму. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті* : матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Луцьк, 25 трав. 2023 р.). Луцьк : ЛНТУ, 2023. С. 69–70. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/items/c553b04a-f448-486f-af6d-7f4879a68af2>

27. Шкапець Д. В. Роль шумового забруднення в екологічному стані урбанізованих територій. *Вісник Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка*. Серія : Екологія. Біологічні науки. 2011. Вип. 3. С. 198–202. URL: http://elcat.pnpu.edu.ua/docs/visnuk_3%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%BC.pdf#page=198

28. Гілета Л. Місце й особливості акустичного навантаження в екологічному стані великих урбоєкосистем. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2014. Вип. 45. С. 185–191. URL: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57912612/21._%D0%93%D1%96%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%B0-libre.pdf
29. Про систему громадського здоров'я : Закон України від 06.09.2022 № 2573-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text>
30. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення : Закон України від 24.02.1994 № 4004-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text>
31. Царик П. Л. До оцінки рекреаційного потенціалу і навантажень на природні комплекси Національного природного парку «Дністровський каньйон». *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Серія : Географія. 2013. № 1. С. 169–174. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPUg_2013_1_28
32. Моніторинг рівнів рекреаційного навантаження на природні оселища міста Києва та особливості їх екологічного картографування (на прикладі Солом'янського ландшафтного парку) / О. І. Бондар та ін. *Екологічні науки*. 2024. № 3 (54). С. 7–12. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.3-54.1>.
33. Дослідження акустичного навантаження від транспортного потоку на прикладі міста Хмельницького / Н. Г. Міронова та ін. *Дороги і мости : зб. наук. пр.* 2021. Вип. 24. С. 193–205. DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2021.24.193>.
34. Методичні підходи до оцінки внеску шуму автотранспорту в акустичне навантаження на населення у житлових приміщеннях / П. В. Семашко та ін. *Гігієна населених місць*. 2025. Вип. 75. С. 57–62. DOI: <https://doi.org/10.32402/hygiene2025.75.057>.
35. Шейкіна О. Ю., Мислюк О. О. Акустичне забруднення селітебного середовища міста від транспортних потоків. *Вісник Кременчуцького*

національного університету імені Михайла Остроградського. 2007. Вип. 5 (46), ч. 1. С. 144–147. URL: <https://er.chdtu.edu.ua/handle/ChSTU/3019>

36. Дослідження впливу джерел шуму в міському середовищі / О. І. Самохвалова та ін. *Строительство, материаловедение, машиностроение* : сб. науч. тр. Днепр : ПГАСА, 2018. Вып. 105. С. 88–93. (Серия «Безопасность жизнедеятельности»). DOI: <https://doi.org/10.30838/P.CMM.2415.250918.88.135>.

37. Охорона праці та цивільний захист : підручник / О. Г. Левченко та ін. ; за ред. О. Г. Левченка. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. С. 109–118. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/8adcda5a-e28a-462e-8fe4-cc3f81012acb/content> (дата звернення: 19.05.2026).

ДОДАТКИ

Додаток А

Участь у V Всеукраїнській науково-практичній конференції

УДК 504.6:534.322.3:379.84:630*27

АНАЛІЗ СЕЗОННИХ КОЛИВАНЬ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ В ПАРКАХ І РЕКРЕАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСАХ

Голубица А., студентка 4 курсу, факультету захисту рослин, біотехнологій та екології

Павлюк С.Д., к.с.-г. наук, доцент кафедри екології агрофери та екологічного контролю

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Сучасна урбанізація супроводжується зростанням ступеня автомобілізації. Скупчення великої кількості транспортних засобів на відносно обмеженій площі міста призводить до домінуючого впливу транспорту на шумовий стан урбанізованих ділянок і породжує екологічну проблему шумового забруднення з різними інтенсивностями навантаження [1].

Шумом ми можемо називати збільшену кількість негармонічних шумів, що розкладаються у різних частотах, перекриваються один з одним і викликають коливання частинок навколишнього середовища, а також сприймаються вухом як дискомфортні та небажані звуки. Але коли звук може стати шумом? Для оцінки рівня шуму застосовують спеціальний прилад — шумомір, який реєструє гучність у одиницях децибел (дБ). Виявилося, що звук з інтенсивністю від 30 до 70 дБ сприймається людським організмом без особливих шкод. Наприклад: шепіт має інтенсивність приблизно 20 дБ, шелест трави або листя — 20-30 дБ, а сирена швидкої допомоги — 120 дБ. Крім того, важливим фактором є тривалість дії такого подразника, адже протягом певного періоду впливу він може негативно позначитися на нашому психічному та фізичному стані [2].

Метою нашої роботи є аналіз сезонних коливань шумового забруднення в парках і рекреаційних комплексах та виявлення факторів, які визначають рівень акустичного комфорту в різні пори року.

У весняно-літній період рекреаційні території характеризуються максимальною відвідуваністю. Саме в цей час люди прагнуть більше перебувати на свіжому повітрі, відбуваються культурні та спортивні заходи, активно функціонують атракціони, майданчики для дозвілля та вуличні заклади харчування. Усе це призводить до підвищеного рівня антропогенного шуму, який може значно перевищувати комфортні показники.

Восени та взимку ситуація змінюється. Через зниження температури й несприятливі погодні умови кількість відвідувачів зменшується, що автоматично знижує інтенсивність шумових потоків від людей. У той же час більш виразними стають інші джерела — транспортні артерії, розташовані поряд із парками, технічне обладнання інфраструктури, системи опалення чи інші міські процеси. Таким чином, навіть за зменшення відвідуваності проблема акустичного дискомфорту не зникає, а лише набуває іншого характеру.

Вивчення таких сезонних коливань дає змогу простежити закономірності формування шумового середовища та оцінити його вплив на відпочивальників. Ці

Участь у XII Міжнародній науково-практичній конференції

УДК 52-383(477.411)

МОНІТОРИНГ СЕЗОННОЇ ДИНАМІКИ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОН МІСТА КИЄВА

Дерменко А.О., студентка 4 курсу факультету захисту рослин, біотехнологій та екології

Павлюк С.Д., к.с.-г. наук, доцент кафедри екології агросфери та екологічного контролю

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Сучасний етап розвитку глобалізованого суспільства характеризується стрімкою інтенсифікацією урбанізаційних процесів, що неминуче призводить до посилення антропогенного тиску на компоненти навколишнього природного середовища. Серед комплексу фізичних чинників впливу особливої актуальності набуває проблема шумового забруднення, яке в умовах щільної міської забудови стає одним із провідних детермінантів екологічної безпеки та якості життя населення. Акустичний дискомфорт, зумовлений передусім функціонуванням потужних транспортних систем, вимагає розробки та впровадження інноваційних підходів до моніторингу та управління станом рекреаційних територій [2].

Ефективне функціонування паркових комплексів та ландшафтних зон загального користування як «акустичних оаз» безпосередньо залежить від ряду динамічних факторів,

Аналіз даних свідчить про пряму залежність між щільністю трафіку та рівнями звукового тиску. Найбільш критичні показники зафіксовані на локації «Набережна»: у літній та зимовий періоди рівень шуму досягав 73,4–74,2 дБА [1], що перевищує санітарні норми. У межах Студентського скверу зафіксовано ефект просторової дифузії звуку: восени показники становили 47,8–52,1 дБА. Взимку відзначено зростання шуму до 56,2 дБА, що пояснюється зниженням екранувальної здатності дендрофлори через відсутність листя. Територія ВДНГ продемонструвала пікові навантаження у вечірні години (до 73,4 дБА) через антропогенний чинник.

Отримані результати підтверджують, що сезонні коливання шумового ландшафту є мультифакторним процесом. Отримані результати можуть слугувати науковим підґрунтям для розробки комплексу заходів з екологічного менеджменту та оптимізації акустичного режиму досліджуваних територій у системі сталого розвитку міського середовища.

Список використаних джерел:

1. Державні санітарні норми допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови: Наказ МОЗ України від 01.01.2019 р. № 463.
2. Екологія міста / За ред. Стольберга Ф.В.: Підручник. Київ: Лібра, 2000. 464 с.