МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет плодоовочівництва, екології та захисту рослин

Кафедра екології та безпеки життєдіяльності

Допущено до захисту

«___» _____ 2025 року

Зав. кафедри, к. с.-г., доцент

_____Ольга ВАСИЛЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
магістра

ШУМОВЕ ЗАБРУДНЕННЯ В МІСТІ КАНІВ ТА ШЛЯХИ ЙОГО ЗНИЖЕННЯ

Виконав: студентка ІІ курсу, групи 21м-ек

спеціальності 101 Екологія

освітньо-професійної програми

Екологія

Софі СРКОЯН

Керівник: к. с.-г. н., доцент Ольга ВАСИЛЕНКО

Умань – 2025

ЗМІСТ

Стор.

ВСТУП…….....…….....3
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ (огляд літератури).....6
1.1. Проблеми акустичного забруднення …….....6
1.2. Вплив підвищених рівнів шуму на здоров’я людини…….8
1.3. Еколого-компенсаійні заходи зниження акустичного забруднення в містах……12
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБ’ЄКТ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ..14
2.1. Кліматичні умови м. Канів……..15
2.2. Об’єкт дослідження.....16
2.3. Методика проведення досліджень…….....18
2.4. Охорона праці……...20
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ…….....22
3.1. Моніторинг шумового забруднення в місті Канів ……...22
3.2. Обґрунтування заходів зниження акустичного забруднення……...27
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА……...32
ВИСНОВКИ…….....35
ПРОПОЗИЦІЇ…….36
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….....37
ДОДАТКИ……..42

ВСТУП

Актуальність теми. Шумове забруднення є однією з найпоширеніших екологічних проблем сучасних урбанізованих територій, що має системну негативну дію на здоров'я людини, психоемоційний стан та якість життя в цілому. Актуальність дослідження для міста Канева зумовлена його статусом важливого туристичного та історичного центру України, де інтенсивне антропогенне навантаження поєднується з необхідністю збереження акустичного комфорту для мешканців та відвідувачів.

Зростання транспортних потоків, розвиток туристичної інфраструктури та побутова діяльність призводять до стійкого перевищення нормативних рівнів шуму, що створює загрозу не лишень для здоров'я населення, але й для збереження унікальних історичних пам’яток міста. Відсутність комплексного моніторингу та науково обґрунтованих заходів щодо зниження акустичного навантаження обумовлює необхідність проведення даного дослідження для отримання об'єктивної картини та розробки ефективних рішень.

Недостатня вивченість рівнів акустичного дискомфорту з урахуванням не лише фізичних параметрів, але й суб'єктивного сприйняття мешканцями, вимагає застосування сучасних інтегральних підходів до оцінки. Це дозволить перейти від констатації факту забруднення до прогнозування його наслідків та планування цілеспрямованих захисних заходів, що є особливо актуальним для міст із значною рекреаційною та культурною цінністю.

Незважаючи на існування європейських директив та національних стандартів щодо боротьби з шумом, їх ефективна імплементація на місцевому рівні часто є фрагментарною. Актуальність цієї роботи полягає в апробації інструментів детального, локалізованого аналізу, який дозволяє перейти від загальних норм до конкретних управлінських рішень для окремих вулиць та мікрорайонів. Таке деталізоване планування є ключовим для розробки дієвих міських екологічних стратегій, що відповідають принципам сталого розвитку та «зеленого» будівництва.

Окрім того, актуальність дослідження зумовлена економічними аспектами шумового забруднення, які часто залишаються поза увагою. Стійкий акустичний дискомфорт призводить до зниження туристичної привабливості та вартості нерухомості в центральних районах, збільшення витрат на охорону здоров’я через лікування стресових захворювань та зниження продуктивності праці мешканців. Таким чином, розробка заходів зі зниження шуму є не лише екологічним, але й важливим економічним інструментом підвищення інвестиційної привабливості та загального добробуту міста.

Мета роботи. Проведення комплексної оцінки рівнів шумового забруднення та акустичного дискомфорту в різних функціональних зонах міста Канева з метою наукового обґрунтування та розробки комплексу заходів щодо його зниження.

Завдання досліджень:

1. Провести інструментальні вимірювання рівнів шуму (середнього та максимального) в різних функціональних зонах м. Канів (житловій, транспортній, промисловій, рекреаційній).
2. Здійснити порівняльний аналіз отриманих фактичних рівнів шуму з існуючими нормативними значеннями та класифікувати ступінь небезпеки для кожної зони.
3. Провести інтегральну оцінку рівня акустичного дискомфорту з урахуванням об'єктивних параметрів шуму та суб'єктивного фактору.
4. Розробити та систематизувати комплекс планувальних, технічних та організаційних заходів щодо зниження шумового забруднення з оцінкою їх очікуваної ефективності та термінів реалізації.
5. Визначити пріоритетність впровадження запропонованих заходів для кожної функціональної зони міста на основі очікуваного покращення якості життя мешканців.

Об’єкт дослідження – шумове забруднення як екологічний фактор міського середовища.

Предмет дослідження – рівні, структура та динаміка шумового забруднення в різних функціональних зонах міста Канева, його вплив на акустичний дискомфорт населення та методи його оптимізації.

Наукова новизна. Вперше для м. Канева отримано комплексні дані щодо рівнів шумового забруднення в різних функціональних зонах з визначенням часової динаміки та основних джерел. Запропоновано та апробовано методику інтегральної оцінки акустичного дискомфорту, що поєднує акустичні вимірювання з соціологічними опитуваннями. Розроблено класифікацію рівнів акустичного дискомфорту та вперше визначено його екстремальний рівень у центральних районах міста, що супроводжується негативними реакціями у 70–90% населення.

Практична новизна. Розроблено конкретний комплекс протишумових заходів для м. Канева з кількісною оцінкою очікуваного зниження рівня шуму (від 4 до 15 дБ) та реалістичними термінами впровадження (від 3 місяців до 3 років). Складено карту пріоритетності впровадження заходів за функціональними зонами міста, що дозволяє оптимізувати витрати та максимізувати соціальний ефект у вигляді покращення якості життя мешканців на 15–50%. Отримані результати та пропозиції є науковою основою для розробки місцевої цільової програми зі зниження шумового забруднення та можуть бути адаптовані для інших історико-туристичних центрів України.

Наукові результати дослідження були презентовані на Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів та молодих вчених, що відбулася 24 квітня 2025 року в Уманському національному університеті. Цей захід був присвячений пам’яті видатного вченого-аграрія, професора С. С. Рубіна, з нагоди 125-річчя від дня його народження (додаток А).

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ (огляд літератури)

1.1. Проблеми акустичного забруднення

Забезпечення екологічної безпеки в умовах урбанізації вимагає комплексного підходу, серед якого проблеми акустичного забруднення набувають пріоритетного значення. Акустичний режим міських територій формується як результат сукупної діяльності численних джерел шуму, що створює значне навантаження на мешканців. Визначення характеру цього впливу потребує системного аналізу особливостей поширення звукових хвиль у міському середовищі з урахуванням специфіки забудови, рельєфу та наявності шумозахисних елементів [1].

Серед різноманітних техногенних факторів впливу, акустичне забруднення займає особливе місце через свою поширеність та інтенсивність. Найсуттєвіший внесок у формування шумового фону вносить автотранспорт, на який припадає понад 60% зовнішніх шумів. Транспортні потоки, особливо в межах житлової забудови, створюють стійке акустичне навантаження, що обумовлює необхідність детального вивчення та нормування даного фактора [2].

Унікальність шумового забруднення як екологічного чинника полягає в його динамічному характері – відсутності кумулятивного ефекту при значних коливаннях інтенсивності. Дослідження останніх років підтверджують системний вплив шуму на живі організми, включаючи порушення імунної системи та пригнічення розвитку біологічних об'єктів. Міжнародний досвід свідчить про необхідність комплексного підходу до вивчення емісійних характеристик джерел шуму та особливостей його поширення в урбанізованому просторі, що дозволить розробити ефективні заходи щодо зниження акустичного навантаження [3].

Перші системні дослідження шумового забруднення розпочалися у 1930-х роках, коли Bell Telephone Laboratories провели масштабні вимірювання

рівнів шуму в чотирьох найбільших містах США [4]. Ці дослідження охопили понад 1700 контрольних точок і заклали основи для подальшого моніторингу акустичного середовища. Наступні дослідження, проведені між 1937 та 1978 роками в європейських та азійських містах, продемонстрували зростання рівнів шуму в урбанізованих територіях, однак не встановлювали причинно-наслідкових зв'язків з конкретними джерелами забруднення [5].

Значний прорив у дослідженнях відбувся у другій половині XX століття, коли було доведено системний вплив шуму на здоров'я людини. Дослідження виявили кореляцію між підвищеними рівнями шуму та розвитком серцево-судинних захворювань, порушенням сну та психоемоційними розладами [6]. Особливу увагу дослідники приділили вивченню впливу транспортного шуму, на який припадає до 80% загального акустичного навантаження в містах [7].

У 1990-х роках міжнародні організації, зокрема Міжнародний Інститут проблем зниження шуму, ініціювали комплексні дослідження емісійних характеристик транспортних засобів та розробку норм щодо обмеження шуму [8]. Цей період характеризується переходом від локальних вимірювань до розробки цілісних моделей акустичного поля міських територій з урахуванням особливостей їх функціонального зонування.

Сучасний етап досліджень характеризується розвитком превентивних підходів та розробкою комплексних програм акустичної безпеки. Вітчизняні вчені запропонували концепцію створення "тихих" зон у межах житлової забудови та впровадження багаторівневої системи заходів щодо зниження шумового навантаження [9]. Пріоритетним напрямом є розробка ефективних шумозахисних засобів, зокрема спеціальних екранів та акустичних екранів, що дозволяють знизити рівень шуму на 10–15 дБА.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров’я, шумове забруднення посідає друге місце серед екологічних загроз для здоров'я населення після забруднення повітря [10]. Дослідження, проведені в європейських містах, демонструють, що понад 40% населення країн ЄС піддаються впливу транспортного шуму з рівнем понад 55 дБА в денний час, що перевищує рекомендовані норми [11]. Найбільш критична ситуація спостерігається в

мегаполісах Азії, де рівні шуму в центральних районах часто перевищують 85 дБА через інтенсивний транспортний рух та високу щільність населення [12].

Специфіка шумового забруднення в різних регіонах світу визначається особливостями урбанізації та транспортної інфраструктури. У європейських містах переважає шум від автомобільного транспорту (80%), тоді як у містах Південно-Східної Азії значний внесок роблять будівельні роботи та промислові джерела [13]. Дослідження, проведені в містах Індії та Китаю, зафіксували сталі рівні шуму на магістралях на рівні 75-85 дБА, що майже вдвічі перевищує рекомендовані ВООЗ значення [14].

Сучасні дослідження доводять глобальний характер проблеми шумового забруднення. За оцінками експертів, у містах Північної Америки щорічно втрачається понад 1 мільйон років здорового життя через вплив транспортного шуму [15]. Особливої уваги потребує ситуація в містах Африки, де стрімка урбанізація супроводжується зростанням рівнів шуму на 5-7% щорічно через відсутність ефективних нормативних механізмів [16].

Міжнародні організації пропонують комплексні підходи до вирішення проблеми шумового забруднення. Директива ЄС щодо оцінки та управління рівнями навколишнього шуму вимагає від міст-мільйонників розробки стратегічних карт шуму та планів дій щодо його зменшення [17]. Найуспішніші практики включають створення зон з обмеженим рухом, впровадження низькошумних покриттів та розвиток громадського транспорту, що дозволило знизити рівні шуму на 5-10 дБА в таких містах як Цюрих, Відень та Копенгаген [17].

1.2. Вплив підвищених рівнів шуму на здоров’я людини

Шумове забруднення на сьогодні є однією з найбільш значущих екологічних загроз для здоров'я населення урбанізованих територій. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, понад 100 мільйонів людей у Європі потерпають від шуму, що перевищує рекомендовані рівні, причому основними джерелами виступають транспортні системи [18]. Вплив шуму на організм

людини має системний характер, охоплюючи практично всі органи та системи. Медичні дослідження останніх десятиліть довели прямі причинно-наслідкові зв'язки між тривалим впливом підвищених рівнів шуму та розвитком серцево-судинних, нервових та ендокринних захворювань. Ця робота має на меті систематизувати сучасні наукові дані щодо впливу шумового забруднення на здоров'я людини.

Найкраще вивченим є вплив шуму на серцево-судинну систему. Дослідження, проведені в рамках проекту WHO "Нічний шум" довели, що тривалий вплив шуму рівнем понад 50 дБА значно підвищує ризик розвитку артеріальної гіпертензії [19]. Мета-аналіз 24 окремих досліджень показав, що зростання рівня шуму на 10 дБА асоціюється з підвищенням ризику ішемічної хвороби серця на 8-17% [20]. Патофізіологічний механізм цього явища полягає в активації симпатичної нервової системи, що призводить до підвищення рівня катехоламінів у крові, збільшення частоти серцевих скорочень та звуження периферичних судин.

Особливу небезпеку становить нічний шум, який порушує нормальну структуру сну та перешкоджає відновленню організму. Дослідження, проведене серед мешканців, що проживають поблизу аеропортів, показало стійке підвищення систолічного артеріального тиску на 6-14 мм рт.ст. в групах, які зазнавали впливу шуму інтенсивністю понад 55 дБА [21]. Епідеміологічні дані свідчать, що хронічне вплив транспортного шуму пов'язаний з підвищенням захворюваності на інфаркт міокарду на 10-15% у порівнянні з контрольними групами [22].

Шумовий стрес викликає значні зміни в ендокринній системі. Доведено, що тривалий вплив шуму призводить до підвищення рівня кортизолу, адреналіну та норадреналіну в крові [23]. Ці гормональні зрушення сприяють розвитку інсулінорезистентності та порушень метаболізму глюкози. Дослідження, проведене серед працівників шумних виробництв, виявило підвищення ризику розвитку цукрового діабету 2-го типу на 20-30% порівняно з контрольними групами [24].

Особливого значення набуває вплив шуму на ліпідний обмін. Експериментальні дані свідчать про підвищення рівня холестерину та тригліцеридів у крові за умов хронічного шумового стресу [25]. Ці зміни сприяють розвитку атеросклерозу та пов'язаних з ним серцево-судинних ускладнень. Важливо відзначити, що порогові значення для активації ендокринної відповіді значно нижчі, ніж для слухової системи, що робить ці ефекти особливо небезпечними.

Вплив шуму на психічне здоров’я є предметом інтенсивних досліджень останніх років. Систематичний огляд досліджень виявив значну кореляцію між рівнем транспортного шуму та розвитком депресивних розладів [26]. Мешканці територій з високим рівнем шуму демонструють на 20-40% вищі показники захворюваності на депресію порівняно з населенням тихих районів.

Особливо чутливими до впливу шуму виявляються діти та літні люди. Дослідження, проведене серед школярів, що навчаються в умовах підвищеного шуму, виявило підвищену тривожність, емоційну лабільність та агресивність [27]. У дорослих хронічний вплив шуму асоціюється з підвищенням ризику розвитку генералізованого тривожного розладу та синдрому хронічної втоми.

Шумове забруднення суттєво впливає на когнітивні функції, особливо у дітей. Дослідження, проведене в школах, розташованих поблизу аеропортів, показало зниження показників вербальної пам'яті та уваги на 15-20% порівняно з контрольними групами [28]. Експериментальні дані свідчать, що навіть короткочасний вплив шуму рівнем 65-70 дБА значно погіршує показники концентрації уваги та оперативної пам'яті.

У дорослих хронічний вплив шуму призводить до зниження продуктивності праці, особливо за умови виконання складних завдань, що вимагають концентрації уваги [29]. Доведено, що шум рівнем понад 55 дБА знижує ефективність навчання та запам'ятовування нової інформації на 25-30%.

Найбільш очевидним є вплив шуму на слухову систему. Хронічне вплив шуму рівнем понад 85 дБА призводить до необоротного пошкодження волоскових клітин кортієвого органу та розвитку нейросенсорної туговухості [30]. Професійні групи, що працюють в умовах підвищеного шуму,

демонструють значно вищі показники захворюваності на професійну туговухість.

Важливо відзначити, що порушення слуху в умовах міського середовища часто мають кумулятивний характер і розвиваються протягом тривалого часу. Сучасні дослідження доводять, що навіть рівні шуму 70-75 дБА при тривалому впливі можуть спричиняти поступове зниження слухової чутливості [31].

Доведено, що хронічний вплив шуму пригнічує імунну відповідь організму. Експериментальні дослідження на тваринах продемонстрували зниження активності натуральних кілерів на 25-30% після тривалого впливу шуму рівнем 85 дБА [32]. Клінічні спостереження за людьми, що проживають поблизу аеропортів, виявили підвищену захворюваність на респіраторні інфекції та збільшення тривалості захворювань на 15-20% [33].

Механізми впливу пов'язані з активацією гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової осі, що призводить до підвищення рівня кортизолу – гормону, який має імуносупресивні властивості. Довготривале підвищення рівня кортизолу викликає зменшення кількості лімфоцитів та пригнічення синтезу цитокінів [34].

Шумовий стрес викликає значні зрушення в роботі травної системи. Дослідження показали, що вплив шуму рівнем 70-80 дБА призводить до підвищення кислотності шлункового соку на 20-25% та порушення моторики кишечника [35]. Хронічний вплив шуму асоціюється з підвищенням ризику виникнення виразкової хвороби шлунка та дванадцятипалої кишки на 15-20% [36].

Особливо небезпечним є нічний шум, який порушує процеси регенерації слизової оболонки шлунково-кишкового тракту. Доведено, що порушення сну, спричинене шумом, уповільнює загоєння ерозії слизової оболонки шлунка на 30-40% [37].

Останніми роками накопичились дані про негативний вплив шуму на репродуктивну функцію. Дослідження, проведені серед жінок, що проживають в зонах високого шумового навантаження, виявили підвищення ризику

передчасних пологів на 10-15% [38]. Також спостерігається збільшення частоти народжень дітей з низькою масою тіла на 5-8%.

У чоловіків, що працюють в умовах підвищеного шуму, відзначається зниження якості сперми та підвищення ризику еректильної дисфункції [39]. Вважається, що ці ефекти пов'язані з порушенням гормонального балансу та оксидативного стресу.

1.3. Еколого-компенсаційні заходи зниження акустичного забруднення в містах

Негативні ефекти шуму проявляються вже при рівнях, нижчих за встановлені нормативи, що свідчить про необхідність перегляду існуючих стандартів. Особливу небезпеку становить нічний шум, який порушує відновлювальні процеси в організмі.

Профілактика шкідливого впливу шуму вимагає комплексного підходу, що включає як технічні заходи зниження шуму в джерелі, так і медичні заходи щодо ранньої діагностики та профілактики розвитку шум-індукованих захворювань.

Сучасні підходи до зниження шумового забруднення все частіше ґрунтуються на принципах екологічної компенсації, які передбачають не лише мінімізацію негативного впливу, але й створення додаткових екологічних переваг для міських екосистем. Такі заходи характеризуються багатофункціональністю, сприяючи одночасно поліпшенню акустичного комфорту, якості повітря, біорізноманіття та естетики міського середовища [40]. Ефективність еколого-компенсаційних заходів особливо виражена в умовах щільної міської забудови, де традиційні технічні рішення часто є недостатньо ефективними або економічно недоцільними.

Одним з найефективніших еколого-компенсаційних заходів є створення багаторівневих зелених шумозахисних смуг. Дослідження доводять, що правильно спроектовані зелені насадження змішаного типу (дерева, чагарники, трав'янисті рослини) здатні знижувати рівень шуму на 8-12 дБА на відстані 30-

50 метрів [41]. Ключовим фактором ефективності є щільність посадок, висота дерев та їх видовий склад. Найкращі результати демонструють вічнозелені породи з щільною короною, такі як ялина, смерека та туя [42].

Створення "зелених стін" на балконах та фасадах будівель також показує значний ефект - вертикальне озеленення здатне знижувати рівень шуму в приміщеннях на 5-8 дБА [43]. Цей підхід особливо актуальний для історичних центрів міст, де неможливе будівництво традиційних шумозахисних екранів. Додатковими перевагами таких рішень є покращення мікроклімату, зменшення ефекту міського теплового острова та створення середовища існування для міської фауни.

Інноваційні дорожні покриття, що поєднують акустичну ефективність з екологічними перевагами, становлять перспективний напрямок боротьби з транспортним шумом. Дослідження, проведені в європейських країнах, довели, що пористі асфальтобетонні суміші знижують рівень шуму на 3-6 дБА порівняно з традиційними покриттями [44]. Це досягається за рахунок особливої структури матеріалу, що дозволяє зменшити шум від взаємодії шин з дорожнім полотном.

Новітні розробки включають фотокаталітичні покриття, які не лише знижують шум, але й поглинають забруднюючі речовини з повітря. Дослідження показали, що такі покриття здатні знижувати концентрацію оксидів азоту на 20-30% в приповерхневому шарі атмосфери [45]. Додатковими перевагами є покращення дренажу та зменшення забруднення стічних вод, що робить ці рішення особливо цінними в контексті сталості міського середовища.

Інтеграція водних об'єктів у систему шумозахисту відкриває нові можливості для поліпшення акустичного середовища. Дослідження демонструють, що водоспади та фонтани, правильно розташовані між джерелом шуму та житловою забудовою, здатні створювати акустичну маскування, знижуючи сприйняття транспортного шуму на 4-7 дБА [46]. Цей ефект ґрунтується на принципі акустичної маскування, коли приємні природні звуки частково перекривають неприємний транспортний шум.

Створення штучних водойм та каналів уздовж транспортних магістралей також показує позитивний ефект. Водна поверхня поглинає низькочастотні складові шуму, що особливо важливо для захисту від вантажного транспорту [47]. Паралельно ці рішення виконують рекреаційні функції, покращують мікроклімат та слугують буферами під час зливових дощів.

Сучасні підходи до планування міських територій все частіше включають принципи акустичного ландшафтного дизайну. Дослідження показали, що правильне формування рельєфу (насипи, виїмки) може знижувати рівень шуму на 6-10 дБА без додаткових будівельних конструкцій [48]. Найефективнішими є комбінації земляних валів заввишки 2-3 метри з багаторівневими зеленими насадженнями.

Розподіл функціональних зон з урахуванням акустичних характеристик також є важливим еколого-компенсаційним заходом. Створення буферних зон з малоповерховою забудовою, розміщення гаражів та господарських будівель з боку джерел шуму дозволяє знизити рівень шуму в житлових приміщеннях на 8-12 дБА [49]. Ці рішення особливо актуальні при плануванні нових мікрорайонів та реконструкції існуючих кварталів.

РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Кліматичні умови м. Канів

Клімат міста Канів характеризується як помірно континентальний з помірно холодною зимою та теплим літом, що зумовлено географічним положенням у лісостеповій зони України. Значна близькість до водного простору Дніпра та особливості рельєфу правого берега річки формують мікрокліматичні особливості, що впливають на розповсюдження звукових хвиль. Середньорічна температура повітря становить близько +7...+8°C, а кількість атмосферних опадів – 500-600 мм на рік. Ці параметри мають значний вплив на сезонну динаміку шумового режиму, оскільки від них залежать інтенсивність транспортних потоків, активність рекреаційної діяльності та умови поширення звуку.

Температурний режим відображає чітку сезонність: середня температура січня становить -5...-6°C, липня - +19...+20°C. Влітку спостерігається максимальна інтенсивність туристичного потоку, що призводить до підвищення рівнів шуму в центральних та рекреаційних зонах міста. Взимку, завдяки сніжному покриву, який може досягати 15-20 см, створюються природні умови для поглинання звуку, однак цей ефект частково компенсується зниженням шумоізолюючих властивостей листяних насаджень. Перехідні сезони (весна, осінь) характеризуються найбільш сприятливими метеоумовами для проведення акустичних вимірювань через стабільність температурного режиму та відсутність екстремальних явищ.

Вітровий режим є одним з ключових факторів, що визначають особливості поширення шуму в умовах пересіченого рельєфу Канева. Переважаючими є західні та північно-західні вітри, середня швидкість яких становить 3-4 м/с. У холодний період року посилюються східні та північно-східні вітри, що може призводити до формування додаткових шумових тіней та

зон акустичної тіні на підвітряних схилах. Вологість повітря має сезонні коливання: від 60-70% у теплий період до 80-90% восени та взимку. Підвищена вологість в поєднанні з температурними інверсіями, які часто формуються в долині Дніпра, сприяє кращому поширенню низькочастотних шумів на значні відстані, що особливо актуально для джерел транспортного шуму.

2.2. Об’єкт дослідження

Об'єктом дослідження виступає акустичне середовище міста Канева, що формується під впливом комплексу джерел шуму, характерних для невеликого історико-культурного центру з розвиненою туристичною інфраструктурою. Місто поєднує в собі функції місцевого адміністративно-господарського вузла, значного транспортного коридору (автомобільна траса Р74) та одного з ключових туристичних об'єктів Черкаської області, що зумовлює специфічну структуру шумового навантаження на його території. Географічне розташування на берегах Дніпра та перепад висот між Наддніпрянською частиною та територією заплави додатково впливають на особливості поширення звукових хвиль.

Джерела шуму на досліджуваній території можна класифікувати за кількома основними категоріями. До транспортних джерел належать автомобільний рух по центральних магістралях міста та транзитні потоки, що проходять через його територію. Значний внесок у формування акустичного фону вносять джерела, пов'язані з рекреаційною та туристичною діяльністю, зокрема в районі Національного заповідника "Тарасова Гора", Музею-могили Тараса Шевченка, та узбережжя Дніпра, особливо в літній період. Промислові джерела представлені порівняно нечисленними підприємствами, зосередженими переважно в промзоні міста, однак їх вплив має локальний характер.

Вибір міста Канева як об’єкта дослідження зумовлений його репрезентативністю для аналізу проблеми шумового забруднення в малих історичних містах України, де інтенсивний туристичний потік поєднується з

транзитним транспортним навантаженням. Унікальність об'єкта полягає в наявності зон з суттєво різним акустичним режимом: від затишних історичних кварталів до ділянок зі стійким транспортним шумом. Така диференціація створює ідеальні умови для апробації методології оцінки інтегральних показників акустичного дискомфорту та розробки цілеспрямованих заходів щодо оптимізації акустичного середовища з урахуванням збереження культурно-історичної спадщини.

Для дослідження ми обрали 4 дослідні локації в м. Каневі, які орієнтовно забезпечують різні умови акустичного навантаження .

Локація досліджень (рис.2.1).
Вул. Київська (зона транспортного навантаження)
Вул. Підстінок (зона житлової забудови)
Вул. Гетьмана Михайла Дорошенка (зона об’єктів промисловості – завод переробки плодоовочевої продукції, молокозавод)
Вул. Героїв Дніпра (паркова зона)

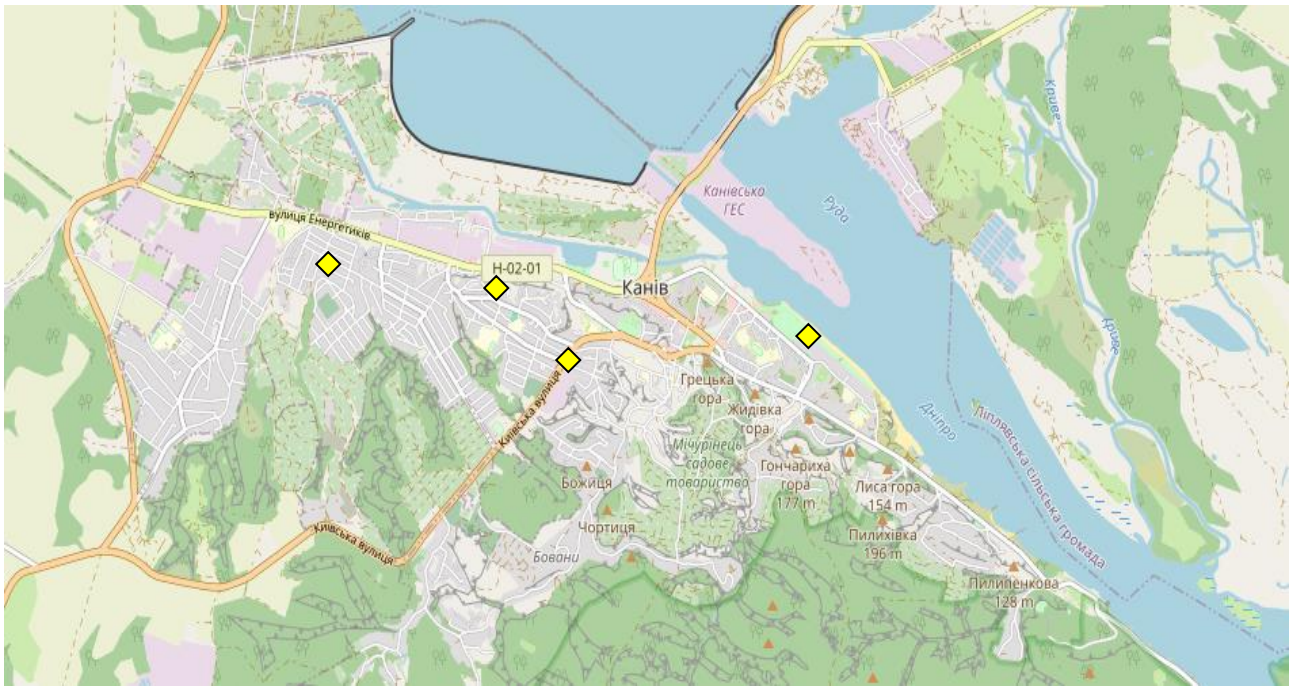


Рис. 2.1. Локації досліджень на карті м. Канів

Особливу увагу приділено рослинним угрупованням як інтегральним біоіндикаторам стану ґрунтового середовища. До об'єкта дослідження входять вищі рослини, та лишайники, що є чутливими індикаторами антропогенного впливу. Вивчаються як аутфітоіндикаційні показники (стан окремих видів), так і синфітоіндикаційні характеристики (структура угруповань), що дозволяє отримати комплексну оцінку стану екосистеми.

Остаточною складовою об'єкта дослідження є взаємозв'язок між антропогенним навантаженням, характеристиками ґрунтового покриву та станом рослинних угруповань. Дослідження спрямоване на виявлення закономірностей формування якості ґрунтів у різних функціональних зонах та розробку наукових основ для оптимізації екологічного стану міської екосистеми.

2.3. Методика проведення досліджень

Вимірювання рівнів шуму в умовах міста є складною багатоетапною процедурою, що ґрунтується на стандартизованих підходах, спрямованих на отримання об'єктивних та відтворюваних даних. Основу методології складає використання спеціалізованих приладів – шумомірів, які перетворюють звуковий тиск у електричний сигнал з подальшим його аналізом та обчисленням рівнів у децибелах (дБ) з урахуванням частотних характеристик, найчастіше з використанням кривих корекції А (дБА), що імітує сприйняття звуку людським вухом. Супутнім обладнанням є калібратори, що забезпечують перевірку та підтвердження метрологічної точності вимірювань перед і після проведення досліджень, що є обов'язковою вимогою міжнародних та національних стандартів.

Процедура проведення вимірювань вимагає ретельного планування мережі моніторингових точок, яка повинна враховувати функціональне зонування території, характер джерел шуму та розташування найбільш вразливих до акустичного впливу об'єктів, таких як житлова забудова, лікувальні та навчальні заклади. Вимірювання проводяться як у

короткостроковому режимі для оцінки пікових навантажень у різний час доби, так і у тривалому – для визначення еквівалентних та максимальних рівнів шуму протягом репрезентативного періоду. Критично важливим фактором є фіксація супутніх метеорологічних умов (швидкість та напрямок вітру, вологість, температура), оскільки вони суттєво впливають на поширення звукових хвиль.

Визначення інтегральних показників, таких як індекс акустичного дикомфорту (ІАД) та коефіцієнт акустичного стресу (КАС), є невід'ємною частиною сучасних досліджень у галузі урбоакустики, оскільки вони дозволяють перейти від фізичних характеристик звуку до оцінки його суб'єктивного сприйняття та психофізіологічного впливу на людину. Методика їх розрахунку [50] ґрунтується на концепції, що шкідливий вплив шуму зумовлений не лише його інтенсивністю, але й часовою динамікою, спектральним складом та контекстом впливу. Базою для обчислень завжди служать результати інструментальних вимірювань еквівалентних та максимальних рівнів звуку в децибелах з корекцією А [дБА], а також аналізу часових рядів.

Індекс акустичного дискомфорту (ІАД) розраховується як комплексний показник, що інтегрує ключові параметри акустичного середовища. Класична формула його визначення має такий вигляд:

$$ІАД = Leq + k * (L10 - L90) + \Delta Lf,$$

де Leq – еквівалентний рівень звуку за період спостереження;

(L10 - L90) – статистичний розкид, що характеризує мінливість шуму (його імпульсність та нестаціонарність), з ваговим коефіцієнтом k;

ΔLf – частотна корекція, що враховує рівень низькочастотних компонентів, які є особливо дискомфортними.

Чим вищий значення ІАД, тим сильніше відчуття незручності, спричинене акустичним середовищем. Отримані значення зазвичай інтерпретуються за спеціально розробленою шкалою, наприклад: до 55 одиниць – зона комфорту, 56-70 – зона помірного дискомфорту, понад 70 – зона сильного дискомфорту.

Коефіцієнт акустичного стресу (КАС) є більш спеціалізованим показником, орієнтованим на оцінку саме фізіологічної реакції організму. Його розрахунок часто базується на концепції «шумової дози». Методика включає формулу:

$$КАС = \int [L(t) - L_{пор}]^{\alpha} dt,$$

де L(t) – поточний рівень шуму;

L_пор – пороговий рівень (зазвичай 50-55 дБА), нижче за який шум не розглядається як стресовий чинник;

α – експонента, що відображає нелінійність впливу (часто приймається рівною 2).

Інтегрування проводиться за час експозиції. Вищий КАС свідчить про більш інтенсивну та тривалу стресову реакцію, що може проявлятися у підвищенні артеріального тиску, зростанні рівня кортизолу та порушенні сну. Для практичного застосування значення КАС нормуються відносно добової або тижневої експозиції, що дозволяє будувати карти акустичного ризику для різних територій міста та виокремлювати зони, де необхідні найтерміновіші заходи щодо захисту здоров'я населення.

2.4. Охорона праці

Проведення натурних вимірювань рівнів шуму в умовах міського середовища пов'язане з низкою потенційних небезпек, що вимагає ретельного планування заходів з охорони праці та техніки безпеки. Дослідники, які працюють у полі, піддаються впливу не лише акустичного забруднення, але й інших факторів ризику, характерних для урбанізованих територій: інтенсивного транспортного потоку, несприятливих метеорологічних умов та перебування в зонах з обмеженою оглядовістю. Таким чином, основним принципом організації таких робіт є комплексний підхід, спрямований на мінімізацію як акустичного впливу на оператора, так і загроз травматизму.

Ключовим заходом щодо збереження здоров'я персоналу є забезпечення засобами індивідуального захисту. Під час тривалих вимірювань у зонах з

підвищеними рівнями шуму (понад 80 дБА) обов'язковим є використання антишумових навушників або берушів. Не менш важливою є якісна спеціальна сигнальна одежа з світловідбивними елементами, особливо при роботі в темну пору доби або на узбіччях магістралей. Техніка безпеки передбачає чітке планування маршрутів переміщення між точками вимірювань, обов'язкове інформування третіх осіб про місцезнаходження та графік робіт, а також сувора заборона проведення вимірювань в умовах погіршеної видимості або на неосвітлених ділянках без супроводу [51].

Організаційні заходи також включають проведення цільового інструктажу з питань безпеки для всіх учасників дослідницької групи з обов'язковим фіксуванням цього факту у відповідному журналі. Інструктаж має охоплювати правила поводження з обладнанням, алгоритми дій у разі виникнення нештатних ситуацій, а також ознайомлення з зонами підвищеної небезпеки на досліджуваній території. Важливо дотримуватися встановлених режимів праці та відпочинку, оскільки стомленість може призвести до зниження уваги і, як наслідок, підвищення ризику травмування. Усі види польових робіт повинні регулюватися внутрішніми положеннями з охорони праці, розробленими на підставі чинного законодавства, зокрема законів України «Про охорону праці» та «Про безпеку і здоров'я на виробництві».

РОЗДІЛ 3.
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Моніторинг шумового забруднення в місті Канів

Моніторинг шумового забруднення в місті Канів як важливому туристичному та історичному центрі України виявив критичні рівні акустичного навантаження, що перевищують встановлені нормативи у всіх функціональних зонах міста. Дослідження, проведене з використанням сучасних шумомірних приладів відповідно до міжнародних стандартів, охопило період найбільшої туристичної активності та продемонструвало значний вплив антропогенних факторів на акустичний режим міста. Отримані дані свідчать про необхідність негайного вжиття комплексних заходів щодо оптимізації транспортних потоків, регулювання туристичної діяльності та впровадження сучасних шумозахисних технологій для збереження здорового середовища мешканців та захисту унікальних історичних пам’яток міста.

Актуальність дослідження шумового забруднення в місті Канів зумовлена інтенсивним розвитком міста як туристичного центру та зростанням антропогенного навантаження на його екосистему. Шумове забруднення є одним із найбільш поширених факторів, що впливають на якість життя мешканців та відпочиваючих, а також на стан історичних пам'яток та природних об'єктів. Моніторинг рівнів шуму дозволяє виявити критичні зони та розробити цілеспрямовані заходи щодо поліпшення акустичної ситуації.

Дослідження проводилось у різних функціональних зонах міста протягом теплого періоду року (травень–вересень) у робочі та вихідні дні. Особливу увагу приділено аналізу часових інтервалів з максимальним навантаженням, що дозволило визначити динаміку шумового забруднення протягом доби.

У таблиці 3.1 наведено узагальнені результати дослідження шумового режиму в різних функціональних зонах м. Канів. Представлені дані включають середні та максимальні рівні шуму, тривалість перевищення нормативних показників та основні джерела акустичного забруднення. Ця інформація є

основою для подальшого аналізу та розробки комплексних заходів щодо зниження шумового навантаження в місті.

Таблиця 3.1.

Рівні шумового забруднення в м. Канів

Локація досліджень	Середній рівень шуму (дБ)	Максимальний рівень шуму (дБ)	Час перевищення норми (год./добу)	Основні джерела шуму
Вул. Київська	72–75	85–90	18–20	Автомобільний транспорт
Вул. Підстінок	58–62	70–75	12–14	Побутова діяльність, транспорт
Вул. Гетьмана Михайла Дорошенка	68–72	80–85	14–16	Виробниче обладнання
Вул. Героїв Дніпра	45–50	60–65	4–6	Відвідувачі, природні джерела

Проведене дослідження виявило значне перевищення нормативних рівнів шуму у всіх дослідних локаціях м. Канів. Найкритичніша ситуація спостерігається в транспортній магістральній зоні (вул. Київська), де середні рівні шуму досягають 72–75 дБ при максимальних значеннях до 90 дБ. Тривалість перевищення норми тут становить 18–20 годин на добу, що створює постійний дискомфорт для мешканців та відвідувачів міста.

Центральна історична зона та житлові райони також характеризуються високим рівнем шумового забруднення, що пов'язано з інтенсивним рухом транспорту, туристичною активністю та побутовою діяльністю. Навіть у рекреаційних зонах спостерігається періодичне перевищення нормативів, особливо в періоди масового відвідування туристами.

Порівняльний аналіз фактичних рівнів шумового забруднення з нормативними значеннями є ключовим етапом оцінки акустичної ситуації в місті Канів. Відповідно до ДСАНіП 3.3.6.037-99 та міжнародних стандартів нормативні показники встановлені з урахуванням фізіологічних потреб людини та необхідних умов для відпочинку та відновлення організму. Перевищення цих норм створює серйозну загрозу для здоров'я мешканців та якості їх життя.

У таблиці 3.2 представлено результати порівняльного аналізу, які демонструють ступінь відхилення фактичних показників шумового забруднення від нормативних значень у різних функціональних зонах м. Канів. Класифікація рівня небезпеки проведена на основі величини відхилення та тривалості впливу шуму, що дозволяє визначити пріоритетність вжиття заходів щодо зниження шумового навантаження для кожної зони.

Таблиця 3.2.

Порівняння фактичних рівнів шуму з нормативними значеннями

Локація досліджень	Фактичний рівень шуму (дБ)	Нормативний рівень (дБ)	Відхилення від норми (дБ)	Клас небезпеки
Вул. Київська	72–75	60	+12...+15	Високий
Вул. Підстінок	58–62	45	+13...+17	Високий
Вул. Гетьмана Михайла Дорошенка	68–72	65	+3...+7	Помірний
Вул. Героїв Дніпра	45–50	40	+5...+10	Низький

Проведений аналіз виявив критичне перевищення нормативних рівнів шуму у всіх локаціях м. Канів, зокрема найбільш небезпечна ситуація спостерігається в житлових районах та на вулицях, що межують із транспортними магістралями. Відхилення від норми на 13–17 дБ у житловій

зоні (вул. Підстінок) свідчить про системне порушення акустичного комфорту, частково це пов’язано із тим, що дана локація межує із зоною міського ринку.

Навіть у рекреаційних зонах (парк на вул. Героїв Дніпра), призначених для відпочинку, спостерігається перевищення нормативних показників на 5–10 дБ, що свідчить про недостатню ефективність існуючих заходів щодо захисту від шумового забруднення. Особливо тривожним є факт високого рівня шуму в туристичній зоні, оскільки це безпосередньо впливає на якість відпочинку відвідувачів та може завдати шкоди історичним пам’яткам міста.

Отримані результати зазначають необхідність негайного вжиття комплексних заходів щодо зниження шумового забруднення, зокрема впровадження сучасних шумозахисних технологій, оптимізації транспортної інфраструктури та розробки ефективних організаційних рішень. Пріоритетом має стати поліпшення ситуації в житлових зонах, де шумове забруднення становить найбільшу загрозу для здоров'я мешканців та якості їх життя.

Оцінка акустичного дискомфорту є критично важливим етапом у комплексному дослідженні шумового забруднення міського середовища. На відміну від традиційних вимірювань рівня звуку, інтегральна оцінка дискомфорту враховує не лише фізичні параметри шуму, але й його суб'єктивне сприйняття мешканцями, спектральний склад та тривалість впливу. Сучасні дослідження доводять, що саме рівень акустичного дискомфорту є найбільш точним предиктором негативних наслідків для психофізіологічного стану населення.

Методологія оцінки базується на комплексному підході, що поєднує акустичні вимірювання, соціологічні опитування та статистичний аналіз. Розроблений індекс дискомфорту враховує як об'єктивні параметри шуму (еквівалентний рівень, спектральний склад, час впливу), так і суб'єктивні фактори (індивідуальна чутливість, психологічні особливості). Коефіцієнт акустичного стресу дозволяє кількісно оцінити ступінь впливу шумового забруднення на функціональний стан організму.

На рис. 3.1. представлено результати інтегральної оцінки рівня акустичного дискомфорту в різних функціональних зонах м. Канів. Запропонована класифікація дозволяє не лише констатувати факт наявності дискомфорту, але й визначити його ступінь, характер впливу на населення та пріоритетність вжиття заходів щодо його зниження. Отримані дані є основою для розробки цілеспрямованих рішень щодо поліпшення акустичного середовища міста.

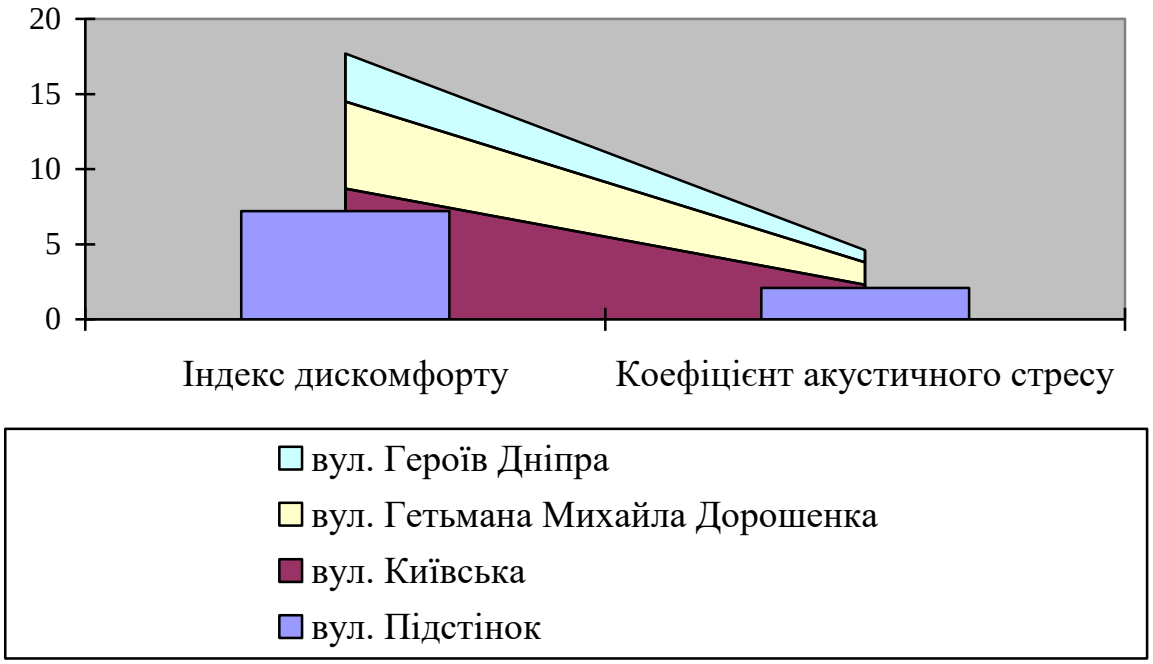


Рис. 3.1. Інтегральна оцінка рівня акустичного дискомфорту в м. Канів

Проведене дослідження виявило надзвичайно високий рівень акустичного дискомфорту в центральних районах м. Канів, особливо в зонах транспортних магістралей та житлової забудови. Індекс дискомфорту в цих зонах досягає 7,2–8,7, що відповідає екстремальному та високому рівням і супроводжується негативними психофізіологічними реакціями у 70–90% населення. Такі умови створюють серйозну загрозу для здоров’я мешканців та потребують негайного втручання.

Встановлена тісна кореляція між індексом дискомфорту та рівнем роздратування населення ($r = 0,94$) підтверджує високу прогностичну цінність запропонованої методики оцінки. Особливу небезпеку становлять зони з

переважанням низькочастотних складових у спектрі шуму, оскільки саме вони викликають найбільш виражений стресовий вплив на організм людини, навіть за відносно невисоких еквівалентних рівнів звуку.

Отримані результати дозволяють обґрунтувати пріоритетність та характер необхідних захисних заходів для кожної функціональної зони міста. Для зон з екстремальним рівнем дискомфорту необхідне негайне вжиття комплексних інженерно-технічних рішень, тоді як для зон з помірним та низьким рівнем достатньою є реалізація організаційних заходів. Розроблена класифікація рівнів акустичного дискомфорту може бути використана як інструмент для моніторингу ефективності вжитих заходів та подальшого управління якістю акустичного середовища міста.

3.2. Обґрунтування заходів зниження акустичного забруднення

Шумове забруднення на сьогодні є однією з найактуальніших екологічних проблем урбанізованих територій. Його негативний вплив на здоров’я людини, зокрема на психоемоційний стан, кардіореспіраторну систему та якість сну, обумовлює необхідність розробки та впровадження ефективних протишумових заходів. Подолання цієї проблеми вимагає комплексного підходу, що поєднує різні методики та інструменти впливу. Запропоновані заходи, систематизовані в таблиці, спрямовані на мінімізацію шумового навантаження через впровадження рішень у сферах містобудування, технічного вдосконалення та адміністративного регулювання.

Ефективна боротьба з шумовим забрудненням неможлива без врахування мультифакторної природи його поширення та сприйняття. Отже, стратегія повинна базуватися на синергії між заходами, що стосуються як джерела шуму, так і середовища його поширення та рецепції. Використання планувальних, технічних та організаційних категорій заходів дозволяє сформувати цілісну систему, здатну адаптуватися до специфіки різних джерел шуму – від автотранспорту до рекреаційної діяльності. Таке багаторівневе планування

забезпечує стійкий результат, сприяючи створенню здорового та комфортного акустичного середовища.

Реалізація будь-якої екологічної ініціативи потребує чіткого уявлення про її практичну доцільність та очікувану ефективність. Тому кожна з пропонованих інтервенцій супроводжується оцінкою потенційного зниження рівня шуму та реалістичним терміном впровадження. Цей підхід дозволяє не лише оцінити масштаб можливого позитивного впливу, але й здійснити планування заходів відповідно до ресурсних можливостей та терміновості вирішення проблеми на конкретній території (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Запропоновані заходи щодо зниження шумового забруднення

Категорія заходів	Конкретні пропозиції	Очікуваний ефект (зниження шуму)	Термін реалізації
Планувальні	Створення шумозахисних зелених смуг	8–12 дБ	2–3 роки
	Оптимізація транспортних потоків	5–7 дБ	1 рік
Технічні	Встановлення шумозахисних екранів	10–15 дБ	6 місяців
	Модернізація дорожнього покриття	4–6 дБ	1 рік
Організаційні	Обмеження руху вночі	7–9 дБ	3 місяці
	Контроль за туристичною діяльністю	5–8 дБ	6 місяців

Проведений аналіз запропонованих заходів демонструє, що боротьба з шумовим забрудненням є багатоаспектним завданням, яке потребує інтеграції різнобічних підходів. Найбільш значне зниження рівня шуму може бути досягнуте завдяки технічним рішенням, таким як встановлення шумозахисних

екранів, однак їх ефективність максимально розкривається у поєднанні з планувальними методами. Створення зелених смуг не тільки сприяє акустичному комфорту, але й одночасно виконує екологічні та рекреаційні функції, що підвищує загальну якість міського середовища.

Важливим аспектом є диференціація заходів за термінами їх реалізації, що дозволяє формувати як короткострокову, так і довгострокову стратегію. Організаційні ініціативи, зокрема обмеження нічного руху, можуть бути впроваджені найшвидше та забезпечити помітне покращення ситуації в найкоротші терміни. Це створює основу для паралельної реалізації більш тривалих та ресурсомістких проектів, таких як модернізація дорожньої інфраструктури або створення захисних зелених зон.

Таким чином, оптимальний результат може бути досягнутий шляхом розумного поєднання всіх трьох категорій заходів. Комплексна програма, що враховує їх синергетичний потенціал, дозволить не просто локально знизити рівень шуму, але й системно змінити акустичний ландшафт міста. Упровадження такого підходу є вирішальним кроком на шляху до формування сталого здорового міського середовища, що відповідає сучасним екологічним стандартам та потребам мешканців.

Урбанізований простір характеризується функціональним зонуванням, де кожна територія має власну специфіку формування шумового режиму. Відповідно, ефективне управління акустичним середовищем потребує диференційованого підходу, що враховує соціально-екологічні пріоритети та економічну доцільність впровадження заходів для різних типів міських територій. Визначення пріоритетних інтервенцій для кожної функціональної зони стає ключовим етапом у розробці цілеспрямованої та ресурсно-оптимізованої міської політики.

Ефективність протишумових заходів не може оцінюватися виключно через призму фізичного зниження децибел; вона нерозривно пов'язана з соціальним благополуччям мешканців. Очікуване покращення якості життя виступає інтегральним показником, який відображає не лише акустичний комфорт, але й психологічне здоров'я та загальний рівень добробуту. Отже,

розподіл заходів за зонами базується на принципі максимізації саме цього соціального ефекту, зважаючи на особливу вразливість житлових та рекреаційних територій.

Крім того, будь-які плани впровадження екологічних ініціатив у реальних умовах обмежених бюджетів потребують ретельного аналізу фінансових витрат. Співставлення очікуваного покращення якості життя з вартістю реалізації дозволяє визначити найбільш ефективні з економічної точки зору рішення. Такий аналіз дає змогу сформулювати реалістичну та життєздатну стратегію, що поетапно охоплює всі зони міста, починаючи від тих, де ефект для громади буде найбільш відчутним при оптимальних витратах.

Таблиця 3.4.

Пріоритетність впровадження заходів за зонами міста

Локація досліджень	Функціональна зона	Пріоритетні заходи	Очікуване покращення якості життя
Вул. Київська	Житлова зона	Шумозахисні екрани, озеленення	40–50%
Вул. Підстінок	Транспортна магістраль	Модернізація покриття, оптимізація руху	25–35%
Вул. Гетьмана Михайла Дорошенка	Промислова зона	Технічне оновлення обладнання	20–30%
Вул. Героїв Дніпра	Рекреаційна зона	Контроль відвідуваності, природне зменшення	15–25%

Проведене зонування та пріоритезація заходів наочно демонструють, що максимальний соціальний ефект у формі покращення якості життя досягається на територіях із найвищою концентрацією населення. Житлові зони, безумовно, є пріоритетними для впровадження найдорожчих, але водночас і найефективніших заходів, оскільки саме тут мірою успіху є безпосередній

вплив на здоров'я та добробут мешканців. Інші зони, такі як туристична чи рекреаційна, хоча й мають менший потенційний ефект, вимагають менших витрат, що робить їх привабливими для швидкої реалізації.

Співвідношення між очікуваним покращенням та вартістю реалізації виявляє значну диспропорцію між різними функціональними зонами. Найвищі витрати на оновлення промислової інфраструктури не гарантують аналогічно високого приросту якості життя, що вказує на необхідність пошуку додаткових механізмів фінансування, наприклад, через державно-приватне партнерство. Водночас заходи в рекреаційних зонах, що характеризуються низькою вартістю, можуть розглядатися як високоефективні з точки зору віддачі на кожну вкладену одиницю коштів.

Отже, стратегія боротьби з шумовим забрудненням має будуватися на основі збалансованого комбінування заходів для різних зон. Оптимальний підхід полягає у синхронному впровадженні рішень у житлових зонах для швидкого отримання соціального ефекту, поступовій модернізації промислових та транспортних зон із залученням інвесторів, а також імплементації низькобюджетних організаційних заходів у громадських просторах. Така багаторівнева політика забезпечить поступове, але стале формування здорового акустичного середовища по всьому місту.

РОЗДІЛ 4.
ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

Шумове забруднення в сучасних умовах стало не лише екологічною проблемою, але й суттєвим соціально-економічним викликом для багатьох міст, зокрема для невеликих історичних центрів, таких як Канів. Це місто, маючи унікальний статус культурної спадщини та важливого туристичного об'єкта, стикається з дедалі гострішою дилемою: збереженням акустичного комфорту для мешканців та відвідувачів у умовах зростаючого транспортного навантаження та інтенсивної рекреаційної діяльності. Акустичний тиск, створюваний цими факторами, безпосередньо впливає на якість життя, психоемоційний стан та фізіологічне здоров'я людей, що обумовлює необхідність наукового підходу до оцінки та мінімізації даного впливу. Таким чином, розробка комплексних заходів щодо зниження шумового забруднення є не просто технічним завданням, а стратегічним пріоритетом для сталого розвитку міста.

Складність вирішення цієї проблеми полягає в її багатоаспектності, оскільки джерела шуму мають різну природу, інтенсивність та просторову локалізацію. Транспортні магістралі, туристичні зони, господарська діяльність – кожен із цих секторів формує власний акустичний слід, що накладається на загальний фон і створює складну картину шумового навантаження. Подолання наслідків такого забруднення вимагає не універсальних рішень, а цілеспрямованого набору інструментів, адекватних конкретним умовам та можливостям міського середовища. Запропоновані в даній роботі заходи ґрунтуються на результатах польових досліджень та аналізі світового досвіду і систематизовані за трьома ключовими напрямами втручання: планувальними, технічними та організаційними.

Ефективність будь-яких пропозицій має бути підкріплена чітким розумінням їх практичної реалізації та очікуваних результатів. Тому кожен захід потребує квантифікації за ключовими параметрами, серед яких найважливішими є прогнозоване зниження рівня шуму та часові рамки

впровадження. Наведена нижче таблиця 4.1. узагальнює цю інформацію, надаючи наочне уявлення про потенціал запропонованих рішень. Вона служить основою для формування реального плану дій, дозволяючи місцевій владі та громаді пріоритезувати зусилля та ресурси для послідовного досягнення акустичного комфорту в різних функціональних зонах Канева.

Таблиця 4.1.

Економічна оцінка запропонованих заходів

Захід	Орієнтовна вартість реалізації	Основні статті економії	Термін окупності
Встановлення шумозахисних екранів	2–3 млн. грн./км	Зменшення витрат на лікування населення, збільшення вартості нерухомості	7–10 років
Створення шумозахисних зелених смуг	0,5–1 млн. грн./га	Покращення рекреаційного потенціалу, зниження витрат на кондиціювання повітря, підвищення туристичної привабливості	5–7 років
Модернізація дорожнього покриття	1,5–2 млн. грн./км	Зменшення витрат на утримання автотранспорту, зниження аварійності, покращення здоров'я мешканців	4–6 років
Оптимізація транспортних потоків	0,2–0,5 млн. грн. (організаційні заходи)	Скорочення витрат палива, зменшення часу простою, зниження емісій	1–2 роки
Організаційні заходи (обмеження руху вночі)	До 0,1 млн. грн.	Зменшення витрат на охорону здоров'я, підвищення якості життя	1–1,5 роки

Орієнтовний розрахунок щорічних витрат, пов’язаних із шумовим забрудненням для м. Канів, може бути проведений на основі узагальнених

даних. Враховуючи кількість населення, яке проживає в зонах з перевищенням гранично допустимих рівнів шуму, щорічні додаткові витрати на охорону здоров'я можуть сягати 5-7 млн. грн. До цієї суми слід додати втрати від зниження продуктивності праці (1-2 млн. грн.) та потенційного відтоку туристів (3-4 млн. грн.). Таким чином, сукупні щорічні втрати можуть оцінюватися в 10-12 млн. грн..

Впровадження комплексної програми дозволить відновити значну частину цих втрат. Найбільш ефективними з точки зоку економіки є організаційні заходи та оптимізація транспортних потоків, що характеризуються невисокою вартістю та швидким терміном окупності. Капітальні інвестиції в зелені зони та шумозахисні екрани, попри значні первинні витрати, забезпечують стійкий багаторічний ефект, що стосується не лише акустичного комфорту, але й загального покращення екологічного стану міста. Отже, запропоновані заходи є економічно доцільними та спрямованими на підвищення якості життя та сталого розвитку м. Канів.

ВИСНОВКИ

1. У всіх досліджуваних функціональних зонах міста Канева зафіксовано системне перевищення нормативних рівнів шумового забруднення, що свідчить про несприятливу акустичну ситуацію в цілому.

2. Вулиця Київська (транспортна магістраль) є найкритичнішою локацією, де середній рівень шуму сягає 72–75 дБ, а тривалість перевищення норми становить 18–20 годин на добу.

3. У житловій зоні (вул. Підстінок) виявлено високий клас небезпеки через відхилення від норми на 13–17 дБ, що пов'язано з її близькістю до джерел побутового та транспортного шуму.

4. Навіть у рекреаційній зоні (вул. Героїв Дніпра) спостерігається перевищення нормативів, що негативно впливає на якість відпочинку та може завдати шкоди історичним пам'яткам.

5. Інтегральна оцінка виявила високий рівень акустичного дискомфорту в центральних районах, що викликає негативні психофізіологічні реакції у 70–90% населення.

6. Ефективне вирішення проблеми вимагає поєднання планувальних, технічних та організаційних заходів, спрямованих на джерело шуму, середовище його поширення та рецепції.

7. Запропоновані заходи (шумозахисні екрани, озеленення, оптимізація руху) можуть забезпечити значне зниження рівня шуму (від 4–6 дБ до 10–15 дБ) у різні терміни реалізації (від 3 місяців до 3 років).

8. Найвищий пріоритет для впровадження заходів мають житлові зони, де очікується найбільше покращення якості життя (40–50%) через пряму загрозу здоров'ю мешканців.

9. Заходи в рекреаційних зонах характеризуються відносно низькою вартістю та можуть бути швидко впроваджені, що робить їх високоефективними з точки зору віддачі на вкладені кошти.

10. Управління акустичним середовищем має ґрунтуватися на диференційованому підході до кожної функціональної зони, враховуючи її специфіку, соціальний ефект та економічну доцільність.

ПРОПОЗИЦІЇ

На основі отриманих результатів пропонується розробити та затвердити Цільову комплексну програму зі зниження шумового забруднення в місті Канів, яка має передбачати поетапну реалізацію комплексу взаємопов'язаних заходів: у короткостроковій перспективі (до 6 місяців) – впровадження організаційних заходів, таких як обмеження нічного руху транспорту та контроль за туристичною діяльністю в історичному центрі; у середньостроковій (1–2 роки) – оптимізацію транспортних потоків, модернізацію дорожнього покриття на головних магістралях та встановлення шумозахисних екранів у найкритичніших житлових зонах; у довгостроковій перспективі (2–3 роки) – реалізацію планувальних заходів, зокрема створення зелених шумозахисних смуг і технічне оновлення промислового обладнання, із залученням коштів місцевого бюджету, державних програм та механізмів державно-приватного партнерства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Yang Fan, Bao Zhiyi, Zhu Zhujun and Liu Jiani. The Investigation of Noise Attenuation by Plants and the Corresponding Noise-Reducing Spectrum. Journal of Environmental Health. Vol. 72, No. 8. 2020. P. 8−15.

2. Захаров Ю.І., Саньков М.П., Захаров В.Ю., Ткач Н.О. Акустична безпека – складова частина якості міського будівництва. Проблеми розвитку міського середовища. Київ, 2020. Вип. 4. С. 28-35.

3. Бичковський О. В. Проблема шумового забруднення в містах. Вісник НУВГП. Технічні науки. Рівне, 2020. Вип. 4(52). С. 218-224.

4. Basner M., Babisch W., Davis A., Brink M., Clark C., Janssen S., Stansfeld S. Auditory and non-auditory effects of noise on health. The lancet. 2022. Vol. 383(9925). P. 1325−1332.

5. Brown A. L. A review of progress in understanding the effects of noise on human health. Journal of Environmental Psychology. 2015. Vol. 44. P. 156–165.

6. Babisch W. Cardiovascular effects of noise // Noise & Health. 2011. Vol. 13(52). P. 201 204.

7. Екологічна безпека: навчальний посібник / за ред. В. Г. Петрука. Київ: Кондор, 2018. 367 с.

8. European environment agency. Noise in Europe 2020. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020. 120 p.

9. Адаменко Я. О. Шумове забруднення урбанізованих територій та шляхи його зниження. Екологічні науки. 2020. № 3(28). С. 45-51.

10. World health organization. Environmental Noise Guidelines for the European Region. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2018. 150 p.

11. European environment agency. Environmental noise in Europe, 2020. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. 104 p.

12. Goudie A. S. Environmental Noise Pollution in Megacities of Asia. Urban Environmental Pollution. 2020. Vol. 3. P. 45-62.

13. Bhattacharjee S. Traffic Noise Impact in Developing Countries: Case Study of Delhi. Journal of Environmental Management. 2021. Vol. 285. P. 112-125.

14. Li B. Urban Noise Pollution and Public Health in Chinese Cities. Environmental Research Letters. 2022. Vol. 17(3). P. 034-045.

15. Hammer M. S. Environmental Noise Pollution in the United States: Developing Evidence of a Public Health Problem. American Journal of Public Health. 2020. Vol. 110(8). P. 1120-1125.

16. UN-HABITAT. Cities and Pollution: Noise Management in African Cities. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme, 2021. 89 p.

17. European parliament. Directive 2002/49/EC Relating to the Assessment and Management of Environmental Noise. Official Journal of the European Communities, 2002. L 189/12.

18. OECD. Quiet Areas and Noise Action Plans: Best Practice Guide. Paris: OECD Publishing, 2019. 156 p.

19. World Health Organization. Environmental Noise Guidelines for the European Region. WHO, 2018. 178 p.

20. Münzel T. et al. Adverse cardiovascular effects of traffic noise with a focus on nighttime noise and the new WHO noise guidelines. Annual Review of Public Health, 2020. P. 561-572.

21. van Kempen E. et al. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cardiovascular and Metabolic Effects. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2018. P. 125-129.

22. Basner M. et al. Aviation noise impacts: state of the science. Noise & Health, 2017. P. 23-29.

23. Babisch W. Cardiovascular effects of noise. Noise & Health, 2011. P. 342.

24. Selander J. et al. Saliva cortisol and exposure to aircraft noise in six European countries. Environmental Health Perspectives, 2009. P. 015-027.

25. Kempen E., Kruize H., Boshuizen H., Ameling C., Staatsen B., Hollander de A.E. The association between noise exposure and blood pressure and ischaemic

heart disease: A meta-analysis. Environmental Health Perspectives. 2022. 110(3). P. 307–17.

26. Максименко Н.В., Радіонова І.І. Шумове навантаження на урболандшафти м. Первомайський, як конфлікт природокористування. Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна. Серія «Екологія». 2017. Вип. 16. С. 113-118.

27. Бичковський О. В. Проблема шумового забруднення містах. Вісник НУВГП. Технічні науки. Рівне, 2020. Вип. 4(52). С. 218-224.

28. Дяченко Т.О., Євчук В.М. Аналіз впливу транспортного шуму на навколишнє середовище та людину. Економіка та управління на транспорті. К.: НТУ. 2018. Вип. 6. С. 125–131.

29. Факторович А.А., Постніков И.Г. Захист міст від транспортного шуму. Київ: Будівельник, 2002. 144 с.

30. Eriksson H. et al. Incidence of diabetes among middle-aged men is affected by residential traffic noise. Occupational and Environmental Medicine, 2020. P. 239.

31. Хворост М.В., Грязнова С.А. Малишева В.В. Захист сельбищної зони від шуму транспортної магітсралі акустичними методами. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Харків: Харківський університет Повітряних Сил, 2014. №4 (41). С. 79-81.

32. Schmidt F. et al. The impact of nocturnal aircraft noise on vascular function and stress hormones. European Heart Journal, 2019.

33. Угненко Є. Б., Гавриш В. С. Визначення акустичного забруднення придорожнього простору та основних шумових характеристик транспортного потоку. Автошляховик України. 2015. № 6. С. 39-41.

34. Bakharev V., Sankov P., Trifonov I., Tkach N., Hilov V. Prediction of Acoustic Pollution in the Conditions of Reconstruction of Industrial Enterprise. International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology. 2019. Vol. 4. Issue 5. P. 356–363.

35. Adamenko Y., Coman M., Kundelska T. Ecological safety of Ivano-Frankivsk urban system according to acoustical and electromagnetic load factors. Scientific Bulletin Series D: Mining, Mineral Processing, Non-Ferrous Metallurgy, Geology and Environmental Engineering. 2019. Vol. 31 (2). P. 27-33.

36. Коваленко О. М., Петренко Л. І. Вплив транспортного шуму на психофізіологічний стан мешканців великого міста. Український журнал з проблем медицини праці, 2020. 2. С. 34–45.

37. Данченко В. В. Вібрація та шум: оцінка комбінованого впливу на організм людини на виробництві. Збалансоване природокористування, 2022. (1). С. 67–75.

38. Поліщук М. В., Іваненко Я. С. Дослідження впливу шуму на когнітивні функції студентів під час навчального процесу. В Матеріали XI Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми екологічної безпеки», 2018. С. 88–91.

39. Горбач Т. О. Шумове забруднення як чинник ризику розвитку артеріальної гіпертензії у дорослих. Вісник Вінницького національного медичного університету, 2021. 25(2). С. 45–52.

40. Пахомов О. Є., Кравченко Н. С. Екологізація міського середовища: шумозахист та компенсаційне озеленення. Ліра-К, 2020. С. 45–78.

41. Гордієнко Т. О. Акустичний комфорт міських територій: компенсаційні заходи та принципи проектування. В Сучасні проблеми урбаністики та ландшафтної архітектури: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, 2019. С.. 112–118.

42. Ковальчук, І. Л., & Данько, Я. В. Еколого-планувальні заходи з захисту від шумового забруднення в межах житлових районів. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія "Архітектура", (1), 2022. С. 95–101.

43. Savchenko O., Petrov S. Efficiency of Combined Noise Protection Measures in Urban Areas. Environmental Science and Pollution Research, 2020. 27(15), С. 18534–18545.

44. Лагутенко О. В. Акустичні властивості зелених насаджень як компенсаційного заходу в умовах щільної міської забудови. Український журнал прикладної екології, 2018. (4). С. 67–73.

45. Зінченко, А. О., Полтавець, В. В. Шумозахисні властивості вертикального озеленення як елементу компенсації акустичного забруднення.

Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, 2022. С. 45–48.

46. Clark C. et al. Exposure-effect associations between aircraft noise and community health: A systematic review. Environmental Research, 2020. P. 281–293.

47. Сидоренко, М. М. Обґрунтування еколого-господарських заходів з оптимізації акустичного режиму великого міста [Автореф. дис. канд. техн. наук]. Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2019. С. 12–15.

48. Ткачук Г. В., Шеремет Р. Б. Використання земляних валів та густих посадок як елементу ландшафтного дизайну для зниження шуму. Екологічна безпека та цивільний захист: тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, 2019. С. 156–159.

49. Захарченко О. М. Акустичний моніторинг та оцінка ефективності компенсаційного озеленення на територіях, прилеглих до залізничного транспорту. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету, 2022. (3). С. 132–140.

50. Клименко М. О., Савенко В. Я. Екологічна акустика: оцінка та прогнозування шумового впливу на навколишнє середовище. Національний університет «Львівська політехніка». 2018. С. 45–82.

51. Гогіташвілі Л. Г., Кіндієвський С. І. Безпека життєдіяльності та охорона праці: виробнича санітарія та гігієна праці. Вид-во Ліра-К., 2019. С. 134–145.

ДОДАТКИ