

DOI: 10.32347/2786-7269.2024.7.208-220

УДК 504.1

Джамалов А.А.,

Dzhamalov.anar@gmail.com, ORCID: 0009-0009-3192-4277,
Київський національний університет будівництва і архітектури

АНАЛІЗ СТУПЕНЯ ВИВЧЕНОСТІ ТА СВІТОВОГО ДОСВІДУ З ОПТИМІЗАЦІЇ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

Проведено збір та аналіз досліджень впливу шумового забруднення на фізично-емоційний стан мешканців мегаполісів, дослідили основні відомі та широко вживані міжнародні інструменти зменшення рівня шуму в міському середовищі, в тому числі і методи ландшафтної архітектури. Визначили основні тенденції майбутнього розвитку покращення звукового комфорту міст, створення «тихих зон» та унікальних звукових рис сьогоденних мегаполісів.

Ключові слова статті: шумове забруднення; ландшафтна архітектура; «тихі зони»; акустичний комфорт; екрани.

Постановка проблеми. Сучасний стрімкий розвиток урбанізації населення в різних країнах світу незалежно від їх рівня розвитку і достатку призводить до збільшення антропогенного тиску на довкілля. Одним із видів техногенного забруднення міського середовища є шум. Основними джерелами техногенного шуму в місті виступають: транспортні засоби (50-70% від загального шуму), комунально-побутові послуги (8-15%), промисловий комплекс (15-20%), будівельні роботи (1-3%)[1].

Звук – фізичне явище, викликане коливальним рухом часток в середовищі, коливання мають свої амплітуду та частоту. Шум – хаотичне зміщення звуків, що негативно впливає на здоров'я людини, зокрема на нервову систему людини, може провокувати серцево-судинні захворювання, часткову або повну глухоту, зменшує тривалість сну, викликає психічні розлади. [2-4]. Всесвітня Організація Охорони Здоров'я (ВООЗ) провела аналіз масштабу впливу транспортного шуму, за даними ВООЗ у ЄС понад 60% населення отримують шумовий вплив більше 55ДбА, а 30% з них навіть в нічний час, що призводить до значних соціально-економічних втрат.

Приблизну оцінку втрат, на 1999 р., виконало Міністерство фінансів Данії: «Оцінка витрат базується на моделі вартості хвороби, та призводить до прямих витрат для сектора охорони здоров'я в середньому 9,4 (5,5-13,5) мільйонів євро щорічно. Якщо врахувати всі витрати, включаючи передчасні

смерті, лікарняні витрати тощо, оціночні витрати становлять 80 (40-120) або 456 (242-685) мільйонів євро щорічно». Також необхідно враховувати витрати пов'язані з зниженням цін на нерухомість, для будинків, які знаходяться поряд з постійним джерелом шуму понад 55 дБ складають 1,2% за кожний дБ біля звичайний доріг та 1,6% біля магістралей [5].

Може здатись, що шумове забруднення є неминучим побічним ефектом міського сучасного життя, ліквідувати транспортний шум – задача неможлива. Тому регулювання та обмеження, використання засобів зниження – основний інструменти грамотного містобудування. Розумне використання різноманітних інструментів та методів, може значно знизити рівень шуму та покращити якість життя мешканців міста.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Було зібрані та вивчені наукові тексти та дослідження. Вітчизняні публікації та дисертація А.І. Решетченко, яка глибоко проаналізувала та порівняла нормативні документи країн ЄС та Українського законодавства, запропонувала та науково обґрунтувала засади моніторингу рівнів шумового забруднення, на основі математичної моделі розробленої на базі вулиць міста Харкова.

Інформацію, статистичні данні та об'ємні показники взято з доповіді ООН з навколишнього середовища Frontiers 2022 та відкритих джерел інформації мережі інтернет.

Ознайомлено з публікацією Гордієнко С.М. «Сучасні прийоми формування шумозахисних будинків».

Роботи Селиванова С.Є. про багаторазове відбиття звуку на вузьких вулицях міста. Книги про створення та застосування шумозахисних декоративних та зелених екранів (смуга зелених насаджень), таких авторів як Ф. Ватсон, Петрук В.Г., Гуцулюк В.І., Матвєєва О.Л та інші.

Розглянуті міжнародні публікації [5-9] дають змогу проаналізувати негативний вплив від шумового забруднення на людей та тварин, дають оцінку економічній шкоді, зміни якості життя та поведінки.

Публікації [12-14] дають розуміння терміну «тихі зони» та оцінку їх впливу на жителів мегаполісів.

Метою публікації є дослідження зарубіжних та вітчизняних наукових джерел в яких розглядається проблеми шумового забруднення міського середовища та інструменти його зниження.

Відповідно до поставленої мети були визначені завдання дослідження:

1. Розглянути фізично-емоційний та соціально-економічний вплив шумового забруднення на жителів міста.
2. Проаналізувати науково-практичний досвід в боротьбі з шумовим забрудненням і міському середовищі.

3. Визначити основні існуючі дієві прийоми боротьби з підвищеним рівнем шуму в міському середовищі.

Основна частина. Сьогодні шумове забруднення - це серйозна екологічна проблема, яка визначається як одна з основних екологічних загроз для здоров'я всіх вікових та соціальних груп та потребує всебічного наукового дослідження.

В щорічному докладі ООН з навколишнього середовища *Frontiers 2022* [15], який проходив в Найробі аналізували міжнародні дослідження впливу шумового забруднення на здоров'я людей та тварин, що живуть у межах міста.

Негативні ефекти шуму на громадське здоров'я різноманітні і є серйозною проблемою, яка виходить на світовий рівень. Вони охоплюють широкий спектр наслідків, від легкої та тимчасової дії стресу до важкої та хронічної фізичної недуги. Нічний шум заважає сну і впливає на продуктивність наступного дня.

Провоковані шумом прокидання можуть викликати різноманітні фізіологічні та психологічні стресові реакції, оскільки сон необхідний для гормонального регулювання та функціонування серцево-судинної системи [5]. З'являється все більше доказів того, що експозиція шуму від транспорту є фактором ризику для розвитку серцево-судинних та метаболічних захворювань, таких як підвищений артеріальний тиск, артеріальна гіпертензія, ішемічна хвороба серця та цукровий діабет.

Дослідження авторів у статтях [6-8] з'ясували що міський шум також впливає на тварин. Акустична комунікація є життєвою необхідністю для багатьох видів тварин. Акустичні сигнали використовуються в різноманітних контекстах комунікації, включаючи оборону території, попередження про небезпеку, знаходження чи привертання партнера та догляд за потомством. Хоча різкі та непередбачувані звуки можуть сприйматися тваринами як загрозові, хронічне акустичне навантаження, таке як шум від транспорту, може втручатися у акустичну комунікацію та змінювати поведінку у різних видів. Покидання шумних місць може здаватися очевидною реакцією тварин, але деякі адаптуються до шумних умов, змінюючи час чи патерн своїх вокалізацій, щоб уникнути заглушення їх сигналів. У європейських містах солов'ї, співають більше вночі, щоб уникнути високого акустичного втручання вдень, тоді як у міських парках у Боготі, Колумбія, руді горобці розпочинають світанковий хор раніше вранці на місці з інтенсивним денним транспортом. Деякі жаби проявляють поведінку проміжного співу, синхронізуючи свої виклики з перервами в шумі [9].

Інші види модифікують свої сигнали, змінюючи свою вокальну частоту, або висоту, та амплітуду, щоб протидіяти шуму низької частоти від транспорту. Багато міських видів птахів із природними вокалізаціями низької частоти

співають на вищих частотах в міських районах. Дослідження в 30-ти міських парках та лісових ділянках у континентальній Європі, Японії та Об'єднаному Королівстві показали, що міські великі синички співають пісні з вищими частотами, ніж їх лісові соратники. Зеброві горобці уповільнюють свої мелодії відповідно до міського шуму. Такі види вокальної модифікації також спостерігалися у жаб та комах, таких як саранча, що живуть біля шумних автострад.

Ці зміни дійсно допомагають тваринам бути чутними в шумних середовищах, але іноді змінені патерни вокалізацій вважаються менш привабливими для потенційних партнерів, що може впливати на репродуктивний успіх. І якщо види тварин не мають змоги бути гнучкими і підлаштовуватись під зміни шумового забруднення, у співі чи прийманні сигналів, вони втрачають нездатність до комунікації, що може виключити їх із їх середовищ, та може мати значущі екологічні наслідки.

Тварини у місті виконують екологічні та соціально-психологічні функції. Екологічна роль тварин полягає в тому, що вони є найважливішою складовою урбоекосистем різного рівня, без якої неможливе їх існування та функціонування, а отже, забезпечення «природності» навколишнього середовища людини.

В світі розроблені методи оцінки та управління шумом, які впливають на людей у забудованих територіях, парках, територіях для відпочинку в агломераціях, біля навчальних закладів, лікарень та інших чутливих до шуму місцях, загальна кількість нормативних документів 41 шт.

В європейській Директиві 2002/49/ЄС [16] передбачається:

- визначення шумової експозиції в населених пунктах за допомогою карт шуму, розроблених відповідно до прийнятих країнами-членами ЄС методик;
- розробка планів дій в країнах спільноти для запобігання або зменшення рівня шуму в залежності від акустичної ситуації на конкретно визначеній території, ґрунтуючись на результатах, отриманих від карт шуму. Ці плани дій є рекомендаційними та залишають юридичний простір для регулювання використання законодавчої бази конкретно визначеної країни.
- забезпечення вільного громадського доступу до інформації про рівень шуму в навколишньому середовищі, якщо така інформація доступна.

В Україні державним документом, що встановлює вимоги до рівня шуму є ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму» [17].

В ДБН В.1.1-31:2013 регламентується:

- нормовані параметри та допустимі рівні шуму;
- методи акустичного розрахунку;

- вимоги до звукоізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій;
- вимоги до акустичних екранів;
- захист від шуму сельбищних територій міських та сільських поселень.

Дієвим інструментом містобудування – є функціональне зонування територій міста. В сельбищних та рекреаційній зоні виділення територій, з відокремленням від шумових промислових забруднень, автомобільних магістральних доріг, залізниць тощо. Дотримання розрахункових санітно-захисних зон, згідно чинних нормативних документів, раціональне планування і організація вулично-дорожньої мережі в середні жилих мікрорайонів.

Не дивлячись, на те що, в багатьох країнах займаються вивченням, обмеженням та нормуванням шуму в міській забудові, світова тенденція показує, що цього не достатньо.

Місто та країна	мін, дБ	середн, дБ	макс, дБ
Ліон, Франція	42	55.5	69
Мадрид, Іспанія	59	64	69
Белград, Сербія	45	57.5	70
Стокгольм, Швеція	55	62.5	70
Ніш, Сербія	47	61	75
Барселона, Іспанія	22	49	76
Париж, Франція	35	57.5	80
Токат, Турція	49	65.5	82
Лондон, Велика Британія	54	70	86
Дамаск, Сирія	63	78.5	94
Ібадан, Нігерія	59	80	101
Ісламабад, Пакистан	47	80.5	114
Дакка, Бангладеш	57	88	119

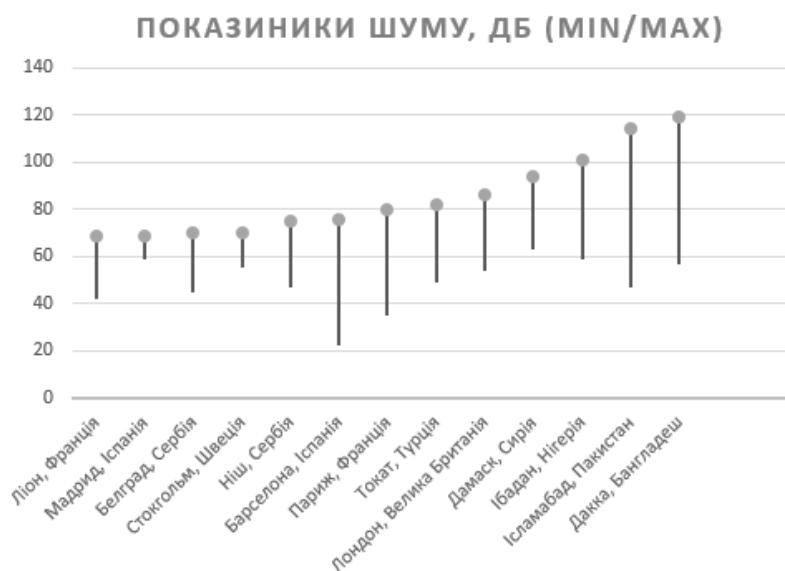


Рис. 1. Графік шумового забруднення в світових мегаполісах.

Графік представляє рівні шуму, пов'язані з транспортом (дБ), виміряні в різних містах світу, протягом дня, показано мінімальні (в ночі) та максимальні

(в день) показники шуму. Дані для складання графіку взято з щорічному докладу ООН з навколишнього середовища Frontiers 2022 [15]. З графіку видно, що від шуму страждають не тільки бідні країни.

Інструменти зниження міського шуму. Як і більшість джерел забруднення, шум вимагає відповідного управління. В багатьох країнах діють правові норми та регулюються вимоги, іноді в межах міжнародного співробітництва, такого як у Європейському Союзі. Зазвичай заходи спрямовані на джерела шуму, оскільки вони є найбільш ефективними та простими для виконання.

В сучасну містобудуванні існують безліч різноманітних та різнопланових інструментів і засобів зниження, або обмеження розповсюдження шуму. В даній статі планується розглянути всі відомі міжнародні методи боротьби.

Такі країни, такі як Японія, США, Німеччина, Італія, Канада, Австралія та Швеція, вже встановили десятки тисяч кілометрів архітектурних акустичних бар'єрів. Ефективність шумозахисних екранів (ШЕ) досягає до 20-25 дБ, вони швидко і легко монтуються, не потребують постійного обслуговування, на даний час мають велику базу типових рішень, можуть бути унікальними і вписуватись в будь-яку частину сучасного міста. У розробці системи шумозахисту враховують необхідне зниження рівня шуму, вибір конструкцій для бар'єрів залежить від ефективності заходів та їх вартості, а також враховується безпека, спосіб експлуатації та естетика [10].



Рис. 2. Різноманіття форм та матеріалів ШЕ.

Японія, Франція та Німеччина використовують шумопоглинальне покриття доріг для тих, щоб знизити рівень шуму від шин автомобілів. Для зменшення рівня шуму також вдаються до використання насипів і зелених насаджень різних типів. Також накладається обмеження по швидкості руху в житлових кварталах. Багато міських доріг з двома смугами в один бік та обсягом транзиту до 20 000 щоденних одиниць були звужені до односмугових доріг, віддаючи простір для велосипедистів та пішоходів.

Зелені насадження в містах окрім поліпшення шумового фону, формують поліпшений мікроклімат, формують комфортні радіаційно-теплові умови, покращають вологість повітря та зменшують кількість пилу на вулицях.

Вплив шумового забруднення на рослинний світ значно менший, ніж його негативний вплив на здоров'я населення. Рослини виявляють велику стійкість до цього виду техногенного забруднення, що робить їх ефективними для створення захисних смуг, які запобігають поширенню шумового забруднення у міських системах.

У містах з великою щільністю забудови та обмеженою площею для озеленення, слід використовувати мобільні та компактні способи озеленення. Один з таких способів - це вертикальне озеленення, яке включає в себе використання рослин, таких як деревовидні ліани, для озеленення фасадів будівель, паркових споруд, архітектурних споруд та інших об'єктів. Формування зелених дахів на будинках додатково допомагає зменшити рівень шуму.

Гордієнко С.М. у свої статті пропонує використовувати шумозахисні житлові будинки (ШЖБ) [11]. Дане рішення дозволяє знизити шум не тільки в приміщеннях, а захистити міське середовище та дає змогу формувати «тихі місця» - зони відпочинку на прибудинковій території. Як приклад розглядається лондонський проєкт «One Hyde Park» де за рахунок геометричної форми будинків формується глибокі звукові тіні. Дане рішення поживає та надає нові форми для форм будівель з більшою функціональною користю.

Термін "тихі зони" зазвичай розуміється як місця з приємним звуковим середовищем або тими, де небажані звуки майже відсутні. Зазвичай ці місця об'єднують з позитивними елементами ландшафтного дизайну, такими як зелені насадження та водні об'єкти [12-14]. Забезпечення або захист цих місць є більш пасивним, але все ще цінним, способом регулювання рівня шуму в міських зонах.

Наявність доступу до громадських зелених зон та місцевих тихих зон може покращити якість звукового середовища та зменшити негативний вплив шуму. Докази свідчать, що позитивні впливи зелених зон та зелені місцевості найсильніше виявляються у спільнотах з найбільшою соціальною активністю.

В публікації С.Є. Селиванова [18] запропоновано в якості інвентарного засобу захисту від шуму, що генеруються транспортними й іншими джерелами вуличного шуму, використати облицювання саме горизонтальних поверхонь фасадів звукопоглинаючими матеріалами. Звукова енергія, що поступає від джерел шуму, попадаючи на нижню поверхню балконних плит (плит лоджій, нижні поверхні кондиціонерів, підвіконники тощо, та усі ін. Горизонтальні елементи, що виступають на деякій висоті над зашумованим простором), не відбивається від неї, а залежно від величини коефіцієнта звукопоглинання застосованого матеріалу, в тому чи іншому ступеню поглинається в шарі звукопоглинача, переходячи в теплову енергію.

Дослідження, проведені у [19], та кореляційний аналіз структурних параметрів зелених насаджень у захисних смугах показали, що зниження рівня шуму залежить не лише від відстані до джерела шуму, але й від різних структурних параметрів. Серед них найважливішими факторами виявилися зімкнутість та щільність крони, відстань між деревами та наявність чагарників. Також частини дерев, такі як листя, гілки, деревина та стовбура, поглиблюють звукові хвилі; свіжі листя можуть поглиблювати звук через свої динамічні поверхні. Головним чином, листя дерев та кора допомагають поглибити шум ефективно. Основна причина полягає в тому, що листя розподіляється на великій площі порівняно з корою дерева. Листя відіграє більш значущу роль у поглибленні рівнів шуму від дорожнього транспорту. Збільшення зелених зон є дуже ефективним та менш витратним методом для зменшення шуму від дорожнього транспорту в міських районах. Попередні дослідження вказують на те, що листя поглиблює шум на вищій частоті, ніж на низькій частоті.

Максимальне зниження шуму спостерігається, коли розмір листка становить половину довжини хвилі звуку. Отже, важливо, щоб рослинний екран містив значну кількість листяних порід. Проте використання зелених насаджень як єдиного засобу для зменшення шуму має кілька недоліків. Один із головних недоліків полягає в тому, що ефективність такого екрану не відбувається миттєво і може зайняти багато років, поки рослини досягнуть необхідного віку. Смуга зелених насаджень постійно змінюється з часом і може бути більш або менш ефективною.

Висновки.

Згідно з рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) від 1999 року щодо шуму в спільноті, рекомендовані ліміти складають 55 дБ для зовнішніх житлових зон і 70 дБ для транспортних і комерційних зон. Останні рекомендації ВООЗ від 2018 року встановили рекомендацію щодо рівнів шуму від дорожнього транспорту на рівні 53 дБ.

Протягом останніх кількох десятиліть технічні інструменти та засоби допомогли досягти певних успіхів у вирішенні проблеми забруднення шумом як екологічної та громадського здоров'я. Однак виявилось два основних недоліки. По-перше, це постійне відставання, та вирішення проблем за фактом їх існування, відсутність стратегічних рішень на майбутнє.

По-друге, це уявлення про звук виключно з точки зору дискомфорту, такого як транспортний та промисловий шум, а не розглядання можливостей створення звуків, які надають комфорт. Вирішення цих питань важливо для створення комфортних міст, і підтримка науково обґрунтованого втручання у цьому процесі є вирішальною.

Більшість людей погодяться, що шум не завжди дорівнює як щось погане,

оскільки звуки можуть збагатити наше життя, відновити відчуття здоров'я та благополуччя і надати значення нашим щоденним враженням. Вони допомагають визначити характеристики місць і культур та формують якість життя. Деякі міські звуки можуть бути унікальними для спільноти та додавати до її культурної ідентичності, аж до того, що вони стають історичними акустичними пам'ятками. Наприклад, звуки Біг-Бена в Лондоні чи виклики до молитви з Масджід-аль-Харам в Мекці є емоційно насиченими враженнями. У широкому розумінні акустичний комфорт не слід розглядати лише як відсутність шуму, а, скоріше, як ситуацію, де звукові середовища пропонують величезні можливості для розвитку людей і дбайливого ставлення до їхнього фізичного та психічного благополуччя.

За умов постійного зростання рівня шумового забруднення міст України та відсутність моніторингу рівнів шуму, в містах та окремих районах, зростає доцільність переймання світового досвіду та розвитку своїх локальних рішень боротьби з шумом, в тому числі засобами ландшафтної архітектури. Для того, щоб міста покращили якість свого акустичного середовища, необхідно розробляти різні стратегії планування та інфраструктурні зміни для створення здорових акустичних середовищ.

Список джерел

1. Картографування шумового режиму центральної частини міста Харкова: монографія / В.Е. Абракітов; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х.: ХНАМГ, 2010. - 266 с.
2. Prasher D. Is there evidence that environmental noise is immuno- toxic / Noise Health. 2009. № 11 (44). P. 151–155.
3. Babisch W. Cardiovascular effects of noise/ Noise Health. 2011. №13. P. 201–204.
4. Job R.F.S. The influence of subjective reactions to noise on health effects of the noise// Environment International. 1996. № 22 (1). P. 93–104.
5. «Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger», Ministry of Finance, Copenhagen, (1999).
6. Francis, C.D., Ortega, C.P. and Cruz, A. Noise Pollution Filters. Bird Communities Based on Vocal Frequency. – Режим доступу: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0027052>.
7. Halfwerk, W., Lohr, B. and Slabbekoorn, H. Impact of Man-Made Sound on Birds and Their Songs. In Effects of Anthropogenic Noise on Animals. Slabbekoorn. – Режим доступу: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8574-6_8.

8. Kunc, H.P. and Schmidt, R. The effects of anthropogenic noise on animals: a meta-analysis. *Biology Letters*. <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsbl.2019.0649>.
9. Potvin, D.A. Coping with a changing soundscape: avoidance, adjustments and adaptations. *Animal Cognition* P. 9-18. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1007/s10071-016-0999-9>.
10. Петрук В.Г., Гуцулюк В.І., Кватернюк С.М. Розробка будівельно акустичного екрану для зниження транспортного шуму. IV Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю. (Екологія/Ecology-2013), 25-27 вересня, 2013. Збірник наукових статей. Вінниця: Видавництво-друкарня Діло, 2013. С.141-144.
11. Гордієнко С.М. «Сучасні прийоми формування шумозахисних будинків». – Режим доступу: <http://mtp.knuba.edu.ua/article/view/288815>.
12. Cerwén, G. (2019). Listening to Japanese Gardens: An Autoethnographic Study on the Soundscape Action Design Tool. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/ijerph16234648>.
13. European Environment Agency (2014). Good practice guide on quiet areas. Luxembourg: Publications Office of the European Union. – Режим доступу: <https://doi.org/10.2800/12611>.
14. European Environment Agency (2016). Quiet Areas in Europe – The environment unaffected by noise pollution. Luxembourg: Publications Office of the European Union. – Режим доступу: <https://doi.org/10.2800/7586>.
15. Frontiers 2022: Noise, Blazes and Mismatches. 2022 United Nations Environment Programme. – Режим доступу: <https://www.unep.org/resources/frontiers-2022-noise-blazes-and-mismatches>.
16. Директива 2002/49/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 25 червня 2002 року стосовно оцінки та управління процесами, пов'язаними з шумом OBL 189, 18.07.2002. С. 12.
17. ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будівель і споруд від шуму».
18. С.Є. Селиванов «Багаторазові відбиття звуку на вузьких вулицях міста та захист житлових будівель від транспортного шуму». – Режим доступу: <https://ojs.kname.edu.ua/index.php/area/article/view/845>.
19. Influence of Urban Green Spaces on Road Traffic Noise Levels: - A Review. Nevil Wickramathilaka^{1, 2}, Uznir Ujang¹, Suhaibah Azri¹, Tan Liat Choon¹ 3D GIS Research Lab, Faculty of Built Environment and Surveying, Universiti Teknologi Malaysia, 81310, Johor Bahru, Johor. – Режим доступу: <https://isprs-archives.copernicus.org/articles/XLVIII-4-W3-2022/195/2022/isprs-archives-XLVIII-4-W3-2022-195-2022.pdf>.

Dzhamalov A.A.,

Kyiv National University of Construction and Architecture

ANALYSIS OF THE DEGREE OF STUDY AND GLOBAL EXPERIENCE IN OPTIMIZING URBAN NOISE POLLUTION

A collection and analysis of domestic and international publications on the impact of noise pollution on the physical and emotional well-being of mega-city residents were conducted.

It was found that noise pollution directly affects the quality of life and the physical and mental health of people, leading to significant economic losses through medical expenses, deaths, and a decrease in the market value of real estate located near noise sources.

Moreover, it was discovered that noise negatively influences not only the physical well-being of humans but also the behavior of urban animals and birds, compelling them to adapt their mating rituals and communication methods. While these behavioral changes help animals be more audible in noisy environments, they impact the reproductive success of certain species, potentially leading to their extinction and causing an ecological catastrophe.

The study identified a global trend of lagging efforts to combat urban noise and solve problems only after their existence is acknowledged.

The research explored the primary internationally recognized and widely used tools for reducing noise levels in urban environments, including methods within the field of landscape architecture: functional zoning of urban areas, construction of noise reduction screens (NRS), installation of noise-absorbing road surfaces, traffic restrictions, or speed limits, and the creation of green barriers, among others.

Furthermore, the article outlined the main trends in the future development of improving sound comfort in cities, such as the establishment of "quiet zones" and the creation of unique soundscapes in contemporary mega-cities. Examples include the iconic sounds of Big Ben in London or the call to prayer from the Masjid al-Haram in Mecca, which provide emotionally rich experiences.

In a broader sense, acoustic comfort should not be considered solely as the absence of noise but rather as a situation where acoustic environments offer significant opportunities for human development and careful consideration of their physical and mental well-being.

Article Keywords: noise pollution; landscape architecture; quiet zones; acoustic comfort; screens.

REFERENCES

1. *Kartohrafovannia shumovoho rezhymu tsentralnoi chastyny mista Kharkova: monohrafiia* / V. E. Abrakitov; Khark. nats. akad. misk. hosp-va. Kh.: KhNAMH, 2010. - 266 s. {in Ukrainian}
2. Prasher D. *Is there evidence that environmental noise is immuno- toxic?* // Noise Health. 2009. № 11 (44). P. 151–155. {in English}
3. Babisch W. *Cardiovascular effects of noise*// Noise Health. 2011. №13. P. 201–204. {in English}
4. Job R.F.S. *The influence of subjective reactions to noise on health effects of the noise*// *Environment International*. 1996. № 22 (1). R. 93–104. {in English}
5. «*Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger*», Ministry of Finance, Copenhagen, ISBN-87-7856-308-9 (1999). {in Danish}
6. Francis, C.D., Ortega, C.P. and Cruz, A. (2011). Noise Pollution Filters. Bird Communities Based on Vocal Frequency. - Access mode: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0027052>. {in English}
7. Halfwerk, W., Lohr, B. and Slabbekoorn, H. (2018). Impact of Man-Made Sound on Birds and Their Songs. In *Effects of Anthropogenic Noise on Animals*. Slabbekoorn, H., Dooling, R., Popper, A., Fay, R. (eds). Springer Handbook of Auditory Research, 66. Springer, New York, NY. - Access mode: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8574-6_8. {in English}
8. Kunc, H.P. and Schmidt, R. (2019). The effects of anthropogenic noise on animals: a meta-analysis. *Biology Letters*. - Access mode: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsbl.2019.0649>. {in English}
9. Potvin, D.A. (2017). Coping with a changing soundscape: avoidance, adjustments and adaptations. *Animal Cognition*. - Access mode: <https://doi.org/10.1007/s10071-016-0999-9>. {in English}
10. Petruk V.H., Hutsuliuk V.I., Kvaterniuk S.M. *Rozrobka budivelno-akustychnoho ekranu dlia znyzhennia transportnoho shumu*. IV Vseukrainskyi zizd ekolohiv z mizhnarodnoiu uchastiu. (Ekolohiia/Ecology-2013), 25-27 veresnia, 2013. Zbirnyk naukovykh statei. Vinnytsia: Vydavnytstvo-drukarnia Dilo, 2013. S.141-144. {in Ukrainian}
11. Hordiienko S. M. «*Suchasni pryiony formuvannia shumozakhysnykh budynkiv*». - Access mode: <http://mtp.knuba.edu.ua/article/view/288815>. {in Ukrainian}
12. Cerwén, G. (2019). Listening to Japanese Gardens: An Autoethnographic Study on the Soundscape Action Design Tool. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. - Access mode: <https://doi.org/10.3390/ijerph16234648>. {in English}

13. European Environment Agency (2014). Good practice guide on quiet areas. Luxembourg: Publications Office of the European Union. - Access mode: <https://doi.org/10.2800/12611>. {in English}
14. European Environment Agency (2016). Quiet Areas in Europe – The environment unaffected by noise pollution. Luxembourg: Publications Office of the European Union. - Access mode: <https://doi.org/10.2800/7586>. {in English}
15. Frontiers 2022: Noise, Blazes and Mismatches. 2022 United Nations Environment Programme. - Access mode: <https://www.unep.org/resources/frontiers-2022-noise-blazes-and-mismatches>. {in English}
16. Directive 2002/49/EC of the European Parliament and the Council of June 25, 2002 regarding the assessment and management of processes related to noise Official Gazette 189, 18.07.2002. P. 12. {in English}
17. DBN V.1.1-31:2013 "Protection of territories, buildings and structures from noise". {in Ukrainian}
18. S.E. Selivanov “Bagatorazov’s response to the sound on the narrow streets of the city and the protection of life from traffic noise.” - Access mode: <https://ojs.kname.edu.ua/index.php/area/article/view/845>. {in Ukrainian}
19. Influence of Urban Green Spaces on Road Traffic Noise Levels: - A Review. Nevil Wickramathilaka^{1, 2}, Uznir Ujang¹, Suhaibah Azri¹, Tan Liat Choon¹ 3D GIS Research Lab, Faculty of Built Environment and Surveying, Universiti Teknologi Malaysia, 81310, Johor Bahru, Johor. - Access mode: <https://isprs-archives.copernicus.org/articles/XLVIII-4-W3-2022/195/2022/isprs-archives-XLVIII-4-W3-2022-195-2022.pdf>. {in English}