

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.80-97

УДК 504.1

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

МЕТОДИ ЗАХИСТУ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД.

Розглядаються сучасні методи захисту міського середовища від шумового забруднення з акцентом на інтеграцію містобудівних, архітектурно-планувальних, інженерних та ландшафтних рішень. Проведено аналіз нормативної бази України, окреслено основні проблеми, що виникають при впровадженні шумозахисних заходів, наведено приклади успішної реалізації методів зниження міського шумового забруднення, як із зарубіжного, так і з українського досвіду.

Ключові слова статті: міське шумове забруднення; захист від шуму; містобудування, методи зниження шуму, ландшафтна архітектура.

Постановка проблеми. Шумове забруднення є одним із ключових чинників, що знижують комфортність умов проживання міського населення. Інтенсифікація транспортних потоків, зростання промислових потужностей, активний розвиток міської інфраструктури та збільшення рівня урбанізації сприяють підвищенню рівня акустичного навантаження.

Дослідження показали [1], що шум негативно впливає на якість сну, викликає денну сонливість, сприяє виникненню роздратування та підвищує ризик розвитку гіпертонії й серцево-судинних захворювань. Встановлено, що шум чинить значний вплив як на біологічні види, так і на навколишнє середовище.

Міський шум є актуальною проблемою для сучасних міст, яка вимагає впровадження комплексних заходів для його регулювання. Це стосується не лише захисту житлових приміщень, а й забезпечення акустичного комфорту на великих міських та прибудинкових територіях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз публікацій та діючих нормативних документів [2-9] допоміг узагальнити результати різноманітних досліджень, щодо впровадження методів шумового зниження. Сучасні наукові роботи в галузі зниження шумового забруднення в міському середовищі демонструють значний розвиток як традиційних, так і інноваційних методів захисту. Дослідники з різних країн акцентують увагу на комплексному підході,

який поєднує застосування зелених насаджень, інженерно-технічних заходів та містобудівного планування.

Численні дослідження [12-20] підкреслюють необхідність врахування локальних кліматичних особливостей, економічних чинників та специфіки міського середовища при розробці і впровадженні шумозахисних заходів. Комплексний підхід, який включає як технічні, так і організаційні рішення, демонструє найвищу ефективність у зниженні шумового навантаження.

Метою дослідження є огляд існуючих методів захисту від шумового забруднення у сучасній містобудівній практиці.

Відповідно до теми дослідження були сформовані наступні цілі роботи:

1. Проаналізувати та зробити огляд на головні методи зниження шуму, надати по кожному методу основні переваги та недоліки.
2. Надати оцінку використання зелених насаджень, як вагомий метод ландшафтної архітектури для зниження шуму міського середовища.

Виклад основного матеріалу. Перші дослідження та спроби нормування міського шумового забруднення почалися в середині 30-х років ХХ століття в США та Великій Британії. По результатам цих досліджень в кінці 1972 року конгрес США прийняв «Закон про регулювання шуму» [11] передбачивши бюджет в 21 млн. доларів для його реалізації. З того часу в багатьох європейських країнах починаються пошуки методів боротьби з шумовим забрудненням в містах, вивчається характер розподілення рівнів шуму у часі, методи його вимірювання, оцінка та аналіз, розробляється методи боротьби з шумом в міській забудові.

За останні десятиліття середній рівень шуму в мегаполісах збільшився з початкових 45–65 дБ до 75–105 дБ, що перевищує сучасні нормативні вимоги щодо шумового навантаження та створює серйозну загрозу для акустичного комфорту населення [16].

Згідно наказу Міністерства Охорони Здоров'я України, №463 від 22.02.2019 «Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови» [11] допустимі рівні шуму складають: вдень з 8:00 ранку до 22:00 допустимий рівень шуму не повинен перевищувати 55 дБА; вночі з 22.00 до 8.00 – 45 дБА.

Відповідно до ДБН В.1.1-31:2013 [3] вимоги допустимого рівня шуму в прибудинковій території, табл. 1.

Досягти суттєвого зменшення шумового навантаження можливе лише завдяки комплексному підходу до шумозахисту, який включає раціональне використання існуючих методик та пошуку нових заходів.

Таблиця 1.

Допустимі рівні шуму, згідно ДБН В.1.1-31:2013.

Ч.ч	Призначення приміщення або території	Час доби	Рівні звукового тиску $L_{\text{доп}}$, дБ (еквівалентні рівні звукового тиску $L_{\text{екв доп}}$, дБ) в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц									Рівень звуку $L_{\text{А доп}}$ (еквівалентний), дБА	Максимальний рівень звуку $L_{\text{А макс доп}}$, дБА
			31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
25	Територія, яка безпосередньо прилягає до житлових будинків	Денний	89	75	66	59	54	50	47	45	43	55	70
		Нічний	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60



Рис. 1. Блок-схема методик боротьби з шумом.

Архітектурно-планувальні рішення:

Під час розробки планувальної структури міста важливо передбачити чітке функціональне зонування територій. Зокрема, необхідно відокремлювати житлові райони та рекреаційні зони від промислових територій та інших об'єктів із підвищеним рівнем шуму, таких як аеропорти, вокзали, морські порти та промислові підприємства. Також важливим є проектування швидкісних та вантажних доріг в обхід житлових масивів. Врахування санітарно-захисних зон відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та

забудова території» [10] та ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків та споруд від шуму» [4] і ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 «Настанова з розрахунку та проектування засобів захисту сельбищної території від шуму» [5].

Значні зміни у поширенні шуму вносять розриви в 30-40 м між будинками, що екранують. Периметральна забудова мікрорайонів утворює область звукової тіні, де рівні звуку можуть бути нижчими, ніж на відкритих територіях на 20-25 дБА, у такого прийому забудови є недолік - усі приміщення будівлі орієнтовані на джерельні шуми прибувають у важких акустичних умовах.

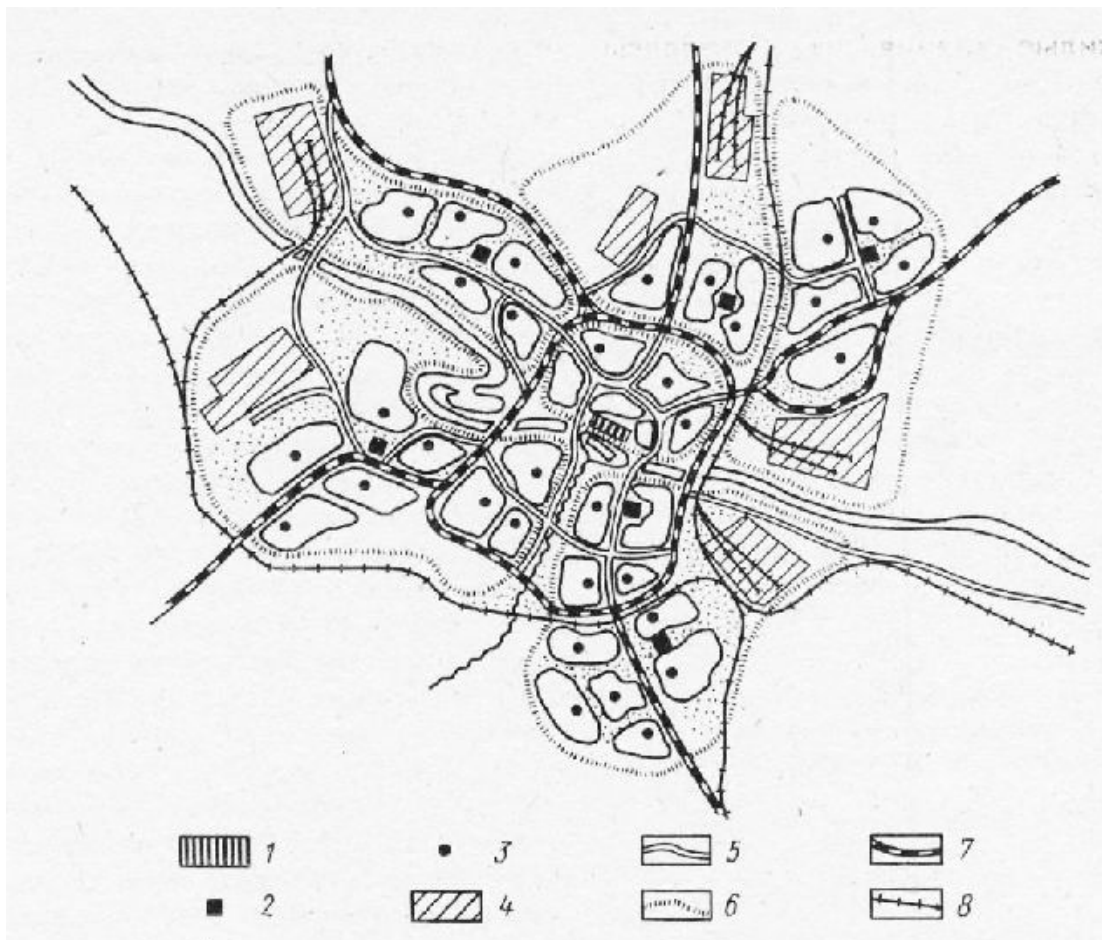


Рис. 2. Принципова планувальна структура великого міста.

- 1 - центр міста; 2 - центри міських районів; 3 - центри житлових районів;
4 - промислові території; 5 - магістральні вулиці загальноміського та районного значення; 6 — межа міського району; 7 - міська швидкісна дорога;
8 – залізниця

При розміщенні шумових об'єктів на генеральному плані важливо враховувати напрямки панівних вітрів, аби потоки повітря спрямовували шум від міста, а не у зворотному напрямку. Проте в межах 50 м вплив вітру на рівень шуму не є значним, тоді як відстань понад 350 м забезпечує суттєве зниження шумового навантаження у напрямку, протилежному до вітру.

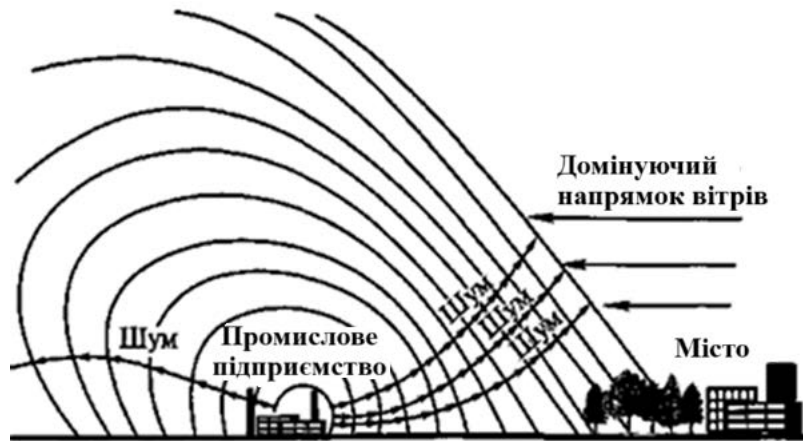


Рис. 3. Розташування заводу стосовно населеного пункту.

Ефективним прийомом є поступове збільшення висотності будівель у напрямку від магістральних вулиць углиб мікрорайонів, що сприяє оптимальному розподілу функціональних зон між основними транспортними потоками. Поблизу магістралей розміщують нежитлові споруди, які формують шумозахисний екран.

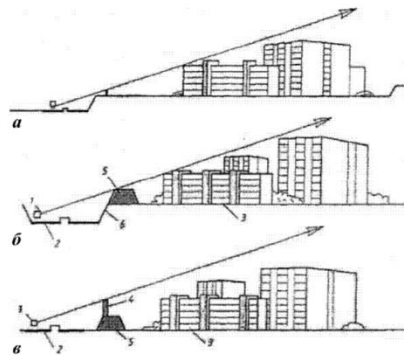


Рис. 4. Типи комбінованих шумозахисних екранів.
а- виїмка з стінкою; б – виїмка з насипом; в – насип з стінкою.

Ще одним архітектурно-планувальним рішенням для зменшення шумового впливу є функціональне зонування внутрішнього простору будинків. Досягти ефекту шумозахисту можна завдяки розміщенню коридорів, кухонь та ванних кімнат уздовж фасадів, що межують із шумними магістралями, тоді як житлові приміщення, зокрема спальні та кімнати для відпочинку, орієнтують на внутрішній двір.

Головний мінус даного методу, що при проектуванні будівель із підвищеним рівнем захисту від шуму є дотримання нормативних вимог [22] щодо природного освітлення. Житлові приміщення потребують ширшого віконного фронту порівняно з допоміжними кімнатами, що особливо актуально для багатокімнатних квартир. Одним із варіантів вирішення цієї проблеми є проектування багаторівневих квартир, однак така схема суттєво обмежує універсальність планувальних рішень, оскільки вимагає чітко визначеної

орієнтації вікон, що може ускладнювати їх розміщення вздовж магістральних вулиць.

Ландшафтна архітектура:

На поширення шуму в приземному просторі впливають зелені насадження - основний інструмент ландшафтної архітектури. У зелених насадженнях звукові хвилі, нашттовхуються на перешкоди - листя, голки (хвойні породи), гілки та стовбури дерев, звукові хвилі згинаються та поглинаються. Рекомендації про закономірність зниження шуму в місті надаються в ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 «Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій» [8].

Таблиця 2.

Зниження рівнів звуку смугами зелених насаджень, ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013.

Схеми улаштування смуг зелених насаджень (рис. 5)	Шумозахисна ефективність смуг зелених насаджень $\Delta L_{\text{Арайон, дБА}}$, у вегетативній зоні території України		
	I	II	III
Схема 1	1	1.5	2
Схема 2-4	1.5	2	2.5
Схема 5	2	2.5	3
Схема 6	2.5	3	3.5
Схема 7	5.5	6	6.5

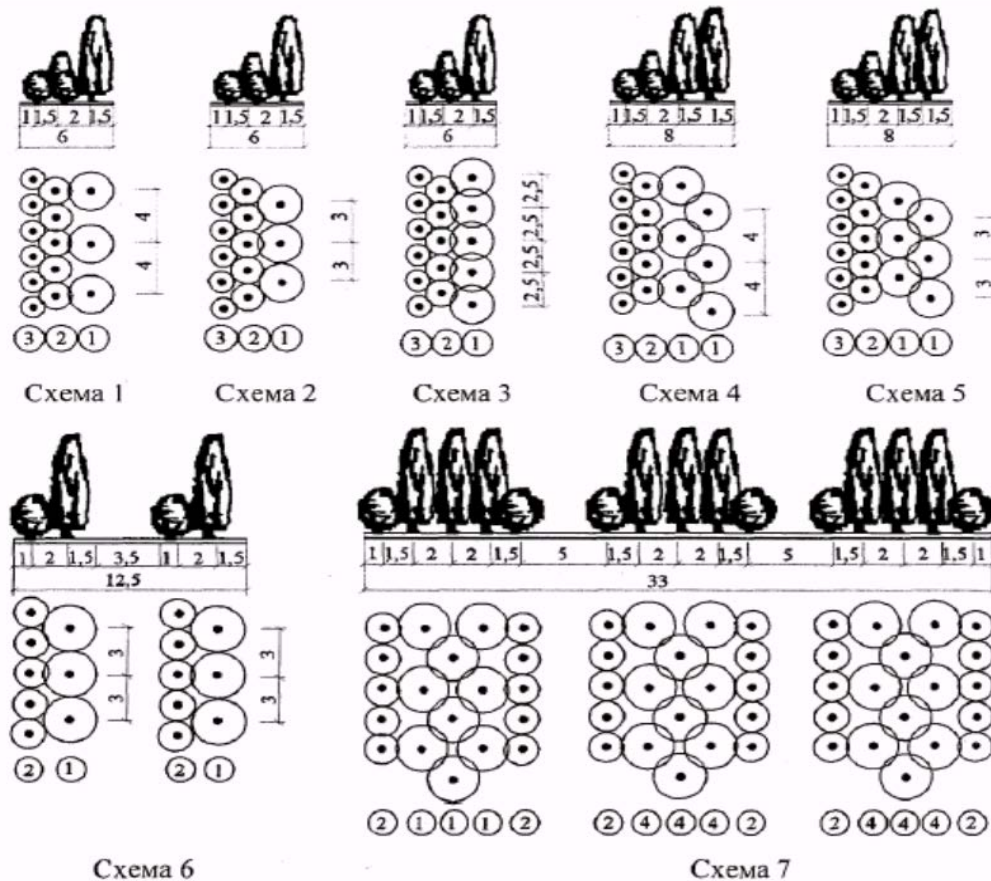


Рис. 5. Схеми улаштування шумозахисних смуг зелених насаджень. Згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013.

Ефект зниження шуму за смугами зелених насаджень залежить від спектрального складу шуму, від конструкції, віку, щільності та дендрологічного складу посадок. Існуючі дослідження зниження шуму зеленими насадженнями, виявили, що ефективніше зелені насадження справляються з шумом високих частот (від 800 до 20 000 Гц).

Звичайні посадки з просвітами між кронами дерев та вільним простором між стовбурами, через які можна переглядати предмети, розташовані за смугою зелених насаджень, майже не дають шумозахисного ефекту.

Озеленення парків, алеї та інших просторів, демонструє позитивний вплив на зниження міського шумового навантаження. Природні насадження не тільки поглинають звук, але й створюють візуальний комфорт, сприяють покращенню якості повітря та підвищенню загального рівня екологічності міського середовища. Проте, традиційні методи мають певні обмеження:

- Потреба в значній площі: для створення ефективного шумозахисного бар'єру необхідна велика площа, що може бути недоступною у щільно забудованих міських районах.
- Довгостроковий період формування ефекту: молоді насадження спочатку мають невелику щільність і не забезпечують належного рівня шумозахисту, поки рослини не досягнуть відповідної висоти та густоти.

Для зниження рівня шуму в замкнених дворах та на вузьких вулицях з обмеженою площею, доцільно використовувати вертикальне озеленення будівель та дахів, яке зменшує площу поверхні фасаду, що відбиває звукові хвилі.

Основні переваги вертикального озеленення та дахів полягають у наступному:

Економія простору: використання вертикальних поверхонь і покрівлі дозволяє інтегрувати зелений покрив у щільно забудовані райони, де прибудинкові простори є обмеженими.

Швидке формування зеленого бар'єру: завдяки використанню спеціалізованих систем (наприклад, модульних зелених стін), ефект зниження рівня шуму може спостерігатися вже на початкових етапах встановлення, не чекаючи, поки рослини досягнуть повного розвитку.

Естетична складова: вертикальні зелені конструкції значно покращують візуальне сприйняття міського простору, сприяють зниженню психологічного стресу та створюють умови для більш комфортного проживання.

Застосування зелених насаджень для зниження шумового забруднення є перспективним і комплексним методом, що дозволяє забезпечити як акустичний комфорт, так і покращення екологічного стану міського середовища. Традиційне озеленення сприяє створенню широких зелених зон,

що поглинають звукові хвилі, проте його ефективність обмежена вимогами до великої площі. У свою чергу, вертикальне озеленення дозволяє інтегрувати зелений покрив у щільно забудовані міські зони, забезпечуючи швидкий ефект шумозахисту та економію простору.

Застосування в'юнких рослин на фасадах будівель сприяє стабілізації їх температурного режиму, зменшуючи перегрів стін, що особливо актуально для південних регіонів. Такі рослини також обмежують проникнення пилу в приміщення, забезпечують зволоження повітря, знижують силу вітру та шум, створюючи більш комфортний внутрішній мікроклімат. На сьогодні в українському законодавстві відсутні як нормативні, так і рекомендаційні документи щодо організації вертикального озеленення, а також не існує єдиної класифікації його елементів, незважаючи на багаторічний досвід застосування цього підходу [17-19].

Малі архітектурні форми, такі як водні елементи (фонтани, водоспади та штучні водойми) відіграють важливу роль у зниженні шумового забруднення міського середовища завдяки їх здатності генерувати «білий шум». Дослідження у сфері акустики свідчать, що шум води має рівномірний спектр частот, який ефективно маскує небажані звуки, такі як шум транспорту, промислових об'єктів або людських потоків. Зокрема, динамічні водні потоки створюють природний фон, що знижує контраст між фоновими та імпульсними шумами, тим самим сприяючи поліпшенню акустичного комфорту.

Важливим аспектом є також взаємодія водних елементів із навколишнім середовищем. Наприклад, у парках і громадських просторах вони не лише виконують естетичну та рекреаційну функції, а й сприяють покращенню психоемоційного стану населення [21]. Згідно з європейським досвідом, інтеграція фонтанів та водоспадів у містобудівні концепції дозволяє створювати акустично оптимізовані зони, що підвищують якість життя міських жителів.

Інженерно-технологічні рішення:

Шумозахисні екрани – конструкції з бетону, скла, металу або рослинності для зменшення поширення шуму. 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 [6].

Шумопоглинаючі покриття доріг – використання пористого асфальту, що знижує рівень шуму від транспорту. Невеликі порожнечі у верхньому шарі

дорожнього покриття завтовшки близько 4 сантиметрів здатні ефективно поглинати шум. Змінивши склад суміші в частині мінеральних компонентів і виключивши з неї дрібний щебінь, німецькі шляховики досягли того, що об'єм порожнеч у такому пористому асфальтовому покритті досягає 25%, тоді як у звичайних асфальтових покриттях він становить лише близько 6%. Для цього рішення треба шукати компроміс між шумопоглинанням довговічністю в експлуатації та безпеки водіїв. Через декілька років експлуатації пори можуть забитися брудом та пилом, що призведе до зменшення ефективності поглинання шуму майже до нуля. Вода взимку може розривати покриття, під час замерзання, що буде вимагати постійних затрат на підтримання покриття в належному стані.

Нормативно-правові заходи:

Нормативно-правові заходи відіграють ключову роль у регулюванні шумового забруднення міського середовища. Вони забезпечують встановлення граничних рівнів шуму, контроль за їх дотриманням та впровадження санкцій за порушення. Регуляторна політика у цій сфері базується на законодавчих актах, будівельних нормах та екологічних стандартах, що сприяють гармонійному розвитку міст з урахуванням акустичного комфорту населення.

Одним із найефективніших інструментів боротьби з шумом є обмеження швидкості транспорту у житлових районах та поблизу соціально значущих об'єктів (шкіл, лікарень, рекреаційних зон). Згідно з дослідженнями [22], зниження швидкості автомобілів з 50 до 30 км/год може зменшити рівень шуму на 2-3 дБА, що суттєво покращує акустичний комфорт міського середовища. Впровадження подібних заходів є обов'язковим у багатьох європейських містах, де діє концепція "тихих зон" (Quiet Zones), що передбачає суворе регулювання руху транспортних засобів з метою мінімізації шумового навантаження.

Ще одним важливим заходом є заборона руху вантажного транспорту у певні години, особливо у нічний час. Доведено, що саме важкі транспортні засоби генерують найбільш інтенсивні низькочастотні шуми, які мають високу проникну здатність і можуть негативно впливати на якість сну та загальний психоемоційний стан мешканців. У багатьох країнах Європи, таких як Німеччина та Франція, впроваджені обмеження на рух вантажного транспорту у житлових районах у період з 22:00 до 06:00. В Україні подібна практика ще не є широко розповсюдженою, хоча впровадження таких обмежень у великих містах могло б суттєво зменшити рівень нічного шумового навантаження.

Важливим аспектом державного регулювання є контроль рівня шуму та впровадження штрафів за його перевищення. Ефективний моніторинг передбачає використання стаціонарних і мобільних шумових датчиків, які

дозволяють фіксувати рівень шумового забруднення в режимі реального часу. У країнах Європейського Союзу діє Директива 2002/49/ЄС, що зобов'язує великі міста створювати акустичні карти шуму, які дозволяють визначати найпроблемніші ділянки та розробляти заходи щодо зниження шумового впливу. В Україні відповідні ДБН (ДБН В.1.1-31:2013 "Захист територій, будинків і споруд від шуму") передбачають контроль шумового впливу, однак відсутність систематичного моніторингу та недостатнє фінансування цієї сфери значно знижує ефективність таких заходів.

Інноваційні методи:

"Розумні міста" – впровадження сенсорів для моніторингу шуму та адаптивного управління транспортом. Концепція "розумних міст" передбачає інтеграцію сучасних цифрових технологій для покращення якості життя мешканців та мінімізації негативного впливу урбанізованого середовища, зокрема шумового забруднення. Одним із ключових інструментів управління акустичним середовищем у містах є впровадження сенсорних систем моніторингу шуму, що дозволяють у режимі реального часу відстежувати рівень акустичних навантажень у різних районах. Такі системи складаються з мережі датчиків, які фіксують рівень шуму, аналізують джерела його виникнення та передають дані в централізовані міські системи управління.

На основі отриманих даних здійснюється адаптивне управління транспортними потоками, що є одним із найефективніших способів зменшення шумового забруднення. Наприклад, технології "розумного світлофора" дозволяють регулювати інтенсивність руху залежно від часу доби та рівня навантаження на дорожню мережу, тим самим мінімізуючи акустичний дискомфорт. Також можливе введення динамічного зонування міста, коли у певні години доби доступ до шумочутливих районів обмежується для транспорту з високим рівнем шуму.

Досвід європейських країн свідчить [23], що використання інтелектуальних систем моніторингу шуму дозволяє не лише знижувати його рівень, а й сприяє прийняттю науково обґрунтованих рішень у сфері містобудування та екологічної політики. Таким чином, інтеграція цифрових технологій у міське планування є перспективним напрямом у створенні комфортного та сталого міського середовища.

Електротранспорт та розвиток громадського транспорту. Завдяки розвитку мережі громадського транспорту, включаючи швидкісні трамваї та електробуси, зменшується потреба у використанні приватного автотранспорту, що не лише знижує рівень шуму, а й позитивно впливає на екологічний стан міських територій.

Одним із перспективних методів боротьби з шумовим забрудненням у містах є використання шумопоглинаючих і шуморозсіюючих фасадів, що виступають активними елементами акустичного захисту в урбанізованому просторі. Даний підхід ґрунтується на використанні спеціальних конструктивних та облицювальних матеріалів, здатних мінімізувати рівень шумового навантаження шляхом поглинання або розсіювання звукових хвиль.

Сучасні дослідження у сфері архітектурної акустики підтверджують [24], що фасадні поверхні будівель відіграють ключову роль у поширенні міського шуму. Традиційні гладкі фасади сприяють відбиттю та концентрації шумових хвиль, що погіршує акустичний стан середовища та створює додаткові джерела шумового забруднення за рахунок вторинного відбиття звуку. Використання спеціально розроблених шумопоглинаючих матеріалів дозволяє ефективно нейтралізувати цей ефект, перетворюючи частину акустичної енергії в теплову або спрямовуючи звукові хвилі у безпечніші зони.

Шумопоглинаючі фасади переважно виготовляються з перфорованих панелей, багатошарових звукопоглинаючих матеріалів, мінераловатних наповнювачів або акустичних мембран. Вони функціонують за принципом пористих та резонансних поглиначів, які сприяють зменшенню рівня шуму шляхом поглинання широкого спектру звукових частот. Дослідження показують, що подібні конструкції можуть знижувати рівень шуму на 5-15 дБ, що є суттєвим показником для міських умов.



Рис. 6. Типи перфорації: наскрізне пробивання, просічне видавлювання (Париж, Ліль, Франція).

Шуморозсіюючі фасади, на відміну від шумопоглинаючих, працюють за іншим принципом – вони не поглинають акустичну енергію, а змінюють

напрям поширення звукових хвиль, зменшуючи інтенсивність їх впливу на захищені території. Основними конструктивними рішеннями для таких фасадів є рельєфні поверхні, багаторівневі панелі та структуровані облицювання, які сприяють дифракції та дифузії звукових хвиль. Найефективнішими вважаються фасади з глибокими нішами, еркерами, балконами, декоративними виступами, які знижують ефект вторинного відбиття шуму.



Рис. 7. Рельєфна поверхня фасаду, створена у вигляді архітектурних елементів.

Застосування цих технологій особливо актуальне в густонаселених районах з високим рівнем автомобільного та громадського транспорту. Наприклад, у країнах Західної Європи, зокрема в Німеччині та Нідерландах, шумопоглинаючі панелі активно використовуються для облицювання будівель, розташованих поблизу автомагістралей, залізничних колій та промислових зон. Подібні рішення дозволяють не лише покращити акустичні характеристики середовища, але й створювати естетично привабливі фасади, що підвищують архітектурну якість міського простору.

Отже, застосування шумопоглинаючих і шуморозсіюючих фасадів є ефективним методом зниження шумового навантаження у міському середовищі. Вони поєднують у собі функціональність, естетику та екологічну ефективність, що робить їх перспективними для подальшого розвитку у сфері сталого містобудування та архітектури.

Висновки з даного дослідження.

Методи зниження рівня шумового забруднення у міському середовищі повинні бути комплексними і включати в себе містобудівні, архітектурно-планувальні, інженерно-технічні рішення, а також благоустрою і озеленення. У кожного окремого методу зниження рівня шуму є свої переваги та недоліки, тому комплексний підхід дозволяє більш оптимально вирішувати питання, та

підсилювати переваги, зменшуючи недоліки кожного окремого методу. Необхідно витримувати баланс між акустичним комфортом, доцільним використанням територій та зонуванням міста, економічними аспектами, ландшафтом та іншими показниками архітектури та містобудування.

В Україні спостерігаються спроби впровадження рішень, щодо зниження рівнів шуму в місті, для цього існують:

- Нормативні вимоги та рекомендації.
- Вимоги до проектування житлових районів з врахуванням функціонального зонування та розташування об'єктів вздовж внутрішніх дворів.
- Використання озеленення та будівельних конструкцій, що сприяють зниженню рівня шуму.

Проте, існують і проблеми – недостатнє фінансування, застарілі технології та фрагментарність містобудівних заходів, що потребують подальшої оптимізації. Відсутність прозорого і перманентного моніторингу рівнів шуму в місті з подальшим адміністративним регулюванням. Моніторинг дозволяє на базі генерального плану формувати карту шуму міста, яку застосовують для проектування нових кварталів та впровадження методів зниження шуму в місті.

Список джерел

1. Eva M., Anderssona, Mikael Ögren, Peter Molnára, David Segerssonc, Annika Rosengrend, Leo Stockfelta. Road traffic noise, air pollution and cardiovascular events in a Swedish cohort. *Environmental Research* 185. – 2020. 109446. - [Електронний ресурс]. URI: https://www.researchgate.net/publication/340331467_Road_traffic_noise_air_pollution_and_cardiovascular_events_in_a_Swedish_cohort (дата звернення 31.03.25).
2. ДБН Б.2.2-12:2019: Планування та забудова території. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Київ, 2019. 185 с.
3. ДБН В.1.1-31:2013: Захист територій, будівель і споруд від шуму. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Київ, 2014. 54 с.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-32:2013: Настанова з проектування захисту від шуму в приміщеннях засобами звукопоглинання та екранування. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Київ, 2014. 43 с.
5. ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013: Настанова з розрахунку та проектування засобів захисту сельбищної території від шуму. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Київ, 2014. 46 с.

6. ДСТУ-Н Б В.1.1-34:2013: Настанова з розрахунку та проектування звукоізоляції огорожувальних конструкцій житлових і громадських будинків. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Київ, 2014. 75 с.
7. ДСТУ-Н Б В.1.1-35:2013: Настанова з розрахунку рівнів шуму в приміщеннях і на територіях. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Київ, 2014. 53 с.
8. Наказ Міністерства Охорони Здоров'я України, №463 від 22.02.2019 «Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови». [Електронний ресурс]. URI: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text> (дата звернення: 31.03.25).
9. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища". [Електронний ресурс]. URI: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення: 31.03.25).
10. ДБН В.2.2-15:2019: Житлові будинки. Основні положення. Міністерство розвитку громад та територій України. – Київ, 2020. 42 с.
11. A. Bill To control the generation and transmission of noise detrimental to the human environmental and for other purposes. S. 1016, 1972. [Електронний ресурс]. URI: <https://www.ebsco.com/research-starters/history/noise-control-act-1972> (дата звернення: 31.03.25).
12. Царик Л.П. Геоекологічні параметри компонентів навколишнього середовища міста Тернополя / Царик Л.П., Царик П.Л. Яновська Л.В., Кузик І.Р. // Конструктивна географія і геоекологія. Наукові записки. - 2019. - №1. - С. 198-210.
13. Gheorghe S., Liviu B., Mihai T., Vasile B., Nicolae H. // Noises and vibrations due to vehicles. // Proceedings of the 6th Mini Conference on Vehicle System Dynamics, Identification and Anomalies. _ 1998. pp. 513-518.
14. Gaulin D., Berengier M. // Characterisation des sources sonores d'ongine rontiere pour le milieu urbain. // Bull. lab. Fonts et Chaussees. -1999. - № 222, pp.71-84, 94, 96, 98.
15. Frontiers 2022: Noise, Blazes and Mismatches. 2022 United Nations Environment Programme. [Електронний ресурс]. URI: <https://www.unep.org/resources/frontiers-2022-noise-blazes-and-mismatches> (дата звернення: 31.03.25).
16. Кучерявий В. П., Кондрат Н. Д. Вертикальне озеленення м. Львова // Науковий вісник НЛТУ України. - 2003. Вип. 13.5. - С. 145-148.
17. Гудим М. Г., Кудряченко О. П., Гринь С. О. Озеленення міських територій. Альтернативне озеленення // Молодий вчений. - 2016. №12. - С. 33–36.
18. Матвєєва, Н.М., Кадун. Р.М. Формування альтернативного підходу до озеленення міст. // *Комунальне господарство міст. Серія "Економічні науки"*. - 2013. № 111. - С. 261–266.

19. Абракітов В.Е. Картографування шумового режиму центральної частини міста Харкова: монографія / В.Е. Абракітов. - Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х.: ХНАМГ, 2010. - 266 с.
20. Пащенко Г. В. Системи зелених стін і їх застосування в міському середовищі в умовах Лісостепу України // Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв. Мистецтвознавство. Архітектура. - 2012. № 15. - С. 24–27.
21. Hsiao Mun Lee, Heow Pueh Lee. Noise masking in high population country using sound of water fountain. *Applied Acoustics*. Volume 162, May 2020, Page 107206. [Електронний ресурс]. URI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003682X19313076> (дата звернення: 31.03.25).
22. Mark Brink, Simone Mathieu , Stefanie Rüttener. Lowering urban speed limits to 30 km/h reduces noise annoyance and shifts exposure–response relationships: Evidence from a field study in Zurich. *Environment International*. Volume 170, December 2022, 107651. [Електронний ресурс]. URI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412022005785> (дата звернення: 31.03.25).
23. Bernfeld D., Mietlicki F., Regulation of nightlife noise in Paris: the contribution of innovative monitoring and perspectives Cécile Revoll¹, David Bernfeld², Fanny Mietlicki³ Bruitparif 32 boulevard Ornano 93200 Saint-Denis, France, Metropolita. [Електронний ресурс]. URI: https://www.researchgate.net/publication/368537240_Regulation_of_nightlife_noise_in_Paris_the_contribution_of_innovative_monitoring_and_perspectives (дата звернення: 31.03.25).
24. Badino E., Manca R., Shtrepi L., Calleri C., Astolfi A. Effect of façade shape and acoustic cladding on reduction of leisure noise levels in a street canyon. Elena Badino, Roberto Manca, Louena Shtrepi, Cristina Calleri, Arianna Astolfi. [Електронний ресурс]. URI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132319302914> (дата звернення: 31.03.25).

Dzhamalov Anar,

Kyiv National University of Construction and Architecture

METHODS OF PROTECTING THE URBAN ENVIRONMENT FROM NOISE POLLUTION: CURRENT ISSUES AND INTERNATIONAL EXPERIENCE

The article addresses the pressing issue of noise pollution in the urban environment, which is gaining increasing importance in the context of urbanization, rising traffic loads, and high-density development. Elevated noise levels have a negative impact on the physical and psychological health of residents, reduce quality of life, violate sanitary standards, and disrupt the ecological balance of the city.

The study analyzes modern methods of protection against noise pollution from the perspectives of urban planning, architectural design, engineering, and landscape architecture. The article highlights the potential of functional zoning, the use of green noise barriers, vertical landscaping, water elements, sound-absorbing materials, and innovative facade systems. Particular attention is paid to engineering and technical solutions, including noise barriers and porous asphalt.

A separate section is devoted to the regulatory and legal aspects of noise control. The article compares Ukrainian standards with European approaches, particularly Directive 2002/49/EC. The importance of implementing monitoring systems, developing noise maps, and action plans for reducing acoustic loads in cities is emphasized.

A comprehensive approach is proposed that combines spatial planning, technical innovations, and regulatory mechanisms to ensure acoustic comfort. The article outlines the prospects for implementing “smart” urban solutions and expanding electric transport as an integral part of the system for reducing noise pollution.

Article keywords: urban noise pollution; noise protection; urban planning; noise reduction methods; landscape architecture.

REFERENCES

1. Eva M., Andersson, Mikael Ögren, Peter Molnár, David Segersson, Annika Rosengren, Leo Stockfelt. Road traffic noise, air pollution and cardiovascular events in a Swedish cohort. *Environmental Research*, Vol. 185, 2020, Article 109446. - [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/340331467_Road_traffic_noise_air_pollution_and_cardiovascular_events_in_a_Swedish_cohort Accessed on: March 31, 2025. {In English}.
2. DBN B.2.2-12:2019: Planning and Development of Territories. Ministry of Regional Development, Construction, and Housing and Communal Services of Ukraine. – Kyiv, 2019. 185 p. {In Ukrainian}.
3. DBN V.1.1-31:2013: Protection of Territories, Buildings, and Structures from Noise. Ministry of Regional Development, Construction, and Housing and Communal Services of Ukraine. – Kyiv, 2014. 54 p. {In Ukrainian}.
4. DSTU-N B V.1.1-32:2013: Guidelines for Designing Noise Protection in Premises Using Sound Absorption and Shielding Methods. Ministry of Regional Development, Construction, and Housing and Communal Services of Ukraine. – Kyiv, 2014. 43 p. {In Ukrainian}.
5. DSTU-N B V.1.1-33:2013: Guidelines for Calculating and Designing Noise Protection Measures for Residential Areas. Ministry of Regional Development,

Construction, and Housing and Communal Services of Ukraine. – Kyiv, 2014. 46 p. {In Ukrainian}.

6. DSTU-N B V.1.1-34:2013: Guidelines for Calculating and Designing Sound Insulation of Building Envelopes for Residential and Public Buildings. Ministry of Regional Development, Construction, and Housing and Communal Services of Ukraine. – Kyiv, 2014. 75 p. {In Ukrainian}.

7. DSTU-N B V.1.1-35:2013: Guidelines for Calculating Noise Levels in Premises and Territories. Ministry of Regional Development, Construction, and Housing and Communal Services of Ukraine. – Kyiv, 2014. 53 p. {In Ukrainian}.

8. Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 463 dated 22.02.2019 On Approval of State Sanitary Norms for Permissible Noise Levels in Residential and Public Buildings and in Residential Areas. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text> Accessed on: March 31,2025. {In Ukrainian}.

9. Law of Ukraine On Environmental Protection. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> Accessed on: March 31,2025. {In Ukrainian}.

10. DBN V.2.2-15:2019: Residential Buildings. Basic Provisions. Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine. – Kyiv, 2020. 42 p. {In Ukrainian}.

11. A. Bill. To control the generation and transmission of noise detrimental to the human environment and for other purposes. S. 1016, 1972. – [Online]. Available: <https://www.ebsco.com/research-starters/history/noise-control-act-1972> Accessed on: March 31,2025. {In English}.

12. Tsaryk L.P., Tsaryk P.L., Yanovska L.V., Kuzyk I.R. Geocological Parameters of Environmental Components in Ternopil City // Constructive Geography and Geoecology. Scientific Notes. – 2019. – No. 1. – P. 198–210. {In English}.

13. Gheorghe S., Liviu B., Mihai T., Vasile B., Nicolae H. Noises and vibrations due to vehicles. // Proceedings of the 6th Mini Conference on Vehicle System Dynamics, Identification and Anomalies. – 1998. – Pp. 513–518. {In English}.

14. Gaulin D., Berengier M. Characterisation des sources sonores d'origine routière pour le milieu urbain. // Bull. lab. Ponts et Chaussées. – 1999. – No. 222, pp. 71–84, 94, 96, 98. {In English}.

15. Frontiers 2022: Noise, Blazes and Mismatches. United Nations Environment Programme. – [Online]. Available: <https://www.unep.org/resources/frontiers-2022-noise-blazes-and-mismatches> Accessed on: March 31,2025. {In English}.

16. Kucheriavyi V.P., Kondrat N.D. Vertical Greening in Lviv City // Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine. – 2003. – Issue 13.5. – Pp. 145–148. {In Ukrainian}.
17. Hudym M.H., Kudriachenko O.P., Hryn S.O. Urban Landscaping. Alternative Landscaping // Molodyi Vchenyi. – 2016. – No. 12. – Pp. 33–36. {In Ukrainian}.
18. Matvieieva N.M., Kadun R.M. Forming an Alternative Approach to Urban Landscaping // Municipal Economy of Cities. Series "Economic Sciences". – 2013. – No. 111. – Pp. 261–266. {In Ukrainian}.
19. Abrakitov V. E. Mapping the noise regime of the central part of Kharkiv: monograph / V. E. Abrakitov. – Kharkiv: KhNAMG, 2010. – 266 p. {In Ukrainian}.
20. Pashchenko H.V. Green Wall Systems and Their Use in Urban Environments in the Forest-Steppe of Ukraine // Bulletin of Kharkiv State Academy of Design and Arts. Art Studies. Architecture. – 2012. – No. 15. – Pp. 24–27. {In Ukrainian}.
21. Hsiao Mun Lee, Heow Pueh Lee. Noise masking in high population countries using the sound of water fountains. Applied Acoustics. Vol. 162, May 2020, Article 107206. – [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003682X19313076> Accessed on: March 31,2025. {In English}.
22. Mark Brink, Simone Mathieu, Stefanie Rüttener. Lowering urban speed limits to 30 km/h reduces noise annoyance and shifts exposure–response relationships: Evidence from a field study in Zurich. Environment International. Vol. 170, Dec 2022, Article 107651. – [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412022005785> Accessed on: March 31,2025. {In English}.
23. Bernfeld D., Mietlicki F., Revol C. Regulation of nightlife noise in Paris: the contribution of innovative monitoring and perspectives. Bruitparif, 32 boulevard Ornano, Saint-Denis, France. – [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/368537240_Regulation_of_nightlife_noise_in_Paris_the_contribution_of_innovative_monitoring_and_perspectives Accessed on: March 31,2025. {In English}.
24. Badino E., Manca R., Shtrepi L., Calleri C., Astolfi A. Effect of façade shape and acoustic cladding on reduction of leisure noise levels in a street canyon. – [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132319302914> Accessed on: March 31,2025. {In English}.