

А.Л. Князюк,
Ю.О. Ольховик, д.т.н., проф.
(National Aviation University, Ukraine)

Підвищення екологічної безпеки урбоєкосистеми при техногенному акустичному навантаженні

Зростаюча урбанізація, збільшення кількості автомобільного транспорту призводять до підвищення рівнів техногенного акустичного навантаження. Досліджено рівні техногенного акустичного навантаження вздовж лінії Київського швидкісного трамвая. За допомогою програмного забезпечення створена карта та надано рекомендації щодо його зниження за рахунок використання систем вертикального озеленення.

Стан довкілля має значний вплив на здоров'я населення урбанізованих територій, оскільки урбанізація супроводжується значними змінами в екологічному середовищі, які можуть мати як позитивні, так і негативні наслідки. Зростаюча урбанізація, збільшення кількості автомобільного транспорту, розвиток інфраструктури призводять до підвищення рівнів техногенного акустичного навантаження, що, у свою чергу, призводить до зниження екологічної безпеки територій.

Акустичне забруднення є одним з найбільш поширених видів забруднення довкілля, що має безпосередній вплив на здоров'я людей. Дослідження свідчать, що тривале перебування в умовах підвищених рівнів шуму призводить до негативних наслідків, таких як підвищений рівень стресу, проблеми зі сном, серцево-судинні захворювання та зниження загальної якості життя. Тому вивчення джерел акустичного навантаження, а також розробка заходів для його зменшення, є надзвичайно важливими для забезпечення здоров'я та добробуту населення [1]. Техногенне акустичне навантаження також негативно впливає і загалом на екосистеми, що існують в урбосистемах. Як наслідок порушуються природні звукові ландшафти, комунікація між тваринами, відбуваються зміни в їх поведінці та середовищі проживання. Загалом, зміни в акустичному середовищі призводять до зниження біорізноманіття.

Дослідження техногенного акустичного забруднення в урбоєкосистемах буде сприяти розробці нових містобудівних стратегій і рішень, це дозволить не лише зменшити рівень акустичного навантаження, а і покращити загальний екологічний стан міського середовища.

Дослідження акустичних характеристик і соціологічні опитування показують, що основним джерелом шуму в містах є автомобільний транспорт. Приблизно половина міських жителів зазнає негативного впливу від його шуму. Наприклад, легкові автомобілі створюють шум на рівні 70–80 дБА під час руху, автобуси – 80–85 дБА, а вантажівки – 80–90 дБА. До джерел загального акустичного навантаження у місті можна додати трамваї, які створюють шум до 90 дБ. У районах з інтенсивним транспортним потоком

рівень шуму часто досягає небезпечної межі у 80 дБ. На рівень транспортного шуму впливає безліч факторів, таких як інтенсивність і швидкість транспортного потоку, тип двигуна, склад і якість транспортних засобів, а також стан дорожнього покриття. Несправне дорожнє покриття з вибоїнами або неузгодженими швами може збільшити рівень шуму на 8–12 дБ.

Автомобільний шум є основним джерелом акустичного забруднення в більшості сучасних міст, і його внесок у загальний шум в житлових зонах становить 60–80%. Збільшення кількості вантажного та громадського транспорту на 13% призводить до підвищення шуму на 1 дБ. Оптимальний рівень шуму від транспортного потоку спостерігається при швидкості руху автомобілів 40–45 км/год. Помірне збільшення швидкості призводить до зростання рівня шуму на 6–9 дБ, а різке прискорення може підвищити шум до 15–20 дБ. Таким чином, рівень шуму на перехрестях зазвичай на 3–6 дБ вище, ніж на ділянках зі сталим рухом. Для забезпечення акустичного комфорту (55 дБ на відстані 30 м від дороги), максимальна інтенсивність транспортного потоку при швидкості 40 км/год має складати 400 автомобілів на годину в обидва напрямки.

Дослідження акустичного навантаження було проведено у Солом'янському районі міста Києва вздовж лінії Київського швидкісного трамваю (вул. Борщагівська, проспект Любомира Гузара, проспект Леся Курбаса), довжина якої становить 9,5 км (+ 4,5 км не швидкісної). Для дослідження техногенного акустичного навантаження були проведені натурні вимірювання еквівалентних та максимальних рівнів шуму в референтних точках вздовж швидкісної трамвайної лінії міста Києва. Вимірювання шуму проводилося у 20 точках. Вимірювання проводилися у літній період (протягом червня) 2 рази на добу: зранку – з 8.00 до 9.00 та ввечері – з 20.00 до 21.00. Натурні вимірювання проводилися за умови, що поверхня дорожнього покриття автомобільних доріг була сухою та за умови швидкості вітру не більше ніж 5 м/с. Вимірювання шуму проводилося за допомогою шумоміра ТМ-102 TENMARS. За результатами натурних вимірювань акустичного навантаження вздовж швидкісної трамвайної лінії визначений середній еквівалентний рівень звуку та максимальне значення рівня звуку на дослідній ділянці (рис. 1).

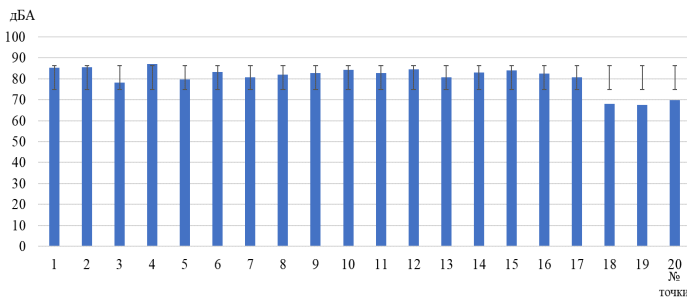


Рис. 1. Результати дослідження рівня шуму вздовж швидкісної трамвайної лінії, дБА

Згідно ДБН В.1.1-31:2013 допустимий максимальний рівень шуму в день може становити 70 дБА, для еквівалентного рівня звуку 55 дБА. Вночі максимальний рівень може становити 60 дБА, для еквівалентного рівня звуку 45 дБА [2].

Тобто, майже в усіх дослідних точках виміряні рівні акустичного навантаження вищі за граничнодопустимі. Перевищення нормативних значень згідно натурних замірів варіює в межах 1,2 рази. Виняток становить лише ділянка дороги по проспекту Лесі Курбаса, 7а, 9 та 18 (точки досліджень 18–20). Вченими встановлено, що у літній період фіксуються значно нижчі рівні акустичного навантаження за рахунок наявних зелених насаджень, зокрема що мають зелену густу крону. Зелені насадження можуть знижувати шум у місті на 4–7 дБА.

Для графічного моделювання акустичного навантаження території було використано програмне забезпечення QGIS 3.36.3 (рис. 2).

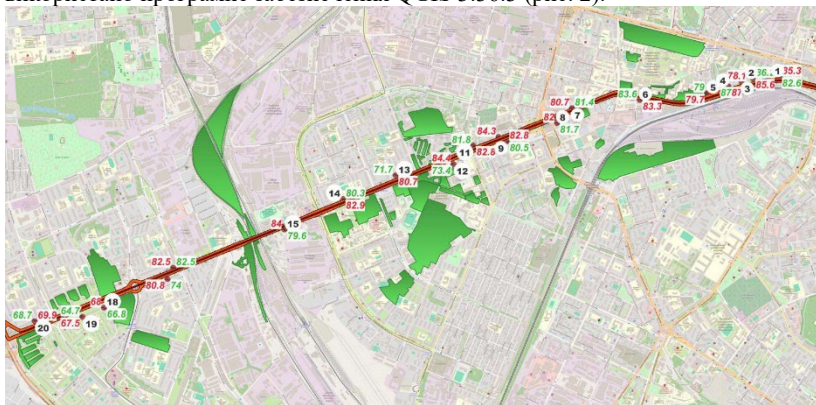


Рис. 2. Карта акустичного навантаження вздовж лінії Київського швидкісного трамвая

Аналізуючи отриману карту, можна зазначити, що найбільші перевищення нормативного рівня шуму (>70 дБА), спостерігаються на практично на усіх дослідних ділянках як зранку, так і ввечері. Перевищення щодо нормативного значення на цих ділянках варіюється до 17 дБА. Завдяки графічному моделюванню акустичного середовища є можливість наочно оцінити та порівняти розповсюдження шуму від транспортних потоків, а також визначити площі зон відповідно до різних рівнів шуму.

Вертикальне озеленення є важливим елементом комплексних заходів, спрямованих на адаптацію міст до змін клімату та зниження акустичного навантаження. Цю практику можна застосовувати в тих місцях, де недостатньо простору для висадження дерев. У вертикальному озелененні використовуються спеціальні конструкції, що дозволяють розмішувати рослини на стінах, а також різні види витких рослин, такі як дівочий виноград, плющ, витка жимолость чи троянди. Ці рослини здатні покривати вертикальні

поверхні – стіни, паркани та стовпи, захищаючи їх від шкідливого впливу ультрафіолетового випромінювання та перегрівання.

Модульні фітостіни можуть підтримувати високощільні рослини, квіти та папороті різних видів [3].

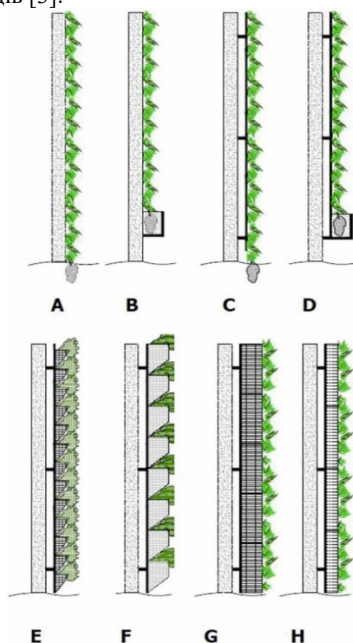


Рис. 4. Схематичне зображення систем вертикального озеленення [3]:

A – пряме озеленення (висаджено в ґрунт);

B – пряме озеленення (висаджено в ящик для кашпо);

C – непряме озеленення (висаджено в ґрунт);

D – непряме озеленення (посадка в ящик для кашпо);

E – система на основі повісті,

F – система на основі ящика для кашпо;

G – система на основі піни,

H – система на основі мінеральної вати

Асортимент рослин для вертикального озеленення на сьогодні досить великий, але найпростішим варіантом є використання витких рослин, які кріпляться до стін без додаткових опор. Це такі рослини як плющ звичайний, дівочий виноград, виноград Вічі. Ці рослини пристосовані для нашого клімату, швидко ростуть, потребують мінімального догляду. Їх можна посадити біля під'їзду і вже через кілька років насолоджуватися справжньою зеленою стіною на будинку.

Отже, впровадження вертикального озеленення є важливим кроком у підвищенні екологічної безпеки урбоєкосистем при техногенному акустичному навантаженні. Цей підхід не лише допомагає зменшити рівень

шуму, але й сприяє покращенню якості життя в містах, зберігаючи природний баланс і підвищуючи естетичну цінність міського середовища. Спільні зусилля держави, бізнесу та громади є необхідними для успішної реалізації даних ініціатив.

Список літератури

1. Як гучні звуки впливають на наш організм і які хвороби можуть спричинити – дослідження NYT. URL: <https://texty.org.ua/fragments/-109897/yak-shum-vplyvaye-na-nash-orhanizm-i-yaki-hvoroby-mozhe-spryc-hynyty-doslidzhennya-nyt/>
2. ДБН В.1.1-31:2013. Захист територій будинків і споруд від шуму. [На заміну СНиП II-12-77; чинний від 01.06.2014] Вид. офіц. Київ: Міністерство України. 2014. 54 с.
3. Adel Samy El Menshawy, Abdelaziz Farouk Mohamed, Nayera Mahmoud Fathy. A comparative study on green wall construction systems, case study: South valley campus of AASTMT. *Case Studies in Construction Materials*. Vol. 16. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00808>.