

Шулдан Л. О.¹, Штендера А. Ю.², Павлюкович В. Я.³, Салюк О. Б.⁴

¹доцентка кафедри архітектурного проєктування та інженерії, канд. арх.

Національний університет "Львівська політехніка", Львів

larysa.o.shuldan@lpnu.ua

orcid.org/0000-0003-4171-9807

²асистент кафедри архітектурного проєктування та інженерії, докт. філос.

Національний університет "Львівська політехніка", Львів

andrii.y.shtendera@lpnu.ua

orcid.org/0000-0001-9451-4333

³студентка магістратури кафедри містобудування,

Національний університет "Львівська політехніка", Львів

veronika.pavliukovych.marmb.2024@lpnu.ua

orcid.org/0009-0006-9822-2374

⁴студент магістратури кафедри архітектурного проєктування та інженерії,

Національний університет "Львівська політехніка", Львів

oleh.saliuk.mnarm.2024@lpnu.ua

orcid.org/0009-0007-8547-5871

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ

© Шулдан Л., Штендера А., Павлюкович В., Салюк О., 2025

<https://doi.org/10.32347/2519-8661.2025.33.313-327>

У статті розглядається важливий аспект формування комфорту архітектурного середовища - акустичне проєктування. В умовах постійного зростання рівня шуму в містах, ущільнення забудови, а також різкого погіршення емоційно-психологічного стану населення дослідження й обмеження шумового забруднення житлових утворень набуває особливої актуальності. Об'єктом дослідження обрано сучасні житлові комплекси. За визначеними критеріями обрано п'ять новобудов у м. Львів. Автори наводять результати власних інструментальних та емпіричних досліджень рівнів шуму. Вимірювання проведені в ЖК у різні дні та часи доби, що дозволило в режимі моніторингу оцінити мінімальні, середні та максимальні показники шумового забруднення, а також порівняти їх з вимогами норм. В результаті проведених досліджень та аналізу їх результатів виявлено: комплекси, в окремих зонах яких значно перевищені допустимі рівні шуму і, водночас, зони зі значеннями, наближеними до акустичного комфорту, що вимагають незначних втручань; а також комплекси, що потребують активного застосування пакетів архітектурних заходів для усунення надвисоких рівнів шумового забруднення. Результати дозволили проаналізувати та узагальнити причини і наслідки виникнення шумового дискомфорту. Вони мають стати підставою розроблення архітектурних і містобудівних прийомів та заходів для покращення акустичного середовища сучасних комплексів, підкреслюють важливість його проєктування в новобудовах та обґрунтовують необхідність досліджень з подальшим проведенням модернізаційних заходів в наявних житлових будівлях і комплексах інших періодів побудови.

Ключові слова: житлові комплекси, джерело шуму, акустичний комфорт, шумове забруднення.

Актуальність проблеми

Актуальність досліджень шумового забруднення в житлових комплексах зростає в умовах сучасної інтенсивної урбанізації, що супроводжується збільшенням кількості населення, ущільненням забудови та розширенням міських територій. Сьогодні, коли мешканці стикаються з інтенсифікацією транспортних потоків та посиленням різноманітних побутових шумів, рівень акустичного забруднення в житлових зонах сягає критичних значень. Акустичне середовище як невід'ємна частина нашого повсякденного життя, його вплив на психічне та фізичне здоров'я мешканців стає все помітнішим. Житлові приміщення є не лише місцем відпочинку, а й простором, де люди проводять значну частину свого часу. Відповідні акустичні умови безпосередньо впливають на якість сну, рівень стресу і загальний стан здоров'я мешканців, адже шум може стати джерелом фізичних і психічних розладів.

Забезпечення акустичного комфорту є особливо важливим у теперішніх умовах, коли Україна перебуває у стані війни, і чимало людей зазнають підвищеного рівня тривожності через понаднормові або незнайомі звуки. Сучасні житлові комплекси повинні враховувати ці фактори, щоб створити комфортні та безпечні умови проживання, які сприятимуть покращенню психологічного стану населення. Для майбутньої відбудови важливо розробити нові стандарти акустичного комфорту, які включатимуть рішення, спрямовані на зменшення впливу шуму, адаптовані до потреб суспільства, що відновлюється.

Зростання проблем шумового забруднення вимагає комплексного підходу до її вирішення, що включає дослідження акустичних характеристик житлових комплексів, їх впливу на якість життя та пошук ефективних рішень для зниження негативного впливу шуму. Таким чином, дослідження шумового забруднення в житлових комплексах є не лише науковою, а й соціальною необхідністю, спрямованою на покращення умов життя в урбанізованому середовищі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

В останні десятиліття проблема акустичного комфорту в житлових комплексах привертає увагу дослідників, особливо у зв'язку з високою щільністю і зростанням висотності забудови та урбанізацією. В сучасних публікаціях з цієї тематики досліджуються як самі проблеми, так і джерела шумового забруднення, а також пропонуються рішення щодо зниження рівня шуму в міському середовищі архітектурними прийомами і заходами. Розширити можливості кількісного оцінювання рівнів шкідливого впливу на навколишнє середовище з точки зору його впливу на здоров'я (DALY) і грошової соціальної вартості (GBP) пропонують Бенджамін Фенек та Джек Харві-Кларк. Вони визначають збільшення рівня зовнішніх звуків «як основний рушійний фактор для якісного екологічного акустичного дизайну, щоб узгодити його з шумом і показниками здоров'я. Хороший екологічний акустичний дизайн – це процес, який може мінімізувати зовнішній звуковий вплив за допомогою відповідних заходів, таких як планування ділянки, орієнтація будівлі, масування, озеленення та шумові бар'єри.» (Fenech, B., Harvie-clark, J., 2024). Узгодження акустичного проектування житла, визначення категорії несприятливості впливу на здоров'я, - нова пропозиція для британський стандарт BS 8233.

У наукових дослідженнях, наприклад, статті А. Адхікарі і Б. Тапа (Adhikari, A., Thapa, B., 2020) розглядаються комплексні стратегії управління шумом у житлових будинках. Автори зацентрували увагу на правильному розміщенні приміщень, вікон і дверей для мінімізації шуму. Розглянуто також ефективність природних перешкод, ролі балконів і внутрішніх двориків у зменшенні шуму. Доведено переваги архітектурного підходу — це економічність і можливість пророблення на ще етапі проектування. Колектив авторів М. Андаргі, М. Тучі, В. О'Брайен (Andargie, M., Touchie, M., O'Brien, W., 2020) аналізують чинники, що впливають на шумове забруднення в багатоквартирних будинках. Вони виявили, що зовнішній шум, наприклад, від дорожнього руху та будівництва, викликає більше занепокоєння, ніж внутрішні джерела. У дослідженні «Оптимізація шумового середовища при

плануванні та проектуванні» вивчаються питання впливу міського дизайну і просторової морфології на акустичне середовище в містах. Автори, Ян, Дж. і Мін, Х. окреслюють стратегії проектування для оптимізації контролю шуму в міському плануванні. Акустичне середовище в місті є складним і мінливим, тому розглядається чималу кількість пропозицій та стратегій, аби запропонувати комплексне вирішення проблеми (Yang, J., Min, H., 2019). На ролі і впливах дизайну звукового ландшафту в міських районах зосередили свою увагу Л. Шулдан, А. Штендера (Шулдан, Л., 2014), (Шулдан, Л., Штендера, А., 2015). А Дж. Кан - на тому, як елементи міського планування (розташування будівель, громадські простори та планування доріг) впливають на звукове середовище (Kang, J., 2023). Підкреслено важливість інтеграції дослідження звукового ландшафту в процес проектування для підвищення акустичного комфорту міських жителів і зменшення негативного впливу шумового забруднення.

Торкаючись теми шумозахисту неможливо обійти досвід досліджень ефективності різноманітних засобів. Серед доведених засобів шумозахисту необхідно відзначити дослідження (Otani, Asakura & Sakamoto, 2009) та (Zuccherini Martello та ін., 2015), які встановили певну ефективність особливих фасадних елементів таких як карнизи, жалюзі та системи “бриз-солей” (сонцерізів) та прийоми їх використання. Результатів застосування, з першого погляду не великі - близько 5 дБА, а з урахуванням різноманітних конфігурацій - до 10 дБА, проте такі можуть бути застосовані практично всюди.

Серед останніх публікацій в Україні слід відмітити дослідження Кундельської щодо акустичного забруднення вздовж головних вулиць м. Івано-Франківськ (Кундельська, 2017). Комплексні дослідження шумового фону центральної частини міста Хмельницький (Міронова та ін., 2021), Суми (Богомоллова, 2020). У дослідженні (Коваленко, 2014) вивчені рівні шумового забруднення у Харкові, на магістральних вулицях та автошосе. Подібні праці необхідні для розуміння всеосяжного характеру проблеми шумового забруднення. Розглядаючи методи боротьби із шумовим забрудненням, варто згадати дослідження (Гупалюк та ін., 2020), автори якого крім вимірювання рівнів шуму одного із мікрорайонів м. Житомира, розробили пропозицію заходів для покращення акустичного комфорту, що передбачала влаштування шумозахисних екранів.

З аналізу наукових праць випливає, що акустичне середовище саме у міжбудинкових просторах нових житлових комплексів є недостатньо дослідженим, а їх кількість і різноманіття, зокрема у Львові, вимагає докладних наукових досліджень і вироблення практичних рекомендацій.

Метою статті є дослідження та оцінювання шумового забруднення в житлових утвореннях.

Об’єктом досліджень є сучасні житлові комплекси у Львові.

Методи дослідження. Інструментальні вимірювання за допомогою імпульсного шумоміра RFT 00 014, індуктивний метод дослідження. Спеціальний метод, що використовувався в дослідженні, базується на інструментальних вимірюваннях рівня шуму в різних локаціях. Для цього використовувався імпульсний шумомір RFT 00 014. Принцип його дії базується на перетворенні мікрофоном звукових коливань в електричні. У період проведення замірів атмосферні опади не спостерігались, поверхня вуличного покриття була сухою і чистою, швидкість вітру не перевищувала 5 м/с. Використано режим SLOW (не ввімкнені кнопки S/F та I) для вимірювання середнього рівня шуму та IMPULS HALTEN (при ввімкнених кнопках S/F та I) для фіксування максимальних рівнів шуму в конкретній локації.

Попередньо були обрані об’єкти, де здійснювались дослідження. Відібрані житлові квартали, де в межах першого поверху можуть використовуватися для комерційних потреб, закритого типу або з майже замкненим простором чи подвір’ям. Комплекси розташовані в безпосередній близькості до вулиць із ожвавленим рухом, поблизу залізничних колій, чи поряд із територіями, де здійснюються ремонтні чи будівельні роботи. Точки обирались у різних місцях: зі сторони доріг та автомобільних під’їздів, у внутрішніх просторах та біля ймовірних джерел шуму, для складання найбільш повного враження про реальний стан акустичного середовища у тому чи іншому комплексі. Візуальне спостереження доповнило інформацію, отриману з інструментальних вимірювань, та дозволило визначити специфіку шумового забруднення в окремих місцях.

Завдяки емпіричним методам: реальним спостереженням і експериментам, емпіричному опису, складанню шумових карт і графіків, побудованих за даними, отриманими під час замірів шумового забруднення в нових житлових комплексах, проведено аналіз акустичного середовища і визначено, які з факторів: архітектурні, містобудівні або технічні, — найбільше впливають на рівень шуму і здатні запобігати йому. За результатами виконаних досліджень, у подальшому з'являється можливість запропонувати рекомендації щодо покращення акустичних умов у житлових районах.

Виклад основного матеріалу

Львівщина посідає одне з перших місць за темпом будівництва нових житлових будинків і комплексів та, згідно з інформації від експертів із житлової нерухомості (Ільїна, 2023), місцеві забудовники запропонували до продажу 238 ЖК. Попри стрімкі темпи розвитку міської житлової забудови, питання акустичного середовища залишається нерозкритим. Тому в межах цього дослідження було вирішено обрати декілька житлових комплексів для проведення замірів шуму. Для вибору висувалися наступні критерії:

- будинки повинні бути новими (зведені не раніше 2014 р.) та введеними в експлуатацію;
- розташування поблизу жвавих транспортних магістралей або зон з інтенсивним рухом: автодороги, залізниці чи трамвайні колії, що створюють значне шумове навантаження;
- ЖК повинні знаходитися в межах міста Львова, що дозволить дослідити вплив транспортного сполучення на акустичне середовище в міських умовах;
- необхідно, щоб ЖК в плані мали замкнені чи напівзамкнені (літерою “Г” чи “П”) форми для проведення порівняння акустичного стану за та в межах внутрішніх дворів;
- будинки повинні бути багатопверховими або підвищеної поверховості, а також мати приміщення призначені для розміщення громадських закладів у просторі 1-2 поверхів.

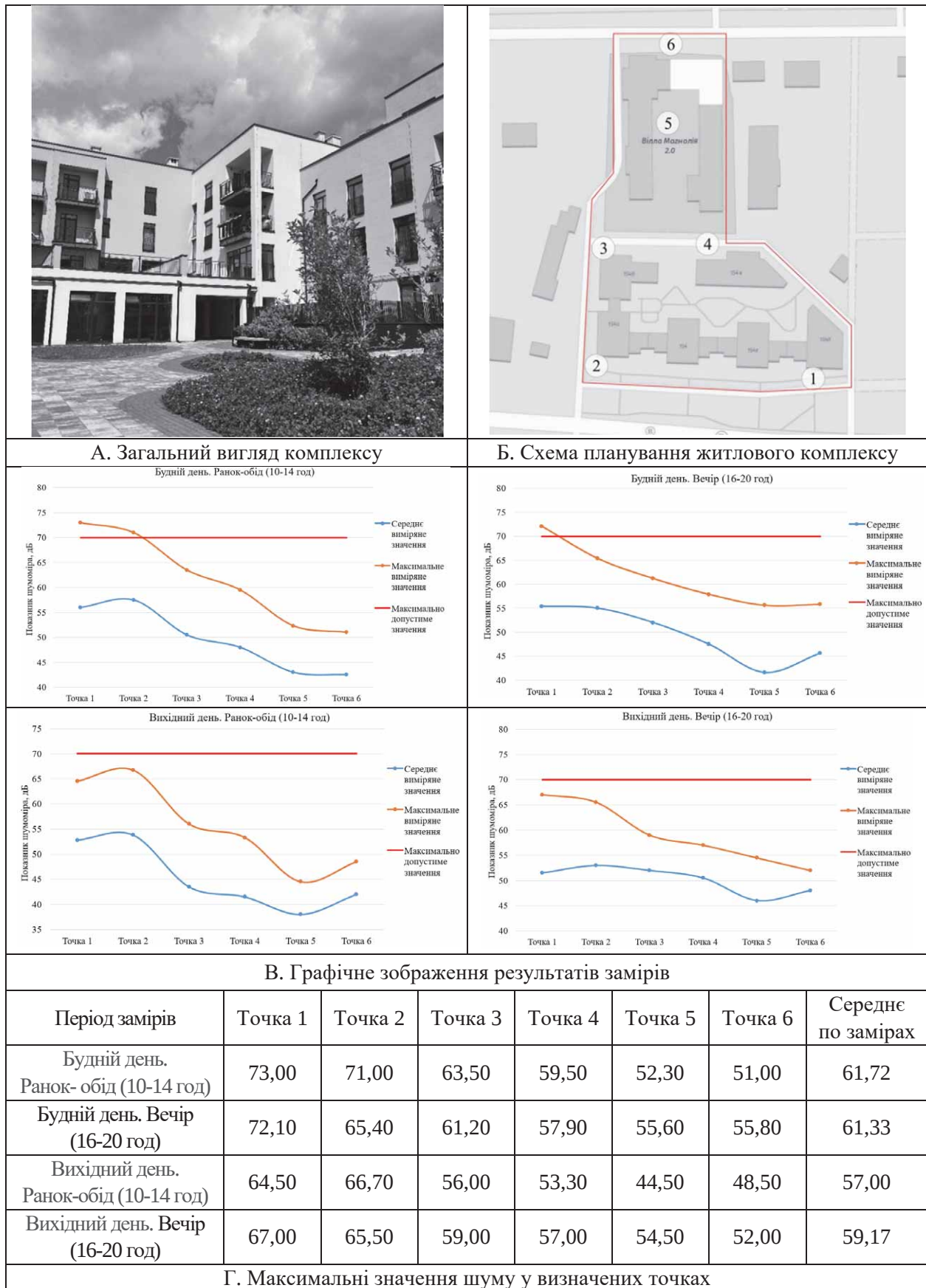
Враховуючи ці вимоги, було вибрано такі житлові комплекси: ЖК Avalon, пр. В'ячеслава Чорновола 16, ЖК “Малоголосківські пагорби”, вул. Малоголосківська 8, ЖК Велика Британія, вул. Шевченка 25, ЖК на вул. Героїв УПА 73, ЖК Villa Magnolia та Villa Magnolia Spring.

Вибір точок та порядок проведення вимірювань. Перш ніж розпочати вимірювання, було проведено аналіз планувальних рішень житлових комплексів. Для кожного з них обрано 5-6 точок для замірів. Пріоритет надавався зонам з найбільшою ймовірністю підвищеного рівня шуму: поблизу жвавих транспортних шляхів, у точках з геометричними виступами будівель та поруч із в'їздами на подвір'я. Також охоплено внутрішні дворики. Заміри проводилися в літній період двічі на день, як у будні, так і у вихідні: зранку (10:00–14:00) та ввечері (16:00–20:00).

Обов'язковою умовою проведення вимірювань була безвітряна або маловітряна погода (швидкість вітру не перевищувала 5 м/с), а також відсутність будь-яких опадів та сухе дорожнє покриття. Задля оцінки об'єктивної ситуації, ігнорувалися покази шумоміра при проїзді автомобіля поруч із дослідником чи інших випадкових обставин. Згідно методу проведення дослідження заміри проводилися двічі в одній точці за допомогою двох режимів шумоміра RFT 00 014: режим SLOW для вимірювання середнього рівня шуму та IMPULS HALTEN для фіксування максимальних рівнів шуму. Таким чином було отримано 8 значень для кожної точки для всіх ЖК.

Результати проведених досліджень. Аналізуючи отримані дані вимірювань шуму в житловому комплексі Villa Magnolia та Villa Magnolia Spring (Таблиця 1), можна зробити кілька висновків щодо факторів, які впливають на акустичні показники. Перш за все, максимальні рівні шуму фіксуються у точках, розташованих ближче до дороги (зокрема, Точка 1 і Точка 2), де середній рівень шуму залишається на високому рівні навіть у вихідні. Це вказує на сильний вплив транспортного потоку на рівень шуму. Крім того, максимальні пікові значення в кожній з точок поступово знижуються від Точки 1 до Точки 6, що, знову ж таки, підтверджує вплив відстані від джерел шуму на загальний акустичний фон. Варто врахувати, що поверховість цього ЖК значно нижча, ніж інших досліджуваних об'єктів, проте це абсолютно не мало негативного впливу на акустичний комфорт всередині подвір'я.

ЖК Villa Magnolia та Villa Magnolia Spring, вул. Пасічна, 154 та вул. Миколи Пимоненка, 20
(автор ТзОВ «ЖБК Ваш Дім», 2019 та 2021). Таблиця 1.



Також можна побачити закономірність, що середній рівень шуму знижується у вечірній час порівняно з ранковими і денними годинами як у будні, так і у вихідні. Це може бути пов'язано із зменшенням активності транспорту та інших шумових факторів у вечірній час.

Згідно з отриманими результатами (Таблиця 2), рівень шуму в ЖК "Велика Британія", розташованому на вул. Шевченка 25, демонструє стабільно високі значення на деяких ділянках, особливо під час робочих днів і ранкового періоду. Максимальні пікові показники значно перевищують допустимі норми, особливо в точках, близьких до основних під'їзних шляхів, як-от у точці 4. У внутрішніх дворах, зокрема у точках 5 та 6, рівень шуму стабільно нижчий, що підкреслює позитивний вплив відокремленості та архітектурного планування комплексу, проте різниця могла би бути і суттєвішою. Протягом вихідних днів середні та максимальні значення шуму знижуються, зокрема, ввечері, коли спостерігається загальне зниження активності в районі.

На графіках також помітно, що в робочі дні вечірній рівень шуму в зовнішніх зонах (точки 1 і 4) знижується порівняно з ранковими показниками. Це пояснюється тим, що транспортний трафік у цьому районі сягає пікових значень у першій половині дня. Комплексна оцінка засвідчила, що планування ЖК, форма будівель та внутрішні двори, сприяють зниженню рівня шуму, особливо у центральних зонах. Проте усереднені значення все одно залишаються доволі високими.

Аналіз акустичного середовища ЖК "Малоголосківські пагорби" (Таблиця 3) свідчить про загалом комфортний рівень шуму, що відповідає очікуванням, оскільки комплекс розташований доволі далеко від потужних транспортних вузлів, проїзних вулиць та інших подібних обставин, які помітно впливають на показники, проте потрібно зазначити, що поруч проходить залізниця. Середні показники шуму головною мірою коливаються в межах 40–55 дБА, та залишаються в допустимих межах. Єдиний показник, який вирізняється вищими значеннями, знятий у точці 1, поруч із дорогою, яка веде до ЖК. Віддаленість від інтенсивного трафіку та наявність зелених насаджень довкола залізниці знижують вплив шуму від потягів. Ці фактори вказують на сприятливе акустичне середовище для мешканців навіть в умовах урбаністичного середовища.

Результати замірів шуму у ЖК на вул. Героїв УПА 73 (Таблиця 4) показують, що на рівень шуму значно впливає близькість до жвавих доріг та архітектурні особливості комплексу. Точки, розташовані ближче до основних транспортних шляхів (як-от точки 1, 4 і 6), мають вищі рівні шуму, особливо вранці в будні дні, що вказує на постійний вплив інтенсивного руху. Це бачимо із максимальних значень шуму, що сягають стабільно 75 - 80 дБА. У вихідні дні, зокрема у вечірній період, рівень шуму в цих точках знижується, відображаючи зменшення трафіку.

Точки 2 і 5, що розташовані у внутрішній частині двору, демонструють нижчі показники, підтверджуючи ефективність захисту, який забезпечує архітектурне планування комплексу. Це свідчить про те, що внутрішні дворові простори мають певний акустичний бар'єр, який знижує рівень шуму, створюючи комфортніші умови для мешканців. Проте, показники там могли бути ще нижчими, якби не вплив доволі сильної реверберації всередині подвір'я.

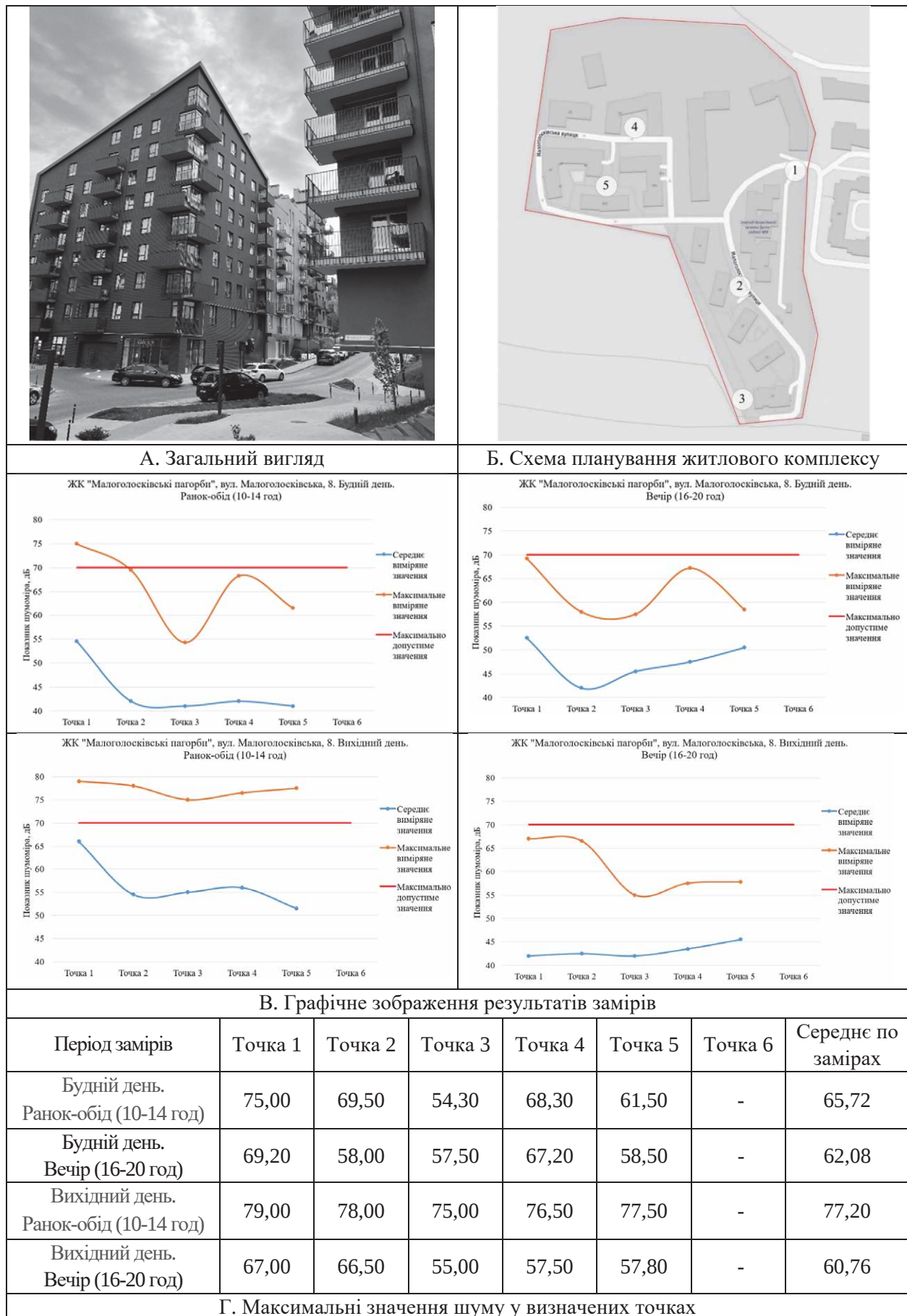
Загальний рівень шуму в ЖК на вул. Героїв УПА 73 коливається в залежності від часу доби та днів тижня, але загалом залишається в межах допустимих норм, зберігаючи рівень 50 - 60 дБА.

Розташований у жвавому районі Львова, ЖК Avalon на проспекті В'ячеслава Чорновола показав значне шумове навантаження через близькість до активних транспортних шляхів (Таблиця 5). Середні показники рівня шуму залишаються в межах будівельних норм, але максимальні значення часто їх перевищують, що є результатом постійного руху транспорту по вул. Замарстинівській, покритій бруківкою. Наприклад, у точці 4 у вечірній час показники досягали 88 дБА, що демонструє значний акустичний вплив транспортного потоку. Схожа ситуація спостерігається на прилеглих вулицях Ремісничій та Ставовій з вібропресованою бруківкою, яка теж генерує більше шуму порівняно з асфальтом. Геометрична форма будівель по впливає на акустику: заміри в кутах (т.1 і т.3) показують вищі значення порівняно з іншими точками.

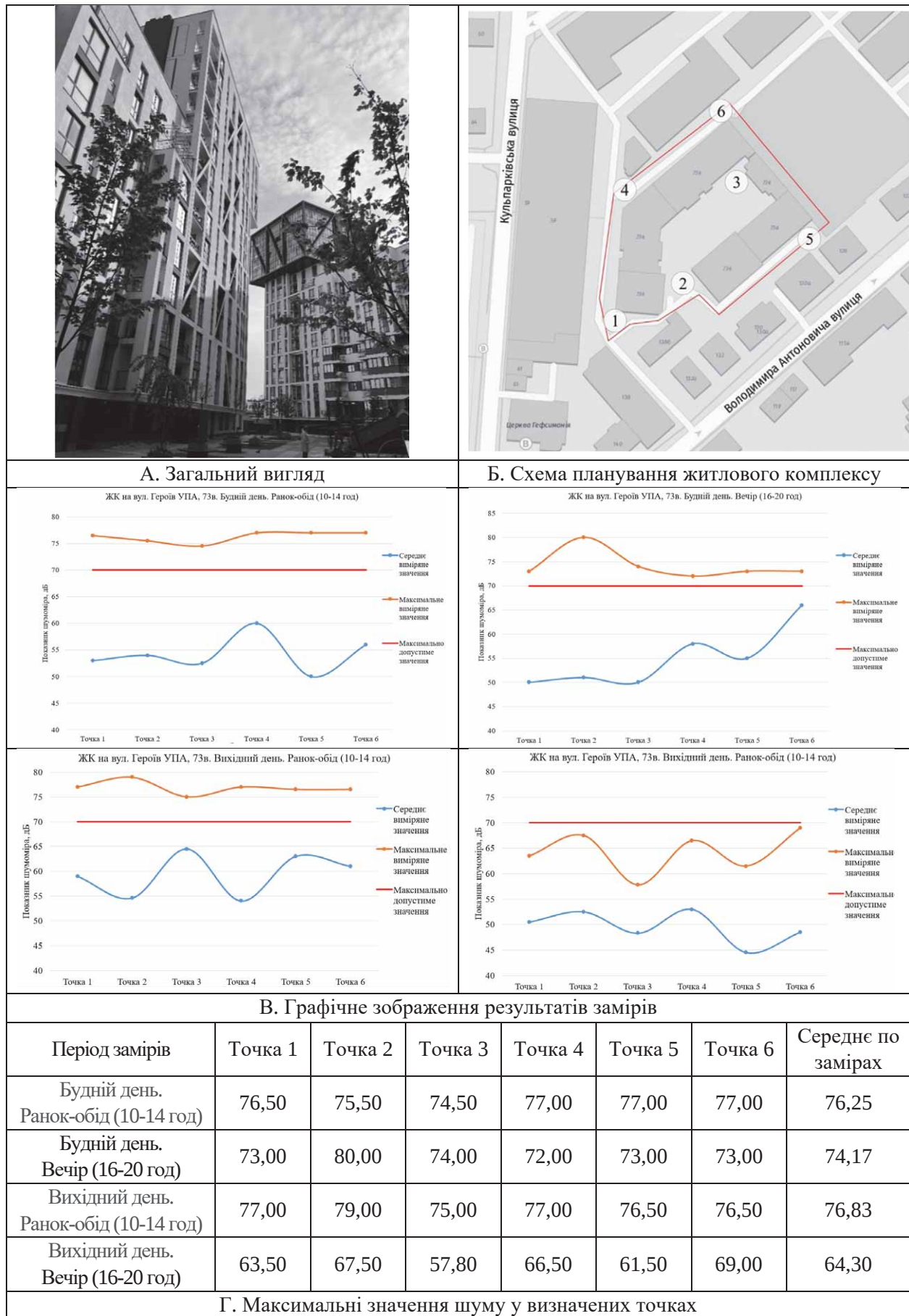
ЖК Велика Британія, вул. Шевченка 25 (автор БК «РІЕЛ», 2023). Таблиця 2.



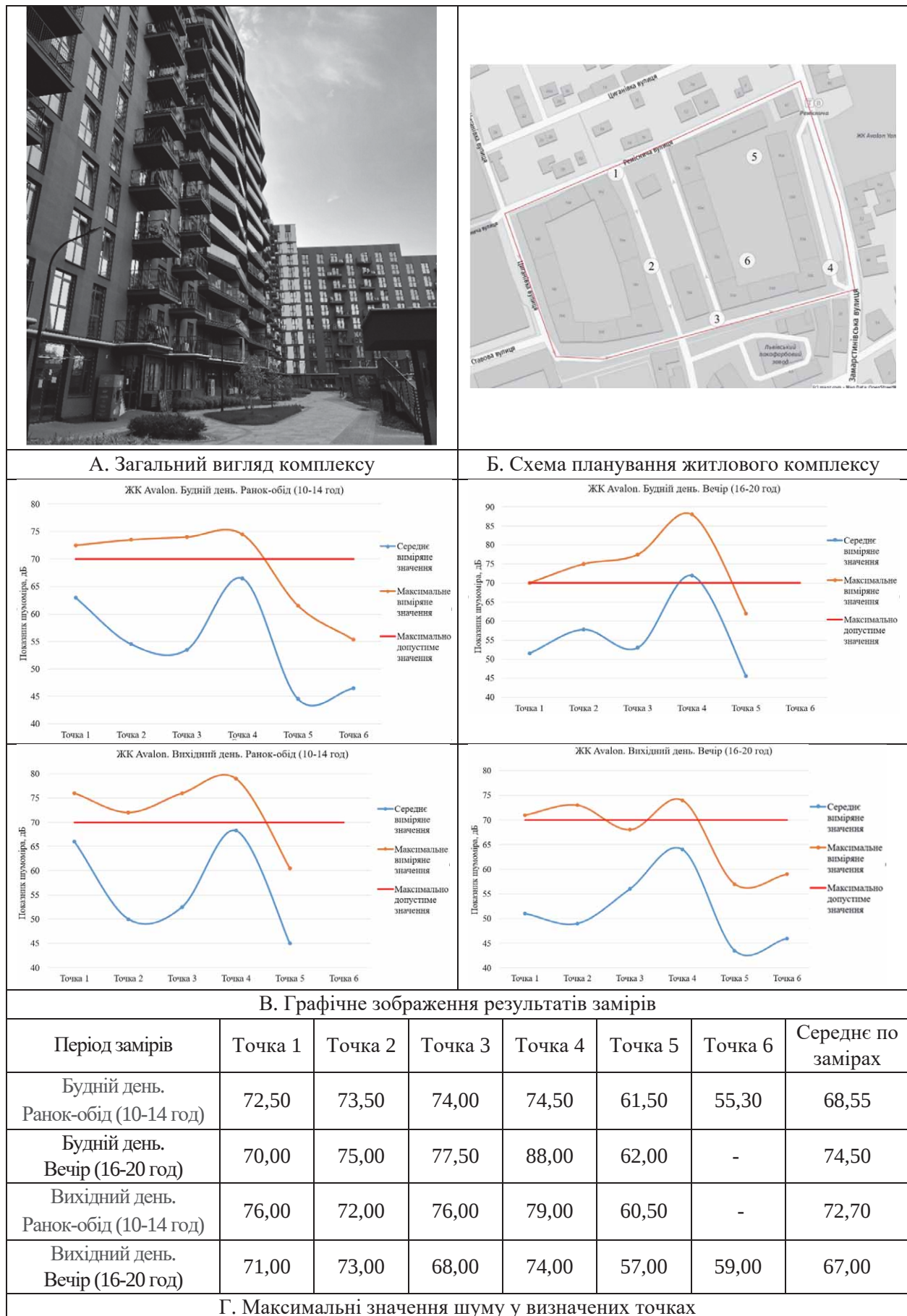
ЖК "Малоголосківські пагорби" (автор ТОВ «Нова Оселя», 2022) Таблиця 3.



ЖК на вул. Героїв УПА 73 (автор ТзОВ «Галжитлобуд», 2020). Таблиця 4.



ЖК Avalon, пр. В'ячеслава Чорновола 16 (авторства ТОВ «Avalon Inc», 2020). Таблиця 5.



Додатковий аналіз показав, що на рівень шуму впливає архітектурне планування комплексу, зокрема геометрична форма будівель. Це зафіксовано замірами у точках 1 і 3, розташованих на розі, де виявлено підвищені рівні шуму порівняно з точкою 2, яка знаходиться між ними. Внутрішній двір залишається більш комфортним завдяки його колодязній формі, яка знижує шум у точках 5 і 6, де заміри не перевищують 50 дБА, створюючи затишне середовище для мешканців.

Аналізуючи отримані показники рівнів шуму в досліджуваних житлових комплексах можна зробити висновок, що середні значення часто наближаються до критичного рівня в 70 дБА або й перевищують його. Найбільш комфортним з точки зору середнього рівня шуму виявився ЖК Villa Magnolia та Villa Magnolia Spring, де середні значення варіюються на рівні 57–62 дБА, що створює відносно тихе середовище, навіть поблизу транспортних шляхів. Високий рівень акустичного комфорту виявлено в ЖК "Малоголосківські пагорби". Середні значення шуму становлять близько 63 дБА у будні, що свідчить про його успішне розташування та ефективні шумозахисні заходи. ЖК "Велика Британія" має середні показники на рівні 61–64 дБА, та трохи перевищує допустимий рівень, особливо у вечірні години, але залишається прийнятним для житлової забудови. ЖК Avalon та ЖК на вул. Героїв УПА, 73в мають найвищі середні рівні шуму — близько 64–65 дБА, що вказує на значний вплив трафіку і може потребувати додаткових шумозахисних рішень.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Акустичні властивості забудови є важливою частиною проєктування і створення комфортного середовища в житлових утвореннях. Основною задачею в них стає приглушення і запобігання небажаного розповсюдження звуків, що окреслюється терміном «шум».

Актуальності цій задачі надають постійне зростання шумового забруднення, коли його рівень у місті щороку підвищується щонайменше на 0,5 дБА через збільшення щільності та поверховості забудови, посилення транспортного навантаження і появу нових побутових джерел. Водночас підвищується і вразливість та відмічається різке погіршення емоційно-психологічного стану більшості жителів. Навіть в сучасних житлових комплексах, що запроєктовані з урахуванням вимог акустичного комфорту, їх мешканці все одно стикаються з проблемами. Щоб виявити причини і масштаби цих проблем, а також запропонувати перелік прийомів та заходів удосконалення архітектурних і ландшафтних рішень, необхідно провадити систематичний моніторинг і дослідження шумового забруднення зі створенням інструментально вивірених шумових карт.

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити висновок, що середні значення шуму в досліджуваних житлових комплексах часто наближаються до верхньої межі або й перевищують її. Найбільш комфортним з точки зору середнього рівня шумового забруднення виявилися ЖК Villa Magnolia та Villa Magnolia Spring, де середні його значення варіюються на рівні 57–62 дБА. В комплексах створено відносно тихе середовище, зважаючи на розташування поблизу них транспортних шляхів. Достатній рівень акустичного комфорту виявлено в ЖК "Малоголосківські пагорби". Середні значення шуму становлять близько 63 дБА у будні, що свідчить про його вдале розташування та ефективні шумозахисні заходи. ЖК "Велика Британія" має усереднені показники на рівні 61–64 дБА, та перевищений допустимий рівень, особливо у вечірні години, але залишається прийнятним для житлової забудови. ЖК Avalon (max – 88 дБА) та ЖК на вул. Героїв УПА, 73в (max – 80 дБА) мають найвищі середні рівні шуму — близько 64–65 дБА, що вказує на значний вплив трафіку і потребує додаткових шумозахисних рішень.

Результати досліджень, проведених у львівських житлових комплексах, виявили комфортні, дискомфортні та особливо небезпечні локації та вказали на систематичне перевищення допустимих норм шуму в окремих зонах, особливо поблизу транспортних вузлів чи відкритих внутрішніх дворів. Це є наслідком недостатньої ефективності поточних архітектурних рішень та заходів забезпечення акустичного комфорту і свідчать про порушення норм.

Для досягнення більш комфортного акустичного середовища потрібно не лише проведення часткової модернізації та впровадження нових шумозахисних технологій у вже існуючих будівлях, але й здійснювати жорсткіший контроль за дотриманням нормативів ще на етапах планування та будівництва житлових утворень.

Перспективи подальшої роботи полягають у розширенні часових, а також географічних меж дослідження, тобто проведенні подібних вишукувань різночасової забудови у Львові та інших містах України. Таке вивчення житлових комплексів дозволить краще зрозуміти вплив часу та місця спорудження на акустичний комфорт, враховуючи різноманіття архітектурних пропозицій, композиції, форм, матеріалів і планувальних рішень, а також знайти ефективні рішення для кожного типу забудови. Зіставлення даних різних часових періодів і типів забудови дозволить формувати рекомендації для майбутнього будівництва та модернізації. Це також надасть можливість сформулювати рекомендації до наявних нормативних вимог у галузі будівництва та містопланування, а також стандартів з формування акустичного комфорту.

Бібліографія

- Богомоллова, А. В., (2020). Використання технологій озеленення з метою зниження шумового забруднення міських територій. Магістерська робота, Сумський державний університет. Режим доступу: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/81464> [Дата звернення 19 вересня 2024].
- Гупалюк, Ю., Шомко, Д. В., Шомко, В. В., Носик, О. В. та Давидова, І. В., (2020). Дослідження шумового навантаження та розробка комплексу шумознижуючих заходів на прикладі одного з мікрорайонів м. Житомир. Технічна інженерія [онлайн]. 162–170. Режим доступу: doi: 10.26642/ten-2020-2(86)-162-170 [Дата звернення 19 вересня 2024].
- Захист від шуму. Загальні вимоги [онлайн], (2022). ДБН В.1.2-10:2021. Київ. Режим доступу: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074182588647081328?doc_type=2 [Дата звернення 19 вересня 2024].
- Льїна, М., (2023). Скільки коштує квартира у Львові, або Детальний огляд ринку нерухомості [онлайн]. Твоє Місто - твоє телебачення. Режим доступу: https://tvoemisto.tv/exclusive/potribne_komfortne_zhytlo_u_lvovi_pidbyly_pidsumky_2023_roku_na_rynku_neruhomosti_158497.html [Дата звернення 19 вересня 2024].
- Коваленко, Л. О., (2014). Визначення рівнів шуму на магістралях та вулицях міста. Наукові нотатки [онлайн]. (46), 252–256. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nn_2014_46_42 [Дата звернення 19 вересня 2024].
- Кундельська, Т. В., (2017). Визначення рівня шумового забруднення на території міста Івано-Франківська в контексті сталого розвитку. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування [онлайн]. 8(1), 239–250. Режим доступу: <https://esbur.com.ua/uk/journals/1-15-2017> [Дата звернення 19 вересня 2024].
- Міронова, Н. Г., Морозов, А. В., Морозова, Т. В. та Рибак, В. В., (2021). Дослідження акустичного навантаження від транспортного потоку на прикладі міста Хмельницького. Дороги і мости [онлайн]. (24), 193–205. Режим доступу: doi: 10.36100/dorogimosti2021.24.193 [Дата звернення 19 вересня 2024].
- Україна. Міністерство охорони здоров'я України, (2019). Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови. Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 463 [онлайн], 22 лютого. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text> [Дата звернення 29 жовтня 2024].
- Шулдан Л. О. (2014). Основні функціональні засади проектування акустичного саду (в межах туристичного центру м. Львова). Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Архітектура. - 2014. - № 793. - С. 166-174. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPARX_2014_793_33 [Дата звернення 19 листопада 2024].

- Шулдан Л. О., Штендера А. Ю. (2015). Соціальні передумови проектування акустично-рекреаційних осередків великого міста. Сучасні проблеми архітектури та містобудування. - 2015. - Вип. 40. - С. 321-325. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Spam_2015_40_47.
- Adhikari, A. та Thapa, B., (2022). Noise control in residential buildings. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/343064269_Noise_Control_in_Residential_Buildings [Дата звернення 19 вересня 2024].
- Andargie, M., Touchie, M. and O'Brien, W. (2020) "A Survey of Factors That Impact Noise Exposure And Acoustic Comfort in Multi-Unit Residential Buildings", Canadian Acoustics, 48(3), 25–42. Режим доступу: <https://jcaa.caa-aca.ca/index.php/jcaa/article/view/3389> [Дата звернення 29 жовтня 2024].
- Kang, J., (2023). Soundscape in city and built environment: current developments and design potentials. City and Built Environment [онлайн]. 1(1). Режим доступу: doi: 10.1007/s44213-022-00005-6 [Дата звернення 29 жовтня 2024].
- Otani, R., Asakura, T. та Otani, S., (2009). Numerical analysis and experiment on noise shielding effects of eaves/louvers attached on building facade. V: Conference 38th international congress and exposition on noise control engineering 2009, INTER-NOISE 2009, 23–26 серпня 2009, Ottawa, Canada [онлайн]. с. 1281–1289. Режим доступу: <https://tus.elsevierpure.com/en/publications/numerical-analysis-and-experiment-on-noise-shielding-effects-of-e> [Дата звернення 19 вересня 2024].
- Fenech, B., Harvie-clark, J. (2024). Aligning residential acoustic design guidance with the health evidence: a new proposal for the UK INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings, INTER-NOISE24, Nantes, France, pp. 7899-7910(12). Режим доступу: doi: https://doi.org/10.3397/IN_2024_4020 [Дата звернення 09 листопада 2024].
- Yang, J. та Min, H., (2019). Optimization of noise environment in planning and design. The centre of city: acoustic environment and spatial morphology [онлайн]. 107–126. Режим доступу: doi: 10.1007/978-981-13-9702-8_6 [Дата звернення 19 вересня 2024].
- Zuccherini Martello, N., Fausti, P., Santoni, A. та Secchi, S., (2015). The use of sound absorbing shading systems for the attenuation of noise on building façades. an experimental investigation. Buildings [онлайн]. 5(4), 1346–1360. Режим доступу: doi: 10.3390/buildings5041346 [Дата звернення 29 жовтня 2024].

References

- Bogomolova, A. V., (2020). Use of landscaping technologies to reduce noise pollution in urban areas. Master's thesis, Sumy State University. [Viewed 19 September 2024]. Available from: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/81464>
- Hupaliuk, Yu., Shomko, D. V., Shomko, V. V., Nosyk, O. V. and Davydova, I. V., (2020). Study of noise load and development of a complex of noise-reducing measures on the example of one of the microdistricts of Zhytomyr. Technical engineering [online]. 162–170. Available from: doi: 10.26642/ten-2020-2(86)-162-170
- Protection against noise. General requirements [online], (2022). ДБН В.1.2-10:2021. Київ. Available from: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074182588647081328?doc_type=2 [Дата звернення 19 вересня 2024].
- Ilina, M., (2023). How much does an apartment in Lviv cost, or a detailed review of the real estate market [online]. Tvoie Misto - tvoie telebachennia. Available from: https://tvoemisto.tv/exclusive/potribne_komfortne_zhytlo_u_lvovi_pidbyly_pidsumky_2023_roku_na_rynku_neruhomosti_158497.html [Дата звернення 19 вересня 2024].
- Kovalenko, L. O., (2014). Determination of noise levels on highways and city streets. Scientific notes [online]. (46), 252–256. Available from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nn_2014_46_42 [Дата звернення 19 вересня 2024].
- Kundelska, T. V., (2017). Determining the level of noise pollution in the city of Ivano-Frankivsk in the context of sustainable development, Ecological Safety and Balanced Use of Resources [online]. 8(1), 239–250. Available from: <https://esbur.com.ua/uk/journals/1-15-2017> [Дата звернення 19 вересня 2024].

- Mironova, N. H., Morozov, A. V., Morozova, T. V. and Rybak, V. V., (2021). Investigation of acoustic load from traffic flow on the example of the city of Khmelnytskyi. *Dorogy i mosty* [online]. (24), 193–205. Available from: doi: 10.36100/dorogimosti2021.24.193 [Дата звернення 19 вересня 2024].
- Ukraine. Ministry of Health of Ukraine, (2019). On Approval of the State Sanitary Standards for Permissible Noise Levels in the Premises of Residential and Public Buildings and on the Territory of Residential Development. Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 463 [online], 22 February. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text> [Дата звернення 29 жовтня 2024].
- Shuldan L. O. (2014). Basic functional principles of designing an acoustic garden (within the tourist center of Lviv). *Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic". Architecture.* - 2014. - No. 793. - P. 166-174. - Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPARX_2014_793_33 [Date of access November 19, 2024].
- Shuldan L. O., Shtendera A. Yu. (2015). Social prerequisites for designing acoustic and recreational centers of a large city. *Modern problems of architecture and urban planning.* - 2015. - Issue 40. - P. 321-325. - Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Spam_2015_40_47.
- Adhikari, A. та Thapa, B., (2022). Noise control in residential buildings. Available from: https://www.researchgate.net/publication/343064269_Noise_Control_in_Residential_Buildings [Дата звернення 19 вересня 2024].
- Andargie, M., Touchie, M. and O'Brien, W. (2020) "A Survey of Factors That Impact Noise Exposure And Acoustic Comfort in Multi-Unit Residential Buildings", *Canadian Acoustics*, 48(3), 25–42. Available from: <https://jcaa.caa-aca.ca/index.php/jcaa/article/view/3389> [Дата звернення 29 жовтня 2024].
- Kang, J., (2023). Soundscape in city and built environment: current developments and design potentials. *City and Built Environment* [онлайн]. 1(1). Available from: doi: 10.1007/s44213-022-00005-6 [Дата звернення 29 жовтня 2024].
- Otani, R., Asakura, T. та Otani, S., (2009). Numerical analysis and experiment on noise shielding effects of eaves/louvers attached on building facade. *У: Conference 38th international congress and exposition on noise control engineering 2009, INTER-NOISE 2009, 23–26 серпня 2009, Ottawa, Canada* [онлайн]. 1281–1289. Available from: <https://tus.elsevierpure.com/en/publications/numerical-analysis-and-experiment-on-noise-shielding-effects-of-e> [Дата звернення 19 вересня 2024].
- Fenech, B., Harvie-Clark, J. (2024). Aligning residential acoustic design guidance with the health evidence: a new proposal for the UK INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings, INTER-NOISE24, Nantes, France, pp. 7899-7910(12). Режим доступу: doi: https://doi.org/10.3397/IN_2024_4020 [Дата звернення 09 листопада 2024].
- Yang, J. та Min, H., (2019). Optimization of noise environment in planning and design. *The centre of city: acoustic environment and spatial morphology* [онлайн]. 107–126. Available from: doi: 10.1007/978-981-13-9702-8_6 [Дата звернення 19 вересня 2024].
- Zuccherini Martello, N., Fausti, P., Santoni, A. та Secchi, S., (2015). The use of sound absorbing shading systems for the attenuation of noise on building façades. an experimental investigation. *Buildings* [онлайн]. 5(4), 1346–1360. Available from: doi: 10.3390/buildings5041346 [Дата звернення 29 жовтня 2024].

Larysa Shuldan ¹, Andrii Shtendera ², Veronika Pavliukovych ³, Oleh Salyuk ⁴

¹ associate professor of the Department of Architectural Design and Engineering, PhD of Architecture
Lviv Polytechnic National University, Lviv
larysa.o.shuldan@lpnu.ua
orcid.org/0000-0003-4171-9807

² assistant Professor of the Department of Architectural Design and Engineering, PhD of Architecture
Lviv Polytechnic National University, Lviv
andrii.y.shtendera@lpnu.ua
orcid.org/0000-0001-9451-4333

³ student of the Department of Urban Planning,
Lviv Polytechnic National University, Lviv
veronika.pavliukovych.marmb.2024@lpnu.ua
orcid.org/0009-0006-9822-2374

⁴ student of the Department of Architectural Design and Engineering,
Lviv Polytechnic National University, Lviv
oleh.saliuk.mnarm.2024@lpnu.ua
orcid.org/0009-0007-8547-5871

EXPERIMENTAL STUDIES ON NOISE POLLUTION IN RESIDENTIAL COMPLEXES

© Shuldan L., Shtendera A., Pavliukovych V., Salyuk O., 2025

The article considers an important aspect of the formation of comfort in the architectural environment - acoustic design. In conditions of constant growth in the noise level in cities, densification of buildings, as well as a sharp deterioration in the emotional and psychological state of the population, the study and limitation of noise pollution of residential buildings is becoming particularly relevant. The object of the study was modern residential complexes. Five new buildings in Lviv were selected according to the specified criteria. The authors present the results of their own instrumental and empirical studies of noise levels. Measurements were carried out in residential complexes on different days and times of the day, which allowed to assess the minimum, average and maximum indicators of noise pollution in the monitoring mode, as well as to compare them with the requirements of the standards. As a result of the conducted studies and analysis of their results, the following were identified: complexes in some areas of which the permissible noise levels are significantly exceeded and, at the same time, zones with values close to acoustic comfort that require minor interventions; as well as complexes that require active application of packages of architectural measures to eliminate extremely high levels of noise pollution. The results allowed us to analyze and summarize the causes and consequences of noise discomfort. They should serve as a basis for developing architectural and urban planning techniques and measures to improve the acoustic environment of modern complexes, emphasize the importance of its design in new buildings, and justify the need for research with subsequent modernization measures in existing residential buildings and complexes of a different construction period.

Keywords: modern residential complexes, noise source, acoustic comfort, noise pollution.