
¹Larysa Shuldan,
²Veronika Pavliukovych,
³Oleh Salyuk³,

¹Лариса Шулдан,
²Вероніка Павлюкович,
³Олег Салюк

e-mail: shuldanlarisa@gmail.com
orcid: 0000-0003-4171-9807
e-mail: veronika.pavliukovych.ar.2020@lpnu.ua
orcid: 0009-0006-9822-2374
e-mail: oleh.saliuk.ar.2020@lpnu.ua
orcid: 0009-0007-8547-5871

УДК 725:534

ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНОГО СЕРЕДОВИЩА СУЧАСНИХ БАГАТОФУНКЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

STUDY OF THE ACOUSTIC ENVIRONMENT OF MODERN MULTIFUNCTIONAL COMPLEXES

Keywords: acoustic comfort, acoustic environment,
multifunctional complexes, noise pollution.

Ключові слова: акустичний комфорт, акустичне
середовище, багатофункційні комплекси, шумове
забруднення.

¹ associate professor of the Department of
Architectural Design and Engineering,
Lviv Polytechnic National University, Lviv

¹ канд. арх., доцент кафедри архітектурного
проектування та інженерії, Національний
університет «Львівська політехніка», Львів

² student of the Department of Architectural Design
and Engineering,
Lviv Polytechnic National University, Lviv

² студентка АР-44 кафедри архітектурного
проектування та інженерії, Національний
університет «Львівська політехніка», Львів

³ student of the Department of Architectural Design
and Engineering,
Lviv Polytechnic National University, Lviv

³ студент АР-44 кафедри архітектурного
проектування та інженерії,
Національний університет «Львівська
політехніка», Львів

<https://doi.org/10.23939/sa2024.01.190>

Abstract

This article examines the issue of acoustic comfort and noise pollution within multifunctional residential complexes in Lviv, where public facilities are situated in the ground-level space. The relevance of such a study is confirmed by numerous scientific conclusions that excessive noise exposure negatively affects human health, while this problem remains poorly understood and ignored in Ukraine.

According to the research method, 5 multifunctional complexes were selected in different parts of Lviv. Within these complexes, 5–6 points were installed, and measurements were made using the RFT 00 014 pulse sound level meter on different days and at different times of the day. The choice of points was primarily based on the geometric shapes of the buildings (shape breaks, confined spaces, etc.)

According to the results of the field measurements, it was found that most multifunctional complexes comply with the state standards for acoustic comfort, but some buildings were exposed to excessive noise load. Hence, a multitude of regularities and correlations were established between the excessive sound level meter values and the characteristics of these complexes. For example, buildings with a closed, perimeter form of construction provide noise reduction of up to 15–20 dB, but its effectiveness can be reduced due to large through passages and traffic directly next to the building. Moreover, the impact of reverberation within such covered courtyards remains unclear, as a cursory analysis shows that playground activity causes an increase in noise of 5 to 15 dB, but the sample size of this study is not sufficient to draw objective conclusions. In addition, the road surface material is an important factor, especially in the context of historic city centres where it is made of basalt paving stones. Traffic on such roads generates a much higher noise level than traffic on asphalt.

Following these results, several possible solutions to the noise load problem were analysed, and the importance of conducting similar studies in the future was proven.

Анотація

У статті розглядається питання акустичного комфорту та шумового забруднення у багатофункціональних житлових комплексах Львова, де громадські об'єкти розташовані на перших поверхах. Актуальність такого дослідження підтверджується численними науковими висновками про те, що надмірний вплив шуму негативно впливає на здоров'я людини, тоді як в Україні ця проблема залишається маловивченою та ігнорується.

Для проведення дослідження було обрано 5 багатофункціональних комплексів у різних частинах Львова. У межах цих комплексів було встановлено 5–6 точок, де проводились вимірювання за допомогою імпульсного шумоміра RFT 00 014 у різні дні та в різний час доби. Вибір точок ґрунтувався насамперед на геометричних формах будівель (переломи форми, замкнуті простори тощо).

За результатами натурних вимірювань було встановлено, що більшість багатофункціональних комплексів відповідають державним нормам акустичного комфорту, але деякі будівлі зазнали надмірного шумового навантаження. Таким чином, було встановлено безліч закономірностей і кореляцій між перевищенням значень шумомірів і характеристиками цих комплексів. Наприклад, будівлі із закритою, периметральною формою забудови забезпечують зниження шуму до 15–20 дБ, але його ефективність може знижуватися через великі наскрізні проходи і рух транспорту безпосередньо біля будівлі. Крім того, залишається незрозумілим вплив реверберації в межах таких критих дворів, оскільки побіжний аналіз показує, що діяльність на дитячому майданчику викликає збільшення шуму від 5 до 15 дБ, але розмір вибірки цього дослідження недостатній для того, щоб зробити об'єктивні висновки. Крім того, важливим фактором є матеріал дорожнього покриття, особливо в контексті історичних центрів міст, де воно зроблене з базальтової бруківки. Рух на таких дорогах генерує набагато вищий рівень шуму, ніж рух по асфальту.

На основі отриманих результатів було проаналізовано кілька можливих варіантів вирішення проблеми шумового навантаження та доведено важливість проведення подібних досліджень у майбутньому.

Постановка проблеми

Акустичне середовище є одним із дуже важливих аспектів, що впливають на нашу продуктивність, самопочуття та й загалом здоров'я. Внаслідок стрімкої урбанізації, збільшення густоти населення, підвищення поверховості рівень шуму навколо лише зростає. Особливу увагу слід приділити саме житловій інфраструктурі. Наші домівки мають бути безпечними та максимально комфортними для кожного з нас, оскільки вони є місцем, де ми проводимо найбільше свого часу. Згідно з дослідженнями, люди проводять у власному житлі близько 65 % часу (Andargie та ін., 2019), і цей показник може лише зростати залежно від віку, професії чи способу життя. Зокрема, в останні роки пандемії, коли суспільство ще більше часу стало проводити вдома, багато хто почав працювати та навчатися дистанційно. Акустичні умови в житлових приміщеннях мають прямий вплив на фізичне та психологічне здоров'я мешканців. Шум та небажані звуки можуть викликати стрес, знизити якість сну, підвищити ризик розвитку серцево-судинних та інших захворювань (Томчук, 2019), (Regecová & Kellerová, 1995), (Roberts, 2018).

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Автори дослідження (Кундельська, 2017) описують проведені виміри акустичного забруднення вздовж головних вулиць м. Івано-Франківська. Отримані результати були сформовані у шумову карту та таблиці, які свідчать про незадовільний стан акустичного середовища. При максимально дозволеному рівню шуму у 70 дБ (Україна. Міністерство охорони здоров'я України, 2019) подекуди показники сягали 80 дБ та більше, що є абсолютно недопустимо. Основним джерелом забруднення, очевидно, є автомобільний транспорт, яким перенасичені центри притягання міста (історичний центр, ринки, супермаркети тощо). Особливої уваги також заслуговують загально-міські зелені насадження, що, попри скептицизм щодо ефективності озеленення як шумозахисту, показали зниження рівня шуму навіть на умови відсутності густого листяного покриву.

Аналогічних результатів дійшли автори дослідження (Міронова та ін., 2021), що вивчали акустичне середовище м. Хмельницького. Надмірна кількість автотранспорту в межах центральних районів міста створює понаднормові рівні шуму. Наприклад, 67–79 дБ у центральній частині міста, 69–83 дБ поруч із магістральними дорогами, 57–70 дБ у районах житлової забудови та в середньому 55–60 дБ у нічний час доби. Крім доведення ефективності озеленення, пропонується використання спеціального дорожнього покриття із пористого асфальтобетону та нових зелених насаджень у всьому місті, що допоможе зменшити звукове навантаження на 4 та 7–8 дБ відповідно.

Додатковим підтвердженням ефективності зелених насаджень є дослідження, що проводилося у м. Сумах (Богомолова, 2020). В ході нього був встановлений прямий вплив озеленення на шумове навантаження. Таким чином стверджується, що насадження навіть в зимовий період зменшують рівні шуму на 2–5 дБ, а при вдалому розташуванні в період весна-осінь – на 4–7 дБ у внутрішньоквартальних скверах та на 17–23 дБ у магістральних санітарних зонах шириною до 40 м із густими кронами дерев та чагарників. Крім того, доводиться ефективність вертикального озеленення у 6 дБ зниження шуму, а також потенційні небезпеки при незграбному влаштуванні озеленення вулиць, що може призвести до погіршення ситуації.

Мета статті

Метою статті є дослідження наявного стану акустичного середовища сучасних багатофункційних комплексів у місті Львові.

Об'єктом досліджень є багатофункційні комплекси 2014–2023 років зведення у Львові.

Предмет дослідження. Якість акустичного середовища багатофункційних комплексів.

Методи дослідження. Спостереження, обміри, статистичний аналіз, інструментальні вимірювання за допомогою імпульсного шумоміра RFT 00 014.

Виклад основного матеріалу

Опис об'єктів дослідження

1. ЖК Avalon, пр. В'ячеслава Чорновола 16 (автор ТОВ «Avalon Inc») – 2 повноцінні комплекси із будинками від 6 до 15 поверхів, що мають замкнену структуру та розташовані поруч із вулицями пр. Чорновола, Липинського та Замарстинівською, зведені у 2016–2020 рр. Є житловим будинком секційного типу, у межах 1 рівня якого розташовані різноманітні громадські заклади.

2. ЖК на вул. Героїв УПА, 73 (автор ТзОВ «Галжитлобуд») – напівзамкнений у формі комплекс зі змінною поверховістю, що коливається від 5 до 15, введений в експлуатацію у 2020 р. Розташований поблизу вул. Кульпарківської та має затишне подвір'я та громадські заклади в структурі 1 рівня.

3. ЖК «Малоголосківські пагорби» (автор ТОВ «Нова Оселя»), вул. Малоголосківська, 8 – великий комплекс, що налічує 12 будинків поверховістю 5–10 поверхів, споруджений у 2018–2022 рр. Серед інших вирізняється своєю віддаленістю від магістральних доріг, проте є предметом вивчення впливу залізниці на шумове оточення, яка розташована поруч та відокремлена зеленими насадженнями. За структурою це переважно секційні будинки із невеликою кількістю громадських приміщень.

4. ЖК «Велика Британія», вул. Шевченка, 25 (автор БК «РІЕЛ») – комплекс розташований у центрі міста, поблизу важливих магістральних вулиць, зведений у 2017–2023 рр., містить декілька окремих будинків, проте до розгляду взято лише ті, що безпосередньо виходять на вул. Шевченка. Саме вони мають напівзамкнену форму у плані та налічують 6–9 поверхів із різноманітними громадськими закладами у просторі 1 рівня.

5. ЖК «Villa Magnolia» та «Villa Magnolia Spring», вул. Пасічна, 154 та вул. Миколи Пимоненка, 20 (автор ТзОВ «ЖБК Ваш Дім») – це два комплекси, що розташовані поруч один біля одного. Споруджені 2016–2019 та 2019–2021 рр. відповідно. Їх особливістю є невелика поверховість (3–5 та 4–5 поверхів), розташування у доволі спокійному районі недалеко від Винниківського лісу, проте поруч із жвавою транспортною розв'язкою.

Вибір точок та хід роботи

Перед початком вимірювальних робіт були проаналізовані схеми планування вищезгаданих ЖК та для кожного з них обрані та зазначені на схемі 5-6 точок, у яких відбуватимуться заміри за допомогою шумоміра. В першу чергу обрано місця зламу геометричної форми будинків, а також ті, що найближче розташовані до шумних вулиць та доріг. Також взято до уваги розміщення в'їздів та входів до прибудинкової ділянки та, безпосередньо, внутрішні подвір'я. Вимірювання проводили в літній період у будні та вихідні двічі на день: періоди «р–нок-обід» (10–14 год) та «вечір» (16–20 год). Таким чином було отримано 8 значень для кожної точки у кожному ЖК.

План-схеми досліджуваних багатофункційних комплексів із вказаними точками проведення замірів.

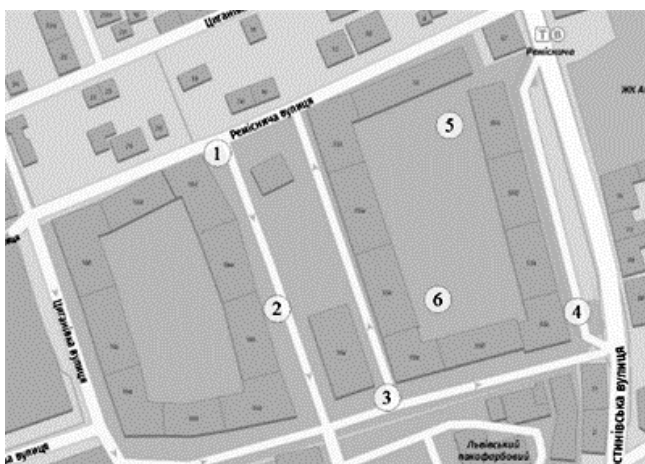


Рис. 1. ЖК Avalon, пр. В'ячеслава Чорновола, 16

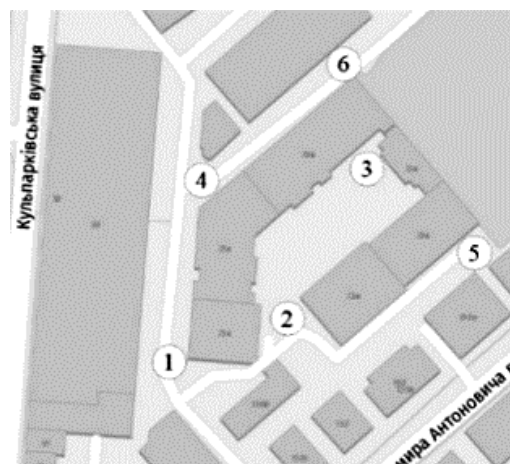


Рис. 2. ЖК на вул. Героїв УПА, 73

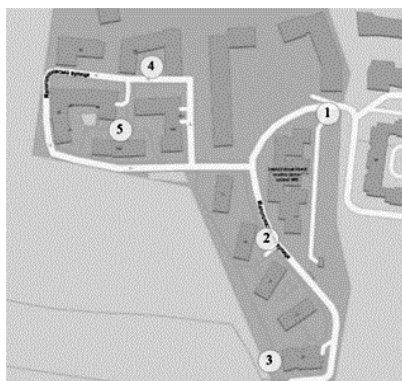


Рис. 3. ЖК «Малоголосківські пагорби», вул. Малоголосківська, 8

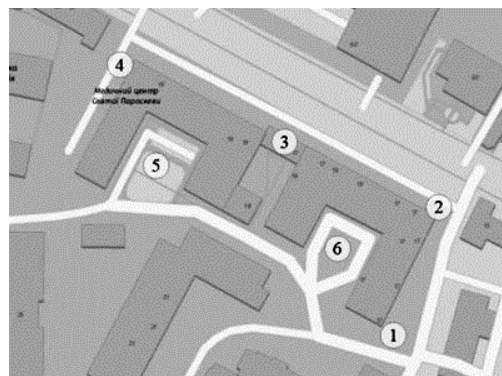


Рис. 4. ЖК «Велика Британія», вул. Шевченка, 25

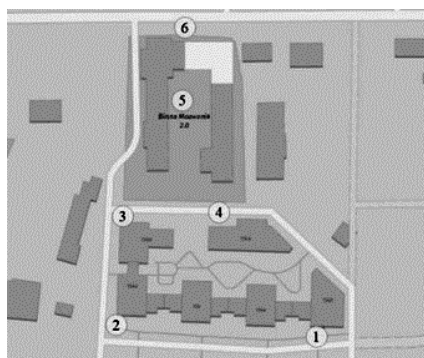


Рис. 5. ЖК «Villa Magnolia» та «Villa Magnolia Spring», вул. Пасічна, 154 та вул. Миколи Пимоненка, 20

Таблиця 1

Заміри, проведені у будній день у період «ранок–обід» (10–14 год)

		Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5	Точка 6	Середнє по замірах
ЖК на вул. Героїв УПА, 73в	Середнє значення	53,00	54,00	52,50	60,00	50,00	56,00	54,25
	Максимальне значення	76,50	75,50	74,50	77,00	77,00	77,00	76,25
ЖК «Avalon»	Середнє значення	63,00	54,50	53,50	66,50	44,50	46,50	54,75
	Максимальне значення	72,50	73,50	74,00	74,50	61,50	55,30	68,55
ЖК «Малоголосківські пагорби»	Середнє значення	54,50	42,00	41,00	42,00	41,00		44,10
	Максимальне значення	75,00	69,50	54,30	68,30	61,50		65,72
ЖК «Велика Британія»	Середнє значення	64,00	63,50	56,50	64,00	50,00	52,00	59,60
	Максимальне значення	76,50	70,00	76,00	72,50	74,00	75,00	73,80
ЖК «Villa Magnolia» та «Villa Magnolia Spring»	Середнє значення	56,00	57,50	50,50	48,00	43,00	42,50	49,58
	Максимальне значення	73,00	71,00	63,50	59,50	52,30	51,00	61,72

Таблиця 2

Заміри, проведені у будній день у період «вечір» (16–20 год)

		Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5	Точка 6	Середнє по замірах
ЖК на вул. Героїв УПА, 73в	Середнє значення	50,00	51,00	50,00	58,00	55,00	66,00	55,00
	Максимальне значення	73,00	80,00	74,00	72,00	73,00	73,00	74,17
ЖК «Avalon»	Середнє значення	51,50	57,80	53,00	72,00	45,50		55,96
	Максимальне значення	70,00	75,00	77,50	88,00	62,00		74,50
ЖК «Малоголоосківські пагорби»	Середнє значення	52,50	42,00	45,50	47,50	50,50		47,60
	Максимальне значення	69,20	58,00	57,50	67,20	58,50		62,08
ЖК «Велика Британія»	Середнє значення	51,40	55,00	58,00	51,00	50,00	46,00	51,90
	Максимальне значення	65,00	77,20	74,90	72,70	58,70	62,00	68,42
ЖК «Villa Magnolia» та «Villa Magnolia Spring»	Середнє значення	55,40	55,00	52,00	47,50	41,60	45,60	49,52
	Максимальне значення	72,10	65,40	61,20	57,90	55,60	55,80	61,33

Таблиця 3

Заміри, проведені у вихідний день у період «ранок–обід» (10–14 год)

		Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5	Точка 6	Середнє по замірах
ЖК на вул. Героїв УПА, 73в	Середнє значення	59,00	54,60	64,50	54,00	63,00	61,00	59,35
	Максимальне значення	77,00	79,00	75,00	77,00	76,50	76,50	76,83
ЖК «Avalon»	Середнє значення	66,00	50,00	52,50	68,30	45,00		56,36
	Максимальне значення	76,00	72,00	76,00	79,00	60,50		72,70
ЖК «Малоголоосківські пагорби»	Середнє значення	66,00	54,50	55,00	56,00	51,50		56,60
	Максимальне значення	79,00	78,00	75,00	76,50	77,50		77,20
ЖК «Велика Британія»	Середнє значення	55,50	62,50	59,00	61,00	46,00	49,00	55,50
	Максимальне значення	68,00	73,00	71,00	77,50	56,00	58,50	67,33
ЖК «Villa Magnolia» та «Villa Magnolia Spring»	Середнє значення	52,80	53,80	43,50	41,50	38,00	42,00	45,92
	Максимальне значення	64,50	66,70	56,00	53,30	44,50	48,50	57,00

Заміри, проведені у вихідний день у період «вечір» (16–20 год)

		Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5	Точка 6	Середнє по замірах
ЖК на вул. Героїв УПА, 73в	Середнє значення	50,50	52,50	48,30	53,00	44,50	48,50	49,55
	Максимальне значення	63,50	67,50	57,80	66,50	61,50	69,00	64,30
ЖК «Avalon»	Середнє значення	51,00	49,00	56,00	64,00	43,50	46,00	51,58
	Максимальне значення	71,00	73,00	68,00	74,00	57,00	59,00	67,00
		Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5	Точка 6	Середнє по замірах
ЖК «Малоголосківські пагорби»	Середнє значення	42,00	42,50	42,00	43,50	45,50		43,10
	Максимальне значення	67,00	66,50	55,00	57,50	57,80		60,76
ЖК «Велика Британія»	Середнє значення	51,00	61,50	57,00	61,20	47,00	44,00	55,54
	Максимальне значення	74,50	75,00	70,00	77,20	58,50	64,50	71,04
ЖК «Villa Magnolia» та «Villa Magnolia Spring»	Середнє значення	51,50	53,00	52,00	50,50	46,00	48,00	50,17
	Максимальне значення	67,00	65,50	59,00	57,00	54,50	52,00	59,17

Після проведення вимірювання та аналізу зібраних даних було встановлено низку закономірностей, що описують та підкреслюють особливості акустичного середовища подібних ЖК.

1. ЖК «Avalon», пр. В'ячеслава Чорновола, 16 – чи не найшумніший комплекс серед представлених. Середні значення рівня шуму залишаються в межах, дозволених ДБН, проте максимальні – практично завжди понаднормові. Це можливо пояснити географічним положенням ЖК, оскільки вул. Замарстинівська є досить жвавою, тут проїжджає велика кількість транспорту, а дорожнє покриття виконане із базальтової бруківки. Проїзд легкових та вантажних автомобілів із високою швидкістю такою дорогою створює багато шуму, що проілюстровано показом шумоміра у т. 4 у вечірній період буднього дня, який дорівнює 88 дБА. Аналогічна, хоч і в меншому масштабі, ситуація відбувається на вул. Ремісничій та Ставовій, що примикають до вул. Замарстинівської. Дорожнє покриття тут виконане із вібропресованої бруківки, яке теж створює більше шуму, ніж, скажімо, асфальт. Велику роль в акустичному середовищі також відіграє геометрична форма будівель, що підтверджує наступна закономірність: покази шумоміра у т. 1 та т. 3, що знаходяться у кутах ЖК, у більшості випадків більші, ніж у т. 2, що розташована між ними. З іншого боку, «Avalon» має перевагу, що дозволяє підтримувати комфортні рівні шуму у внутрішньому подвір'ї. Це його колодязна форма із мінімальною кількістю в'їздів. Ефективність такого типологічного вирішення підтверджують покази шумоміра у т. 5 та т. 6, що не досягають значень навіть у 50 дБА. Зниження шуму на 15–20 дБА – це хороший показник, який підтримує акустичний комфорт мешканців за будь-яких обставин. Мінусом подібного планування є відчутна реверберація звуків всередині цього подвір'я. На жаль, при проведенні дослідження ігрові та відпочинкові майданчики були переважно безлюдними, тому точно встановити негативний вплив відлуння неможливо.

2. ЖК на вул. Героїв УПА, 73 – задовільний з точки зору середніх значень шуму, що коливаються в межах 50–60 дБА. Натомість ситуація значно погіршується через будівельні роботи, що проходять по сусідству та рух вантажного транспорту вузькими, викладеними бруківкою проїздами до громадських закладів довкола будинку. Це відображається на максимальних значеннях, що, попри ігнорування шуму від автомобілів, що проїжджають безпосередньо поруч, сягають стабільно 75–80 дБА. Винятком є лише вечір вихідного дня, коли рух неінтенсивний або відсутній. Цікавими для дослідження є результати вимірювань, проведених вранці вихідного дня всередині внутрішнього подвір'я (т. 2 та т. 3), які показують вищі значення шуму, ніж в інші дні (55–65 дБА проти 48–50 дБА). Це можливо пояснити активністю на ігровому майданчику, де було багато дітей та батьків. Неочікуваним є відсутність великої різниці у показах шумомірів між т. 2, т. 3 та рештою, що знаходяться ззовні подвір'я. Цей ЖК теж має периметральну форму забудови, проте, на відміну від ЖК «Avalon», це не забезпечує такого ж зниження рівня шуму. Можливо, це пов'язано із великими наскрізними проходами поруч із т. 3 та т. 5, біля яких відбувається жвавий рух транспорту та розташовані різноманітні громадські заклади, а також сильною реверберацією всередині подвір'я.

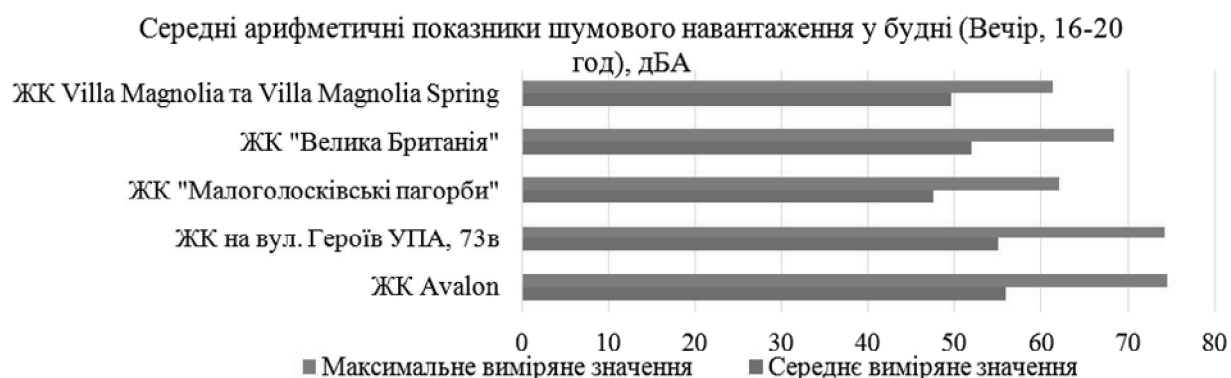
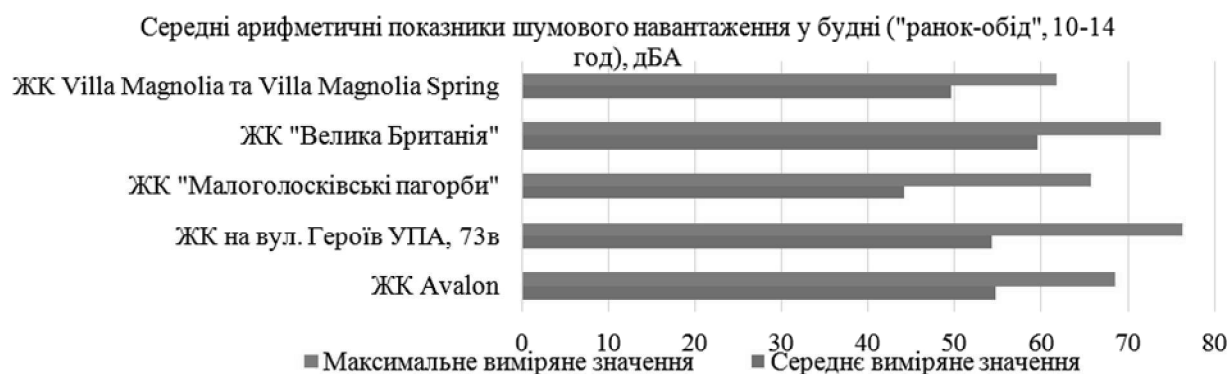
3. ЖК «Малоголосківські пагорби», вул. Малоголосківська, 8 – тут найкомфортніше акустичне середовище серед усіх досліджуваних об'єктів. Середні значення рівня шуму коливаються в межах 44–50 дБА, а максимальні ніколи не перевищують відмітки у 70 дБА, за винятком ранку вихідного дня. Причиною вищих результатів може бути аналогічна до ЖК на вул. Героїв УПА, 73 ситуація, адже тоді надворі та на майданчиках було істотно більше людей. Крім того, на покази міг вплинути дещо сильніший вітер, в порівнянні з іншими днями, коли тут проводилися заміри. Попри це, «Малоголосківські пагорби» – затишний ЖК із помірним шумовим навантаженням. Очевидно, що найбільші показники шуму зафіксовані у т. 1, що знаходиться при в'їзді на територію поруч із дорогою.

4. ЖК «Велика Британія», вул. Шевченка, 25 – найшумніший об'єкт серед усіх, що не є дивним, зважаючи на його розташування у центрі міста, поруч із важливими автомобільними дорогами. Тут також проглядається вплив геометричної форми будівлі на інтенсивність шумового навантаження, оскільки у т. 2 та т. 4, що на кутах споруд, вона практично завжди на декілька дБА вища, ніж у т. 3, яка знаходиться між ними. Крім того, помітне значне зростання показів в обід буднього дня, коли середні значення коливаються в межах 55–64 дБА, тоді як в інші дні 50–60 дБА. Це пояснюється жвавим рухом транспорту під час так званого «часу пік». Не зважаючи на те, що максимальні показники не настільки високі, як у ЖК «Avalon», середнє арифметичне з усіх середніх значень кожного дня вище, що спричиняє більший дискомфорт для мешканців. Ситуацію також погіршує схожа із ЖК на вул. Героїв УПА, 73 проблема того, що внутрішні двори не настільки ж захищені від шуму геометричною формою будинку. Значення в т. 5 та т. 6 відрізняються від решти на 2–5 дБА, що видається недостатнім. Причиною може бути паралельна до вул. Шевченка вулиця, що проходить поруч із подвір'ями, якою їздить транспорт.

5. ЖК «Villa Magnolia» та «Villa Magnolia Spring», вул. Пасічна, 154 та вул. Миколи Пимоненка, 20 – 2-й після «Малоголосківських пагорбів» найтихіший об'єкт, де протягом усіх днів проведення замірів середні значення залишаються в межах 45–50 дБА, а максимальні практично не перевищують відмітку у 65 дБА. Закономірно, що найшумніше у т. 1 та т. 2, що розташовані в місцях зламу геометричної форми та поруч із досить жвавою вул. Пасічною. Слід зауважити, що значно нижча поверховість, ніж у попередніх ЖК, зовсім не має негативного впливу на показники шуму. В межах внутрішнього подвір'я вони значно нижчі, ніж у т. 1 та т. 2, які поруч з автомобільною дорогою.

З отриманих результатів можна виокремити декілька закономірностей, що впливають на акустичне середовище. По-перше, великий вплив, очевидно, має географічне розташування об'єкта, адже ЖК поруч із магістральними вулицями завжди матимуть більші значення шумового навантаження. Також важливим в контексті історичних міст є дорожнє покриття із базальтової бруківки, що ілюструє ЖК «Avalon», який потерпає від надмірного шуму від вул. Замарстинівської,

але периметральна форма забудови забезпечує певний акустичний комфорт своїх мешканців. Таким чином маємо іншу закономірність – геометрична форма. У шумному середовищі закриті внутрішні подвір'я є ефективним засобом шумозахисту, але тут необхідне чітке розуміння оточення тому, що приклади ЖК на вул. Героїв УПА, 73 та ЖК «Велика Британія» свідчать, що периметральна форма забудови не є гарантією високих показників зниження шуму. Тому при роботі із такими схемами архітекторів варто уважно враховувати обставини. Крім того, залишається питання шумозахисту та акустичного комфорту мешканців безпосередньо всередині будинків, яке в межах цього дослідження не було розглянуто. По-третє, вплив мають різноманітні ситуації, що виникають у процесі безпосереднього проживання мешканців. Наприклад, ігри та дитячому майданчику, прогулянки з дітьми, вигул домашніх тварин, рух мешканців на початку та в кінці робочого дня, що так чи інакше буде створювати шум. Подібні явища матимуть ще більший ефект в ЖК із замкненою формою внутрішніх дворів, де відлуння будуть погіршувати ситуацію. Крім того, враховувати варто безпосередню особливість багатофункційних комплексів – розміщення громадських закладів у просторі перших рівнів. Вони потребують доставлення товарів та послуг, робітників, що будуть добиратися власним транспортом. Цей додатковий рух буде впливати на загальне акустичне середовище та може бути навіть понаднормовим, як у ЖК на вул. Героїв УПА, 73, де розміщуються багато таких закладів.



Дослідження акустичного середовища сучасних багатофункційних комплексів



Пропозиції. Як було згадано вище, акустичне середовище має безпосередній вплив на здоров'я та добробут мешканців, тому забезпечення комфорту та захист від шуму повинні бути одними із перших пріоритетів при проектуванні сучасних багатофункційних комплексів. Попри невелику кількість доступної інформації щодо акустичного середовища всередині помешкань та їх шумозахист, не варто недооцінювати вплив шуму за межами квартир, на майданчиках та подвір'ях. Підходи щодо зменшення шумового навантаження бувають різні та із власною специфікою та можливістю використання. При проектуванні нових ЖК передусім варто брати до уваги географічне розташування, адже підхід до будівництва у центрі міста та околиці є різним. Інтенсивність руху, розміщення поблизу важливих транспортних розв'язок, людні місця – це все потужні джерела шумового навантаження. Крім того, важливим є врахування еволюції та розвитку міст тому, що новий, тихий район із часом може перетворитися в густозаселений та шумний, а наявні будівлі, що не були до цього готові, будуть потерпати від надмірного шуму. Серед усіх методів боротьби із надмірним шумовим навантаженням варто виділити:

– ландшафтні, що передбачають влаштування різноманітних шумозахисних екранів (високі показники зниження шуму, але мають візуально-естетичні недоліки), використання озеленення, що дає невеликий захист (Богомолова, 2020) та виконання дорожнього покриття із спеціального «тихішого» асфальту (Cassauwers, 2022). Подібні рішення матимуть ефективність від 2 до 15 дБА.

– об'ємно-просторові, що означають відокремлення шумних громадських просторів за допомогою форми та поверховості будівель, а також створення замкнених чи напівзамкнених внутрішніх просторів дворів для забезпечення акустичного комфорту. Це дозволить знизити загальний шумовий фон на 15–20 дБА.

– екстер'єрні, які, на відміну від об'ємно-просторових, можуть бути застосовані для наявної забудови. Сюди належить влаштування різноманітних дашків, консолей, навісів та інших фасадних конструкцій, що можуть розсіювати звукові хвилі (Otani, Asakura & Sakamoto, 2009) (Zuccherini Martello та ін., 2015). Ефективність таких заходів сягає 10 дБА.

– архітектурно-конструктивні, які передбачають влаштування різноманітних вікон, дверей, віконних блоків, що забезпечують вищу шумоізоляцію приміщення. Крім того, сюди варто віднести застосування фасадних матеріалів із підвищеною звукоізоляцією.

– планувальні, що передбачають поміркований підхід до майбутнього будівництва та проектування житлових кімнат (спальні, вітальні) із орієнтацією на менш шумні простори. Натомість до найбільш жвавих вулиць варто виносити вхідну та господарську групи приміщень.

Неодмінним є той факт, що ці варіанти розв'язання проблеми повинні застосовуватися в комплексі між собою задля досягнення ефективного результату. Крім того, це повинно входити в доктрину міського планування та об'єднувати містобудівні та локальні заходи.

Висновки

Оскільки шумове забруднення є однією із головних проблем сучасних міст, виникає потреба у вивченні наявного акустичного середовища багатофункційних комплексів, аналізі проблем, що супроводжують це питання та методи їх вирішення. Згідно із методикою було проведено дослідження, в ході якого отримано показники шумового навантаження у 5 ЖК у місті Львові протягом 2 періодів дня у вихідні та будні. Отримані результати доводять існування певного акустичного дискомфорту у тих багатофункційних комплексах, що знаходяться поруч із жвавими дорогами чи іншими людними місцями. Найефективнішим засобом боротьби із надмірним шумом є використання геометричної форми будівель для шумозахисту. Таким чином ЖК «Avalon» здатний знизити рівень шуму на 15–20 дБА, проте ціною можливого виникнення реверберації всередині замкненого простору подвір'я. Попри це, ефективність периметральної забудови може бути знівельована різноманітними факторами (будівництво по сусідству, проїзд транспорту безпосередньо біля проходів). Надмірне шумове навантаження також спричиняється рухом транспорту по дорожньому покриттю із бруківки чи інших окремих елементів, натомість застосування звичайного асфальту чи із новітньою методикою виготовлення може зменшити шум на декілька дБ. Були виявлені та проаналізовані також інші, локальні закономірності, що впливають на акустичне оточення.

Отже, сучасні багатофункційні комплекси нерідко піддаються впливу надмірного шуму через зовнішні та внутрішні проблеми. Ці недоліки можливо та необхідно визначати та уникати при будівництві нових будівель та складанні генерального плану міста. Модернізації наявних ЖК можуть бути проведені із використанням різноманітних шумозахисних та шумознижувальних засобів. Подібні дослідження акустичного середовища необхідно проводити у більшій кількості із більшою вибіркою об'єктів для складання об'єктивної картини щодо шумового забруднення українських міст. Крім того, є потреба у вивченні якості акустичного комфорту всередині помешкань та накопичення різноманітної соціологічної статистики щодо шуму. Такі дослідження є пріоритетними у майбутніх роботах із цієї галузі.

Бібліографія

- Andargie M. S., Touchie M. and O'Brien W. (2019) A review of Factors Affecting Occupant Comfort in multi-unit residential buildings. *Building and Environment*, 160, 106182. doi: 10.1016/j.buildenv.2019.106182.
- Томчук Т. І. (2019). Шумове забруднення, як екологічна проблема урбанізованих територій. *Бакалаврська кваліфікаційна робота*, Одеський державний екологічний університет.
- Regecová, V. and Kellerová E. (1995) Effects of urban noise pollution on blood pressure and heart rate in preschool children. *Journal of Hypertension*, 13(4), 405–412. doi: 10.1097/00004872-199504000-00005.
- Roberts J. (2018) Noise pollution is one of the biggest health risks in City Life. *Horizon Magazine*. URL: <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/noise-pollution-one-biggest-health-risks-city-life>
- Кундельська Т. В. (2017). Визначення рівня шумового забруднення на території міста Івано-Франківська в контексті сталого розвитку. *Ecological Safety and Balanced Use of Resources*. 1(15), 239–250. URL: <https://ebzr.nung.edu.ua/index.php/ebzr/article/view/145>
- 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*. 22 лютого. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text>
- Міронова Н. Г. та ін. (2021). Дослідження акустичного навантаження від транспортного потоку на прикладі міста Хмельницького”. *Дороги і мости*. (24), 193–205. URL: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2021.24.183>
- Богомолова А. В. (2020) Використання технологій озеленення з метою зниження шумового забруднення міських територій, робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістра, спец. 101 - екологія, наук. кер. О. М. Яхненко. Суми: Сумський державний університет, 73 с.
- Otani R, Asakura T & Sakamoto S. (2009). Numerical analysis and experiment on noise shielding effects of eaves/louvers attached on building facade. in *38th International Congress and Exposition on Noise Control*

Engineering 2009, INTER-NOISE 2009. 38th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering 2009, INTER-NOISE 2009, vol. 2, 1281-1289, 38th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering 2009, INTER-NOISE 2009, Ottawa, ON, Canada, 23/08/09.

Zuccherini Martello N. *et al.* (2015). The use of sound absorbing shading systems for the attenuation of noise on building façades. an experimental investigation. *Buildings*, 5(4), 1346–1360. doi:10.3390/buildings5041346.

Cassauwers T. (2022). *Reducing noise pollution with acoustic walls and rubberised roads*. Horizon Magazine. URL: <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/reducing-noise-pollution-acoustic-walls-and-rubberised-roads>

Reference

Andargie M. S., Touchie M. and O'Brien W. (2019). A review of Factors Affecting Occupant Comfort in multi-unit residential buildings. *Building and Environment*, 160, 106182. doi: 10.1016/j.buildenv.2019.106182.

Tomchuk T. I. (2019). Noise pollution as an environmental problem of urbanised areas. *Bachelor's thesis*, Odesa State Environmental University.

Regecová V. and Kellerová E. (1995) Effects of urban noise pollution on blood pressure and heart rate in preschool children/ *Journal of Hypertension*, 13(4), 405–412. doi:10.1097/00004872-199504000-00005.

Roberts J. (2018) Noise pollution is one of the biggest health risks in City Life. *Horizon Magazine*. URL: <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/noise-pollution-one-biggest-health-risks-city-life>

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*. 1(15), 239–250. URL: <https://ebzr.nung.edu.ua/index.php/ebzr/article/view/145>

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*, 22 February. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text>

Mironova N. G. *et al.* (2021). Investigation of acoustic load from traffic flow on the example of the city of Khmelnytskyi. URL: *Dorogy i mosty*. (24), 193–205. <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2021.24.183>

Bohomolova A. V. (2020) The use of greening technologies to reduce noise pollution in urban areas, *Master's thesis*, speciality 101 – ecology, scientific supervisor O. M. Yakhnenko. Sumy: Sumy State University. 73 p.

Otani R., Asakura T. & Sakamoto S. 2009. Numerical analysis and experiment on noise shielding effects of eaves/louvres attached on building facade. in *38th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering 2009, INTER-NOISE 2009*. 38th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering 2009, INTER-NOISE 2009, vol. 2, 1281-1289, 38th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering 2009, INTER-NOISE 2009, Ottawa, ON, Canada, 23/08/09.

Zuccherini Martello N. *et al.* (2015) The use of sound absorbing shading systems for the attenuation of noise on building façades. an experimental investigation. *Buildings*, 5(4), 1346–1360. doi:10.3390/buildings5041346.

Cassauwers T. (2022) *Reducing noise pollution with acoustic walls and rubberised roads*. Horizon Magazine. URL: <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/reducing-noise-pollution-acoustic-walls-and-rubberised-roads>