МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра екології та охорони довкілля

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТЕРА

на тему: Оцінка шумового забруднення довкілля урбанізованих територій від автотранспорту (на прикладі міста Одеса)

Виконала студентка 2 курсу групи МЕБ-20
спеціальності 101- Екологія
Житкевич Ярослава Ярославівна

Керівник д.г.-м.н., проф.
Сафранов Тамерлан Абісалович

Рецензент д.геогр.н., проф.
Берлінський Микола Анатолійович

Одеса 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет *природоохоронний*
кафедра *екології та охорони довкілля*
рівень вищої освіти *магістр*
Спеціальність *101- Екологія*
Освітньо-наукова програма *«Екологічна безпека»*

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри *екології та охорони довкілля*
Сафранов Т.А.
14 березня 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Житкевич Ярославі Ярославівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: *Оцінка шумового забруднення довкілля урбанізованих територій від автотранспорту (на прикладі міста Одеса)*

Керівник роботи *Сафранов Тамерлан Абісалович, д.г.-м.н., професор*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від *02 березня 2022 р. №7 «С»*

2. Строк подання студенткою роботи *10 травня 2022 року*

3. Вихідні дані до роботи: *джерела інформації щодо особливостей та джерел шумового забруднення, методів оцінки акустичного навантаження та шляхів його мінімізації на урбанізованих територіях; дані щодо шумового забруднення довкілля міста Одеса*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): *загальні уявлення про шумове забруднення довкілля урбанізованих територій; методика оцінка шумового забруднення довкілля урбанізованих територій; оцінка шумового забруднення довкілля окремих ділянок міста Одеса; шляхи мінімізації шумового забруднення довкілля*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): *прилади для вимірювання рівня шуму: прилади для визначення рівня шуму; схеми розташування ділянок для замірів шумового навантаження; типи шумозахисних споруд на урбанізованих територіях*

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання	завдання прийняв
	немає		

Дата видачи завдання *14 березня 2022 року*

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи магістра	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	*Огляд літературних даних щодо шумового забруднення довкілля урбанізованих територій*	*14.03.22-18.03.22*	*90*	*5(відмінно)*
2	*Характеристика методів оцінки шумового забруднення довкілля урбанізованих територій*	*19.03.22-26.03.22*	*90*	*5(відмінно)*
3	*Узагальнення даних щодо шумового забруднення довкілля Одеси*	*27.03.22-03.04.22*	*90*	*5(відмінно)*
4	*Оцінка шумового забруднення довкілля окремих ділянок міста Одеса*	*04.04.22-10.04.22*	*90*	*5(відмінно)*
	Рубіжна атестація	***11.04.22-16.04.22***	***90***	***5(відмінно)***
5	*Шляхи мінімізації шумового забруднення довкілля на територій Одеси*	*17.04.22-28.04.22*	*90*	*5(відмінно)*
6	*Узагальнення отриманих результатів. Складення висновків, переліку посилань та списку публікацій за темою кваліфікаційної роботи магістра.*	*29.04.22-09.05.22*	*90*	*5(відмінно)*
7	*Подання роботи керівникові на перевірку. Внесення коректив. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності і відсутності ознак плагіату. Оформлення керівником протоколу та висновку. Підготовка презентаційного матеріалу і доповіді до захисту. Укладення авторського договору.*	*10.05.22-17.05.22*		
8	*Подання КРМ на перевірку завідувачу кафедри, в деканат природоохоронного факультету для отримання допуску до захисту. Рецензування роботи.*	*18.05.22-22.05.22*	*90*	*5(відмінно)*
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		***90,0*** (до десятих)	

Студент _____ *Житкевич Я.Я.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ *Сафранов Т.А.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Оцінка шумового забруднення довкілля урбанізованих територій від автотранспорту (на прикладі міста Одеса). Я.Я. Житкевич

Актуальність роботи. Шумове забруднення негативно впливає на емоційний стан людини, приводити до розвитку захворювань та наносити психічну травму. У зв'язку з цим вивчення проблеми шумового забруднення *є* актуальним.

Метою дослідження є оцінка рівня шумового забруднення та методів захисту від його негативного впливу на прикладі окремих ділянок міста Одеса.

Задачі дослідження: навести характеристику особливостей шумового забруднення урбанізованих територій; охарактеризувати методи оцінки шумового забруднення урбанізованих територій від автотранспорту на підставі замірів рівня шумового забруднення окремих ділянок міста Одеса; запропонувати методи зменшення шумового навантаження на довкілля міста Одеса.

Об'єктом дослідження є шумове забруднення урбанізованих територій України, а *предметом дослідження* – оцінка рівня шумового забруднення та методів захисту від його негативного впливу на прикладі окремих ділянок міста Одеса.

Методи дослідження. Методологічну основу роботи складає критичній аналіз даних щодо шумового забруднення довкілля автотранспортом та обґрунтування методів захисту від автотранспортного шуму. Робота ґрунтується на опублікованих даних, а також на матеріалах власних досліджень.

Результати дослідження. Виміряний і розрахований рівень шуму на перехрестях Київського району Одеси восени і взимку перевищують встановлений нормативами допустимий рівень. За даними вимірювань взимку 2022 р. на досліджуваних перехрестях та вулицях у більшості випадків зафіксовано збільшення рівня шумового забруднення, що, можливо, зумовлено відсутністю вегетації зелених насаджень. Рівень шуму зумовлений структурою автотранспортного потоку, регульованостю перехрестя і в нашому випадку менше залежить від типу дорожнього покриття (асфальтобетон) та характеру забудови.

Рекомендації щодо використання отриманих результатів роботи з зазначенням галузі застосування. Оскільки вивчені перехрестя та вулиці можна віднести до зони постійного акустичного дискомфорту, для мінімізації автотранспортного шуму на окремих ділянках Одеси доцільно впровадження комплексу шумозахисних заходів.

Структура та обсяг роботи. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку посилань (37 найменувань). Робота містить 14 таблиць, 8 рисунків. Загальний обсяг роботи - 62 сторінки.

Ключові слова: шум, шумове забруднення довкілля, автотранспорт.

SUMMARY

Assessment of Noise Pollution of Urban Areas from Motor Transport (with the City of Odessa Taken as an Example). Y.Y. Zhytkevych

Relevance of work. Noise pollution negatively affects a person's emotional state, leads to the development of diseases and causes mental trauma. In this regard, the study of the problem of noise pollution is relevant.

The aim of the study is to assess the level of a noise pollution and methods of protection against its negative impact on the example of certain parts of the city of Odesa

Research objectives: to characterize the features of noise pollution of urban areas; to characterize the methods of assessment of noise pollution of urban areas from vehicles on the basis of measurements of the level of noise pollution of certain parts of the city of Odesa; to offer methods to reduce the noise load on the environment of the city of Odesa.

The object of study is noise pollution of urban areas of Ukraine, and the *subject of the study* - assessment of the level of noise pollution and methods of protection against its negative impact.

Research methods. The methodological basis of the work is a critical analysis of data on the noise pollution by vehicles and substantiation of methods of protection against the traffic noise. The work is based on the published data, as well as on the materials of an own research.

Results of the research. The measured and calculated noise levels at the intersections of the Kyiv district of Odesa in autumn and winter exceeded the permissible level established by the standards. According to measurements in the winter of 2022, at the intersections and streets under study, in most cases, an increase in the level of noise pollution was recorded, which may be due to the lack of the seasonal vegetation. The noise level is determined by the structure of the traffic, the regulation of the intersection and in our case less depends on the type of the road surface (asphalt concrete) and the nature of the buildings type.

Recommendations. Since the studied intersections and the streets may be attributed to the zone of constant acoustic discomfort, to minimize traffic noise in some parts of Odessa, it is advisable to implement a set of noise protection measures.

Structure and scope of work. The work consists of an introduction, four chapters, conclusions, a list of references (37 titles). The work contains 14 tables, 8 figures. The total volume of work is 62 pages.

***Keywords*:** noise, noise pollution, motor vehicle.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І
ТЕРМІНІВ……7

ВСТУП…….…….8

1 ЗАГАЛЬНІ УЯВЛЕННЯ ПРО ШУМОВЕ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ……13

2 МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ВІД АВТОТРАНСПОРТУ……. ….28
2.1 Основні прилади для оцінювання рівня шуму…….28
2.2 Основні методи оцінки шумового забруднення……...32

3 ОЦІНКА ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ОКРЕМИХ ДІЛЯНОК МІСТА ОДЕСА……38

4 ШЛЯХИ МІНІМІЗАЦІЇ МІСЬКОГО АВТОТРАНСПОРТНОГО ШУМУ В ОДЕСІ ……44

ВИСНОВКИ……..56

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ……...……..57

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АТЗ – автотранспортні засоби

ВООЗ –Всесвітня організація охорони здоров’я

Гц – герц

дБ – децибели

дБА – децибели акустичні

СЕС – санітарно-епідеміологічна станція

ШЗД – шумове забруднення довкілля

ВСТУП

Під шумом розуміють усі неприємні та небажані звуки, які заважають нормально працювати та відпочивати. Шум виникає внаслідок стиснення й розрядження повітряних мас, тобто коливальних змін тиску повітря. Звичайно рівень шуму вимірюється в децибелах (дБ), або в акустичних децибелах (дБА), тобто з урахуванням сприйняття звука людиною. Шумове забруднення довкілля (ШЗД) є фактором негативного впливу на здоров'я і благополуччя людей, і це викликає занепокоєння. ШЗД стосується слуху, вегетативної нервової системи, психіки, розмовного спілкування, сну та працездатності. ШЗД може, в першу чергу, сприяти захворюванням, у яких стрес відіграє важливу роль, наприклад, захворюванням кровотворної системи, які потім можуть проявлятися у формі гіпертонії, інфаркту міокарда, стенокардії або навіть апоплексії.

Одним з основних джерел шумового забруднення на урбанізованих територіях України є автотранспорт. Завдяки безперервному та масовому зростанню обсягів руху автотранспортних засобів (АТЗ) неухильно зростає рівень шумового забруднення багатьох міст України, як за його тривалістю, так і за площею впливу. ШЗД урбанізованих територій України присвячені роботи багатьох дослідників: В.М Абрамов та ін. (2016). Я.О. Адаменко (2017), В.С. Бахарев та ін. (2013, 2017), М. Бойків (2017), Н.В. Внукова та ін. (2010, 2011), В.В. Гільов та ін. (2016), Н.М. Гринчишин та ін. (2021), І. П. Дейна та ін. (2012), Т.О. Дяченко, В.М. Євчук (2018), О.І Єременко (2019), Я.П. Замора, А.Ю. Ліннік (2019), Ю.І. Захаров та ін. (2010, 2018), Л.О. Коваленко (2014), Т.В. Кундельска (2017), Ю.В. Куріс та ін. (2017), Л.В. Кучеренко, В.С. Калініченко (2013), О.І. Лежнева (2017), І.М. Огородник, З. П. Двуліт (2011). В.Г. Петрук та ін. (2013), А.-О. Пожарська (2014), А.І. Решетченко та ін.(2018, 2019, 2020), Н.О. Ткач та ін. (2012, 2015), В.Б. Ткаченко та ін. (2917), П.М. Саньков (2016, 2018), С.Є. Сосновський , О.В. Усенко (2020), М.А. Федонюк (2013), Л.С. Шелудченко (2018) та ін.

Дослідження ШЗД проводились на територіях житлової забудови та примагістральних ділянках різних урбанізованих територій України та були відзначені перевищення рівнів шуму у порівнянні із нормативними значеннями.

На сьогоднішній день шум відноситься до одного із найшкідливіших факторів впливу на довкілля. Шумом можна вважати сукупність різноманітних звуків, що відрізняються один від одного інтенсивністю і частотою, а ще можуть шкідливо впливати на здоров'я людей. Фізичний шум представляється частотою коливань і тиском звуку. Може виникати в усіх середовищах при механічних коливаннях.

На даний момент є безліч джерел шуму, які щоденно вносять певний вплив на наше життя. Для всіх великих міст джерелом значного шуму є транспорт. Цей вплив є дуже небезпечним для здоров'я людей та стану біоти. Тому не потрібно недооцінювати його, він може повільно вбивати так само, як і хімічне чи будь-яке інше забруднення. Існує припущення, що шум за негативним впливом на організми людей посідає друге місце після куріння.

Шумова проблема на даний момент носить комплексний характер і стимулює висування низки питань, що відносяться до різних областей науки і техніки. Шум переслідує людину на вулиці, вдома, на роботі, систематично впливає на її психологічний і фізіологічний стан. Звуки можуть чинити негативний вплив на емоційний стан, приводити до розвитку захворювань, а іноді наносити психічну травму. У зв'язку з цим вивчення проблеми шумового забруднення *є актуальним*.

Метою цього дослідження є оцінка рівня шумового забруднення та методів захисту від його негативного впливу на прикладі окремих ділянок міста Одеса.

Для досягнення поставленої мети сформульовані та вирішені наступні *задачі*:

1) навести характеристику особливостей шумового забруднення урбанізованих територій;

2) охарактеризувати методи оцінки шумового забруднення урбанізованих територій від автотранспорту на підставі замірів рівня шумового забруднення окремих ділянок міста Одеса;

3) запропонувати методи зменшення шумового навантаження на довкілля міста Одеса.

Об'єктом дослідження є шумове забруднення урбанізованих територій України, *предметом дослідження* – оцінка рівня шумового забруднення та методів захисту від його негативного впливу на прикладі окремих ділянок міста Одеса.

Матеріали і методи дослідження. Методологічною основою роботи є критичний аналіз існуючої інформації щодо шумове забруднення урбанізованих територій та методи зменшення шумового навантаження на довкілля.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в оцінці рівня шумового забруднення та методів захисту від його негативного впливу на прикладі окремих ділянок міста Одеса.

Практичне значення отриманих результатів полягає в обґрунтуванні та методів захисту від негативного впливу шуму на прикладі окремих ділянок міста Одеса.

Особистий внесок здобувача. Автором самостійно виконані всі етапи роботи – від збору, узагальнення і обробки інформації до формулювання основних положень та висновків.

Апробація результатів роботи. Результати дослідження роботи доповідалися на: VI Міжнародній науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти, аспірантів та молодих вчених «Галузеві проблеми екологічної безпеки» (Харків, ХНАДУ, 23 жовтня 2020 р.); III Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку» (Херсон, Херсонський державний аграрний університет, 22-23 жовтня 2020 р.); Всеукраїнський науково-практичній конференції здобувачів

вищої освіти «Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції» (Житомир, НУ «Житомирська політехніка», 12 листопада 2020 р. і 11 листопада 2021 р.); Міжнародній науково-технічній конференції «Екологічна і техногенна безпека. Охорона водного і повітряного басейнів. Утилізація відходів» (Харків, ХНУБА, 13-14 квітня 2021), VII Міжнародній заочній науково-практичній конференції «Актуальні питання біологічної науки» (Ніжин: НДУ ім. Миколи Гоголя, 2021), Міжнародній науково-практичній конференції за участю молодих науковців «Галузеві проблеми екологічної безпеки – 2021» (Харків, ХНАДУ, 27 жовтня 2021 р.), IV Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку» (Херсон 21-22 жовтня 2021 р.); конференції молодих вчених ОДЕКУ (Одеса, ОДЕКУ, 23 квітня 2022 р.);

Окремі результати дослідження за шифром «Шумове забруднення» були представлені на II етапі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт за напрямом «Екологічна безпека комплексу «автомобіль – навколишнє середовище» (Харків, ХНАДУ, 2022 р.).

Деякі результати дослідження включені в звіт по НДР кафедри екології та охорони довкілля ОДЕКУ за темою «Техногенне навантаження на складові довкілля регіонів Північно-Західного Причорномор'я» (2021). Державний реєстраційний номер 0120U105060, код за ЄДРПОУ/ІПН; ідентифікаційний номер 26134086).

Публікації. Основні положення роботи опубліковані в матеріалах вищезгаданих конференцій (див. перелік публікацій за темою кваліфікаційної магістерської роботи), а також у журналі «Екологічні науки», який входить до переліку фахових періодичних видань України категорії Б за спеціальністю 101-Екологія (Полетаєва Л.М., Сафранов Т.А., *Житкевич Я.Я.* Оцінка шумового забруднення урбанізованих територій від автотранспорту (на прикладі міста Одеса). *Екологічні науки. 2022. Вип. 41*).

Структура та обсяг роботи. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку посилань (37 найменувань). Робота містить 14 таблиць, 8 рисунків. Загальний обсяг роботи - 62 сторінки.

1 ЗАГАЛЬНІ УЯВЛЕННЯ ПРО ШУМОВЕ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

Урбанізація території сучасного світу створила нову задачу- захист людства та природного середовища від шумового впливу. Зростає кількість транспортних засобів, стрімко розвивається промисловість, будуються міста. Все це спричиняє зріст шумового забруднення.

Шум представляє собою хаотичну сукупність різних звуків, що не дають можливості повноцінно сприймати цінні сигнали, при цьому негативно впливаючи на людський організм. Фізичним сенсом звуку є механічні коливання пружного середовища (повітря та рідини). В момент таких коливань створюються області зниженого і підвищеного тиску, які впливають на слуховий аналізатор (вушну мембрану).

Шумове забруднення - фоновий шум вище природного рівня або незвичайні зміни звукових характеристик: частоти, гучності тощо. Шумове забруднення може призвести до підвищеної стомлюваності, зниження продуктивності, фізичних і неврологічних захворювань у людей і тварин.

Тому шумове забруднення – це неприємний техногенний шум, який може порушувати життєдіяльність живих організмів і людей. Основними джерелами шумового забруднення є транспорт – автомобілі, залізниці та літаки.

Людське вухо може сприймати звукові коливання в діапазоні частот від 16 до 20 000 Гц. Але деякі звуки не сприймаються органами слуху: коливання з частотами нижче 16 Гц є інфразвуковими, а частоти вище 20 000 Гц – ультразвуковими [1].

Допустимий рівень шуму – це такий рівень шуму, що не викликає істотного занепокоєння людей та значних змін у функціональному стані шумочутливих систем і аналізаторів [2].

Джерел шуму навколо нашого життя є надзвичайно велика кількість, але за інженерно-технічною літературою джерела шуму поділяють на джерела природного та техногенного походження.

Шум, який має природне джерело походження присутній незалежно від людей. Ці шуми викликані «неживою природою» і дикими тваринами, до них відносять: шум вітру, плескіт води, грозові розряди, шелест дерев, спів пташок, крики тварин.

Джерелами техногенного шуму є різноманітна будівельна техніка, транспортні засоби та сучасні технологічні механізми. До такого шуму відноситься муніципальний і транспортний шум (виробляється обладнанням промислових і побутових установок, вентиляційних систем, великовантажних вантажівок, трамваїв, електропоїздів, літаків). Цей шум може спричинити серйозне шумове забруднення [3].

Проте ще є дані про джерела так званого шуму квартирного походження . Сюди ж відноситься шум у жилих будівлях, який значною мірою визначається культурою та способом життя житлового населення. Це може бути шум від інженерного обладнання, побутової техніки, гри на музичних інструментах, переміщення людей та меблів, розмови, крику дітей тощо. З таким видом шуму нам доводиться часто стикатися, тому важливо виділити в окремо, що цей шум в основному виробляється людьми [4].

Шум вимірюють у децибелах. Названа на честь винахідника телефону Александра Грехема Белла, ця одиниця виражається в дБ (одна десята Белла). Спектральний аналіз шуму виконується в дБ. Для інтегральної оцінки використовується одиниця вимірювання рівня звуку – дБА. При використанні шкал у цих одиницях шум, виміряний шумоміром, коригується спеціальним електронним фільтром (А), щоб наблизити характеристики пристрою до характеристик людського сприйняття. Ця корекція потрібна, тому що людське вухо сприймає та суб’єктивно оцінює звуки різної частоти по-різному. Оскільки гучність звуку, що сприймається вухом, об'єктивно залежить від сили коливань повітря - так званого звукового тиску (змінний надлишковий

тиск, який виникає в повітрі при проходженні звукових хвиль), шум можна виміряти в одиниці тиску - Паскалях. [5].

Для оцінки шумового фактору введена класифікація по спектральним і тимчасовим характеристикам.

За спектральним складом шуми прийнято розділяти на широкосмугові і тональні. Широкосмуговими називають шуми, які мають безперервний спектр. Ширина якого більше октави. Для вимірювання спектрального складу шуму прийняті октавні смуги з середньогеометричними частотами, наприклад 65, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Тональний шум характеризується тим, що в спектрі присутні окремі чутні дискретні тони. Це визначається перевищенням рівня звукового тиску в одній смузі над сусідніми більш, ніж на 10 дБ. Гучність тональних імпульсів залежить від інтенсивності імпульсу і його тривалості.

За часовими характеристиками шуми поділяють на постійні і непостійні. У процесі вимірювання за допомогою шумоміра постійні шуми вимірюються в положенні шумоміра «повільно», і рівень цих шумів не змінюється більш ніж на 5 дБА.

Непостійні шуми поділяються на імпульсні, переривчасті і ті, які коливаються в часі.

Постійні, чи стаціонарні, шуми характеризуються приблизною константою фізичних параметрів (інтенсивність, спектральний склад). Сюди можна віднести такі шуми, як шум моря, лісу, шумовий фон великого міста і ін.

Непостійні, або нестаціонарні, шуми визначаються повільно мінливими фізичними параметрами, які тривають періодами часу меншими, ніж усереднення в вимірювальному приладі. Прикладом такого шуму може бути шум транспорту, удар молота і ін. [3].

Державні будівельні норми [6] при визначенні допустимого рівня шуму на території житлової забудови враховують специфіку приміщень і час доби, коли проявляється вплив звуків. Наприклад, для житлових будинків середній

допустимий рівень інтенсивності звуків ($LA_{екв}$) в денний час складає 55 дБ, у нічний – 45 дБ, максимальний рівень ($L_{макс}$) відповідно 70 і 60 дБ. Для територій, прилеглих до санаторіїв і лікарень, значення допустимого шумового впливу на 10 дБ нижче, а для готелів і гуртожитків на 5 дБ вище. Крім того, регламентації підлягають також умови забудови в зоні впливу аеропортів

На ділянках об’єктів, що захищені, сюди відносять прибудинкові території, Державними санітарними нормами [7] встановлені такі нормативи: вдень з 8 ранку до 22.00 допустимий рівень шуму не повинен перевищувати 55 дБА; вночі з 22.00 до 8.00 – 45 дБА.

При середньорічному рівні шуму 40 дБ та вище можливі порушення сну, а при понад 55 дБ – підвищення артеріального тиску, пригнічення центральної нервової системи, зміна швидкості дихання і пульсу, порушення обміну речовин, виникнення захворювань кровотворної системи, язви шлунку, психічні розлади [8, 9].

Європейське регіональне бюро Всесвітньої організації охорони здоров’я (ВООЗ) розробило «Керівництво з питань шуму у навколишньому середовищі для Європейського регіону» [10] (далі – Керівництво), виходячи зі зростаючого розуміння наслідків для здоров'я населення, що настають внаслідок схильності до ШЗД.

Основне призначення Керівництва полягає в тому, щоб запропонувати рекомендації щодо захисту здоров'я людей від впливу шуму в навколишньому середовищі, виробленого різними джерелами: засобами транспорту (автомобільного, залізничного та повітряного), вітряними турбінами та розважальними заходами. Під шумом під час розважальних заходів у цьому контексті розуміються всі джерела шуму, якому піддаються люди внаслідок своєї діяльності у вільний час, наприклад, при відвідуванні нічних клубів, пабів, занять фітнесом, спортивних заходів, концертів чи місць, де грає жива музика, при прослуховуванні гучної музики за допомогою пристроїв особистого користування. Керівництво призначене для Європейського регіону

ВООЗ і в ньому державам-членам пропонуються загальні принципи політики, сумісні з показниками шуму.

Коло проблем, що розглядаються в цьому Керівництві, визначається наступними двома ключовими питаннями:

1) якою є залежність «експозиція-реакція» між впливом шуму в навколишньому середовищі (вираженим різними показниками) та відсотком людей з підтвердженою мірою наслідку для здоров'я серед населення, схильного до впливу шуму в навколишньому середовищі, з поправкою на фактори, що спотворюють інтерпретацію?

2) чи призводять вжиті заходи втручання до реального зниження впливу та/або негативних наслідків шуму в навколишньому середовищі для населення, схильного до впливу шуму у навколишньому середовищі?

У світлі цих питань завдання Керівництва у тому, щоб визначити рекомендовані допустимі рівні впливу шуму у навколишньому середовищі для забезпечення захисту здоров'я населення.

Процес розробки керівництва ВООЗ проводився за строгою методикою за участю кількох груп, кожна з яких мала свою роль і свої обов'язки. Протягом усього процесу розробники наслідували принципи системи GRADE (класифікація якості оцінки, розробки та визначення ефективності рекомендацій). Зокрема, етапи розробки керівництва включали:

1) формулювання сфери дії та ключових питань керівництва;

2) огляд літератури з цієї проблеми;

3) вибір заходів оцінки пріоритетних наслідків здоров'я;

4) систематизований аналіз фактичних даних;

5) оцінка достовірності масивів фактичних даних, виявлених у результаті систематизованих оглядів;

6) визначення нормативних рівнів впливу;

7) встановлення чинності рекомендацій.

Ґрунтуючись на певних із самого початку сфери дії та ключових питаннях, розробники Керівництва виконали огляд літератури, що

представляє інтерес, щоб врахувати результати найбільш важливих наукових досліджень у галузі шуму в навколишньому середовищі та охорони здоров'я, проведених з того часу, як було опубліковано Керівництво з контролю шуму в населених пунктах та Європейське керівництво з контролю нічного шуму (ВООЗ, 1999 р.; Європейське регіональне бюро ВООЗ, 2009). Загалом було виконано вісім систематизованих оглядів фактичних даних, щоб оцінити залежність між шумом у навколишньому середовищі та наступними наслідками для здоров'я: порушеннями серцево-судинної системи та обміну речовин; психологічним ефектом від сильного шуму; порушеннями сну; когнітивними порушеннями; порушеннями слуху та дзвоном у вухах; несприятливими результатами пологів; якістю життя; психічним здоров'ям та благополуччям. Окремий систематизований огляд фактичних даних було проведено з метою оцінки ефективності заходів щодо боротьби з шумом у навколишньому середовищі з точки зору зниження схильності та пов'язаних з нею впливів на здоров'я.

Після виявлення та синтезування фактичних даних у систематизованих оглядах їх якість оцінювалася групою експертів із систематизованих оглядів. Після цього група з розробки Керівництва сформулювала рекомендації, керуючись результатами оцінки, проведеної групою експертів із систематизованих оглядів, та спираючись на цілу низку додаткових контекстуальних параметрів. Для того, щоб полегшити формулювання рекомендацій, спочатку визначили пріоритетні наслідки для здоров'я, а потім відібрали їм найбільш підходящі заходи оцінки. Послідовно розроблявся процес визначення нормативних рівнів впливу за допомогою залежності «експозиція-реакція», отриманих у результаті систематизованих оглядів. Як відображення характеру наукових досліджень (обсерваційних), на підставі яких було визначено залежність між шумом у навколишньому середовищі та здоров'ям.

Показниками рівнів шуму пропонуються [10]: еквівалентний рівень середньозваженого добового шуму (L_{day}) та еквівалентний рівень нічного

шуму (L_{night}). Ці показники виводяться зі складових їх елементів – еквівалентних рівнів денного, вечірнього та нічного шуму (L_{day}, $L_{evening}$, L_{night} та тривалості у годинах нічного шуму L_{night}) та використовуються для оцінки впливу зовнішнього шуму біля фасаду, найбільш схильного до шуму. Зазвичай, відомості про показники добового та нічного шуму (L_{day} та L_{night}) дають державні органи та їх широко використовують для оцінки схильності до впливу при дослідженні наслідків для здоров'я.

Були сформульовані конкретні рекомендації щодо шуму від руху автомобільного, залізничного та повітряного транспорту, від вітряних турбін та під час розважальних заходів. Рекомендації класифікуються як *сильні* та *умовні*.

Сильна рекомендація в більшості ситуацій може бути прийнята як політика. Рекомендація заснована на впевненості в тому, що бажані ефекти від її дотримання переважують небажані наслідки. Зміст такої рекомендації, яку слідує дотримуватись у більшості обставин, визначається якістю фактичних даних на користь чистої вигоди у поєднанні з інформацією про цінності, переваги та ресурси.

Умовна рекомендація вимагає певного процесу формування політики із серйозними дебатами по суті питання та за участю різних зацікавлених сторін. Через більш низьку якість доказів чистої вигоди, існування протилежних цінностей та переваг у зачіплених нею окремих осіб та груп населення або значних ресурсів, необхідних для виконання такої рекомендації, визначеності щодо її користі менше, і це означає, що можуть бути обставини або умови, в яких вона виявиться непридатною.

Поряд із конкретними рекомендаціями було розроблено кілька керівних принципів, які служать загальними орієнтирами та опорою для включення рекомендацій до рамок політики. Вони стосуються виконання всіх конкретних рекомендацій, а саме:

1) знижувати схильність до дії шуму, оберігаючи при цьому тихі райони;

2) сприяти вжиттю заходів щодо зниження схильності до дії шуму та зміцнення здоров'я;

3) координувати підходи до контролю джерел шуму та інших екологічних факторів ризику для здоров'я;

4) інформувати та залучати місцеві спільноти, які можуть бути порушені зміною схильності до впливу шуму.

Керівництвом запропоновані такі рекомендації щодо зменшення шуму від АТЗ [10]:

1) щодо середнього рівня впливу шуму – знижувати шум, що виробляється АТЗ, до еквівалентного рівня добового шуму L_{day} нижче 53 дБ, оскільки шум вище за цей рівень асоціює з негативними наслідками здоров'ю;

2) шодо впливу нічного шуму – знижувати шум, вироблений АТЗ у нічний час L_{night}, до рівня нижче 45 дБ, оскільки шум вище цього рівня асоціює із негативним впливом на сон;

3) для зменшення наслідків для здоров'я – особам, формуючим політику, вжити відповідних заходів щодо зниження впливу шуму від руху АТЗ у населення, схильного до рівнів шуму вище нормативних значень для середньодобового та нічного рівнів шуму, а саме: знижувати рівні шуму як біля джерела, так і на шляху розповсюдження шуму між джерелом та населенням, тим, хто живе поблизу від нього, за рахунок внесення змін до інфраструктури.

Міжнародні стандарти ISO 1996-1:2016 та ISO 1996-2:2017.використовуються як орієнтир для картографування шуму у Директиві ЄС [11], та містять рекомендації щодо проведення натурних вимірювань рівнів шумового забруднення, що проводяться відповідно ISO 1996-1:2016.

В українському законодавстві відсутні будь-які норми, рекомендації, щодо проведення візуалізації та картографування рівнів шумового забруднення, тому необхідно Реалізація положень, що зазначені в Директиві 2002/49/ЄС, з метою створення шумових карт великих міст, які дозволили б розробляти та впроваджувати заходи щодо зменшення шумового пресингу.

ВООЗ визнає шумове забруднення одним із пріоритетних негативних екологічних факторів та найбільш поширеною причиною скарг населення багатьох країн світу. Одним з основних джерел шумового забруднення на урбанізованих територіях є АТЗ. Оскільки пропускна здатність доріг багатьох міст України, особливо їх центральних частин, дуже низька, виникає велике скупчення АТЗ, що зумовлює рівень акустичного навантаження, що негативно впливає на самопочуття людей та стан здоров'я міського населення [12].

Запропонуванні моделі надмірного впливу шумового забруднення довкілля на людину, що дозволяють передчасно виявляти небезпеку для запобігання здоров'я міського населення, зниження його рівня якості життя та благополуччя, а також розробляти заходи щодо зниження акустичного навантаження на конкретних ділянках урбанізованих територіях територій [13, 14, 15]. Вказані дослідження стосувалися рівня шуму денного дорожнього руху та поширення інфаркту міокарда як наслідків впливу шумового забруднення.

Директивою ЄС 2002/49 [11] встановлено необхідність: картографування шуму міської забудови для країн-членів ЄС; направлення дій щодо попередження та захисту від шуму в країнах спільноти; оприлюднення інформації щодо рівнів шуму та надання вільного доступу громадськості. Проведення спостережень за рівнями шуму на територіях населених пунктів має включати такі обов'язкові спостереження: еквівалентні рівні шуму вдень і ввечері протягом 15-30 хвилин, та вночі вздовж 15 хвилин; максимальні рівні шуму на кожний час доби. Допустимі рівні шуму на різних територіях населених пунктах та в приміщеннях різного значення, може встановлюватися країною-учасником ЄС окремо та затверджуватися на законодавчому рівні. На жаль, Директива ЄС 2002/49 не пройшла в Україні процес імплементації.

Європейська комісія надала оцінку економічної ефективності способів зниження шумового забруднення [11]:

1) електромобілі – зниження шуму на 1 дБ, економічна ефективність 1 бал;

2) ізоляція будівель – зниження на 5-10 дБ, ефективність 1 бал;

3) штучні шумозахисні бар'єри – зниження на 2-20 дБ, ефективність 2 бали;

4) управляння дорожнім рухом – зниження на 1-4 дБ, ефективність 3 бали;

5) малошумні шини – зниження на 3-4 дБ, ефективність 3 бали;

6) зміна стилю управління автомобілем («екологічне водіння») – зниження на 5-7 дБ, ефективність 3 бали;

7) архітектурно-будівельні заходи – зниження на 2-15 дБ, ефективність 3 бали;

8) малошумні покриття доріг – зниження на 3-7 дБ, ефективність 5 балів.

На територіях великих міст України близько 80% шумів утворюється рухом автомобільних транспортних засобів. Шум, показники якого не перевищують 50 дБА здебільшого не спричиняє шкідливого впливу на організм людини під час її трудової діяльності. Рівень шуму 50-60 дБА може мати психологічні наслідки у вигляді погіршення розумової діяльності, порушення концентрації уваги, підвищення рефлексів, труднощів з обробкою великого обсягу інформації тощо. При рівнях шуму 65-90 дБА можливі його фізіологічні дії: почастішання пульсу, підвищення артеріального тиску, звуження судин, порушення кровопостачання органів. Вплив шуму 90 дБА і вище може викликати порушення функцій органів і систем людини: зниження чутливості слуху, порушення роботи шлунку і кишківника, нудоту, головний біль, шум у вухах. При рівні шуму 120 дБА барабанна перетинка може розірватися [16].

Великою проблемою сьогодення жителів великих міст є дія постійного акустичного дискомфорту як на роботі чи транспорті, так і вдома. Тому актуальною темою стає дослідження та розробка методів та планів щодо

зменшення впливу шуму від різноманітних техногенних джерел на навколишнє середовище та жителів міських територій.

Шум міста сприймається в першу чергу суб'єктивно. Першим проявом його негативного впливу є погіршення самопочуття у міського населення, вони скаржаться на порушення сну, дратівливість, проблеми з психікою тощо. Вирішальне значення під час появи скарг мають фактори часу та рівень шуму, проте рівень поганого почуття має залежність від міри шуму, яка перевищує норму (табл. 1.1).

Комунально-побутові шуми складаються з шумів, які утворюються в житлових, офісних, торгово-розважальних та інших приміщеннях, а також з шуму із вулиці. Побутовий шум виникає всередині приміщень в основному , коли включені різноманітні побутові прилади та техніка. Джерелами вуличного шуму можуть стати будь-які проведення будівельних і дорожньо-ремонтних робіт, працюючий транспорт, автомобільна сигналізація і тощо.

Таблиця 1.1 - Допустимі рівні шуму для жилих приміщень [6]

Призначення приміщення	Час доби	Рівні звукового тиску $L_{доп}$, дБ (еквівалентні рівні звукового тиску $L_{екв\ доп}$, дБ) в октавних смугах з середньогеометричними частотами, Гц								Рівень звуку $L_{A\ доп}$ (еквівалентний рівень звуку $L_{A\ екв\ доп}$), дБА	Максимальний рівень звуку $L_{A\ макс\ доп}$, дБА
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Житлові приміщення квартир	День	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	Ніч	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
2. Території, які безпосередньо прилягають до житлових будинків	День	75	66	59	54	50	47	45	43	55	70
	Ніч	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60

Міські території та ландшафти постійно зазнають великого впливу від автомагістралей та залізниць, аеропортів та морських або річкових портів. Сюди ж відносяться такі джерела шуму як залізничні вузли та станції, автовокзали, кемпінги, стоянки, підприємства, будівництва, енергетичні установки. Створювати більше шумове навантаження в містах їх недосконале планування з розміщенням на їх територіях джерел зі значними підвищеннями рівню шуму. Маються на увазі аеропорти, автомагістралі, заводи та підприємства. Джерелом міського шуму, який щоденно переслідує жителів є різноманітні гучномовці, ліфти, різні види транспорту, телевізори, музика, великі скупчення людей , будівельні роботи тощо.

Шуми, які мають техногенне походження зазвичай - це випадкові і періодичні коливання. Джерелами шуму , які мають техногенне походження являються всі механізми, які застосовуються у сучасній техніці, всі обладнання та транспортні засоби, через яких створюється велике шумове навантаження на навколишнє природне середовище та на самопочуття людей. Шумовий фон, техногенного походження утворюється джерелами, які розташовані в різноманітних місцях та будівлях. Такий шум, частіше за все, з’являється через здійснення певних рухів чи якоїсь роботи. В залежності від середовища, де розповсюджується звук, умовно виділяють структурні, або корпусні, і повітряні шуми [17].

Структурний шум утворюється через безпосередній контакт коливання тіл з елементами машини, їхнім каркасом, різноманітними конструкціями тощо. Енергія коливань, яка передається джерелами шуму тісно зв'язаним з ним речей, в залежності від форми зв'язку і їхніх розмірів, розповсюджується по них у вигляді поздовжніх або поперечних хвиль . Нестабільні поверхні, коли приводять до руху частки повітря, які є прилеглими до них, утворюють при цьому звукові хвилі. Коли джерело не є пов'язаним з будь-якими установками, то шум, який випромінюється в повітря, має назву «повітряний».

Характеристика шуму в першу чергу має залежність від типу джерела. Техногенні шуми за фізичним походженням поділяються на такі типи [18]:

1) механічні – ті, які утворюються завдяки дії різноманітних частин в установках через рух певних деталей і частин механізмів із несталими масами, зокрема під час коливань поверхонь обладнань;

2) електромагнітні – ті, які утворюються через коливання деталей і частин електромеханічних приладів під впливом електромагнітного поля;

3) аеродинамічні – ті , які утворюються через вихрові процеси у газах під дією великих швидкостей руху газоподібних середовищ;

4) гідродинамічні – ті, які виникають за допомогою різноманітних процесів у рідких середовищах;

5) вибухові (імпульсні) – ті , що створюються в процесі роботи двигунів внутрішнього згоряння, дизелів тощо.

Всім відомо, що автомобільний транспорт несе величезну негативну дію на навколишнє середовище та на здоров'я всіх живих організмів. Прийнято вважати, що найбільша загроза природі від транспорту виникає через викиди відпрацьованих газів. Однак чомусь такому екологічному аспекту автотранспорту, як шум, приділяється менше уваги, хоча його вплив є не менш шкідливим для людини. Близько 80% території великих міст знаходяться під впливом шуму від автотранспортних потоків.

Шум від транспортних потоків несе найбільшу загрозу здоров'ю людини, через те, що він являється джерелом постійного шуму в близькості від людських помешкань. Разом із цим транспортний шум найбільш негативно впливає на населення, аніж виробничий чи побутовий, тому що сфера його дії значно більша, а фізичні показники, які характеризують дію шуму на організм людини, порівняно вищі.

У сучасних умовах інтенсивної автомобілізації утворюються зони акустичного дискомфорту в містах через дію транспортних потоків, що рухаються по дорогах. Тому проблема транспортного шуму має як соціальне

значення, так і стає однією з найважливіших проблем експлуатації автомобільного транспорту і організації дорожнього руху.

За даними експертів українського гігієнічного центру при МОЗ України, приблизно 40% загальної площі середньостатистичного міста (з 750 тис. населення) не є придатними для гідного рівня життя через надмірне звукове забруднення. У 1-мільйонному місті мешканці поблизу центральних вулиць відчувають значне шумове навантаження, яке в окремих випадках досягає 83-90 дБА, при цьому 55-86% збільшення шуму надходить від транспортних засобів. Вдень гранично допустимий рівень шуму на території біля житлових будинків повинен становити 55 дБА протягом 7-23 годин і 45 дБА протягом 23-7 годин. [19].

Коли автомобіль рухається, шум утворюється двигуном внутрішнього згоряння, шасі автомобіля (в основному механізмами трансмісії і кузовом) і в результаті взаємодії шин з дорожнім покриттям.

Технічно справний легковий автомобіль, який має малий пробіг, має основне джерело шуму – це взаємодія шин з дорожнім покриттям. Шум шин у вантажного автомобіля становить набагато меншу частку. Через взаємодію коліс із дорожнім покриттям виникає шум, рівень і характеристики якого залежать від типу автомобіля, конструкції підвіски, навантаження на шину, її жорсткості і тиску в ній.

Транспортний шум впливає як на людей, що знаходяться в зоні впливу автодоріг, так і на тих, що знаходяться в самому транспортному засобі (водії та пасажири).

Транспорт є постійним джерелом шумового забруднення навколишнього середовища через роботу автомобільних двигунів, ударів коліс рухомого складу залізничного транспорту об рейкові стики тощо. Крім того, стаціонарними джерелами шуму в транспортному секторі є вокзали, місця стоянок автомобілів, майстерні автосервісу, депо, території аеропортів та ін.

Найбільший рівень шуму фіксується на найбільших магістральних вулицях міст. Інтенсивність руху становить близько 2000-3000 транспортних одиниць на годину, або навіть більше, а максимальний рівень шуму дорівнює приблизно 90-95 дБА .

Доведено, що рівень вуличного шуму визначається за допомогою інтенсивності руху, що залежить від значущості магістралі в системі міського транспортного сполучення, швидкості руху і характером потоку транспорту. Окрім того, він має залежність від планувального рішення і від покриття доріг та спеціальних шумозахисних зелених насаджень [20].

Кожен із цих факторів може збільшити або зменшити рівень шуму від транспорту до 10 дБ. Для великих промислових міст звичною справою є висока кількість вантажного транспорту на автомагістралях. Збільшення кількості вантажівок серед загального потоку автотранспорту, тим більше з наявністю дизельних двигунів, може призвести до зростання рівню шуму.

Джерела шуму автомобілів уявно розділяють на дві групи: первинні та вторинні. До перших відносяться : двигуни, шини, трансмісія, потік повітря, яке оточує транспорт під час руху тощо. До других: різні металеві та пластикові деталі автомобіля.

Шум повітря від первинних джерел потрапляє до салону машини, отвори в кузові, а також через скляні деталі авто.

Структурний шум потрапляє до автомобіля через частини підвіски до кузова силового агрегату, ходової частини, системи вихлопу, трансмісії. Вібрація, яка була передана елементами підвіски, призводить до коливання всіх панелей кузова, які при цьому вимушені випромінювати структурний шум.

Можна добавити те, що звук, випромінюваний через елементи системи вихлопу додатково призводить вібрації підлоги автомобіля, що також приводить до збільшення загального рівня внутрішнього шуму [21].

2 МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ВІД АВТОТРАНСПОРТУ

Існує багато наслідків підвищеного шумового фону. Для людини вони проявляються у вигляді погіршення загального самопочуття та здоров'я загалом. Найпершими симптомами є знижена працездатність та концентрація. Далі людина вже починає відчувати проблеми з нервовою системою та роботою внутрішніх органів через перебування у постійній напрузі.

2.1 Основні прилади для оцінювання рівня шуму

Шумоміри експлуатуються з метою: моніторингу ефективності ізоляційного шару, передбаченого у багатьох приміщеннях; встановлення рівня звукоізоляції будівельних об'єктів та контролю відповідності матеріалів заявленим виробником характеристикам; перевірки пропорційності звукових коливань у побутових приміщеннях встановленим стандартам; спостереження за умовами праці на виробництвах, де є обладнання, що видає звук.

До цього приладу є відповідні державні вимоги, яким він має відповідати. Ці вимоги відносяться насамперед до діапазону частот. Сам пристрій вимірювального приладу може відрізнятися і саме тому існує безліч моделей. Залежно від особливостей визначаються і цілі застосування, і класи шумомірів.

Існуючі прилади можна розділити на 4 класи залежно, від яких визначається і область їх використання:

- *0 клас* є найвищим класом точності шумоміра (рис. 2.1). Такі пристрої є еталонними. Вони дуже точні і дають маленьку похибку завдяки використанню дорогих матеріалів і складних елементів.

Рис. 2.1 – Шумомір 0 класу точності

- *1 клас* зазвичай використовується у лабораторній роботі (рис. 2.2). Вони підходять для різних санітарно-гігієнічних досліджень та оцінки умов праці. Таке обладнання також дає дуже невелику похибку у вимірах.

Рис. 2.2 – Шумомір 1 класу точності

- *2 клас* використовують для зняття різних показників транспортних засобів, оцінки роботи устаткування (рис. 2.3). Хоча вони і дають помітнішу похибку, але при вимірі роботи обладнання вона не є настільки великою.

Рис. 2.3 – Шумомір 2 класу точності

- *3 клас точності* використовують вже у домашніх умовах (рис 2.4). І вимірювання шуму в децибелах таким пристроєм зазвичай має похибку 1-4 децибели. Пристрій шумоміра включає мікрофон, підсилювач звуку, різні фільтри, детектор, інтегратор та індикатор. Кожен елемент відповідає за важливу функцію. Мікрофон знаходиться в самому центрі конструкції та його мембрана здійснює коливання від звукових хвиль.

Рис. 2.4 – Шумомір 3 класу точності

Далі сигнал надсилається через різні фільтри прямо на індикатор. При цьому рівень, який створює шум, відповідає напруженості електричного струму у пристрої та завдяки цьому перетворенню працює прилад. Після всього цього результати виводяться на циферблаті або шкалі в залежності від моделі вимірювача. Гучність вимірюється у децибелах.

Виміри, які наведені у даній роботі проводилися за допомогою шумоміру BENETECH GM1352 (рис. 2.5). Основне призначення цієї моделі – вимір рівню шуму в діапазоні від 30 до 130 дБ. GM1352 укомплектований високочутливим конденсаторним мікрофоном, що здатен записувати звукові коливання в широкому діапазоні частот (від 31,5 Гц до 8 кГц). Відмінними рисами шумоміра Benetech GM1352 є його невеликий розмір, простота використання та повна функціональність.

Рис. 2.5 – Шумомір BENETECH GM1352

Цей шумомір не тільки показує поточне значення вимірювання, але й підтримує мінімальні та максимальні результати вимірювань на дисплеї. Великий РКІ дисплей шумоміра цієї моделі оснащений яскравим підсвічуванням і може працювати в умовах слабкого освітлення. Показник низького заряду батареї дозволить вчасно замінити акумулятор пристрою. Шумомір живиться від трьох батарейок 1,5 В, звичайного розміру «ААА», а функція автоматичного вимкнення пристрою забезпечує тривалий термін служби акумулятора. Відповідність стандартам: IEC PUB 651 тип 2, та ANSI S1.4 тип 2 для шумомірів. Даний шумомір може не тільки показувати поточні показники вимірювань, але й утримувати на екрані мінімальні та максимальні результати вимірювання. Область застосування: Вимірювати рівень шуму на виробництвах, у навчальних закладах, у транспорті, медичних закладах та скрізь, де стоїть завдання виміряти рівень шуму швидко та з мінімальними фінансовими витратами.

2.2 Основні методи оцінки шумового забруднення

Картографування шумового забруднення може проводитися за результатами натурних вимірювань, на основі розрахункових даних або з використанням поєднань того й іншого. У першому випадку використовують результати інструментальних вимірювань рівнів шуму шумомірами I або II класу. При цьому, оскільки шуми з різними частотами при однаковій інтенсивності надають неоднаковий фізіологічний вплив, вимірюють в дБ, нормують і картографують еквівалентні рівні звуку, тобто скоригований з урахуванням частотних характеристик.

У другому випадку картографування ведеться на основі даних про величину автотранспортного навантаження, структуру потоку, дорожніх умов і характеру забудови [22]. Для отримання цих даних проводяться спостереження за напруженістю і структурою транспортних потоків в години «пік» в робочі дні тижня; при цьому фіксуються також дорожні умови, характер забудови і озеленення.

Може використовуватися розрахункова методика [23], яка дозволяє визначити наближені значення рівнів шуму в залежності від чисельності населення міста, рівня автомобілізації (число автомобілів на тисячу жителів) і значущості вулиць (магістралі загальноміського значення, районного значення тощо), з внесенням поправок для обліку особливостей планування міста, ухилу вулиць, частки вантажного і громадського транспорту в потоці. Аналогічними табличними методами визначається шум поблизу залізничних і трамвайних ліній, аеродромів, судноплавних шляхів.

Поєднання інструментальних і розрахункових визначень рівнів шуму включає використання того й іншого, в тому числі в одних і тих же контрольних точках, в кількості, достатній для отримання статистично значущої вибірки. Для обліку місцевих особливостей міського середовища

проводиться розрахунок рівнянь регресії, що зв'язують виміряні і розрахункові значення рівнів шуму і коригування останніх.

Методика створення карт шуму при розробці генеральних планів і проектів детального планування [24] передбачає використання лінійних знаків і відповідно характеристику тільки в межах вулично-дорожньої мережі. Однак розрахункова методика [22] передбачає можливість наближеної характеристики і внутрішньоквартальних просторів. У цьому випадку виправдано застосування ізоліній. На основі ізолінійних карт виділяють зони шумового дискомфорту, в межах яких перевищуються гігієнічні стандарти .

Рівень шуму в децибелах (дБ) визначається для умовних точок, розташованих на відстані 7,5 м від осі руху, на висоті 1,2 м, за формулою:

$$L_A = L_{A1} + \Delta L_{хар.потоку} + \Delta L_{дорож.умов.} + \Delta L_{хар.забуд.}, \quad (2.1)$$

де L_A – величина розрахункового еквіалентного рівня звуку, яка визначається за кількістю транспортних одиниць в годину; L_{A1} – вихідна величина розрахункового еквіалентного рівня звуку (дБ), яка залежить тільки від кількості руху транспортних одиниць; визначається за табл. 2.1:

Таблиця 2.1 – Розрахунковий еквіалентний рівень звуку [26]

Інтенсивність авт/год	60	100	200	300	500	700	900	1000	1500	2000	3000	4000	5000	10000
L_{A1}	69	70	72	73	74	75	75,5	76	77	77,5	78	79	80	81

$\Delta L_{хар.потоку}$ – поправка, яка відображає особливості характеру потоку транспорту; $\Delta L_{дорож.умов}$ – поправка, яка враховує дорожні умови; $\Delta L_{хар.забуд.}$ – поправка, яка враховує характер забудови; $\Delta L_{хар.потоку}$ – поправка, що відображає особливості характеру транспортних потоків (вона складається із суми двох поправочних параметрів, які враховують – особливість структури

транспортного потоку (кількість вантажного та громадського транспорту в потоці, у тому числі з карбюраторними та дизельними двигунами, кількість трамваїв у потоці); середня швидкість потоку); $\Delta L_{дорож.умов}$ – поправка, що враховує дорожні умови (складається із суми п'яти поправочних параметрів, які враховують – поздовжній ухил вулиці, %; розділову смугу між проїзними частинами різної ширини, м; тип дорожнього покриття за певної середньої швидкості (асфальтобетон, бетон, бруківка тощо), тип перехрестя (регульований або нерегульований); характер потоку автотранспорту (однакової інтенсивності та складу, різної інтенсивності та складу). Поправки визначаються згідно з табл. 2.2-2.6.

Таблиця 2.2 – Поправки на характер структури потоку транспорту [26]

Впливаючий фактор	Можливі умови	Поправка, дБ
Кількість вантажного і громадського транспорту в потоці, з карбюраторними двигунами, %	7 20 33 47 60 73 87 100	-4 -3 -2 -1 0 +1 +2 +3
Кількість вантажного і громадського транспорту в потоці, з дизельними двигунами, %	Менше 10 10 20 30 40 50 60	0 +1 +2 +3 +4 +5 +6

Таблиця 2.3 – Поправки на участь трамваїв в потоці транспорту [26]

Впливаючий фактор	Можливі умови	Поправка для трамваїв типу «ТАТРА 5», дБ	Поправка для трамваїв типу «МТВ 82», дБ
Кількість трамваїв у потоці, шт/год	Менше 10 10 20 30 40 50	0 0 +1 +1 +2 +2	0 +1 +2 +3 +4 +5

Таблиця 2.4 – Поправки на швидкості потоків транспорту [26]

Впливаючий фактор	Можливі умови	Поправка (більше 50% вантажних автомобілів)	Поправка (менше 50% вантажних автомобілів)
Середня швидкість потоку, км/год	30 33 40 47 53 60 67 73 80 100 120	-2 -1 0 +1 +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8	-3 -2 -1 0 +1 +2 +3 +4 +5 +6 +7

Таблиця 2.5 – Поправки на характер дорожнього покриття [26]

Тип дорожнього покриття проїжджої частини при середній швидкості, км/год	Асфальтобетон, дБ	Бетон,дБ	Бруківка, дБ	Каміння, дБ
40	0	+1	+1	+2
60	0	+2	+3	+5
80	0	+3	+5	+10

Таблиця 2.6 – Поправка на дорожні умови [26]

Впливаючий фактор	Можливі умови	Поправка, дБ
Повздовшній ухил вулиці,%	0 2 4 6 8	0 +1 +2 +3 +4
Роздільна полоса між проїжджими частинами різної ширини, м	До 3 3-7 7-15 15-30	0 -1 -2 -3
Перехрестя з регульованим рухом		+3
Перетин у різних рівнях	Потоки однакової інтенсивності і складу	+3
	Потоки різної інтенсивності і складу	+1, +2

$\Delta L_{хар.забуд.}$ – поправка, що враховує характер забудови, яка в умовах міста може бути: двостороння, за різної ширини вулиці між лініями забудови з урахуванням зміни відстані між будинками; одностороння, при різній відстані між лінією забудови та краєм проїжджої частини з урахуванням зміни відстані між будинками.

Величини поправок на характер забудови визначаються згідно з табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Поправка на забудову [26]

Тип забудови	Відстань між будинками, поправка, дБ			
	> 30 м	30-20 м	20-10 м	< 10 м
Двостороння, при ширині вулиці між лініями забудови, м				
Більше 50	0	0	0	0
50-40	+1	+1	+2	+2
40-30	+2	+2	+3	+3
30-20	+3	+3	+4	+5
20-10	+4	+5	+5	+6
Одностороння, при відстані між лінією забудови і проїжджої частини, м				
Більше 40	0	0	0	0
40-25	0	0	+1	+1
25-12	+1	+1	+2	+2
12-6	+1	+1	+3	+3

Рівні звуку на прилеглих до автомагістралей територіях, за межами 7,5 – метрової зони, розраховуються за іншою формулою [15]:

$$L_{Атер} = L_A - \Delta L_{Авідс} \text{ (дБ)}; \quad (2.3)$$

де L_A - розрахунковий рівень звуку, створюваний транспортним потоком в 7,5 м від магістралі, на висоті 1,2 м, з урахуванням поправок (див. табл. 1.3-1.7, дБ);

$\Delta L_{Авідс}$ – розрахункова зміна еквівалентного рівня звуків транспортних потоків зі збільшенням відстані від автомагістралі до розрахункової точки,(дБ).

Параметр $\Delta L_{Авідс}$ представляє собою суму поправок: зниження рівнів звуку в ідеальному необмеженому та непоглинаючому середовищі за рахунок розбіжності фронту звукової хвилі з відстанню; зниження рівня звуку в атмосфері за рахунок поглинання та розсіювання звуку в повітрі внаслідок інерції мас молекул води у повітрі, а також дії метеорологічних факторів реального середовища; зміна рівня звуку в приземному шарі атмосфери за рахунок взаємодії звукової хвилі з поверхневим покривом ґрунту.

Наближені значення для використання під час складання карти шумового забруднення зведені в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Зміни рівню шуму із збільшенням відстані від автомагістралі [26]

Початковий рівень шуму, дБ	Рівні шуму (дБ) на відстані , м											
	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
83	78	75	73	71	70	69	68	67,5	67	66	65,7	65
79	74	71	69	67	66	65	64	63,5	63	62	61,7	61
78	73	70	68	66	65	64	63	62,5	62	61	60,7	60
77	72	69	67	65	64	63	62	61,5	61	60	59,7	59
75	70	67	65	63	62	61	60	59,5	59	58	57,7	57
73	68	65	63	61	60	59	58	57,5	57	56	55,7	55
70	65	62	60	58	57	56	55	54,5	54	53	52,7	52

3 ОЦІНКА ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ОКРЕМИХ ДІЛЯНОК МІСТА ОДЕСА

Місто Одеса є потужним транспортним вузлом, пунктом перетину автомобільних, залізничних, водних і повітряних шляхів, проблема високої транспортної завантаженості є однією з найбільш гострих в Україні, що зумовлює негативний ШЗД на міське населення. Джерелами ШЗД є всі види транспорту, промислові об'єкти, будівельні майданчики, ліфти, телевізори, радіоприймачі, прилади побутової техніки, розважальні центри та ін. Інтенсивний шум створюється залізничним транспортом (на відстані 200 м від залізничних колій його рівень складає близько 60 дБ). Гучним джерелом шуму є аеропорт, що знаходиться в Одесі в міській зоні, включаючи також розташований неподалеку військовий аеродром «Шкільний». Наприклад, рівень шуму на відстані 1 км від злітно-посадкової смуги при зльоті літака АН-24 складає 110 дБ. Автотранспорт генерує 60-80 % міського шуму. В останні десятиріччя спостерігається істотне збільшення кількості автомобілів в Одесі. На жаль, Одеса у зв'язку з особливостями геологічної будови не має альтернативи наземному транспорту. Тому перше місце займає задача оптимального планування організації руху автотранспорту в місті таким чином, щоб при зростанні автопарку мінімізувати збиток, який може бути нанесений довкіллю міста. На автомагістралях рівень шуму складає 85-92 дБ [25].

Шумове забруднення урбанізованої території можна простежити по вихідних матеріалах до проектної документації ТОВ «Цивільпроект» та Одеської міської санітарно-епідеміологічної станції (СЕС). Визначено, що основними джерелами шуму в Одесі є магістральна мережа вулиць, залізнична дорога та «Міжнародний аеропорт Одеса». Вимірювання рівнів шумового забруднення проводилося на 26 контрольних точках. В загальному спеціалістами СЕС у 2012 році було зроблено 627 досліджень, з яких у 259 (41,3%) випадках спостерігалося перевищення нормативних значень, які

супроводжувалися побутовими скаргами від місцевих жителів. Аналіз шумового забруднення вуличних мереж базується на основі даних обстежень інтенсивності руху вантажівок та громадського транспорту в потоках, із врахуванням їх середньої швидкості. Встановлено, що рівень акустичного забруднення відчувається на відстані в межах 22 - 82 м і 100 -127 м на об'їзній дорозі від лінії руху. Міська СЕС, що контролює рівень акустичного режиму вулично-дорожньої мережі (проводить заміри), фіксує постійне перевищення допустимих шумових характеристик. Деяке уявлення про рівень шумового забруднення на окремих вулицях Одеси дають дані епізодичних вимірювань, які проводилися Одеською обласною СЕС у 2015 році та наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Рівні шуму на окремих вулицях Одеси
(за даними епізодичних вимірювань у 2015 році)

Контрольна точка вимірювань та її адреса	Рівень шуму, дБ
Житлова зона, вул. Івана та Юрія Лип, 23	55,4
Житлова забудова вул. Бочарова / пр. Добровольського	66,0
Житлова забудова вул. Бочарова / пр. Добровольського	64,5
Рекреаційна зона (Лузанівка), Миколаївська дорога, 301	57,5
Автомагістраль, Пересипський міст	67,0
Автомагістраль, вул. Балківська / вул. Червонослобідська	67,0
вул. Пастера / вул. Ольгіївська	57,0
Автомагістраль, вул. Богдана Хмельницького	66,0
Автомагістраль вул. Балківська / Матроський спуск	62,0
Житлова зона, пров. Вознесенський /кут Старосінної	57,0

Виміри проводилися переносним шумоміром типу ВШВ-003-М2 з діапазоном шкали від 20 до 130 дБ на перехрестях основних транспортних магістралей, вулицях з одностороннім рухом АТЗ, на ділянках, віддалених від доріг та захищених від них будівлями (вимірювання у кожній контрольній точці проводилися в денний час протягом 30 хвилин).

Як бачимо із наведених даних, рівень шуму у всіх точках спостережень перевищує нормативне значення (55 дБ).

За даними санітарно-гігієнічних досліджень Одеського обласного лабораторного центру МОЗ України, найвище шумове забруднення, яке перевищує гранично-допустимий рівень, було зареєстровано на 1 ст.

Люстдорфської дороги, проспекті Шевченка, площі Бориса Дерев'янка, а також вулицях Середньофонтанській та Богдана Хмельницького.

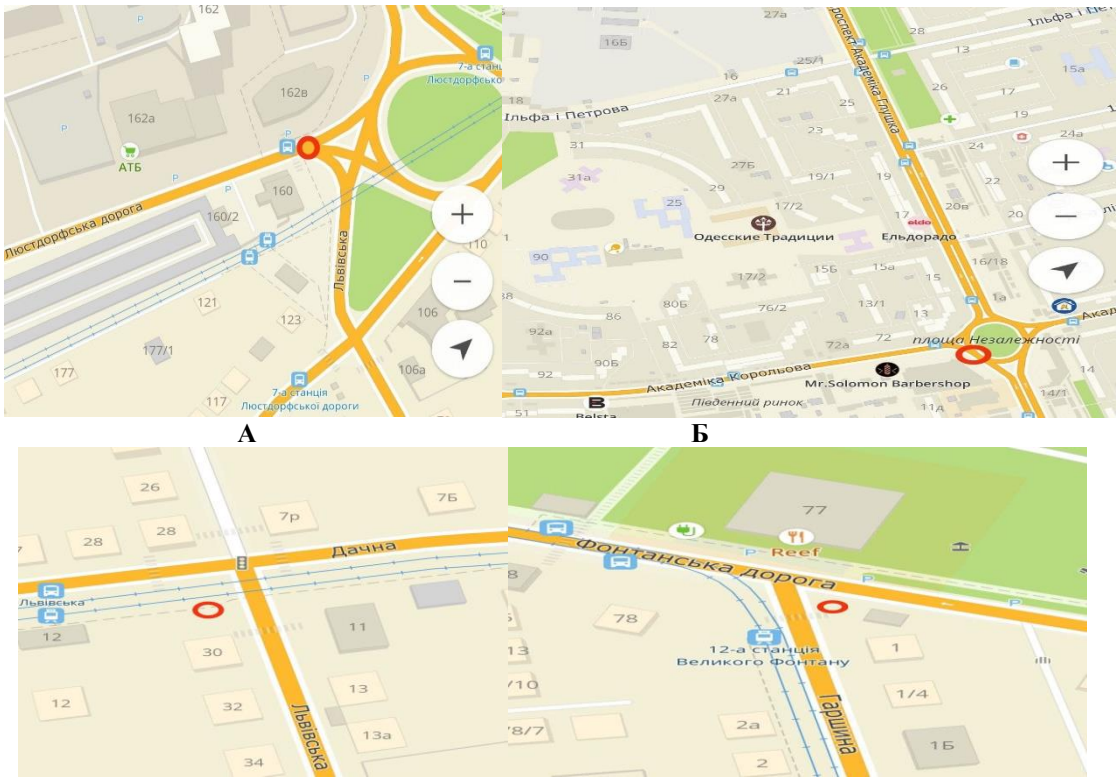
Задачами нашого дослідження є вимірювання рівнів шуму та проведення розрахунків еквівалентного рівня звуку для окремих ділянок Одеси, де основним джерелом ШЗД є автотранспорт, а також обґрунтування методів шумозахисту.

Для того, щоб знайти дійсні показники шуму, за допомогою шумоміру були проведені вимірювання на чотирьох перехрестях: вулиць Львівська та Люстдорфська дорога (нерегульоване перехрестя А); вулиці Академіка Корольова та проспекті Академіка Глушка (регульоване перехрестя Б, є світлофор), вулиць Львівська та Дачна (регульоване перехрестя В, є світлофор); перехрестя вулиці Гаршина та Фонтанської дороги (нерегульоване перехрестя Г) – рис. 3.1.

За даними вимірювання восени (05.10.2021 р. та 06.10.2021 р. з 9:00 до 11:00 год у робочі дні тижня) було отримано такі результати: перехрестя А – 65-80 дБ; перехрестя Б – 70-84 дБ. Інтенсивність автотранспортного потоку складала: перехрестя А – 4400 авт/год; перехрестя Б – 5300 авт/год. При цьому приблизна швидкість АТЗ складала 47 км/год., а відстань до найближчих будівель сягала 75 м (перехрестя А) та 125 м (перехрестя Б).

Для порівняння проводилися розрахунки еквівалентного рівня звуку (L_A) для перехресть А та Б за методикою В.І. Стурмана [26]: для перехрестя А – 86 дБ та перехрестя Б – 90 дБ з урахуванням поправок.

За даними вимірювання у взимку (21.02.2022 р. та 22.02.2022 р. (з 9:00 до 11:00 год) було отримано такі результати: перехрестя А – 69-88 дБ; перехрестя Б –74-86 дБ, тобто декілька вище порівняно з результатами замірів восени 2021 р. При цьому приблизна швидкість АТЗ складала 47 км/год., а інтенсивність руху – 4250 АТЗ/год (перехрестя А) та – 5500 АТЗ/год (перехрестя Б).



А **Б**

В **Г**

А – перехрестя вулиць Львівська та Люстдорфська дорога; **Б** – перехрестя вулиці Академіка Корольова та проспекту Академіка Глушка; **В** – перехрестя вулиць Львівська та Дачна; **Г** – перехрестя вулиці Гаршина та Фонтанської дороги

Рис. 3.1 – Схема ділянок проведення вимірів рівнів шуму

З табл. 3.2 видно, що рівень шуму в м. Одеса за нашими вимірами восени 2021 р. (06–08.10.2021р.) на всіх досліджених вулицях перевищує допустимі рівні (55 дБ) для денного часу. За даними досліджень взимку 2022 р. (21–22.02.2022 р.) на цих вулицях у більшості випадків зафіксовано збільшення рівня шумового забруднення. Рівень шуму зумовлений багатьма факторами, але у даному випадку, можливо, це пояснюється тим, що спостереження восени 2021 р. проводилися у вегетативний період, а взимку 2022 р . – поза періодом вегетації зелених насаджень.

Взимку, 21 та 22 лютого 2022 р., проведені більш детальні спостереження на чотирьох перехрестях Київського району Одеси. Визначено інтенсивність автотранспортного потоку, його склад та швидкість руху. Для отримання поправок на характер структури потоку транспорту [26] для всіх досліджуваних перехресть прийняти кількість вантажного і громадського

транспорту з карбюраторними двигунами (40%) та кількість вантажного і громадського транспорту з дизельними двигунами (60%). При швидкості 47-52 км/год, поправка на швидкість потоків транспорту (менше 50% вантажних автомобілів) [26] для всіх перехресть буде становити 0 дБ.

$\Delta L_{дорож.умов}$ - поправка, що враховує дорожні умови, в тому числі тип перехрестя (регульований або нерегульований), поздовжній ухил вулиці (0 %), розділову смугу між проїзними частинами (менш 3 м, на перехресті В більше 3 м). Поправка на тип дорожнього покриття (асфальтобетон) проїжджої частини та дорожні умови при середній швидкості 50 км/год для всіх досліджуваних перехресть дорівнюють 0 дБ.

Таблиця 3.2 – Вимір шуму на окремих ділянках міста Одеса (жовтень 2021р./лютий 2022р., денний час)

Вулиця	Рівень шуму, дБ		Допустимі рівні шуму в денний час, дБ	
	min	*max*	$LA_{екв}$	LA_{max}
Макаренко	64/66	76/79	55	70
Дачна	73/74	81/83	55	70
Фонтанська дорога	71/73	80/88	55	70
Довга	66/68	81/87	55	70
Люстдорфська дорога	78/77	86/88	55	70
Академіка Глушка	73/74	84/86	55	70
Академіка Корольова	75/75	89/88	55	70
Левітана	64/68	75/77	55	70
Героїв Крут	71/73	78/78	55	70
Варненська	70/70	76/78	55	70
Космонавтів	74/76	81/84	55	70
Генерала Петрова	76/78	88/88	55	70
Івана та Юрія Лип	76/77	85 (87	55	70
Преображенська	78/80	85 (88	55	70
Жуковська	74/76	83 (85	55	70
Катерининська	79/79	82 (84	55	70
Рішельєвська	77/78	82 (85	55	70
Буніна	72/74	80 (83	55	70
Грецька	75/76	79 (83	55	70

Зведена таблиця розрахунків представлена нижче (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Порівняння рівнів шуму за виміром та за розрахунками на досліджуваних ділянках міста Одеса (лютий 2022р., денний час)

Пере-хрестя	Вимір рівнів шуму, дБ	Інтенсив-ність руху, АТЗ/год	L_{A1}, дБ	Поправки, дБ			L_A, дБ, відстань 7,5м	Відстань до будинків, м	$L_{Атер}$, дБ, біля будинків
				$\Delta L_{хар.потоку}$	$\Delta L_{дорож.умов}$	$\Delta L_{хар.забуд}$			
А	69-88	4250	79	5	2	0	86	75	73
Б	74-86	5500	80	5	5	0	90	125	70
В	70-83	3400	78	3	5	0	86	50	75
Г	73-88	4400	79	4	2	0	85	55	75

$\Delta L_{хар.забуд}$ - поправка, що враховує характер забудови: двостороння або одностороння, за різної ширини вулиці між лініями забудови з урахуванням зміни відстані між будинками. У нашому випадку $\Delta L_{хар.забуд}$ дорівнює 0 для всіх перехресть [13].

Рівні звуку на прилеглих до автомагістралей територіях ($L_{Атер}$), за межами 7,5 – метрової зони від осі магістралі, тобто біля будинків, залежать від зниження рівнів звуку в атмосфері за рахунок поглинання та розсіювання звуку в повітрі внаслідок інерції мас молекул води у повітрі, дії метеорологічних факторів реального середовища а також за рахунок взаємодії звукової хвилі з поверхневим покривом ґрунту. Наближені значення шумового забруднення $L_{Атер}$ в залежності від початкового розрахованого рівня шуму (L_A) та відстані забудови на розглянутих перехрестях представлені у табл. 3.

Таким чином, порівняння рівнів шуму за виміром та за розрахунками у денний час в жовтні та лютому 2022 р. наочно показує, що досліджувані перехрестя міста Одеса відносяться до зони постійного акустичного дискомфорту.

4 ШЛЯХИ МІНІМІЗАЦІЇ МІСЬКОГО АВТОТРАНСПОРТНОГО ШУМУ В ОДЕСІ

Дійшовши до висновку, що людина практично ніяк не зможе адаптуватися до негативного постійного впливу шуму, перед нами постає питання обмеження та регулювання шумового забруднення та знаходження методів та засобів, які можуть допомогти у вирішенні цього питання. Зменшенню шуму в місті Одеса сприятимуть такі фактори, як створення малошумних автомобільних транспортних засобів, таких як електрокари, гібридні транспортні засоби та транспортні засоби з водневими двигунами, високоефективні глушники та вихлопні системи з доопалювачами відпрацьованих газів тощо. Однак це неможливо зробити за короткий термін, тому для мінімізації міського транспортного шуму слід використовувати такі інструменти:

1) Архітектурно-планувальні (розумне планування ділянки, конструктивна звукоізоляція);

2) Будівельні (дотримання безпечної дистанції, штучні шумозахисні перешкоди та озеленення);

3) Адміністративно-організаційні (перерозподілити рух АТЗ на міських магістралях, обмежити рух АТЗ окремими вулицями в нічний час доби, заборонити дизельні вантажівки та автобуси тощо).

Основні заходи, які запобігатимуть та знижуватимуть кількість шкідливого впливу АТЗ на навколишнє природнє середовище:

1) Розробити такі конструкції АТЗ для зменшення забруднення повітряних басейнів та зменшення шуму від токсичних компонентів у вихлопних газах;

2)Удосконалити методи ремонту, технічного обслуговування та експлуатації АТЗ для зниження концентрації токсичних компонентів у

вихлопних газах, рівня шуму, що створюється автомобілями, та забруднення довкілля витратними матеріалами;

3) На етапі проекту та будівництва доріг, інженерних споруд та будь-яких інших об'єктів дотримуватися таких вимог, як вписування цього об'єкту до ландшафту; раціональність у поєднанні компонентів плану та поздовжнього профілю, що дає можливість забезпечити сталість швидкості руху транспортного засобу; створення захисту поверхневих та ґрунтових вод від забруднень; протидія водній та вітровій ерозії; створення умов для зменшення кількості зсувів та обвалів; збереження тварин та рослин; відведення меншої кількості площі, яка виділяється для будівництва; захищення будинків та інших споруджень, які знаходяться біля доріг від вібрації; боротьба з шумом від транспорту та забрудненням ним повітря; використання методів та технологій будівництва, які дають змогу зменшити збитки навколишньому природньому середовищу;

4) Застосування методів та заходів, що організовують та регулюють рух, забезпечення оптимальних режимів руху та характеристик потоку транспорту , зменшення чисельності зупинок біля світлофорів, кількості перемикань передач і часу роботи двигунів на неусталених режимах.

Містобудівні заходи щодо захисту населення від шуму включають:

1) Збільшити відстань між джерелом шуму та об'єктом, що охороняється;

2) Використання звуконепроникних екранів (укосів, стін і будівельних екранів), спеціальних звукоізоляційних смуг для озеленення;

3) Використовувати різноманітні методи планування для раціонального розподілу мікрорайонів;

4) Раціональне будівництво магістральних вулиць, максимальний благоустрій зеленими насадженнями мікрорайонів з використанням розмежувальних смуг , використовуючи рельєф місцевості тощо.

Значного захисту можна досягти, якщо житловий будинок розташований на відстані не менше 25-30 м від магістралі та озелененої

ділянки розриву. Закритий тип забудови захищає лише внутрішню територію, а фасад будівлі знаходиться в несприятливих умовах, тому будівництво біля магістралі не підходить. Найбільш підходящою є вільна забудова, ізольована від вулиці озелененням та екрануванням будівель (магазинів, їдалень, ресторанів, студій тощо). Розміщення магістралей у виїмці теж зменшує шум на прилеглій території.

Щоб зменшити шум автомобіля, спочатку:

1) намагаються створювати менш голосні механічні деталі;

2) зменшують кількість етапів роботи, яка супроводжується ударами;

3) знижують величину неврівноваженої сили, швидкість обтікання запчастин з газовими струменями, допуск відповідних частин, покращують мастила;

4) застосовують підшипники ковзання і малошумну сировину.

Окрім цього, шум АТЗ зменшується за рахунок звукопоглинальних та ізоляційних пристроїв. Шуми у впускному тракті двигуна можна зменшити за допомогою спеціально розроблених повітроочисників з резонансною та розширювальною камерами, а також конструкцією впускних каналів, що знижують швидкість обтікання внутрішньої поверхні через потік паливно-повітряної суміші. Ці прилади допомагають зменшити рівень шуму впуску на 10-15 дБА.

Рівень шуму відпрацьованого газу може доходити до рівня 120-130 дБА. Для того, щоб знизити шум під час випуску, використовують активні або реактивні глушники. Найпоширенішими простими і недорогими активними глушниками є багатокамерні канали з внутрішніми стінками з звукопоглинаючого матеріалу. Звук послаблюється тертям між вихлопним газом і внутрішньою стінкою. Чим більше довжина глушника і менше перетин каналу, тим сильніше звук приглушується.

Реактивні глушники є комбінацією різних акустико-пружних елементів, вони зменшують шум за рахунок повторюваного відбиття звуків і їх зворотніх джерел. Потрібно запам'ятати, що чим більш ефективно робить глушник, тим

більш ефективно знижується потужність двигуна. Втрати можуть досягати 15% або навіть більше. Під час експлуатації автомобіля необхідно ретельно спостерігати за цілісністю впускного та випускного трактів (в першу чергу – герметичності). Навіть незначна розгерметизація у глушника може значно збільшити шум випуску. Шум трансмісії, шасі та кузова нових автомобілів, що справні, можна зменшити завдяки конструктивному покращенню. У коробках передач використовуються синхронізатори, косозубі шестерні постійного зчеплення шестернями, блокуючі конусні кільця тощо. Поширеними стали проміжні опори карданних валів, гепоїдні головні приводи, менші по звучності підшипники. Удосконалюються частини підвіски. Зварювання, акустичні прокладки та покриття широко використовуються в конструкціях кузова та кабіни. Шум вищезгаданих частин і механізмів автомобіля з'являється і досягає більших значень лише у разі порушення окремих деталей та вузлів: зламаних зубів шестерень, деформація дисків зчеплення, незбалансованість карданного валу тощо. Дуже сильно збільшується автомобільний шум через несправність будь-яких частин кузова. Основним способом усунення шуму є правильне технічне використання автомобіля.

Боротьба із шумом транспорту направлена на утворення нормального екологічного середовища для населених пунктів та комфортних умов для життя та відпочинку людей, вона передбачає: територіальне зонування та цілеспрямоване відстеження вулиць і дорожніх мереж; виготовлення досконаліших транспортних засобів та двигунів; удосконалення організації перевезень і вантажів; використання більш досконалих конструкцій дорожнього покриття; застосування спеціальних шумозахисних екранів [6]. Останнім двом аспектам загального питання ще не приділено достатньої уваги та не враховано зарубіжний досвід впровадження. Варто зазначити, що більш радикальним методом у великих містах для боротьби з шумом від транспортних засобів та створення нормального середовища є будівництво підземок, які добре вентилюватимуться

Кучеренко Л.В., Калініченко В.С. [27] запропонували комплекс методів захисту від шумового забруднення урбанізованих територій на шляху його розповсюдження (рис. 4.1).

Рис. 4.1 – Основні засоби захисту від шуму на шляху його розповсюдження

Доцільним рішенням буде зменшувати шум у джерелах його виникнення, виготовляти безшумні чи малошумні машини та технологічні процеси, транспортні та промислові устаткування, починаючи ще на етапі проекту. До вказаних заходів щодо мінімізації ШЗД урбанізованих територій відносяться поліпшення конструкції дороги і їх трасування, регулювання транспортних потоків, застосування екранів і бар’єрів, перегляд загальних концепцій землекористування поблизу основних транспортних магістралей, а також поліпшення проектування і звукоізолюючих характеристик будівель для зменшення шуму всередині них [27].

Абрамов В.М., Оболонков Д.Ф., Кулик О.А. [28] аналізуючи існуючі засоби боротьби із шумом, виділяють чотири основні групи:

1) Зниження шуму в джерелі - конструктивні та технічні методи, що дозволяють створити малошумні механізми;

2) Звукоізоляція – сукупність засобів щодо зниження шуму, з використанням звукопоглинальних матеріалів для зменшення рівню шуму;

3) Будівельно-планувальні заходи - збільшити відстань між джерелами шуму та об'єктами, що охороняються, створити спеціальні шумозахисні смуги озеленення, використовувати звукопоглинаюче покриття, використовувати різноманітні методи планування, раціонально розміщувати мікрорайони;

4) Інженерно-технічні методи - шумозахисні екрани, різні типи резонаторів.

До основних заходів щодо зниження рівню акустичного шуму автотранспортних магістралей відносять також наступні [29]:

1) техніко-технологічні удосконалення транспортних засобів;

2) регулювання транспортних потоків; будівельно-конструктивні удосконалення доріг;

3) трасування дорожніх покриттів; застосування протишумових екранів і бар'єрів;

4) раціональне землекористування за житловим призначенням поблизу навантажених автомагістралей.

Слід відзначити, що на сьогоднішній день немає єдиного підходу до застосування як звуковідбиваючих, так і шумопоглинаючих конструкцій з резонаторами, що захищають від автотранспортного шуму. Обґрунтування єдиного підходу при проекті будівель допомагає покращувати шумову ситуацію в прилеглих житлових забудовах та на тротуарних доріжках поміж домами та міськими магістралями.

Одним із шляхів мінімізації негативного впливу шуму від автотранспорту є озеленення уздовж міських автомобільних доріг. Створення смуг зелених насаджень на окремих ділянках міста ускладняється щільністю

забудов і відсутністю незабудованих ділянок на придорожньому просторі. Захисні властивості смуг зелених насаджень знаходяться в прямій залежності від щільності крони дерев і щільності смуги в цілому. Зелені насадження урбанізованих територій мають регенераційні здібності не більш ніж 80 років, а тому виникає необхідність забезпечення необхідної і постійної кількості зелених насаджень. додаткове озеленення має ряд переваг у порівнянні із іншими інженерними рішеннями, а саме: зниження шуму приблизно на 10 дБ (внесок смуги чагарникового ярусу у зниження шуму становить 3,5 дБ); щільна крона чагарнику, що дозволяє залишати за собою шумозахисні характеристики в кінці вегетації і після випадіння листя. Зелені насадження здатні не тільки зменшувати підвищений рівень шуму, а ще й здержувати пил (внаслідок посадки дерев та чагарників, швидкість вітру буде знижуватись, що призведе до осідання пилуватих частинок) [30].

Зниження рівня звуку смугами зелених насаджень $\Delta LA_{зел}$ (дБА) визначають за формулою:

$$\Delta LA_{зел} = \Delta LA_{район} + \Delta LA_{пос} \quad (4.1)$$

де $\Delta LA_{зел}$ – шумозахистна ефективність смуг зелених насаджень, дБА (визначається відповідно до таблиці 4.1 залежде $\Delta LA_{зел}$ – шумозахистна ефективність смуг зелених насадженності від схеми шумозахистної смуги (рис. 7) та номера вегетаційної зони України (рис. 8 [31]) – місто Одеса входить до II зони (період вегетації від 170 до 200 днів).

Таблиця 4.1 – Шумозахистна ефективність смуг зелених насаджень

Схема улаштування зелених смуг (рис. 7 [31])	Шумозахистна ефективність смуг зелених насаджень $\Delta LA_{район}$ (дБА) у вегетаційний зоні території України (рис. 8 [31])		
	I	II	III
Схема 1	1,0	1,5	2,0
Схема 2-4	1,5	2,0	2,5
Схема 5	2,0	2,5	3,0
Схема 6	2,5	3,0	3,5
Схема 7	5,5	6,0	6,5

$\Delta LA_{пос}$ – збільшення шумозахистної ефективності смуг зелених насаджень, пов'язане зі збільшенням періоду вегетації у містах (дБА); визначається відповідно до таблиці 4.2 в залежності від групи поселення.

Таблиця 4.2 – Збільшення шумозахистної ефективності смуг зелених насаджень

Група поселень	Населення, млн чоловік	$\Delta LA_{пос}$ (дБА) у вегетаційній зоні території України		
		I	II	III
Найзначніші	Понад 1,0	0	0,5	1,0
Значніші	0,5-1,0	0	0	0,5

Примітка. Для всіх інших груп поселень і заміських рекреаційних територій $\Delta LA_{пос}$ = 0 дБА.

Площа зелених насаджень міста Одеса становить 742 га, що у розрахунку на 1 жителя міста складає 7,4 м^2/особу і становить для міста 61,7% проти нормативу, що діє в державі у 2-12 м^2/особу для міст рівних Одесі [32]. По даних із Департаменту екології та розвитку рекреаційних зон Одеської міської ради, найбільш озелененими є Малиновський та Київський райони, в основному через наявність приватних секторів. У Приморському та Суворовському районах кількість озеленених зон порівняно нижча. При тому, що в центрі міста на кожного жителя випадає приблизно 4 м^2 зелених насаджень в середньому (при нормі в 12 м^2), то в великих житлових масивах на душу населення припадає не більше 1 м^2 насаджень. На деяких ділянках Суворовського району і в місці розташування аеропорту, в Малиновському районі, питома кількість зелених насаджень ще менша. Наприклад, у Суворовському районі Одеси, кількість зелених насаджень на одного мешканця становить тільки 17% від національного нормативу. Потрібно зазначити, що ВООЗ в якості необхідної норми для забезпечення здоров'я населення пропонує ще більшу цифру – 50 м^2 на одного мешканця міста.

Зауважимо, що коли у видовому складі рослинності міста задіяно менше 10 видів аборигенних дерево-чагарникових рослин, а в озелененні території

міста здебільшого використовують приблизно 800 видів і форм, які завезені з інших країн та материків, що являються декоративними, але в той же час гарно адаптуються до забруднення повітря, можуть виловлювати пил та небезпечні гази. Через те, що жіночі особини тополі виробляють велику кількість пуху, то доречно застосовувати з ціллю озеленення міста тільки чоловічі екземпляри. Серед існуючих приблизно 900 видів трав'янистих рослин, більше третини складають бур'яни. Більшість із них їх під час цвітіння стають алергенами (наприклад, амброзія полинолиста). Тому для накопичення небезпечних домішок пропонують вирощувати теж стійкі сорти дерево-чагарникових рослин. Т.В. Васильєва та ін. [22] пояснюють необхідність дбайливого відношення до рослин, підбору правильного їх асортименту, а також якісних проведень робіт по догляду за ними. Опираючись на дослідження А.С. Бонецького та ін. [23], з метою знешкодження багатьох шкідливих речовин та зменшення шумового навантаження у повітрі міст, потрібно рекомендувати висаджувати такі чагарниково-деревні рослини, як каштан кінський, вишня повстяна, платан західний, плоскогілочник східний, кедр атласький, а також ефіроолійні рослини-терпенопродуценти.

Шумозахист за допомогою зелених насаджень доцільно використовувати лише в комплексі з архітектурно-планувальними, будівельними та адміністративно-організаційними заходами мінімізації акустичного навантаження на окремі частини міста Одеса. Озеленення ефективно для шумозахисту власних, невеликих будиночків сільського типу, але для шумозахисту великих житлових будинків, включаючи багатоповерхівки, цей метод є майже неефективним. Крім того, при розробці смуг зелених насаджень потрібно враховувати період вегетації листовних порід дерев та чагарників, це дасть можливість спрогнозувати зниження шумового забруднення протягом року за допомогою захисних смуг.

Будівництво шумозахисних екранів, на відміну від наведених вище заходів зменшення шуму, потребує значно менших територій. Їх ефективність досягає 20–25 дБ, вони мають досить просту будову та швидкий монтаж.

Шумозахисні екрани можуть бути звуковідбиваючими, звукопоглинаючими, та комбінованими [35].

Приклади деяких шумозахисних екранів наведені на рис. 4.1.

Впровадження шумозахисних екранів в Україні лише на початковій стадії, проте активно розвивається, тому постає питання якісної оцінки ефективності та доречності такого проекту шумозахисного екрану, в залежності від його конструктивних параметрів, висоти, якості монтажу та правильного розрахунку параметрів.

Рис. 4.1 – Приклади шумозахисних екранів

При всій своїй очевидності та ефективності шумозахисні екрани мають низку недоліків. Для водія вони змінюють баланс світла на дороги та ускладнюють сприйняття обстановки. У разі дорожньо-транспортних подій шумозахисні екрани ускладнюють доступ дорожньої поліції та медиків для допомоги постраждалим. Крім того, шумозахисні екрани не поглинають звуки – вони їх відображають, тому автомобілісти зіткнуться з додатковим шумом.

Варіант установки екранів не поруч із дорогою, а перед житловим сектором може призвести до погіршення візуального середовища та до подорожчання житла, оскільки квадратний метр при мінімальній ефективній висоті шумового бар'єру 5 м коштує близько 1000 гривень. Вирішувати питання можна встановленням пластикових вікон у будинках або шумових екранів вздовж доріг.

Крім відомих шумозахисних заходів (установки шумозахисних екранів вздовж автомагістралей та вікон у житлових приміщеннях, обмеження швидкості АТЗ у жилих кварталах тощо) пропонується впровадження малошумних двигунів внутрішнього згорання в автомобілях, будівництво доріг за межами жилих кварталів, використання спеціальних автомобільних шин тощо. Важливе значення мають архітектурно-планувальні заходи захисту від шуму АТЗ [36].

Найбільш раціональний та загальноприйнятий світовий досвід включає будівництво обходів населених пунктів, які, з одного боку, скорочують час у дорозі для водіїв, а з іншого – знижують навантаження на шосе, що проходять через місця масової забудови, але це підхід неприйнятний для забудованих частин Одеси.

Для мінімізації ШЗД урбанізованих територій пропонуються такі заходи [37]:

1) побудова шумової карти;

2) оптимізація автотранспортних потоків, насамперед вантажних та транзитних АТЗ;

3) вдосконалення дорожніх конструкцій та підтримка їх в належному технічному стані;

4) збільшення частки тролейбусів, які створюють низький рівень шуму, у складі міського транспорту;

5) обмеження швидкості руху АТЗ на міських вулицях міста і дорогах;

6) застосовувати логістичну організацію дорожнього руху;

7) посилювання контролю за технічним станом АТЗ, особливо за тими, термін експлуатації перевищує 10 років;

8) створення додаткових смуг зелених насаджень;

9) встановлення шумозахисних екранів підходящих конструкцій. Впровадження цих заходів сприятиме зменшенню ШЗД міста Одеса.

ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1) виміряний і розрахований рівень шуму на чотирьох перехрестях Київського району Одеси восени і взимку перевищують встановлений нормативами допустимий рівень.

2) рівень шуму на окремих вулицях Одеси за даними спостережень у жовтні 2021 р. та у лютому 2022 р. перевищує допустимі рівні шуму (55 дБ) для денного часу;

3) за даними досліджень взимку 2022 р. на досліджуваних перехрестях та вулицях у більшості випадків зафіксовано збільшення рівня шумового забруднення, що, можливо, зумовлено тим, що спостереження восени 2021 р. проводилися у вегетативний період, а взимку – поза періодом вегетації зелених насаджень;

4) рівень шуму головним чином зумовлений інтесивністю та структурою автотранспортного потоку, регульованості перехресть, ширини розділової смуги між проїзними частинами і не залежить від типу дорожнього покриття (асфальтобетон) та характеру забудови при ширині вулиці між лініями забудови більше 50 м.

5) оскільки вивчені перехрестя та вулиці можна віднести до зони постійного акустичного дискомфорту, для мінімізації автотранспортного шуму на окремих ділянках Одеси доцільно впровадження комплексу шумозахисних заходів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Пукало М., Наконечний А., Ідрісов К. Вплив шуму автомобільного транспорту на стан екології та методи зниження їх показників// Матеріали I науково-практичної онлайн-конференції. Львів, 2016. С. 32-38.
2. СНиП 23-03-3003 Защита от шума. URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5212/ (дата звернення: 15.02.2022).
3. Навяжский Г.Л. Учение о шуме. Ленинград: Медгиз, 1948. 235 с.
4. Вартанян И.А. Звук – слух – мозг: серия «От молекул до организма». Ленирнград: Наука, 1981. 176 с.
5. Шкала вимірювання шуму: URL: http://ktef.pu.if.ua/index.php/en/56-shkala-vymiriuvannia-shumu (дата звернення: 16.02.2022).
6. ДБН В.1.1-31:2013. Захист територій будинків і споруд від шуму. Київ. 2014. 54 с.
7. Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови : Наказ МОЗ від 22.02.2019 № 463 URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text (дата звернення 15.02.2022).
8. Health implication of road, railway and aircraft noise in the European Union (2014). National Institute for Public Health and the Environment. 59 p.;
9. Stansfeld, S.A., Shipley, M. (2015). Noise sensitivity and future risk of illness and mortality // Science of the Total Environment. Vol.520. P. 114–119. DOI: 10.1016 / j.scitotenv.2015.03.053.
10. Environmental noise guidelines for the European region. World Health organization (2018). 181 p. URL: from http://www.euro.who.int/ru/publications/abstracts/environmental-noise-guidelines-for-theeuropean-regio from .https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/383925/noise-guidelines-exec-sum-rus.pdf

11. Директива 2002/49/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 25 червня 2002 року стосовно оцінки та управління процесами, пов'язаними з шумом OBL 189, 18.07.2002. С. 12

12. Решетченко А.І., Борсук А.І., Вергелес Ю.І. Аналіз існуючих нормативів країн ЄС порівняно із вимогами українського законодавства в сфері шумового навантаження в урбоексистемі. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування.* 2019. №2(20). С. 16-23.

13. Babisch W., Ising H., Gallacher J.E., Sweetnam P.M., Elwood P.C. Traffic noise and cardiovascular risk: The Caerphilly and Speedwell studies, third phase – 10 years follow-up // Arch Environ Health. 1999. № 54. P. 210–216.

14. Babisch W., Ising H., Gallacher J.E. Health status as a potential effect modifier of the relation between noise annoyance and incidence of ischaemic heart disease // Occupational and Environmental Medicine. 2003. № 60. P. 739–45.

15. Babisch W., Beule B., Schust M., Kersten N., Ising H. Traffic noise and risk of myocardialinfarction // Epidemiology. 2005. №16. P. 33–40.

16. Дяченко Т.О., Євчук В.М. Аналіз впливу транспортного шуму на навколишнє середовище та людину. *Економіка та управління на транспорті*. 2018. Вип. 6. С. 125-131.

17. Ветошкин А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды: учебное пособие. Москва: Абрис, 2012. 397 с.

18. Экологическая безопасность транспортных потоков / Под ред. Дьякова А.Б. Москва: Транспорт, 1999. 128 с.

19. Night noise guidelines for Europe. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2009. Mode of access: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0019/246322/E92845r.pdf (дата звернення:16.11.2021).

20. Борьба с шумом в городах / Белоусов В.Н., Прутков Б.Г., Шицкова А.П. и др. Москва: Стройиздат, 1987. 248 с.

21. Нейтрализация шума в автомобиле. URL: http://evrogaz.autokharkov.com.ua/articles/22.html?type=7 (дата звернення 18.11.2021).

22. Методичиские рекомендации по расчету уровней шума транспортных потоков в условиях городской среды. Киев, 1981. 25 с.

23. Рыбальский Н.Г., Малярова М.А., Горбатовский В.В. Экологическая безопасность: Справочник. Москва, 1993. Ч. 2; Ч. 4.

24. Руководство по разработке карт шума улично-дорожной сети городов. Москва, 1980. 60 с.

25. Про затвердження Концепції охорони атмосферного повітря у місті Одесі на період до 2010 року. URL: https://ips.ligazakon.net/document/OD060642 (дата звернення 15.02.2022).

26. Стурман В.И. Экологическое картографирование: учебное пособие. М.: Аспект-Пресс, 2003. 251 с.

27. Кучеренко Л.В., Калініченко В.С. Містобудівні методи захисту від шумового забруднення міст. *Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві».* 2013. С. 103-107.

28. Абрамов В.М., Оболонков Д.Ф., Кулик О.А. Захист населених пунктів від транспортного шуму. *Збірник наукових праць ДонНАБА.* 2016 (5). Вип. 4. С. 14-18.

29. Єременко О.І. Сучасні заходи зниження акустичного шуму на автомагістралях //Збірник тез доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт та інфраструктура» (11-13 квітня 2019 року, м. Київ, Національний університет біоресурсів і природокористування України). 2019. С. 144-146.

30. Решетченко А. І. Підвищення екологічної безпеки урбосистем при техногенному навантаженні від шумового забруднення – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. Сумський державний університет, 2020. 155 с.

31. Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013/ В. Заєць; М. Трохименко; Г. Фаренюк та ін. К., 2014. 42 с.

32. Шевченко О.Г., Власюк О.Я. Оцінка вразливості та заходи з адаптації до зміни клімату. Одеса. [Vulnerability assessment and measures to adapt to climate change. Odessa]. URL: http://necu.org.ua/wp- (дата звернення: 17.02.2022).

33. Васильева Т.В., Коваленко С.Г., Ружицкая И.П. Растения как неотъемлемая часть и фактор улучшения городской среды. *Экология городов и рекреационных зон*. Одесса: «Астропринт», 1998. С. 31-34.

34. Бонецкий А.С. и др. Итоги интродукции декоративных деревьев и кустарников в условиях ботанического сада и их использование в зелёном строительстве. *Екологія міст і рекреаційних зон*. Одеса: Астропринт, 1998. С. 22-25.

35. Дорожное оборудование. Еврофармат. URL: http://euroformatroad.com/images/DO/pdf/doroga.pdf (дата звернення: 17.02.2022).

36. Захаров Ю.И., Каранух Е.С. Основные методы защиты городской среды от транспортного шуму. *Вісник ПДАБА*. 2012. №9. С. 121-129.

37. Бакуліч О.О., Левіщенко О.С., Левіщенко Д.К. Соціально-економічне обґрунтування впливу шумозахисних заходів на навколишнє середовище. Науково-технічний збірник «*Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки»*. 2016. Вип. 1(34). С. 29-35.

Публікацій за темою кваліфікаційної роботи магістра

1. *Житкевич Я.Я.,* Полетаєва Л.М. Роль транспорту у шумовому забрудненні міста Одеса// Мат. VI Міжнародній науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти, аспірантів та молодих вчених «Галузеві проблеми екологічної безпеки» (Харків, ХНАДУ, 23 жовтня 2020 р.).С. 111-115.

2. *Житкевич Я.Я.,* Полетаєва Л.М. Роль транспорту у шумовому забрудненні міста Одеса // Мат. VI Міжнародної науково-практичної

конференції здобувачів вищої освіти, аспірантів та молодих учених (Харків, ХНАДУ, 23 жовтня 2020 р.). С.65-67.

3. *Житкевич Я.Я.,* Полетаєва Л.М. Недоліки нормування шумового забруднення урбанізованих територій // Збірник мат. III Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку» (Херсон, ХДАУ, 22-23 жовтня 2020 р.). Херсон : «ОЛДІ-ПЛЮС», 2020. С.236-238.

4. *Житкевич Я.Я.,* Полетаєва Л.М. Екологічні проблеми шумового забруднення міст //Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції» (Житомир: «Житомирська політехніка, 12 листопада 2020 р.». С. 72.

5. *Житкевич Я.Я.*, Полетаєва Л.М. Проблема шумового забруднення урбанізованих територій та методи захисту від його негативного впливу // Мат. VII Міжнародна заочна науково-практична конференція «Актуальні питання біологічної науки» (Ніжин: НДУ ім. Миколи Гоголя, 14 квітня 2021). С. 161-163.

6. *Житкевич Я.Я.*, Полетаєва Л.М. Оцінка шумового забруднення деяких районів м. Одеса різними методами// Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції» (Житомир, НУ «Житомирська політехніка» 11 листопада 2021 р.). С. 28.

7. *Житкевич Я.Я.,* Полетаєва Л.М. Шумове забруднення та його негативний вплив // Мат. Міжнародної науково-технічної конференції «Екологічна і техногенна безпека. Охорона водного і повітряного басейнів. Утилізація відходів» (Харків, ХНУБА, 13-14 квітня 2021). С. 46-48.

8. *Житкевич Я.Я.*, Полетаєва Л.М. Дослідження впливу шуму на людину та на навколишнє середовище//Мат. IV Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічні проблеми навколишнього середовища та

раціонального природокористування в контексті сталого розвитку» (Херсон 21-22 жовтня 2021 р.). С. 103-105.

9. *Житкевич Я.Я.*, Полетаєва Л.М. Шум в сучасному світі та його вплив на людину.//Мат Міжнародної науково-практична конференція за участю молодих науковців «Галузеві проблеми екологічної безпеки – 2021» (Харків, ХНАДУ, 27 жовтня 2021 р.). С. 152-154.

10. *Житкевич Я.Я.*, Полетаєва Л.М. Шум та шумова хвороба.// Матеріали ХХ наук. конф. мол. вчених ОДЕКУ (Одеса, ОДЕКУ, квітень 2021 р.).

11. *Житкевич Я.Я.*, Полетаєва Л.М. Оцінка шумового забруднення деяких районів м. Одеса різними методами.//Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції» (Житомир, НУ «Житомирська політехніка», 11 листопада 2021 р.). С.28.

12. *Житкевич Я.Я.* Оцінка шумового забруднення від автотранспорту окремих ділянок міста Одеса.// Матеріали ХХ наук. конф. мол. вчених ОДЕКУ (Одеса, ОДЕКУ, травень 2022 р.).

13. Полетаєва Л.М., Сафранов Т.А., *Житкевич Я.*Я. Оцінка шумового забруднення урбанізованих територій від автотранспорту (на прикладі міста Одеса). *Екологічні науки. 2022. Вип. 41(у друку).*