

Реферат

Пояснювальна записка складається з чотирьох розділів на ___ стр., 4 табл., 4 рис., _ літературних джерел.

У першому розділі розглянута загальна характеристика шумового навантаження, дослідження механізму впливу на здоров'я людини та правове регулювання в Україні. Представлені основні складові шуму та його джерела.

У другому розділі проведено аналіз і оцінку зниження шумового навантаження за допомогою шумозахисних екранів.

Третій розділ містить дослідження явища виробничого шуму на прикладі димососів та вентиляторів фабрик огрудкування.

У четвертому розділі описані методика досліджень та проаналізовані результати польових вимірів. Розроблена шумова карта.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ШУМ, ШУМОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ДЕЦИБЕЛ, ШУМОЗАХИСНІ ЕКРАНИ, ШУМОВА КАРТА, ЗВУКОВИЙ ТИСК, ДЖЕРЕЛО.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ВИВЧЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЯК НЕГАТИВНОГО ФАКТОРУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.	5
1.1. Характеристика та особливості шумового навантаження	5
1.2. Основні джерела шуму на міських територіях.....	10
1.3. Вплив шумового навантаження на людину та навколишнє середовище 13	
1.4. Правове регулювання шумового навантаження в Україні	20
РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ТА АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ШУМОЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ ЯК ЕФЕКТИВНОГО СПОСОБУ ЗНИЖЕННЯ ШУМУ.	24
2.1. Класифікація шумозахисних екранів	24
2.3. Фактори, що впливають на ефективність шумозахисних екранів.....	25
2.4. Огляд існуючих шумозахисних екранів.....	28
2.5. Вплив шумозахисних екранів на людину	30
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ РІВНЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ В ВИРОБНИЧОМУ СЕРЕДОВИЩІ.....	33
3.1. Вивчення виробничого шуму на прикладі димососів фабрик огрудкування	33
РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ МІСТА КРИВИЙ РІГ ТА СТВОРЕННЯ ШУМОВОЇ КАРТИ.	41
4.1. Методика досліджень та аналіз результатів	41
ВИСНОВКИ	48

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасне міське середовище пропонує нам низку переваг і можливостей, але разом з тим, воно також приносить нові виклики та проблеми, серед яких однією з найактуальніших є шумове забруднення. У рамках сучасного розвитку міст і міських територій, де населення постійно зростає, а технології постійно розвиваються, дослідження шумового навантаження стає настільки важливим завданням, що його вирішення стає необхідним для забезпечення комфортних і здорових умов життя мешканців міст.

Хоча шумове забруднення завжди розглядалося як менш небезпечна форма забруднення порівняно з хімічними та іншими впливами, останні дослідження різних світових організацій показують, що надмірний шум здатен істотно впливати на життєдіяльність людини. Так Всесвітня організація охорони здоров'я ствердила, що шум є другою по величині проблемою зі здоров'ям. [1]

Фізіологічні наслідки, спричинені шумом, включають напруження м'язів, стрес, підвищення артеріального тиску, зміни серцевого ритму та кровообігу, розширення зіниць та безсоння. Головні психологічні наслідки шуму включають нервозність, страх, дискомфорт, тривогу, втомленість, сповільнення психічної активності та зниження продуктивності роботи.

Основним джерелом шуму в сучасних містах є транспорт, і його вклад у загальний рівень шуму в житлових районах зазвичай становить 60–80%. Більше того, транспортний шум може бути майже постійним упродовж доби. На магістральних дорогах інтенсивний транспортний шум може спостерігатися протягом 18–20 годин на добу і навіть цілодобово. Виявлено, що зона впливу автомобільних доріг може розширюватися на відстань до трьох кілометрів від краю дорожнього покриття, залежно від інтенсивності руху, метеорологічних умов та рельєфу місцевості. [5]

Іншими джерелами шумового навантаження є робота промислових підприємств та шум, що виникає внаслідок життєдіяльності мешканців

житлових масивів. Оскільки Кривий Ріг є великим транспортним вузлом та промисловим центром, вище перелічені джерела є передумовою значного шумового впливу на мешканців міста.

Розподіл шумового навантаження на території населеного пункту в значній мірі зумовлений особливостями планування міської території, такими як дорожньо-транспортна мережа, розташування промислових та соціально-культурних об'єктів з вентиляційними установками, гучномовцями та іншими джерелами шуму. Проте рівень шуму може значно варіюватися навіть на одній і тій же ділянці через наявність зелених насаджень, шумозахисних екранів, орієнтації будівель та інших місцевих факторів.

Таким чином, при дослідженні механізмів впливу шумового навантаження в населених пунктах має важливе значення геоінформаційні методи збору, аналізу та моделювання зібраних даних. Картографічні моделі є одним із основних засобів, які використовуються при прийнятті шумознижуючих заходів.

Тобто, *метою роботи є* визначення рівня шумового навантаження на міста та розробка шумової карти для візуалізування та аналізу його розподілу.

Завдання дослідження:

- Визначити особливості шумового навантаження;
- Дослідження основних джерел шуму;
- Дослідити вплив шумового навантаження на людину;
- Аналіз існуючих способів зменшення шуму;
- Збір та аналіз даних щодо рівня шуму в різних частинах міста Кривий Ріг;
- Створення шумової карти, яка відображає розподіл шумового навантаження по місту;
- Розроблення методичних рекомендацій щодо можливих заходів для зменшення шумового забруднення в місті Кривий Ріг.

Об'єктом дослідження є місто Кривий Ріг.

Предмет дослідження – рівень шумового навантаження.

РОЗДІЛ 1. ВИВЧЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЯК НЕГАТИВНОГО ФАКТОРУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.

1.1. Характеристика та особливості шумового навантаження

Звук - це механічна хвиля, яка поширюється через середовище (наприклад, повітря, воду або тверді тіла) і викликає коливання частинок цього середовища. Звук виникає тоді, коли об'єкт або джерело рухається, створюючи зміни в атмосферному тиску. Ці коливання тиску поширюються як звукові хвилі, які можуть бути сприйняті вухом. Небажані, хаотичні звуки, що заважають сприймати корисні сигнали або шкідливі для здоров'я звуки класифікують як шум.

Шум, що є складовою частиною звукової хвилі, має ряд характеристик: [4]

- *Довжина хвилі*: найменша відстань між двома точками середовища, які коливаються в однаковій фазі, тобто в різних точках хвилі, де коливання співпадають;
- *Амплітуда хвилі*: максимальне зміщення точки середовища від її рівноважного положення;
- *Період*: час, протягом якого кожна точка середовища здійснює одне повне коливання, тобто від одного максимуму амплітуди до іншого;
- *Частота звуку*: кількість повних коливань, які здійснює коливна точка середовища за одну секунду. Частота визначає висоту звуку.
- *Інтенсивність звуку*: величина енергії, яка проходить через один квадратний метр поверхні, розташованої перпендикулярно до напрямку поширення хвилі. Інтенсивність впливає на гучність звуку.
- *Надлишковий звуковий тиск*: тиск, що виникає через згущення частинок середовища в області, де поширюється звукова хвиля. Вухом людини налаштоване на сприйняття цього надлишкового тиску.

Одиниця шуму вимірюється в децибелах. Децибел (дБ) - це логарифмічна одиниця вимірювання, яка використовується для визначення і

вираження відносного рівня шуму в порівнянні з початковим значенням або стандартом.

Вимірювання в децибелах дозволяє враховувати широкий діапазон рівнів шуму, від дуже слабкого до дуже сильного, у зручному для аналізу і порівняння форматі. Для цього використовуються спеціальні звукові шумоміри або дозиметри, які вимірюють і виражають звуковий рівень в децибелах.

Звуковий рівень в децибелах (дБ) визначається наступним чином:

$$L = 10 * \log_{10}(I / I_0)$$

де:

L - звуковий рівень в децибелах (дБ).

I - інтенсивність звуку.

I₀ - еталонна інтенсивність (зазвичай приймається за поріг чутності, що становить 10⁽⁻¹²⁾ Вт/м²).

Також розрізняють інфразвук та ультразвук. Інфразвук - це діапазон частотних коливань зі значеннями нижче 20 Гц, які лежать за межами сприймання звуку людиною. Цей вид звукових коливань може бути результатом різних процесів і явищ. Машини та механізми, що створюють низькочастотні механічні коливання, і турбулентні потоки газів і рідини можуть генерувати інфразвук механічного походження.



Рис 1.1 Межі слухового сприйняття []

Ультразвук, навпаки, включає в себе звукові хвилі з дуже високими частотами, які перевищують 20 кілогерц (кГц). Ці високочастотні звуки можуть викликати різні механічні, термічні і фізико-хімічні ефекти. При застосуванні ультразвуку в повітрі виникає термічний ефект, який проявляється у вигляді хвильового руху газоподібних, рідких і твердих часток, що призводить до перетворення механічної енергії в теплову. Крім того, ультразвук супроводжується змінами акустичного тиску при стисненні і розрідженні середовища, що виникають внаслідок великих прискорень частинок. Ультразвук також викликає фізико-хімічні ефекти, пов'язані з кавітацією, утворенням зон стиснення та розривів в результаті руху пружних хвиль.

По часовим характеристикам шум ділять на постійний та непостійний (див. рис. 1.2). **Постійним** називають шум, у якому рівень звуку майже не

змінюється протягом 8 годин і коливається не більше, ніж на 5 децибелів (дБ). Він може бути стабільним тривалий час. **Непостійний** шум – це шуми, які не відповідають критеріям постійного шуму. Непостійний шум поділяється на кілька категорій:

- *Коливальні* (у рівнях звуку спостерігається постійне змінення з часом);
- *Переривчасті* (рівень звуку змінюється ступінчасто на 5 дБА або більше, і тривалість інтервалів становить одну секунду або більше. Ці шуми можуть бути досить різкими в коливаннях гучності)
- *Імпульсні* (шуми, які складаються з одного або кількох коротких сигналів, кожен з яких триває менше однієї секунди. Їх характеризує велика змінність інтенсивності звуку)

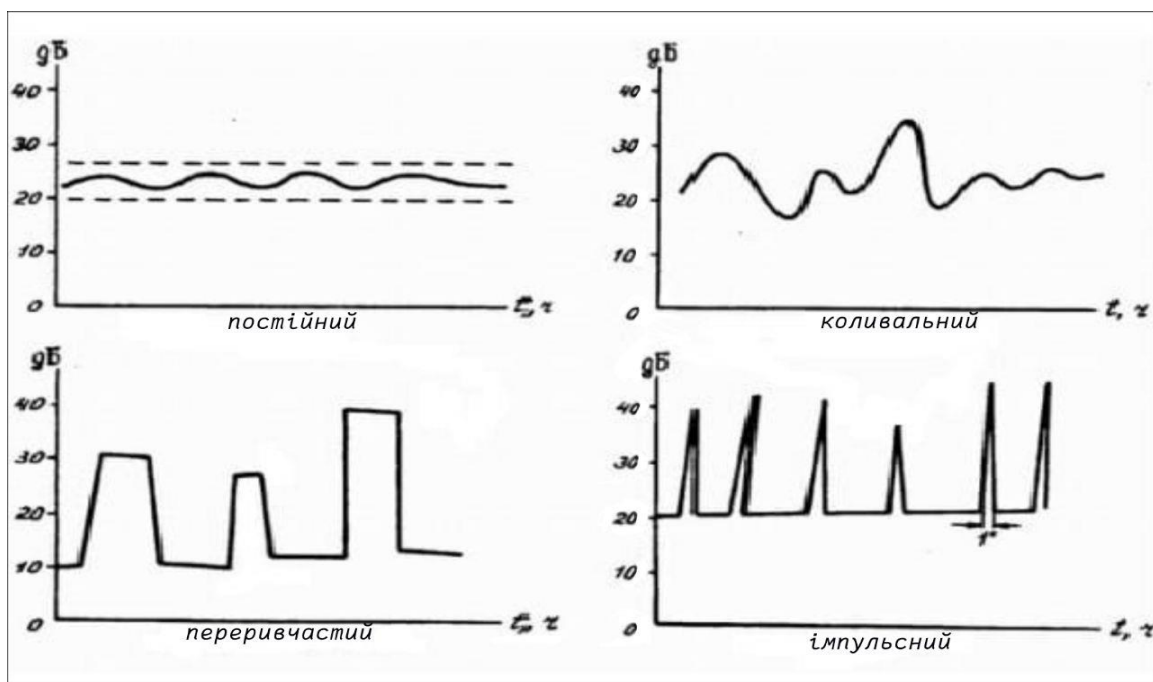


Рис. 1.2 Типи шуму []

Шум може характеризуватися, фізичними і фізіологічними параметрами. З фізичної сторони шум характеризується звуковим тиском, інтенсивністю (силою) звуку, щільністю звукової енергії, рівнем звукового тиску, частотою і щільністю дискретних складових та іншими параметрами.

Шум як фізіологічне явище характеризується висотою, гучністю, областю порушених частот або тембром і тривалістю дії.

Серйозність впливу шуму залежить від кількох факторів, включаючи його інтенсивність, спектральний склад (частотний спектр), тривалість впливу, місце перебування людини, вид виконуваної роботи та індивідуальні особливості самої людини. Наприклад, рівень шуму від 35 до 40 децибелів (дБА) в нічний час може викликати занепокоєння, коли людина перебуває в своєму житловому приміщенні. Шум на рівні 50-60 дБА може створювати значне навантаження на нервову систему, особливо, якщо людина займається розумовою роботою. Шум на рівні понад 70 дБА має фізіологічний вплив, і рівень 85-90 дБА може призвести до пошкодження слуху

Характер шуму залежить від виду джерела. Техногенні шуми по фізичній природі походження поділяють на такі групи[3]:

- **механічні**, що виникають при взаємодії різних деталей в механізмах (одиначні або періодичні удари, що виникають при деяких технологічних процесах, наприклад при кування, клепанні), в результаті руху окремих деталей і вузлів машин або механізмів з невірноваженими масами, особливо сильний в несправних системах, а також при вібраціях поверхонь пристроїв, машин, обладнання і т.п. ;
- **електромагнітні**, що виникають внаслідок коливань деталей і елементів електромеханічних пристроїв під дією електромагнітних полів (дроселі, трансформатори, статори, ротори і т.п.);
- **аеродинамічні**, що виникають в результаті вихрових процесів у газах (адіабатичне розширення стисненого газу або пари із замкнутого обсягу в атмосферу; обурення, що виникають при русі тіл з великими швидкостями в газовому середовищі, при обертанні лопаток турбін тощо), при великих швидкостях руху газоподібних середовищ (наприклад, шуми газових струменів ракетних і реактивних двигунів, шуми, що виникають при всмоктуванні повітря компресорними установками, та ін.);

- *гідродинамічні*, що викликаються різними процесами в рідинах (наприклад, виникнення гідравлічного удару при швидкому скороченні кавітаційних бульбашок, кавітація в ультразвуковому технологічному обладнанні, в рідинних системах літаків тощо);
- *вибуховою або імпульсний*, що виникає при роботі двигунів внутрішнього згоряння, дизелів і т.п.
-

1.2. Основні джерела шуму на міських територіях

Шум може бути класифікованим за джерелом на природний та техногенний. Природний шум відноситься до звуків, які виникають в природному середовищі існуючими природними процесами. Людство пройшло еволюцію протягом мільйонів років і цілком пристосувалося до джерел цього типу. Рівень шуму в природному середовищі зазвичай коливається в діапазоні від 20 до 50 дБ і може бути вважатись відносно сталим.

У міському середовищі існує широкий спектр технічних споруд і інфраструктури, включаючи транспортно-комунікаційні мережі, промислові установки, спортивні стадіони та комунальні об'єкти. Ці джерела розрізняються за акустичною потужністю і тривалістю впливу на навколишнє середовище. Середні діапазони шумового навантаження від різних джерел наведені в рис. 1.3.

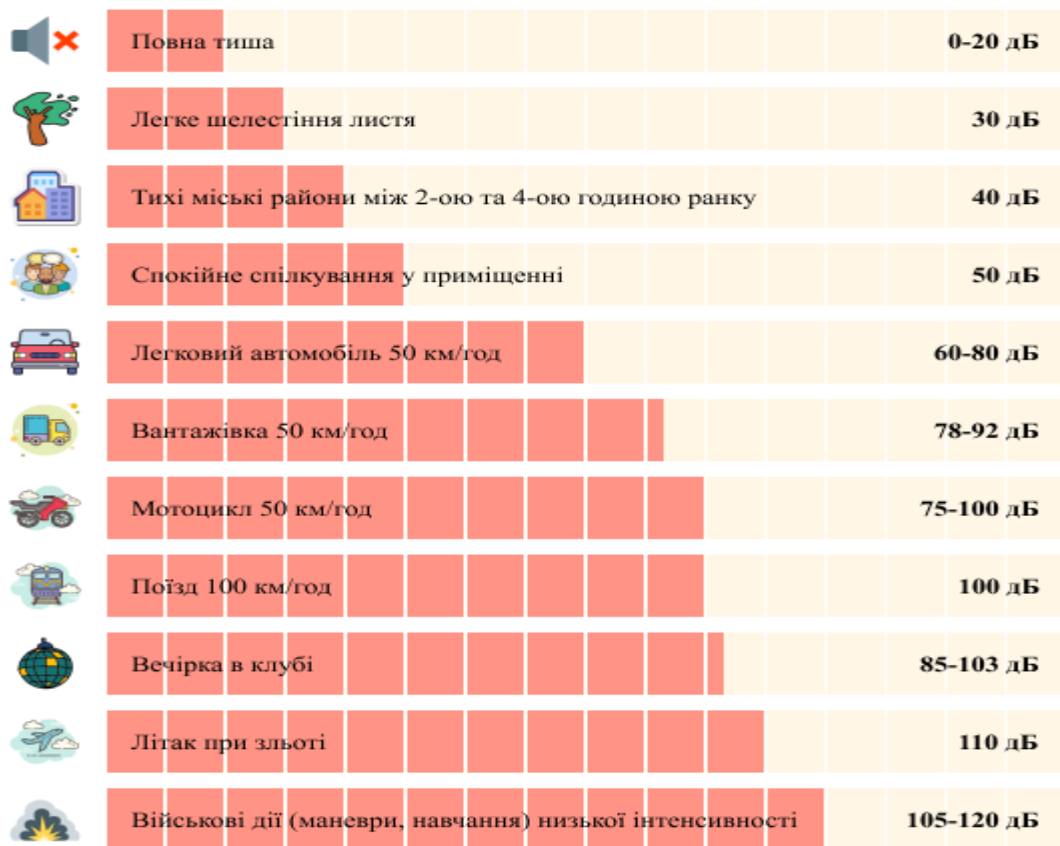


Рис. 1.3 Діапазони шумового навантаження від різних джерел.

В залежності від середовища, в якому звук поширюється, розрізняють структурний (корпусний) шум, який виникає у будівлях та спорудах, і повітряний шум, який розповсюджується в атмосфері.

За останні десятиліття спостерігається збільшення кількості автомобілів на дорогах, що стає найпоширенішим джерелом шуму в міському середовищі. Із зростанням технічного обладнання та інфраструктури міста стають все більш індустріалізованими, що також впливає на рівень шумового навантаження.

Шум техногенного походження часто є поєднанням випадкових і регулярних коливань. Джерелами техногенного шуму є всі види механізмів, обладнання та транспорту, які застосовуються в сучасній техніці і значно забруднюють оточуюче середовище шумом. Техногенний шум може генеруватися джерелами, які розташовані у будівлях, спорудах або між ними.

Особливе місце у надмірному шумовому навантаженні посідає транспортний шум. Рівень транспортного шуму визначається інтенсивністю руху, швидкістю руху автотранспорту та характером транспортних потоків. Крім цього, він також залежить від якості дорожнього покриття, планувальних рішень, таких як форма та конфігурація вулиць, архітектурні особливості забудови, наявність світлофорів і зелених насаджень. Кожен із цих факторів може призвести до зміни рівня шуму на 10 децибелів і більше.

У промислових містах, таких як Кривий Ріг, зазвичай, вантажні автомобілі домінують на магістралях. Загалом збільшення обсягу вантажного транспорту, особливо тих, що працюють на дизельних двигунах, у поєднанні з легковими автомобілями, призводить до серйозного шумового навантаження на територію міста.

Шум, створений транспортними потоками, не обмежується лише магістралями, а також поширюється глибоко в житлові райони, що негативно впливає на якісний відпочинок та продуктивну роботу. Тому боротьба з шумовим навантаженням в межах міських територій стає все більш актуальною.

Хоча літаки у повітрі та залізничні дороги можуть мати вищий рівень шуму, лікарі вважають, що вони менш небезпечні для здоров'я, ніж шум від автострад. Літаки є одними з найшумніших джерел шуму. У місцях злету, посадки та в аеропортах вони можуть створювати шум на рівні від 80 до 110 децибелів. Загальна площа, що зазнає шумового забруднення навколо аеропорту із рівнем шуму 80 дБ, може сягати 45 км².

Звук від залізниць, через свою ритмічність та високий рівень, може створювати проблеми для тих, хто знаходиться поблизу залізничних трас. Вважається, що шум на рівні більше 60 децибелів, коли потяги рухаються повільно, може поширюватися на відстань десятків метрів від колії. У випадку інтенсивного руху поїздів, ця дистанція може збільшуватися до 1 кілометра.

Промислові підприємства, завдяки роботі технологічного устаткування, є значними джерелами шуму і вібрацій. У деяких з цих підприємств рівень

шуму, що також поширюється на прилеглі території, може сягати від 80 до 125 децибелів. Поруч із промисловими підприємствами шумове навантаження може досягати від 50 до 60 децибелів і навіть 80-90 децибелів. Здебільшого навколишні забудовані райони населених пунктів, де розміщені невеликі виробництва, можуть бути більш небезпечними з точки зору шумового навантаження, ніж великі сучасні підприємства, що розташовані на відстані від населених місць.

1.3. Вплив шумового навантаження на людину та навколишнє середовище

Шум може викликати широкий спектр негативних біологічних та функціональних наслідків в організмі. Вплив шуму охоплює різні системи організму, включаючи серцево-судинну, нервову систему, сон, увагу, емоційний стан і психічне здоров'я. Він може призводити до збільшення роздратованості, відволікання уваги, депресії, неспокою і подразнення, а також впливати на дихання та травлення.

Шум також може призводити до тимчасової або постійної втрати слуху та порушення здатності сприймати і передавати мовні звуки. Він може відволікати увагу від звичайних занять і змінювати фізіологічні реакції на стресові сигнали. Негативний вплив шуму на психічне та соматичне здоров'я також добре документований.

Дослідження підтверджують, що шум може викликати порушення функціонування центральної нервової системи, що може призвести до зниження уваги та працездатності, особливо розумової функції. []

Сприйняття шуму є індивідуальним для кожної людини і залежить від різних чинників, таких як вік (максимальна чутливість слуху спостерігається приблизно від 14 до 19 років), темперамент, стан здоров'я і оточуючого середовища.

Шум є потужним стимулом і може впливати на людей різними способами. З точки зору сприйняття шуму можна виділити дві основні точки:

- *Поріг чутності* відповідає найменшій силі звуку, яку людина сприймає як звук;
- *Больовий поріг* відповідає найменшій силі звуку, яка викликає неприємні відчуття і з часом може перейти у відчуття болю.

Людина зазвичай починає відчувати шум при рівні звуку навколо 5 дБ, це називається порогом чутності. У житлових приміщеннях прийнятним вважається рівень шуму приблизно 40 дБ вдень і 30 дБ вночі. Однак у великих адміністративних приміщеннях шум може досягати 40-60 дБ, а в промислових - навіть 70-80 дБ.

Допустимі рівні шуму на різних типах територій не повинні перевищувати санітарних норм, які встановлені ДБН 360-92 (див. табл. 1.1). Важливо враховувати, що звикання до шуму не відбувається з часом, і організм людини може дуже важко переносити різкі, високочастотні звуки. Шум, який перевищує 80 дБ, є шкідливим для здоров'я людини, а больовий поріг становить 120-130 дБ.

Таблиця 1.1. Допустимі рівні шуму на територіях різного господарського призначення[]

Тип території	Еквівалентний рівень шуму, дБА		Максимальний рівень шуму, дБА	
	З 7 до 23 год	З 23 до 7 год	З 7 до 23 год	З 23 до 7 год
Селітебні зони	55	45	70	60
Для житлової забудови, що реконструється	60	50	70	60
Території житлової забудови поблизу аеропортів та аеродромів	65	55	75	65

Зони масового відпочинку і туризму	50	35-40	85	75
Санітарно-захисна зона	40-45	30-35	60	50
Території заповідників і заказників	До 25	До 20	50	45

Дослідження впливу шуму на живі організми показують, що він може спричинити загальну неспецифічну реакцію, включаючи:

- Зниження кисневого споживання всіма тканинами головного мозку.
- Дистрофічні зміни в мозку та внутрішніх органах.
- Виникнення порушень в судинах.
- Біохімічні зміни в органах, що свідчать про напруженість захисних механізмів організму.

Шум також має специфічний вплив на слух. Один із фізіологічних відгуків на шум - це адаптація, яка проявляється в зниженні чутливості слухового аналізатора до різних рівнів сили звуку. Під впливом шуму слухова чутливість може зменшуватися на приблизно 10 дБ, що призводить до меншого потоку звукової енергії, яка потрапляє у внутрішнє вухо, де розташований слуховий аналізатор людини. Тривалий вплив інтенсивних звуків може викликати явище, відоме як слухова втома.

Слухова втома проявляється тимчасовим погіршенням слуху та може спостерігатися після дії потужного авіаційного шуму або інтенсивних звуків на тривалий час. У виникненні слухової втоми бере участь центральна нервова система.

Довготривалий вплив навіть низьких рівнів шуму може призвести до змін в різних функціональних системах організму, особливо в центральній нервовій системі. Ці зміни базуються на змінах у активності мозкових клітин

та порушенні їхнього робочого режиму через поширення збудження від слухового аналізатора по всьому головному мозку. Наслідками цих змін є:

- Порушення сну;
- Збільшена втомлюваність;
- Збільшена роздратованість;
- Психічні зміни, включаючи пригнічений настрій та емоційну нестабільність.

Недостатній період відпочинку для повного відновлення слуху, індивідуальні особливості можуть призвести до стійкої втрати слуху, відомої як глухота. Глухота може виникнути як результат тривалого впливу шуму протягом 5-8 років. Це важливо враховувати, оскільки вразливість до втрати слуху значно відрізняється в різних людей. Деякі можуть втратити слух навіть після короткого впливу шуму, тоді як інші можуть залишати слух навіть після тривалого впливу високої інтенсивності.

Шум може призвести до активації центрів у головному мозку, які регулюють функції внутрішньої секреції і біоритми. Ця активація може викликати зміни в серцевому ритмі, диханні, кров'яному тиску і розширенні зіниць. Шум також може сприяти розвитку гіпертонії, виразок шлунку і дванадцятипалої кишки. [3]

Високі рівні шуму, наприклад, від реактивних літаків, що перевищують 120 дБ, можуть викликати запаморочення шляхом стимулювання вестибулярного апарату.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, шум є відволікаючим фактором, який може перешкоджати сприйняттю мови та впливати на когнітивні функції, ускладнюючи обробку інформації та впливаючи на психофізіологічний стан людини.

При наявності шуму загальна захворюваність людини може збільшитися на близько 15%. Зі збільшенням рівня шуму на кожні 10 дБ ризик захворювання зростає від 1,2 до 1,3 разів, і продуктивність праці зменшується. У випадку впливу шуму, наприклад, у лікарні, яка розташована біля

аеропорту, одужання пацієнтів може бути уповільненим і менш ефективним. Є випадки, коли у жінок, які працювали в умовах високого шуму під час вагітності, народжувалися діти з вадами слуху.

Діти та люди похилого віку є найбільш чутливими до впливу шуму. У школярів, які навчаються у середовищі зі значним проникаючим шумом (понад 45 дБ), відзначається погіршення слухової чутливості внаслідок втоми органів слуху. Це може призвести до порушення функціонування автономної нервової системи та спричинити у дітей збільшену стомлюваність і головні болі. [2]

Інфразвук може викликати значний фізіологічний вплив на організм людини. Особливо, коли інфразвук володіє великою амплітудою коливань, він може увійти в резонанс з коливаннями внутрішніх органів і відчуватися людиною як біль у вухах.

Коливання інфразвуку можуть передавати інформацію про подразники до нервових центрів та спричиняти рефлекторні реакції інших органів і систем. У результаті цього механічна енергія інфразвуків перетворюється на теплову та, частково, на енергію біохімічних та біоелектричних процесів. Це відображає реакцію живого організму на інфразвуковий подразник. Найбільш активними для організму є частоти в діапазоні від 2 до 17 Гц, особливо через резонансні явища внутрішніх органів.

Таким чином, шум інфразвукових частот може бути потенційно небезпечним через вплив вібрацій. Вібрація - це коливання тверлих об'єктів, частин машин, обладнання, будівель, які відчуються організмом людини як вплив, що спричиняє трус. Часто вібрації супроводжуються відчутним шумом. У містах, джерелами вібрацій є рейковий транспорт, автомобільний транспорт, будівельна техніка та промислове обладнання.

Зазвичай вібрація поширюється від джерела на відстань до 100 метрів. Найсильнішим джерелом вібрації є залізничний транспорт, інтенсивність коливань ґрунту біля залізниці може бути сильнішою, ніж при землетрусі рівнем 6–7 балів. У метро інтенсивна вібрація розповсюджується на відстань

50–70 метрів. Тривалий вплив вібрації може призвести до розвитку вібраційної хвороби. Вібрація може бути загальною або локальною. Локальна вібрація виникає внаслідок коливань інструментів та обладнання, які передаються до окремих частин тіла. Загальна вібрація передається всьому тілу через механізми, підлогу, сидіння або робочий майданчик. Найнебезпечнішою для здоров'я людини є частота загальної вібрації в діапазоні 6-9 Гц, оскільки вона співпадає з власною частотою коливань внутрішніх органів людини, що може викликати резонанс і призводити до переміщень і механічних ушкоджень внутрішніх органів. Резонансна частота різних органів різниться: для серця, живота і грудної клітки - 5 Гц, для голови - 20 Гц, для центральної нервової системи - 25 Гц. Частоти коливань сидячих людей зазвичай знаходяться в діапазоні від 3 до 8 Гц.

Численні джерела інфразвуку, як зазначено раніше, пов'язані з транспортними системами. Це включає компресорні установки, гальмівні системи поїздів і вантажівок, тягові електродвигуни, дизельні двигуни, газові турбіни та інше обладнання. В транспортних процесах інфразвук, як правило, поєднується з високочастотними звуками у акустичному діапазоні. Хоча ми можемо відчувати лише обмежену частину інфразвуку через обмежену спроможність нашого слуху, це не робить його менш небезпечним.

Інтенсивність інфразвуку розділяється на кілька зон впливу на організм людини: [3]

- *Поріг безпеки:* це інтенсивність інфразвуку, яка є відносно безпечною для людини і становить 90 децибелів (дБА);
- *Поріг переносимості:* інтенсивність інфразвуку, яка, при тривалій дії на організм, призводить до стійких психофізіологічних відхилень від норми. У цій зоні інтенсивність становить між 140 і 155 дБА;
- *Поріг потенційної небезпеки:* це інтенсивність інфразвуку, яка може призвести до психофізіологічних відхилень, що є важкими

для лікування і становлять загрозу для життя людини. В цій зоні інтенсивність коливається від 155 до 180 дБА.

- *Поріг небезпеки смерті*: це найвищий рівень інтенсивності інфразвуку. Інфразвук на цьому рівні може призвести до смерті людини, навіть при короткочасному впливі. У цій зоні інтенсивність становить між 180 і 190 дБА.

Ультразвук, хоч і рідше, але також може негативно впливає на організм людини. Використовується ультразвук у різних виробничих процесах, таких як металообробка в ультразвукових установках, отримання емульсій, сушіння, очищення, зварювання, дефектоскопія, навігація та підводний зв'язок. Ультразвук виникає під час роботи верстатів, ракетних двигунів та інших механізмів.

Вплив низькочастотного ультразвуку, який має спектр частот, схожий на акустичний діапазон, є характерним для промислових цехів у сфері транспортного господарства. Навіть невеликі дози ультразвукового впливу в цьому діапазоні, які тривало впливають і повторюються багато разів, можуть призводити до слабкості, сонливості та зниження працездатності серед робітників.

Гіперзвукові хвилі, зазвичай, створюються штучно за допомогою спеціальних емітерів. Вони поширюються виключно в кристалах, оскільки повітря значно поглинає ці хвилі. Гіперзвук не є характерним для транспортних процесів.

Звуковий тиск, що виникає при перевищенні швидкості звуку під час польотів надзвукових літаків, може викликати різні реакції у людей і тварин, від легкої дратівливості до сильних оборонних реакцій, таких як переляк, здригання, прокидання від сну і таке інше. У зонах з інтенсивним звуковим тиском це може призвести до зниження працездатності людей, особливо під час виконання завдань, які вимагають великої уваги, точних рухів і обережності. Звуковий тиск також може викликати сходження снігових лавин

у гірських регіонах. Деякі тварини, такі як скакові коні, олені і морські істоти, є особливо чутливими до звукового тиску.

Дослідження також показали, що рослини під впливом шуму можуть зростати повільніше, і це може призвести до надмірного виділення води через листя, а також до порушень у структурі клітин. Шум може призводити до відмирання листя та квітів рослин, особливо тих, що розміщені поблизу джерела шуму.

Подібні впливи шуму спостерігаються і на тваринах. Від шуму від реактивних літаків, наприклад, личинки бджіл можуть вмирати, а самі бджоли можуть втратити здатність орієнтуватися. У гніздах птахів під впливом шуму можуть утворюватися тріщини у шкаралупі яєць. Різні види тварин можуть показувати знижену продуктивність від шуму, таку як зменшення молока у свиней та несучості курей. Риби, особливо під час нересту, можуть відчувати негативний вплив шуму, що може вплинути на їхнє здоров'я і розмноження.

Шум спричиняє збільшення рівня стресу, що в свою чергу може мати кілька прямих наслідків, таких як розвиток негативних емоцій та вплив на здоров'я. Ці стресові ефекти взаємодіють із збільшенням рівня шуму, створюючи взаємозв'язок, який може виявитися в очевидних реакціях людини або її внутрішніх адаптаційних механізмах, які спрямовані на відновлення балансу та повернення системи в нормальний стан.

1.4. Правове регулювання шумового навантаження в Україні

Україна на сьогоднішній день має обширний склад нормативно-правових актів, що охоплюють різні аспекти захисту населення від потенційно небезпечних шумових впливів. Ці акти охоплюють сфери екології, санітарії, транспорту, адміністративної регуляції та встановлюють правила і стандарти, які забезпечують безпеку та комфорт життя населення в умовах шумового навантаження.

В сфері екологічного законодавства основним регулюючим актом є Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»,

зокрема 54 стаття закону, де встановлено, що місцеві ради, підприємства, установи, організації та громадяни при здійсненні своєї діяльності зобов'язані вживати необхідних заходів щодо запобігання та недопущення перевищення встановлених рівнів акустичного й іншого шкідливого фізичного впливу на навколишнє природне середовище та здоров'я людини в населених пунктах, рекреаційних і заповідних зонах, а також у місцях масового скупчення та розмноження диких тварин. [6]

Інформація про негативні впливи на природне середовище та здоров'я людей, що стосується також і впливу шумового навантаження, включена до переліку інформації про стан навколишнього середовища(стаття 25). Згідно зі статтею 33, закон також передбачає встановлення вимог щодо допустимих рівнів шумового навантаження, що створює зв'язок екологічного законодавства з санітарно-гігієнічним.

Екологічну безпеку також забезпечує стаття 56 в контексті регулювання експлуатації транспортних засобів та установок, що виглядає доречним, оскільки транспорт є основним джерелом шуму.

Основні шумозменшувальні заходи зазначені в Законі України «Про охорону атмосферного повітря» (1992), зокрема: створення і впровадження малошумних машин і механізмів; удосконалення конструкцій транспортних та інших пересувних засобів і установок та умов їх експлуатації, а також утримання в належному стані залізничних і трамвайних колій, автомобільних шляхів, вуличного покриття; розміщення підприємств, транспортних магістралей, аеродромів та інших об'єктів з джерелами шуму під час планування і забудови населених пунктів відповідно до встановлених законодавством санітарно-гігієнічних вимог, будівельних норм та карт шуму; виробництво будівельних матеріалів, конструкцій, технічних засобів спорудження житла, об'єктів соціального призначення та будівництво споруд з необхідними акустичними властивостями; організаційні заходи для відвернення і зниження виробничих, комунальних, побутових і транспортних шумів, включаючи запровадження раціональних схем і режимів руху

транспорту та інших пересувних засобів і установок у межах населених пунктів. [7]

У Законі існує окреме зазначене положення, яке вимагає від громадян виконувати встановлені вимоги з метою зменшення рівня "побутового" шуму як у квартирах, так і в дворах житлових будинків, на вулицях, в місцях відпочинку та інших громадських місцях.

Основні нормативи щодо допустимих рівнів шумового навантаження наведені в постанові «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99». Також в документі затверджена класифікація акустичних коливань, методи гігієнічної оцінки шуму, інфра- та ультразвуку; параметри, що нормуються та їх величини, а також вимоги до вимірювань на робочих місцях. Враховують шумовий вплив і Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів (1996), де в п. 4.3 зазначено, що в житловій зоні населеного пункту допускається розташування промислових підприємств, які не є джерелами викидів шкідливих речовин, не створюють шуму, вібрації, електромагнітних та іонізуючих випромінювань вище нормативних рівнів, що не потребують обладнання під'їзних залізничних шляхів, інтенсивного руху автомобільного транспорту (понад 40 автомобілів за добу). [8]

Законодавство України відводить важливе місце для регулювання заходів щодо запобігання та усунення транспортного шуму. Наприклад, ці питання визначаються в Законі України "Про дорожній рух" від 30 червня 1993 року, зокрема в статтях 49 та 50. Зазначені статті визначають відповідальність підприємств, установ та організацій, що займаються проектуванням, виробництвом і експлуатацією транспортних засобів, а також розробку програм і проектів для поліпшення організації дорожнього руху. Вони також несуть відповідальність за впровадження заходів для запобігання та зменшення шкідливого впливу шуму, який виникає від автотранспорту.

Авіаційні правила України також не оминають шумовий вплив. В Частині 21 "Сертифікація повітряних суден, пов'язаних з ними виробів,

компонентів та обладнання, а також організацій розробника та виробника" АПУ-21, що затверджені наказом Міністерства інфраструктури України від 17.01.2014 року №27, визначають процедуру видачі, заміни та припинення чинності таких Сертифікатів, включаючи оцінку їх придатності з точки зору шумового впливу на місцевості цивільних повітряних суден України.

РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ТА АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ШУМОЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ ЯК ЕФЕКТИВНОГО СПОСОБУ ЗНИЖЕННЯ ШУМУ.

2.1. Класифікація шумозахисних екранів

Шумозахисний екран (також відомий як акустичний екран або шумовий бар'єр) - це перешкода, яка зупиняє поширення звукових хвиль. Шумозахисні екрани є найпоширенішими засобами зменшення шумового навантаження в містах і населених пунктах. Також, вони використовуються для зниження рівня шуму в офісних і виробничих приміщеннях. [9]

Зручна класифікація шумозахисних екранів по призначенню була запропонована Н.В. Тюриною. [10]

Так, згідно з цією класифікацією, шумозахисні екрани поділяються на:

- Шумозахисні екрани для офісів і виробництва, які встановлюються в приміщеннях, зазвичай в офісах;
- Транспортні екрани та акустичні споруди, які встановлюються вздовж автомобільних і залізничних доріг;
- Технологічні екрани, які встановлюються на стаціонарні окремо стоячі джерела (охолоджувачі, трансформатори і інші);
- Пересувні екрани, які встановлюються як частина звукоізоляційного комплексу на транспортних машинах;
- Вбудовані екрани, які є вторинними компонентами акустичних конструкцій (наприклад, звукоізолюючі кожухи).

Н. В. Тюриною також запропонована класифікація екранів за принципом дії та структурним особливостям:

- відбиваючі (без звукопоглинальних матеріалів);
- поглинально-відбиваючі (з звукопоглинальними матеріалами);

По виду дифракції:

- тонкі (одинарна дифракція);
- широкі (двійна дифракція).

При розробці шумозахисних екранів можуть використовуватися деревина, метал, бетон, ґрунт, пластик та комбіновані матеріали.

2.3. Фактори, що впливають на ефективність шумозахисних екранів

Основними факторами, що впливають на акустичну ефективність шумозахисних (акустичних) екранів є [11]:

- конструктивні (довжина, висота, форма екрана);
- акустичні (звукоізоляція та звукопоглинання екрана);
- розташування екрана в просторі (відстань від джерела шуму до екрана та відстань від екрана до розрахункової точки, висота розташування розрахункової точки) і кут дифракції екрана;
- матеріал, з якого виготовлено акустичні панелі екрана;
- наявність і вид налаштування на вільному ребрі екрана;
- спектр і тип джерела шуму;
- акустичні властивості (звукопоглинання) опорної поверхні.

Висота. В різних літературних джерелах наведені різні відомості стосовно впливу висоти на ефективність шумозахисного бар'єру. Так, відомо, що збільшення екрану на 1 м збільшує його дієвість на 0,5-5 дБА.

Довжина. Довжина екрана є важливим структурним фактором, оскільки навіть при досягненні необхідної висоти, при невірному виборі довжини екрана дифракція через бокові краї може перевищити дифракцію через верхній край, що призведе до неефективності екрану. Є декілька умов стосовно довжини для забезпечення ефективності шумозахисного екрану:

- довжина шумового бар'єру має у 20 разів перевищувати відстань між джерелом шуму і об'єктом, що захищається ($I_{\text{екр}} \geq 20r$);
- довжина шумового бар'єру має бути у 8 разів більшою за відстань від об'єкта, що захищається до шумового бар'єру ($I_{\text{екр}} \geq 8r_1$);
- кут між перпендикуляром від об'єкта, що захищається, на вісь шумового бар'єру і краєм бар'єру не має бути меншим за 80° ($\alpha \geq 80^\circ$).

Форма. Форма шумозахисного екрану може бути різною. Існують Т-подібні, Г-подібні, П-подібні та ін. Тобто, форма може істотно впливати на

ефективність роботи шумозахисного екрану, але це потребує додаткового вивчення.

Матеріал. Для забезпечення довготривалої якісної роботи шумозахисної установки важливо використання високоякісної сировини та вжиття відповідних заходів для запобігання деградації екрану. Знос, як правило, виявляється у змінах структурної цілісності екрана та його фізичному стані і зовнішньому вигляді. Але пошкодження екрану також можливе у ході механічного впливу. При розробці шумозахисного екрану використовуються такі матеріали як ґрунт, бетон, пластик, металу та композитні матеріали. Вибір матеріалу залежить, головним чином, від умов навколишнього середовища, вимог до естетики та архітектурних особливостей міста, де буде встановлюватися шумозахисний екран.

В країнах ЄС та США існують суворі умови до якості матеріалів для шумозахисних екранів. Так, термін експлуатації шумозахисного бар'єру повинен сягати 40 років, при цьому перші 20 років він не повинен потребувати серйозного технічного обслуговування.

При виборі матеріалу і конструкції шумозахисних екранів важливо враховувати, що металеві та прозорі екрани, під певним кутом падіння світла, можуть створювати відблиски. Для запобігання впливу атмосферних умов та ультрафіолетового випромінювання, а також подальшої втрати прозорості, необхідно відповідно обробляти поверхню полікарбонату. Щодо непрозорих матеріалів, таких як сталь і алюміній, слід проводити обробку поверхонь для зменшення корозії. [сам шушарин]

Також при виборі матеріалу треба враховувати умови місцевості, де буде встановлюватися шумозахисний екран: підвищена вологість, температури у зимній та літній період, кількість сонячного світла, запиленість та ін.

Так, згідно зі звітом Міністерства транспорту США(40), в країні на кінець ХХ століття, більшість шумозахисних екранів було виготовлено з бетону або кам'яної кладки. Їх висота могла варіюватись в межах 3-5 м і тільки 1% були розроблені з використанням шумопоглинальних матеріалів. Процентне

відношення використаних матеріалів для шумозахисного екрану зображене на рисунку 2.4.

Процентне відношення використаних матеріалів для шумозахисних екранів в США

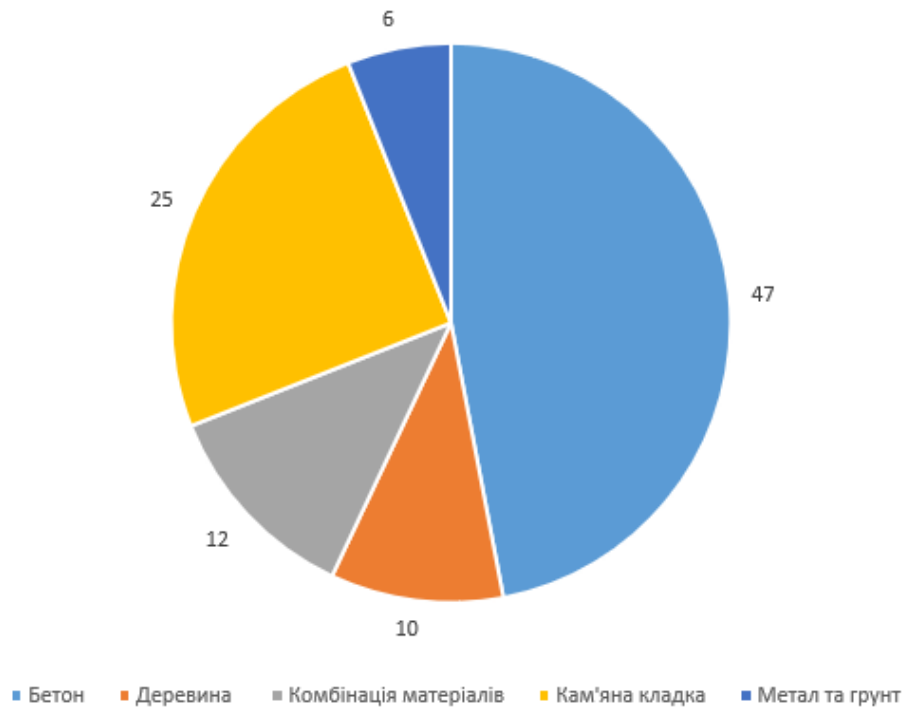


Рис. 2.4. Процентне відношення використаних матеріалів для шумозахисних екранів в США.

Отже, в США майже не використовуються шумозахисні екрани з шумопоглинальними матеріалами. У Японії та Південній Кореї, головним чином, встановлюються відбиваюче-поглинаючі шумозахисні екрани, виготовлені зі сталі та алюмінію. У країнах Скандинавії, особливо в Фінляндії, широко використовуються дерев'яні шумозахисні екрани. Вони можуть гармонійно вписуватися в сільський ландшафт, і в окремих випадках вони можуть бути самостійними дизайнерськими конструкціями в передмістях або міських районах. В Італії застосовуються відбиваючі-поглинаючі металеві шумозахисні екрани, панелі яких виготовлені з алюмінію та дерева; для високошвидкісних залізниць використовуються шумозахисні екрани з бетону.

2.4. Огляд існуючих шумозахисних екранів

Бетонні шумозахисні екрани є найбільш розповсюдженими засобами захисту від шумового навантаження при проектуванні дорожнього руху. Ці екрани характеризуються простою конструкцією та будівництвом. Бетонні бар'єри будуються з використанням збірних бетонних панелей, які виготовляються за межами будівельного майданчика і доставляються на місце реалізації проекту. Після доставки панелей на будівельний майданчик їх встановлюють між вертикальними опорами. Хоча будівництво бетонних шумозахисних бар'єрів відбувається швидко, вони мають багато недоліків. По-перше, бетон є цінним матеріалом, який можна використовувати в інших інфраструктурних проектах.

Крім того, він споживає під час виробництва величезну кількість ресурсів, а захисні властивості від шуму такого бар'єру є відносно низькими, що робить вартість бетонних бар'єрів невиправдано дорогою. Хоча бетон може блокувати більшу частину звуку, що досягає будівель, розташованих безпосередньо за бар'єром, він відбиває звук, а не поглинає його. Оскільки шум може заломлюватися навколо шумові екранів, ці шумові бар'єри повинні бути високими і виходити за межі населених пунктів, які вони захищають. Це збільшує кількість бетону, необхідного для бетонних шумозахисних екранів.

Рослинні екрани - це природні бар'єри, які використовують рослини, такі як кущі та дерева, для зменшення шуму. Щоб досягти бажаного зниження шуму, цей підхід до зменшення шуму вимагає приблизно 30-60 метрів деревного покриву між автомагістраллю і постраждалою громадою. []

Рослинні екрани мають чудові шумозахисні властивості, оскільки м'яка поверхня листя поглинає звук, а гілки і стовбури відбивають його. Вони також є стійкими оскільки не потребують жодних штучних ресурсів. Це зменшує кількість викидів парникових газів під час будівництва і може вловлювати викиди парникових газів від дорожнього руху. Крім того, рослинні екрани є естетично привабливими, оскільки вони поєднуються з природним навколишнім середовищем. Недоліком рослинних екранів є те, що вони

потребують великої кількості місця для досягнення успішного зниження шуму. Це вимагає придбання додаткової смуги відведення вздовж доріг, що робить рослинні екрани дорогим методом захисту від шуму.

Рослинні екрани забезпечують переваги візуального сприйняття, які інші методи зменшення шуму не пропонують. Рослинність забезпечує кращі естетичні властивості, які покращують сприйняття цього методу зменшення шуму. Візуальне сприйняття рослинних екранів також впливає на сприйняття транспортного шуму. Коли люди бачать шумозахисні бар'єри або структури, вони знають їхнє призначення і усвідомлюють рівень шуму. Коли природна рослинність використовується для зменшення шуму, люди бачать природний ландшафт і менш схильні думати про транспортний шум.

Земляні вали є чудовою альтернативою традиційним шумозахисним бар'єрам. Ці конструкції використовують ґрунт і рослинність для зменшення шумового забруднення. Крім того, оскільки ці конструкції покриті рослинністю, вони поглинають звук, як рослинні екрани, а не відбивають його, як бетонні шумозахисні бар'єри. Ще однією додатковою перевагою земляних валів є те, що вони поєднуються з природним ландшафтом, що робить ці споруди візуально привабливими.

Шумозахисний бар'єр з земляних валів не потребує особливого обслуговування, що робить вартість обслуговування цих конструкцій недорогою. Вартість цих конструкцій можна додатково зменшити, якщо використовувати ґрунт на місці. Однак, якщо матеріали привозять із зовнішнього джерела вартість цих конструкцій може дорівнювати або перевищувати вартість бетонних шумозахисних бар'єрів. Інший недоліком земляних валів є розмір конструкції. Для того, щоб земляні вали були структурно стійкими, вони потребують значно ширшої основи, ніж бетонні бар'єри (Рис. 2.8). Земляні вали мають бічний ухил 2:1, що означає, що шумозахисний бар'єр висотою 3,6 метрів потребує основи заввишки 14,6 м.

Таким чином, для проекту дороги з шумозахисними бар'єрами по обидва боки проїжджої частини необхідно додатково потрібно буде придбати 29 м смуги відведення.

Зелені шумозахисні бар'єри - це окремо стоячі екрани, які використовують ґрунт і рослинність для зменшення шуму в обмеженому просторі. Ці бар'єри бувають різних конструкцій, але мають одну і ту ж мету зменшення транспортного шуму за допомогою різних видів рослинності, щоб зробити бар'єри більш естетичними приємнішими.

Зелені шумозахисні бар'єри, такі як земляні вали і рослинні екрани, мають перевагу перед традиційним бетонним бар'єрам своєю здатністю зливатися з природним середовищем. Будучи більш естетичними, ці бар'єри покращують сприйняття громадськості щодо зниження рівня шуму. Зелені шумозахисні бар'єри також забезпечують рівне або краще зниження шуму в порівнянні з традиційними бетонними бар'єрами завдяки їх здатності поглинати звуки як високих, так і низьких частот і відхиляти звуки в різних напрямках.

Вимоги до ширини зеленого шумозахисного бар'єру знаходяться в діапазоні між шириною традиційного бетонного бар'єру і земляного валу. Тому він може бути прийнятною альтернативою для місць, де земляний вал не є можливим варіантом. Хоча зелені шумозахисні бар'єри мають меншу ширину основи, ніж земляні вали, вони мають крутіші схили, а отже, можуть потребувати додаткового поливу і догляду, щоб забезпечити стійкість рослинності.

2.5. Вплив шумозахисних екранів на людину

Хоча екрани мають значну ефективність по зниженню шумового навантаження, в безпосередній близькості від дороги вони мають значний вплив на візуальне сприймання людини. Шумозахисний екран може стати причиною впливу як на учасників дорожнього руху, так і на тих, хто живуть вздовж дороги. Досвід декількох країн показує, що мешканці, які живуть за

шумозахисним екраном, не зазнають високого шумового навантаження, але натомість стають незадоволеними втратою гарного краєвиду. Тобто, необхідність шумозахисного екрану треба розглядати вже на початковій стадії планування маршруту, беручи до уваги вплив на людей, що живуть вздовж транспортного руху, і включенням рішень для пом'якшення негативних наслідків. [13]

Згідно з дослідженнями, більшість мешканців, які живуть поблизу шумозахисних екранів вважають, що екрани ефективно зменшують шум від дорожнього руху, що переважає недоліки бар'єрів. Однак реакції різняться. Мешканці прилеглих до екранів районів повідомляють, що сон став ліпшим, більше відчуття приватності та загальне покращення здоров'я. До негативних недоліків мешканці включили обмеження огляду, відчуття замкненості, втрату циркуляції повітря. Автомобілісти скаржилися на втрату огляду та мальовничих краєвидів та відчуття «замурованості» при проїзді поруч з екранами. Високі екрани значною мірою закривають вид на існуючі пам'ятки з дороги та на ті об'єкти, що які в іншому випадку могли би відволікати увагу водіїв. Тобто, при проектуванні шумозахисних екранів рекомендується уникати монотонності для запобігання погіршення концентрації водіїв під час руху. Наприклад, опитування в Нідерландах показало, що вид, який залишається протягом 30-ти секунд є монотонним. Це свідчить про те, що зміна дизайну шумозахисного бар'єру кожні 800 метрів є бажаною для довгих екранів. Зміна форми і матеріалів може додати візуального інтересу і дозволити уникнути одноманітності. З точки зору дизайну, зовнішній вигляд бар'єрного огородження повинен бути відповідати естетичним концепціям, добре відомим в архітектурі, таким як пропорція, порядок, ритм, гармонія і контраст. Крім того, бар'єр, який натякає на місцевість, що за ним ховається, допоможе автомобілістам уникнути нудьги чи дезорієнтації.

З іншого боку, бар'єри в більшості випадків будуть встановлені на відстані від краю дороги через необхідністю наявності узбіч, твердих узбіч та

інших зазорів; хоча це і знижує їх акустичну ефективність, це запобігає створенню візуально гнітючого ефекту "каньйону" по обидва боки дороги.

Іноді використання прозорих бар'єрів рекомендується як захід для зменшення візуального впливу. Однак, низьке сонце, що просвічує крізь прозорі бар'єри, може також затьмарювати водіїв, викликаючи мерехтіння світла. У деяких країнах довгі тіні що створюються бар'єрами взимку, можуть призвести до налипання льоду і снігу на ділянках, що матиме наслідки для безпеки та витрат на утримання[12].

Шумові бар'єри повинні відображати характер навколишнього середовища або району, щоб бути прийнятними для місцевих мешканців. При цьому завжди рекомендується зберігати естетичні види та мальовничі краєвиди. Візуальний характер шумозахисних бар'єрів у зв'язку з їхнім оточенням повинен бути ретельно продуманий. Наприклад, високий бар'єр біля одноповерхового, односімейного, окремого житлового району може мати негативний візуальний ефект. Візуальне втручання – є несприятливим ефектом, який можна належним чином пом'якшити за допомогою земляних насипів та озеленення, особливо в сільській місцевості.

Земляний насип є очевидним рішенням для шумового навантаження, оскільки його можна зробити таким, щоб він вписувався в ландшафт більш природно, ніж будь-яка вертикальна структура, особливо тому, що він може підтримувати посадку рослин, що значно покращує його зовнішній вигляд у більшості сільських контекстів. Іншими словами, м'які "природні" обриси земляного насипу в поєднанні з рослинністю, ймовірно, буде більш привабливим як для місцевих як для місцевих жителів, так і для учасників дорожнього руху. Загалом, рекомендується розташовувати шумозахисний бар'єр приблизно в чотири рази вище від житлових будинків і забезпечити озеленення біля нього, щоб уникнути візуального домінування бар'єру, і зменшити візуальний вплив[14].

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ РІВНЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ В ВИРОБНИЧОМУ СЕРЕДОВИЩІ.

3.1. Вивчення виробничого шуму на прикладі димососів фабрик огрудкування

К ряду несприятливих факторів виробничого середовища, що впливають на організм людини, слід віднести виробничий шум. Вплив на здоров'я обумовлено механізацією і автоматизацією виробничих процесів. Джерелами такого шуму можуть бути двигуни, насоси, компресори та інше обладнання. В умовах виробництва найбільшого впливу шуму зазнають випробувачі моторів, клепальники, обрубувачі, пілоти, машиністи, монтери колій, станційні робітники, бульдозеристи й трактористи, робітники цеху депо, ткалі, прядильники, токарі, ковалі, штампувальники, фрезерувальники, полірувальники, механізатори сільського господарства та інші [15]

Кривий Ріг – великий промисловий центр. Основними галузями міста є чорна металургія, машинобудування, будівельна, хімічна, поліграфічна, деревообробна, легка та харчова промисловості, з чого можна зробити висновок, що для міста тема шумового навантаження в умовах виробництва є досить актуальною проблемою. Станом на сьогоднішній час боротьба з виробничим шумом представляє собою технічно складний, комплексний і витратний процес. Одним із можливих способів зниження впливу такого виду шуму є створення тихих машин та безшумного обладнання ще на етапі проектування, але частіше завдання потребує зворотного.

Цікаво, що проблемами зниження виробничого шуму в Кривому Розі займалися ще за часів СРСР. Так були проведені дослідження засобів зниження на прикладі димососів та вентиляторів фабрик окомкування ГОКів, що широко використовуються при підготовці котунів. Димососи призначені для відсмоктування гарячих та запилених газів, а для подачі холодного повітря в зону охолодження використовують вентилятори. Значним недоліком використання такого обладнання є рівень шуму, що може сягати 98-103 дБА. Причиною шуму є сили аеродинамічної взаємодії транспортованого

середовища з лопатками робочого колеса, а джерелом є корпус вентилятора та під'єднані до нього повітроводи. [16]

Для оцінки шумового навантаження дослідниками нині Науково-дослідного інституту безпеки та екології у гірничорудній та металургійній промисловості були проведені вимірювання в приміщеннях фабрик огрудкування ЛГЗКа, ПівнГЗКа, Костомукшевського ГЗКа, Оскольського електро-металургійного комбінату, ССГЗКу. Результати вимірювання наведені в таблиці 3.2.

Табл. 3.2. Рівень шумового навантаження димососів та вентиляторів.

Місце вимірювання, назва обладнання	Середньгеометричні частоти октавних полос, Гц								Рівень звука, дБА.
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Рівень звукового тиску, дБ									
Лебединський ГОК, фабрика огрудкування									
Корпус прийому і підготовки бентоніту									
Млиновий вентилятор ВМ 1100/180	92	91	94	97	94	92	93	95	101
Димосос Д- 15,5	90	92	90	95	85	84	77	70	94
Млиновий вентилятор ВМ-17	92	90	101	90	90	89	90	86	97
Млиновий вентилятор 1200/100	90	93	91	89	93	89	84	75	96
Корпус випалу									

Продовження табл. 3.2

Димосос Д-12, 5х2	89	91	92	92	90	88	87	80	96
Димосос Д-27, 5х2	92	90	90	91	89	86	85	82	93
Димосос Д-1500	97	93	94	95	94	89	86	80	96
Вентилятор ВД-15,5	94	92	92	91	86	84	83	80	92
Вентилятор ВД-12	92	88	87	86	85	89	75	69	69
Корпус грохочення									
Димосос Д-27, 5х2	90	88	84	81	86	88	83	76	93
Вентилятор ВД-24	89	91	93	86	87	87	76	69	93
Корпус перевантаження									
Димосос Д-27, 5х2	95	94	94	96	96	96	94	92	102
Димосос Д-21, 5х2	94	95	95	94	95	98	92	87	101
ПІВНГЗК, фабрика огрудкування									
Вентилятор G5.002 подачі холодного повітря	92	94	96	98	94	92	90	89	100
Димосос G.013	91	90	85	84	87	86	86	83	94

Продовження табл. 3.2

Димосос G.006	90	89	84	83	88	89	86	85	95
Костомукшський ГЗК, фабрика огрудкування									
Вентилятор ВДН-20	94	94	93	92	90	91	92	89	96
Димосос Д 2700	94	94	93	94	92	93	92	90	98
Димосос Д 1500	104	98	94	96	93	94	93	91	101
Димосос Д 31,5	93	100	91	93	90	85	82	72	94
Михайловський ГЗК, фабрика огрудкування, відділ шихтопідготовки									
Димосос Д- 15,5	98	94	89	93	92	82	82	79	94
Вентилятор ВМ 1100/100	100	101	101	100	94	91	84	84	100
Оскольський електро-металургійний комбінат, фабрика огрудкування									
Димосос 29 к 41	91	90	92	96	90	86	82	78	96
Димосос 23 к 44	86	85	85	86	84	79	78	76	87
Димосос 25 К 45	87	90	86	83	86	86	76	77	92
Димосос 21 К 42	89	85	82	82	81	78	74	69	85
Димосос 26 К 43	90	87	82	83	81	80	77	75	86

Продовження табл. 3.2

ССГОК, цех підготовки котунів									
Відділ подрібнення									
Млиновий вентилятор ВМ-50/100	98	100	101	99	97	94	92	86	101
Млиновий вентилятор ВМ-20А	102	100	102	99	95	92	90	88	102
Вентилятор ВВД-8	98	100	100	98	100	101	99	94	104
Корпус випалу М1									
Димосос Д13	94	92	96	92	91	83	79	72	96
Димосос Д- 21, 5х2	93	97	105	104	103	96	90	84	104
Вентилятор ГД-20/500	92	94	93	97	95	92	83	75	102
Вентилятор ВМ 850/У	98	98	96	96	99	95	89	81	104
Корпус випалу М2									
Екстаустер Н 6/500	93	93	97	98	99	96	93	89	103
Димосос Д18	94	96	98	97	95	90	84	76	100
Вентилятор ДН-21	95	94	96	91	95	89	84	77	100
Вентилятор ГД 20/500	95	96	98	96	93	87	81	75	98

Продовження табл. 3.2

Млиновий вентилятор ВМ 160/850	102	103	104	100	97	90	82	75	103
Димосос Д 18	100	99	100	99	96	90	85	79	102

Розглянувши таблицю, можна сказати, що рівні шуму вентиляторів і димососів значно залежать від їх типу, типу використаного приводного двигуна, наявності теплоізоляційного покриття. При цьому найбільш інтенсивними джерелами шуму є млинові вентилятори, що знаходяться у відділі подрібнення та димососи і вентилятори у відділі випалу.

Мінімальні рівні шуму наявні в установках з двигунами закритого виконання та при наявності теплоізоляційного покриття на корпусі вентилятора і повітроводів. К таким установкам відноситься ВМ 1100/180(ЛГОК, МГОК), димососи Д-27, 5х2 і Д-21,5х2 (ЛГЗК ССГЗК) вентилятор G 5.002 подачі холодного повітря (ПівнГЗК), димосос Д 15000 (Костомукшський ГЗК), димососи Д 18 (ССГОК), млинові вентилятори ВМ-20А та ВМ 160/850 (ССГЗК). [16]

В дослідженні вчені значну увагу приділяли впливу на рівень шуму тип корпусу вентилятора. В основному це двошарова оболонка, що складається з скловати товщиною 60-80 мм, яка покрита алюмінієвим листом товщиною 0,6-0,8 мм. Серед різних типів двигунів вентиляторних установок виділяють: з закритою та відкритою системою вентиляції. Результати дослідження впливу корпусу вентиляторів на рівень шумового навантаження наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. Шум корпусів вентиляторів і димососів в відділенні випалу
ЛГЗК

Тип вен- тиля- тору, номер машини	Рі- вен ь зву ка, дБА	Частоти октавних смуг, Гц								Наявність теплоізо- ляційного покриття	Система вентиля- ції
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
		Рівень звукового тиску									
ДН-32Б, машина №2	95	96	93	91	90	86	86	87	84	Так	Закрита
Машина №3	93	97	96	92	90	88	89	88	85	Так	Відкрита
Д-1500, машина №2											
Д 2 – 1	97	94	92	92	93	94	91	91	86	Так	Закрита
Д 2 – 2	98	92	91	92	92	94	93	92	90	Так	Закрита
Д 3 – 1	97	91	90	91	89	88	90	91	89	Так	Закрита
Д 3 – 2	97	94	93	92	92	91	93	92	90	Так	Закрита
Машина №3											
Д 2 – 1	97	96	93	94	94	91	91	91	86	Так, поруш.	Закрита
Д 2 – 2	104	96	93	92	91	92	96	98	97	Так	Закрита
Д 3 – 1	99	95	91	92	92	91	91	91	89	Так	Закрита
Д 3 – 2	98	96	93	92	94	90	90	88	86	Так	Закрита
Д-21, 5х2											
Машина №2	98	94	91	92	94	92	90	86	81	Так, поруш.	Відкрита
Машина №3	95	92	93	92	93	89	89	86	80	Так	Відкрита

Продовження таблиці 3.3

Д-27, 5х2											
Машина №2	99	93	93	93	92	92	90	90	88	Так	Відкрита
Машина №3	98	94	94	93	92	91	90	90	87	Так	Відкрита

Використання теплоізоляційного покриття дозволяє частково знизити випромінюваний стінками корпусу шум, але ефективність такого покриття сягає 6-8 дБ на низьких та середніх частотах. При цьому шумове навантаження від джерел шуму без покриття вище, аніж з покриттям.

Відомо, що причиною шуму відцентрових вентиляторів є різні вихрові процеси та вплив потоку повітря, який виходить з робочого колеса на нерухомі елементи корпусу вентиляторів та повітроводів. Такий шум є широкопasmовим.

Аналіз результатів вимірювань показує, що рівень шумового навантаження залежить від особливостей конструкції вентиляторів та якості наповнення теплоізоляційного покриття. Останнє особливо помітно у випадку з димососами, де рівень шуму коливається в межах 97-104 дБА.

На думку дослідників, зниження шуму можна досягти корпусним удосконаленням при виборі певних зазорів між лопатками й язика; установкою сітчастих турболізаторів по окружності зовнішніх кромek лопатки робочого колеса та суцільного язика. [16]

В умовах виробництва також є доцільним використання звукоізоляційного покриття корпусу вентиляторів і повітроводів та використання двигунів закритого типу.

РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ МІСТА КРИВИЙ РІГ ТА СТВОРЕННЯ ШУМОВОЇ КАРТИ.

4.1. Методика досліджень та аналіз результатів

Проведення досліджень можна умовно поділити на два етапи:

1. Натуральні польові вимірювання рівня шумового навантаження;
2. Обробка отриманих результатів, на основі яких була побудована шумова карта міста.

Після обстеження території міста були обрані ключові точки в кожному районі, в яких згодом проводилися виміри шуму.

Відправними точками для проведення дослідження стали вул. Магістральна, вул. Незалежності та вул. Милашенкова Довгинцівського району. Відомо, що рівень шуму здатен змінюватися протягом дня, тому вимірювання проводилися три рази на день. Після отримання необхідних даних та їх аналізу була розроблена картографічна модель просторового розподілу шумового навантаження в межах міста. Нижче представлені отримані результати низки вимірів шумового навантаження по всім міським районам (табл. 4.4).

Таблиця 4.4. Результати вимірів шумового навантаження міста Кривий Ріг

Назва вулиці, координати точки	Час вимірювань		
	9.00-10.00	12.00-13.00	17.00-18.00
	Рівень шуму, дБ		
Довгинцівський район			
вул. Магістральна,	62	82	64
Вул. Незалежності 47°56'58.1"N 33°27'30.8"E	49	62	61
Вул Милашенкова, 47°53'15.4"N 33°29'17.0"E	50	61	76

Продовження табл. 4.4

Саксаганський район			
Площа 30-ти річчя Перемоги, 47°56'48.6"N 33°26'26.8"E	66	60	70
Пл. Горького, 47°54'40.4"N 33°23'30.9"E	70	67	67
Проспект 200-річчя, 47°57'48.4"N 33°26'05.7"E	67	58	68
Металургійний район			
Вул. Соборності 47°54'00.9"N 33°23'48.3"E	76	74	71
Вул. Стрельникова, 47°53'28.5"N 33°24'38.0"E	70	71	75
Вул. Віталія Мотусевича, 47°54'17.8"N 33°24'04.4"E	81	76	70
Центрально-Міський район			
Проспект поштовий 47°54'34.9"N 33°20'42.4"E	59	67	60
Вул. Купріна, 47°55'53.8"N 33°19'14.9"E	76	83	83
Миколаївське шосе, 47°53'10.3"N 33°17'15.2"E	76	58	74
Інгулецький район			
Південний проспект, 47°50'28.5"N 33°20'52.9"E	66	69	66
Кронштадтська вулиця, 47°50'04.2"N 33°21'49.3"E	54	52	51
Вул. Будівельників 47°49'55.4"N 33°19'57.7"E	79	51	60
Покровський район			
5-й зарічний мікрорайон, 48°00'05.9"N 33°28'55.5"E	80	83	71
Женевська вулиця, 47°59'01.0"N 33°26'29.7"E	69	68	73
Вул. Крупивницького 48°01'08.1"N 33°28'16.1"E	57	67	72

Продовження табл. 4.4

Тернівський район			
Вул. Чарівна 48°04'29.0"N 33°30'54.3"E	66	61	69
Вул. Володимира Терещенка 48°08'39.4"N 33°33'52.2"E	81	57	64
Вул. Сергія Колачевського 48°04'01.0"N 33°30'03.6"E	61	70	77

В ході досліджень було зафіксовано мінімальний рівень шуму на вулиці Незалежності Довгинцівського району (о 9.00), який складає 49 дБ, а максимальний – на вулиці Купріна Центрально-Міського району(о 12.00 та 17.00) та сягає 83 дБ.

У ході вимірів були зроблені наступні спостереження:

- Довгинцівський район:
 - Вулиця Магістральна має високий рівень шуму уранці (9:00-10:00) та в обідню пору (12:00-13:00), що пов'язано з підвищеною транспортною активністю в цей час.
 - Вулиця Незалежності вранці є доволі тихою, але ситуація змінюється близько к середині дня (12:00-13:00).
 - Вулиця Милашенкова демонструє значний підйом рівня шуму ввечері (17:00-18:00), що може бути пов'язано зі збільшеною активністю транспорту у цей період.
- Саксаганський район:
 - Площа 30-ти річчя Перемоги має великий рівень шуму, що пов'язано з значним транспортним трафіком, який підвищується ввечері (17.00-18.00).
 - Пл. Горького характеризується великим рівнем шуму, який є відносно стабільним протягом дня та підвищується лише ближче к вечору, коли транспортна та пішохідна активність збільшується.

- Проспект 200-річчя також має підвищений рівень шумового навантаження, що можна пояснити людністю обраної точки для вимірів.
- Металургійний район:
 - Вул. Соборності має значний шум, який утворює насамперед активний транспортний рух та велике скупчення людей.
 - Вул. Стрельникова характеризується великою транспортною активністю. Ще одним значним, але тимчасовим джерелом шуму були ремонтні роботи, які проводилися у день виміру.
 - Вул. Віталія Мотусевича мала високий рівень шумового навантаження вранці (9.00-10.00), що було викликано високою транспортною активністю та згодом зменшилася до 70 дБ.
- Центрально-Міський район:
 - Поштовий проспект має дещо нижчий попередньо з минулими точками рівень шуму, що викликано як малою кількістю машин, так і людей.
 - Вул. Купріна та Миколаївське шосе мають підвищені рівні шумового навантаження, особливо вранці та ввечері.
- Інгулецький район:
 - Південний проспект має значний рівень шуму, який досягає свого піку в середині дня(12.00-13.00), але к вечірньому часу знов знижується до 66 дБ.
 - Для обраної точки на Кронштадтській вулиці характерна мала активність транспортного та пішохідного руху, тому рівень шуму є в міру високим.
 - Вулиця Будівельників має підвищений рівень шумового навантаження вранці(9.00-10.00), який знижується протягом дня і підвищується вже ввечері, коли кількість транспорту почала збільшуватися.
- Покровський район:

- 5-й Зарічний мікрорайон має значний рівень шуму, основними джерелами якого є транспорт та музика, що лунала з торгового центру поблизу.
- Женевська вулиця та вулиця Крупивницького мають в міру високий рівень шуму, причина якого є, ймовірно, середня або мала кількість транспортних засобів й невелике скупчення людей.
- Тернівський район:
 - На вулиці Чарівна наявна значна кількість транспорту, зокрема міського та в міру велике скупчення людей, що і є передумовою відчутного рівня шуму.
 - Вулиця Володимира Терещенка та вулиця Сергія Колачевського мають досить великий рівень шуму, під якого приходиться на ранок(вулиця Володимира Терещенка) та вечір(вулиця Сергія Колачевського).

На основі отриманих результатів була розроблена шумова карта міста, що дозволяє відобразити візуально розподіл шуму по районах, значно спрощуючи сприймання та аналіз даних(рис. 4.4).

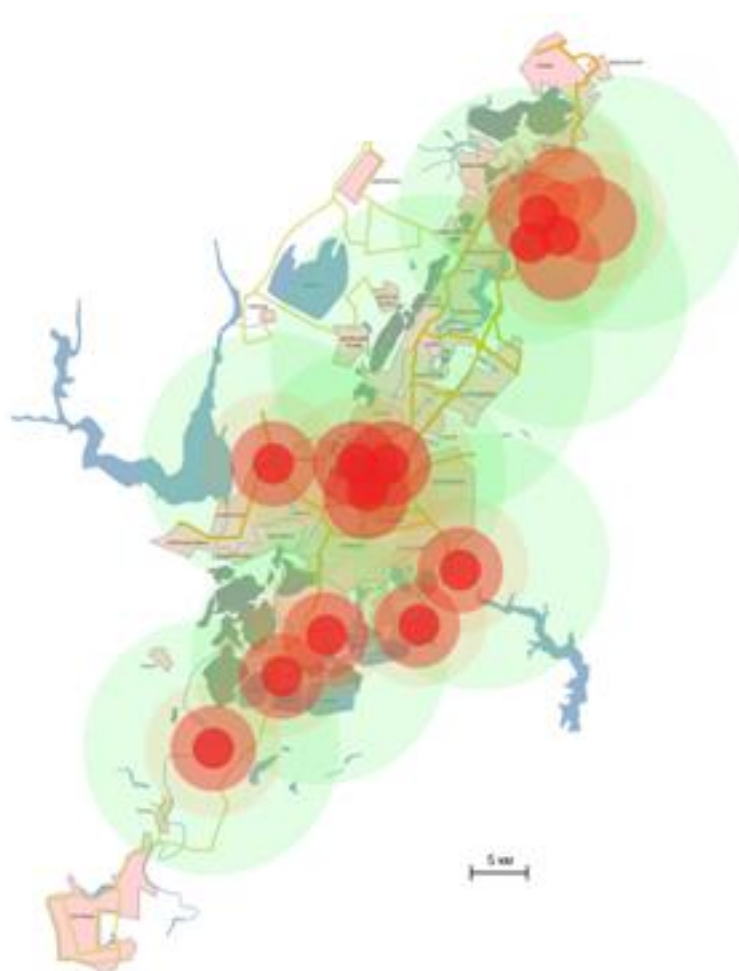


Рисунок 4.4. Шумова карта міста Кривий Ріг.

Аналіз шумового навантаження дозволяє визначити певні тенденції та фактори, що впливають на рівень акустичного комфорту для мешканців. Загальна картина вказує на те, що деякі райони та вулиці міста є більш шумними порівняно з іншими.

Отже, можна зробити висновок, що основними джерелами шуму в місті Кривий Ріг є транспорт, зокрема міський(автобуси, трамваї), скупчення людей(більш характерно для таких місць як торговельний центр, супермаркети тощо). Найчастіше підвищений рівень шуму був в ранні та вечірні часи, оскільки саме в ці проміжки часу люди йдуть та повертаються з роботи. Також в ході вимірів було зафіксоване нове для міста тимчасове джерело – автоматизована система центрального сповіщення, яка повідомляє про ракетну небезпеку. Враховуючи промислову направленість міста, значну

роль в шумовому навантаженні середовища має займати робота підприємств, але це вимагає додаткових досліджень.

Діючими нормативними документами, а саме Державними санітарними правилами в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови встановлені гранично допустимі рівні шуму. Так в день (8.00-22.00) в житлових приміщеннях допустимий рівень шуму сягає 40 дБ (максимальний – 55 дБ), а вночі – 30 дБ (максимальний – 45 дБ). Офіси та приміщення з персональними комп'ютерами або устаткуванням для бізнесу повинні дотримуватися рівня шуму не більше 50 дБ цілодобово та не більше 65 дБ максимально. Прилеглі території біля житлових будинків вдень повинні утримуватися на рівні до 65 дБ, вночі - до 55 дБ для забезпечення сприятливих умов для мешканців. Для звичайних житлових будинків, поліклінік та будинків відпочинку вдень допустимий рівень шуму до 70 дБ, вночі - до 60 дБ. [17]

Взявши це до уваги, можна зробити висновок, що рівень шумового навантаження переважно характеризується як підвищений.

ВИСНОВКИ

В ході досліджень були визначені рівні шумового навантаження в кожному районі міста. Кривий Ріг має великі варіації рівнів шуму, з високими значеннями на вулиці Купріна та на 5-тому Зарічному мікрорайоні. Це може бути зумовлено різноманітністю джерел шуму, включаючи транспорт, скупчення людей і підприємства. Великі рівні шуму найчастіше фіксувалися вранці та ввечері, коли транспортна активність значно збільшувалася.

На основі отриманих результатів була розроблена картографічна модель міста, яка відображає розподіл шумового навантаження для спрощення аналізу наявних даних.

Описані основні характеристики шумового навантаження, вивчалися основні джерела шуму, його вплив на здоров'я людей та законодавча база, на основі якої здійснюється регулювання рівню шуму в Україні.

В ході огляду літературних джерел були проаналізовані різні можливі способи зниження шумового навантаження, зокрема шумозахисні екрани, зелені екрани та корпусні зміни виробничих установок для зменшення шуму на прикладі димососів та вентиляторів фабрик огрудкування.

Загальна картина шумового забруднення свідчить про те, що необхідно удосконалити моніторинг та приймати заходи для зменшення впливу шумового фактору в найбільш затребуваних місцях. Впровадження відповідних заходів та стратегій регулювання може сприяти покращенню якості життя мешканців та забезпеченню більш сприятливого акустичного середовища в місті.